

100+ SKETSA TEKNOLOGI UNTUK PERADABAN



Sketsa Oleh :
Muhaimin Iqbal

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur kehadirat Ilahi yang dengan petunjukNya semata buku ini bisa saya selesaikan, sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi akhir zaman, Muhammad SAW, yang dengan suri tauladannya, kita telah dibimbing dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang benderang. Hanya dengan tetap berpegang pada Kitabullah dan sunnah-sunnah nabiNya-lah, hidup ini akan terus berjalan kedepan dalam bimbinganNya.

Sama dengan 22 buku saya sebelumnya, buku ke 23 yang saya beri judul “100+ Sketsa Teknologi Untuk Peradaban” ini juga kumpulan tulisan saya di LinkedIn dan social media lainnya. Hanya pendekatannya saja yang agak berbeda, karena kumpulan tulisan kali ini berupa sketsa-sketsa yang saya buat agar mudah memahami konsep teknologi yang njlimet.

Pendekatan sketsa ini terinspirasi oleh masa kecil ketika kita membaca komik, mengapa membaca komik selalu menarik sementara membaca buku-buku ilmu pengetahuan terasa berat? Mengapa buku-buku yang berisi ilmu pengetahuan tidak dikomikkan saja agar lebih fun membacanya?

Maka inilah jadinya, pemikiran-pemikiran tentang teknologi saya ‘komikkan’ menjadi sketsa-sketsa untuk lebih mudah dipahami. Buku digital ini saya buat dalam dua versi, yang dalam bentuk dokumen word lebih berat tetapi seluruh animasi gif-nya jalan, sedangkan dalam bentuk PDF lebih kecil filenya tetapi animasi gif-nya mati.

Meskipun ini bukan karya tulis ilmiah dan tidak saya cantumkan referensi-referensinya, buku ini juga bukan fiksi ilmiah. Hampir seluruh teknologi yang saya bahas, sudah saya coba bersama team terkait meskipun dalam skala laboratorium ataupun Minimum Viable Product (MVP). Sejumlah parameter detil seperti terkait dengan suhu, tekanan, katalis, adsorbent, solvent, reaktan, elektrolit, elektroda dlsb. tidak saya ungkap di buku ini – karena terkait dengan sejumlah patent yang sudah maupun yang dalam persiapan untuk pendaftarannya. Juga data teknis ini tidak menarik bagi mayoritas pembaca, hanya yang berkepentingan dengan R&D saja data ini diperlukan.

Sebagian kecil, yaitu 2 dari 100 lebih teknologi pada sketsa ini juga sudah diuji oleh berbagai team ahli yang terkait sehingga memenangkan Climate Impact Innovation Challenge 2023 tingkat ASEAN. Sebagian lain sudah terikat kontrak dengan beberapa pihak di luar yang akan memproduksi mesin-mesinnya, ini pula mengapa data parameter teknis tidak kita ungkapkan di buku ini.

Meskipun demikian, secara teknologi semua saya buka secara gamblang supaya bisa diikuti oleh siapapun yang berkepentingan. Bila dalam pengamalan buku ini terkendala informasi yang tidak saya publikasikan tersebut, tetap bisa berkomunikasi langsung dengan saya yang membuat sketsa ini – agar terjalin Kerjasama yang berkesinambungan untuk saling melengkapi.

Sangat bisa jadi pembaca buku ini lebih tahu detil terkait dari masing-masing dari 100 lebih teknologi pada sketsa ini, sehingga masukan ke saya akan sangat bermanfaat, agar teknologi untuk peradaban ini juga dapat terus menerus disempurnakan.

Semoga bermanfaat dan berkah.

Depok, Jumadil Awal 1445

Muhamin Iqbal

Daftar Isi :

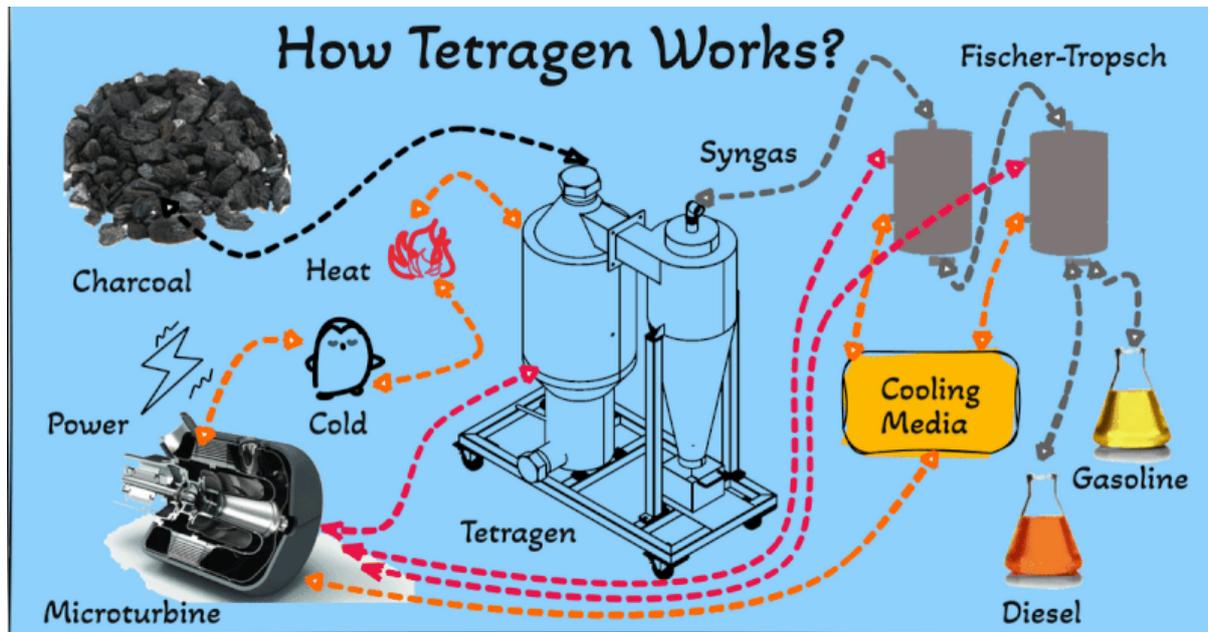
1.	How Tetragen Works?	6
2.	Transformasi Industri Era Transisi Energi.....	6
3.	Mengatasi Sampah Tanpa Masalah	7
4.	Solusi Untuk Sampah Basah Di TPA.....	9
5.	Charcoal for Carbon-Neutral and Carbon-Free Energy	10
6.	Opportunities In Net Zero Cooling.....	11
7.	Net Zero Emission Technologies - Bali Net Zero School Syllabus.....	12
8.	Advanced Biofuels Micro Refinery	14
9.	Introducing The Green Bakaran	15
10.	Flue Gas , From Plant To Plant	16
11.	FlueTrap : Flue Gas Capture.....	17
12.	FlueTrap as New Option for Decarbonization and Desulfurization.....	18
13.	Technology for Carbon-Free Energy.....	19
14.	CCU for Fertilizer and Energy	20
15.	Introducing WTC Mobile Unit	22
16.	Energi Bersih Dari Tempat Sampah dan Cerobong Asap	23
17.	Greener Faster EV	24
18.	Menurunkan Konsentrasi CO2 di Udara Dengan Mudah dan Murah	26
19.	Pasukan Penjaga Kebersihan.....	27
20.	In-Situ And In-Time Waste To Energy	27
21.	Green Hydrogen From Flue Gas and Waste	29
23.	Energi Tersimpan Dari Tempat Yang Tidak Terduga dan Jumlah Yang Tidak Terhitung 32	
24.	Reviving External Combustion Engine.....	33
25.	Melawan Global Warming Cyclone	34
26.	Indigenous Energy Security.....	35
27.	Waste Heat Micro Gas Turbine.....	37
28.	Efisiensi Energi Extra dari XTetra.....	38
29.	Beware of Accelerating Global Warming!.....	39
30.	Beyond Energy Self-Sufficient	40
31.	Introducing Waste Heat Gas Turbine (WHGT).....	42
32.	Bila Bumi Menjadi Cadangan Energi Yang Lestari	43
33.	Char-Based Food, Energy and Water (FEW) Securities.....	45
34.	MCDI Cell : Merubah Air Laut Menjadi Kopi!	46
35.	RDFC Super Car Yang Super Hemat Energi.....	48
36.	Green Flight for Blue Sky.....	49
37.	Industrial Waste To Fuels	50
38.	Circular Energy.....	51
39.	Tambang Minyak Baru Di Tempat-Tempat Sampah	52
40.	Teknologi Untuk Para Santri.....	53
41.	Energi Sepanjang Jalan	54
42.	Introducing XEtOH, An Advanced Bio-Ethanol.....	55
43.	Mobil Listrik Bertenaga Peuyeum	57
44.	Tiga Langkah Untuk Ethanol 2.0	58
45.	Opportunities in Energy Transitions	59
47.	Bio-Fuels : 7 Sumur 1 Sumber.....	61
48.	DCFC : The Next Waste To Energy Efficiency	63
49.	Hydrogen and Water Carrier	64
50.	Bio-DME : The Universal Advanced Biofuels	66
52.	Koreksi Error Peradaban : Retro Energy Storage.....	68
53.	Back To The Future Fuels	69
54.	Inspirasi Dari Negeri Gurun Nan Kaya.....	71
55.	Carbon Capture Fuel Cells (CCFC) for Energy and Water.....	72

56.	Novel Water Sources.....	73
57.	Banyak Jalan Menangkap Emisi.....	74
58.	Food, Energy, Water and Environment Nexus	75
59.	Appropriate and Affordable Decarbonization Technology	77
60.	Agar Hujan Kembali Rajin Turun Di Bumi	78
61.	Carbon for Carbon-Free Energy	80
62.	Sketsa Teknologi Untuk Kehidupan	81
63.	Pawang Hujan Zaman Now.....	82
64.	Green Hydrogen Dari Emak-Emak.....	83
65.	Negeri Yang Bebas Wabah Kutu Busuk.....	85
66.	Apapun Bahan Bakarnya, CO2 Bisa Menjadi Bahan Bakunya.....	86
67.	Hilirisasi Sampah dan Limbah.....	87
68.	Tiga Langkah Untuk Circular Energy Economy.....	88
69.	Waste Valorization To The Max.....	90
70.	Arang Untuk Menaklukkan Langit dan Bumi.....	91
71.	Opportunity in the New Materials : XSALEM	93
72.	The New 'Iron From the Sky'	94
73.	Hulu-Hilir Industri Sampah, Limbah dan Emisi	95
74.	Jika Carbon Bisa Bicara.....	97
75.	Tambang Baru Di Langit	98
76.	Mobil Yang Nyaris Tidak Butuh Bahan Bakar Atau Listrik.....	99
77.	Ultimate Energy Efficiency and Decarbonization	101
78.	Carbon-Free Energy : Technology Readiness Level.....	102
79.	The Blessing Smoke.....	103
80.	Material Canggih Eks Sampah, Limbah dan Emisi (XSALEM).....	105
81.	Decarbonization As Profit Centre and Life Saver.....	106
82.	Introducing OCCY : Super Efficient and Zero Emission Engine	107
83.	Opportunity In Clean and Flexible Fuels Power Generation	109
84.	In-Situ Carbon Capture and Utilization	110
85.	Perspektif : Kalau Saja Kita Kita Bisa Melihat Emisi CO2 Sebagai Peluang, Bukan Ancaman.....	112
86.	Truly Blessing Circular Energy.....	113
87.	Energi Hijau Dari Fosil, Mungkinkah?.....	114
88.	Visi Gajah Mada 2.0	115
89.	OCCY Hiring For Electrochemical Experts	116
90.	Carbon and Energy Solution, Inspired by the Nature	117
91.	The Goodly Tree	119
93.	Onboard Carbon Cycles (OCCY)	121
94.	Super Powder	123
95.	Sama-sama Carbon Tetapi Beda Status.....	124
96.	In Search For Food, Energy and Water Balance	125
97.	Daulat Energi Melalui BioDME	127
98.	Low Cost Carbon Capture (LC3)	128
99.	Peradaban Carbon.....	129
100.	The Bright Side of Carbon	130
101.	Introducing Artificial Photosynthesis (AP)	132
102.	RetroCar : Super Efficient and Zero Emission Internal Combustion Engine.....	133
103.	Waste To Energy Miniplant.....	135
104.	Tantangan Untuk Menembus Batas Langit Dan Bumi	136
105.	Food Challenge	137
106.	Agar Ayam Tidak Mati Di Lumbung Padi.....	138
107.	Carbon Capture and Energy Storage (CCES).....	139
108.	Sajarotin Thoyyibatin	140
109.	Jalur Akselerasi Untuk Dekarbonisasi dan Efisiensi Energi	142
110.	Paru-Paru Peradaban Carbon	143
111.	Apapun Mobilnya, Arang dan Asap Bahan Bakarnya	145
112.	In-situ and In-Time Green Hydrogen.....	146

113.	Green Hydrogen Power Plant For Extreme Situations	147
114.	Carbon Cycles for Cold, Heat, Power and Fuels (CHPF)	148
115.	Green Electricity With Micro Gas Turbine	150
116.	Introducing the New Oil : CO2 Oil	151
117.	Integrasi Teknologi Untuk Sampah, Limbah dan Emisi.....	152
118.	Energi Bersih Di Antara Kotoran Dan Limbah	153
119.	Potensi Energi Baru Terbesar : Energy Regeneration	155
120.	Karbonisasi Untuk Dekarbonisasi.....	156
121.	Menghadirkan Mata Air Di Gurun	157
122.	Waste Heat Gas Turbine in The Making	159
123.	Low Cost Sustainable Aviation Fuel (SAF)	160
124.	Industrialisasi Arang	161
125.	Ultimate Energy Efficiency and Decarbonization With OCCYER	163

1. How Tetrigen Works?

Barangkali dengan satu gambar ini saya sudah bisa menjelaskan bagaimana Tetrigen bekerja, sebagai reaktor dengan empat produk energi sekaligus dari satu bahan bakar arang. Ulasan detilnya ada di sejumlah tulisan saya sebelumnya, yang sudah saya unggah sejak hari kelahirannya.



2. Transformasi Industri Era Transisi Energi

Era transisi energi akan membawa perubahan besar khususnya di industri energi, tetapi juga akan berdampak luas pada industri lainnya. Ketika akses terhadap energi baru dan terbarukan itu relatif merata, maka setiap pelaku usaha perlu segera mereposisi usahanya di era ini. Sketsa saya di bawah ini sekedar contoh, bagaimana Advanced Biofuels dan Renewable Energy akan diproduksi, dan bagaimana pengaruhnya pada sektor energi yang ada sekarang.

Pertama yang segera mendapat peluang adalah masyarakat di sentra-sentra biomassa seperti limbah pertanian, perkebunan, hutan dan juga limbah padat organik dari sampah perkotaan. Biomassa ini rata-rata saat ini masih sangat murah. Bahkan salah satu pejabat Pemda yang saya temui mengatakan tidak ada target apapun dari produk sampah mereka ini kecuali membuatnya menghilang dari kotanya.

Konversinya sederhana, biomassa termasuk sampah ini tinggal diarangkan saja, maka dia telah berubah dari liability menjadi asset yang laku dijual. Tetapi membuat arangnya tidak boleh malah butuh mengkonsumsi energi fosil dan mengeluarkan emisi carbon yang mencemari atmosfer bumi. Untuk ini sudah kami buat mesinnya yang kami sebut Autothermal Slow Pyrolysis (ASP), cara kerjanya insyaAllah akan saya share pada sketsa berikutnya.

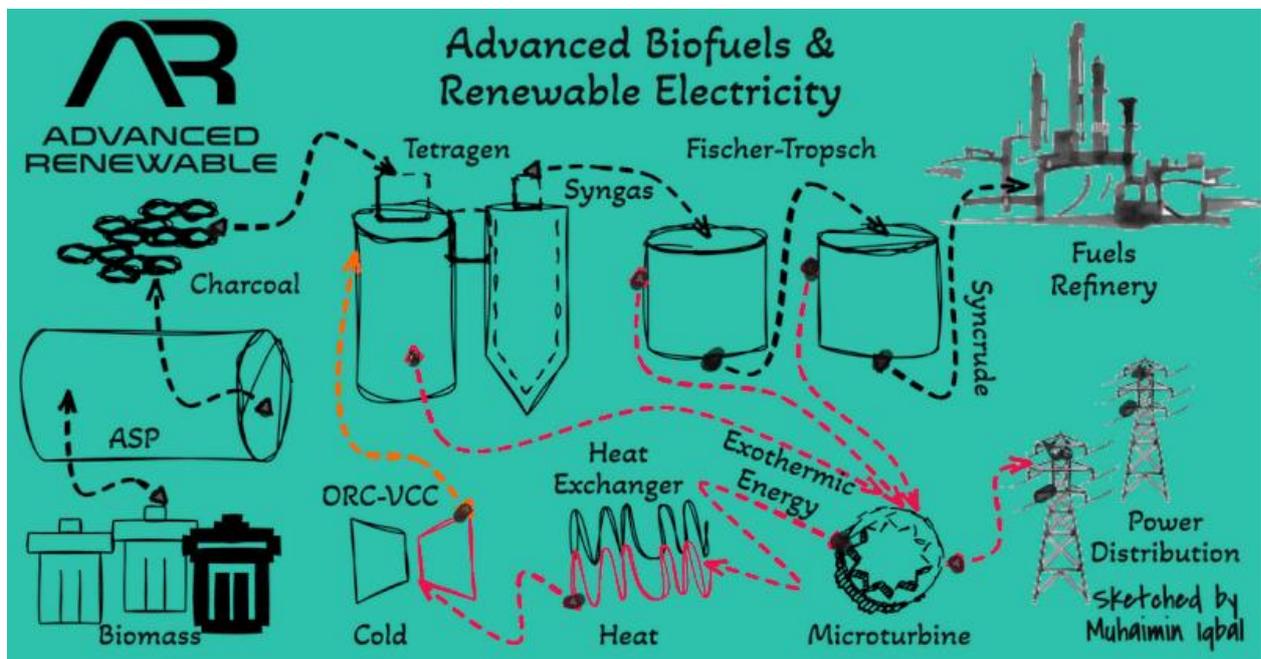
Setelah menjadi arang, tanpa perlu industri perantara dan pengolah, arang sudah bisa langsung digunakan oleh industri atau kompleks komersial yang membutuhkan listrik, energi pendingin, energi panas dan bahkan juga bahan bakar cair. Mesin utamanya untuk ini adalah yang kami

sebut Tetragen (dari Tetra Generation), sketsa cara kerjanya ada di unggahan saya kemarin.

Industri atau kompleks komersial yang memproduksi segala jenis energi yang dibutuhkan sendiri dengan berbahan baku arang tersebut, sangat mungkin juga akan menggunakan reaktor Fischer-Tropsch Synthesis (FTS) yang kini mulai bisa diproduksi dengan skala kecil. Bukan semata untuk menghasilkan bahan bakar cair, tetapi juga diambil energi eksotermis-nya untuk menghasilkan listrik.

Jadi renewable electricity dalam sketsa ini dihasilkan oleh dua sumber panas secara tandem yaitu dari reaktor gasifikasi Tetragen dan dari reaktor FTS, hasilnya adalah energi listrik yang sangat reliable. Kelebihan daya yang dihasilkan bisa dijual ke utility company bila menarik, atau untuk kegiatan produktif lainnya - dikonversi menjadi produk green hydrogen mungkin lebih menarik.

Pun demikian dengan keluaran dari reaktor FTS yang berupa synthetic crude (Syncrude), seperti minyak mentah di industri fosil - hanya syncrude ini carbon neutral dan renewable. Bisa diolah sendiri menjadi berbagai bahan bakar kategori bio-hydrocarbon seperti green diesel, bio-jet, bio-gasoline dan bio-LPG, atau bisa juga dijual ke industri refinery di dalam maupun luar negeri yang kini mulai mencari komoditi baru yang disebut syncrude ini - karena dari sinilah mereka bisa punya program dekarbonisasi-nya yang nyata.



3. Mengatasi Sampah Tanpa Masalah

Teknologi yang terkait dengan perubahan iklim dari kami yang awal bulan ini menang di Climate Impact Innovation Challenge (CIIC) tingkat ASEAN intinya terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah teknologi untuk konversi biomassa - termasuk sampah organik perkotaan, dan yang kedua adalah teknologi pemanfaatan arangnya. Yang kedua ini sudah saya share dalam dua sketsa sebelumnya, yang ini khusus terkait dengan pengolahan biomassa/sampah-nya.

Biomassa khususnya sampah organik perkotaan ini memang seperti buah simalakama di kota-kota kita, darurat sampah sudah bukan terjadi di satu atau dua kota saja, tetapi meluas di sejumlah kota besar maupun kecil di hampir seluruh negeri ini. Lantas diapakan sampah ini

sebaiknya?

Di timbun di TPA-TPA telah membuat sejumlah TPA overloaded, tumpukannya menimbulkan bahaya tanah longsor di musim hujan dan bahaya kebakaran di musim kemarau. Tidak diangkut ke TPA membuat tumpukan sampah malah menyebar kemana-mana. Ketika masyarakat rame-rame membakar sampah, efeknya malah melonjakkan emisi ke atmosfer kota, dan menjadikan kota-kota kita berperingkat terburuk di dunia dalam hal tingkat emisi ini.

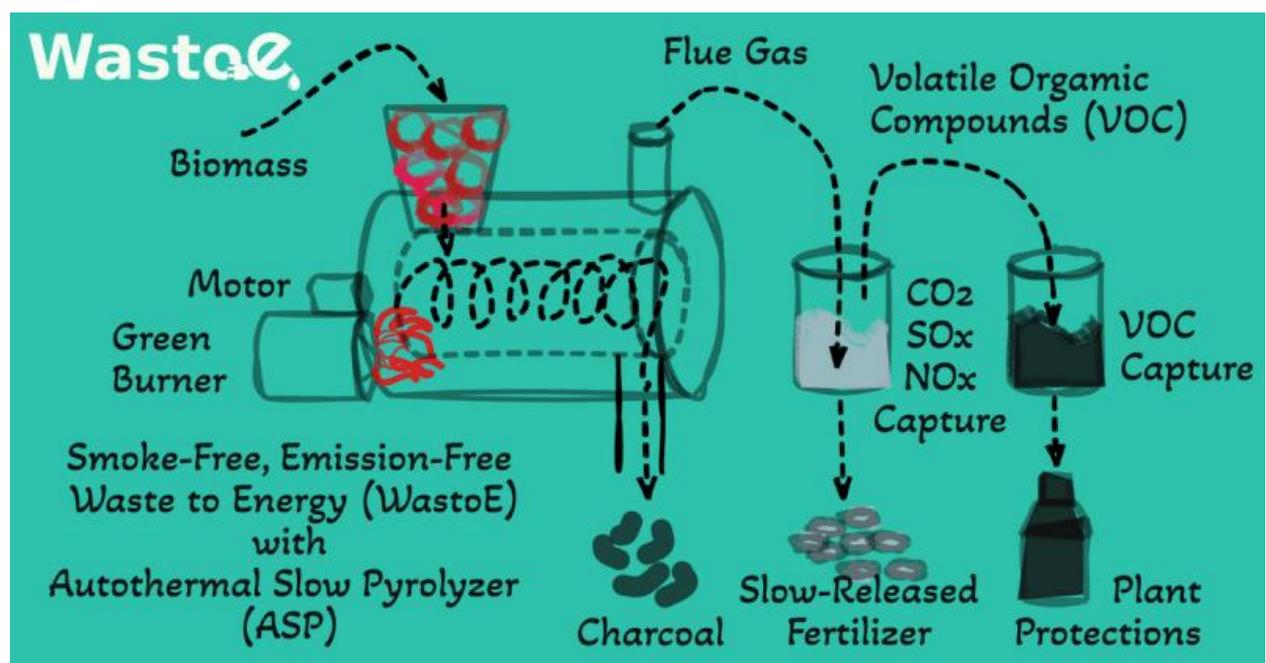
Maka solusi yang kami hadirkan harus bisa mengatasi seluruh masalah ini sekaligus, mengatasi masalah sampahnya sekaligus mencegah emisi. Inilah sketsa yang saya buat untuk menjelaskan cara kerja mesin ini, yang kami sebut sebagai Autothermal Slow Pyrolyser (ASP).

Pertama energi untuk proses ini diambilkan dari sebagian kecil sampah itu sendiri, sebagian terbesar diolah menjadi produk. Produk pertama adalah arang, yang dari arang inilah segala bentuk energi bisa diproduksi, untuk pendinginan, pemanasan, listrik dan bahan bakar cair - Combined Cold, Heat, Power and Fuels (CCHPF), detailnya ada di 2 sketsa sebelumnya tersebut di atas.

Proses pembuatan arang inilah yang umumnya bermasalah, yaitu asap yang selalu timbul ketika biomassa diarangkan. Di rangkaian mesin ASP, asap atau flue gas yang umumnya terdiri dari CO₂, SO_x, NO_x dan VOC (Volatile Organic Compound) ini yang harus kita tangkap - karena kalau tidak dia menjadi sumber emisi baru ke atmosfer bumi kita.

Untuk ini kami lakukan dua tahap penangkapan, yang pertama menangkap CO₂, SO_x dan NO_x serta mengubahnya menjadi Slow- Released Fertilizer dari jenis amonium carbonate, ammonium sulfate dan ammonium nitrate. Kemudian yang tidak tertangkap di tahap pertama umumnya berupa Volatile Organic Compound (VOC), maka penangkapan kedua dirancang khusus untuk menangkap VOC ini, dan merubahnya menjadi segala jenis perlindungan tanaman seperti pestisida, insektisida, fungisida, herbisida dlsb.

Filosofi dua penangkapan ini sederhana, setelah kita ambil energinya dalam bentuk arang, sisa dari biomassa yang semuanya dari tanaman ini kita harus kembalikan ke tanaman pula, ada yang berbentuk pupuk, dan ada yang berbentuk perlindungan tanaman. Mesin ASP ini kini sudah bisa dipesan oleh siapa saja yang sudah membutuhkannya.



4. Solusi Untuk Sampah Basah Di TPA

Dalam unggahan kemarin saya share bagaimana sampah diproses menjadi arang (<https://lnkd.in/gXynmdvQ>), untuk selanjutnya arang ini dikirim ke lokasi para pengguna untuk digunakan sebagai penghasil energi yang bersifat universal, bahan bakar apa saja bisa diturunkan dari arang ini.

Pendekatan seperti tersebut diatas yang paling mudah dilakukan untuk pengumpulan sampah tingkat RT/RW, kompleks perumahan dan paling jauh di Tempat Penampungan Sementara (TPS). Tetapi bagaimana kalau sampah itu terlanjur menumpuk begitu banyak di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) ?

Karena mayoritas sampah ini berkadar air tinggi atau basah, yang nyaris tidak mungkin mengeringkannya karena jumlahnya yang mencapai jutaan ton, di salah satu kota di Jabodetabek - tumpukan sampah TPA ini sudah mencapai 3 juta ton! Lantas bagaimana menangani sampah basah berjuta ton ini?

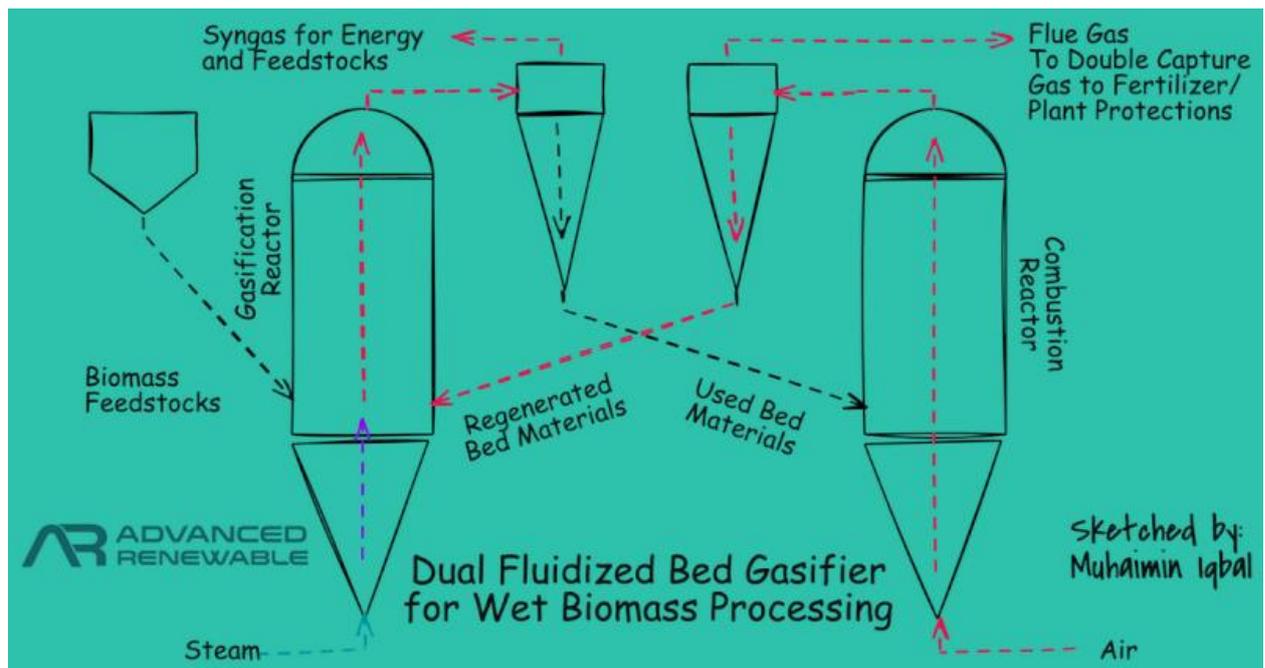
Yang paling memungkinkan adalah diproses basah in-situ, sampah basah langsung digasifikasi menjadi syngas berkualitas tinggi - dan flue gas-nya ditangkap melalui dua tahap tangkapan seperti dalam unggahan sebelumnya tersebut di atas. Untuk proses sampah basah ini reaktor yang sesuai kurang lebih ada pada sketsa di bawah.

Reaktor ini terdiri dari dua tabung utama, yang pertama tabung pembakaran untuk menghasilkan panas tinggi, dan yang kedua tabung gasifikasi. Sistemnya menggunakan Fluidized Bed Materials (FBM) sebagai pembawa panas dari tabung pembakaran ke tabung gasifikasi, sekaligus juga berfungsi sebagai katalis.

Di tabung gasifikasi, FBM memindahkan panas ke biomassa dan menjadikannya gas, dan menyisakan kerak karbon yang menempel pada FBM. Bersamaan dengan itu FBM mengalami penurunan suhu, maka dia perlu dikirim balik ke tabung pembakaran. Di tabung pembakaran, kerak karbon yang menempel pada FBM tersebut dibakar kembali, selain untuk menghasilkan panas tinggi - juga untuk membersihkan FBM agar siap menghantar panas dan berfungsi sebagai katalis kembali.

Demikian seterusnya proses ini berlangsung dengan sangat efisien dengan sumber energi dari sebagian sampah itu sendiri. Selain menghasilkan syngas yang bisa diolah in-situ untuk berbagai bentuk fuels and feedstocks, TPA kita akan menjadi pabrik pupuk, pestisida, insektisida dan perlindungan tanaman lainnya. Setelah diambil energinya (C, H, O), selebihnya semuanya dikembalikan ke tanaman - karena memang dari sanalah sampah biomassa ini berasal.

Tiga BUMN sekaligus mestinya bisa turun menggarap sampah baah di TPA-TPA ini, yaitu yang memproduksi bahan bakar, listrik dan pupuk!



5. Charcoal for Carbon-Neutral and Carbon-Free Energy

Di era pra-industri, arang adalah energi utama yang digunakan hampir di seluruh dunia. Hanya karena pemanfaatannya yang masif primitif saat itu, dampaknya sudah membuat kerusakan lingkungan di Eropa. Pemanfaatan arang sebagai energi ditinggalkan di era industri, seiring ditemukannya minyak bumi yang lebih praktis dalam penggunaannya.

Namun manusia modern-pun belajar bahwa minyak bumi juga tidak kalah dahsyatnya dalam merusak alam dan lingkungan dengan cemaran emisinya. Meskipun hingga kini masih digunakan sebagai energi yang paling fleksibel dan mudah penggunaannya, dampaknya terhadap kerusakan alam dan bahkan perubahan iklim tidak bisa lagi diabaikan begitu saja.

Lalu apa penggantinya? yang kita usung kembali ke biomassa yang dirangkan. Namun belajar dari era pra-industri tersebut, banyak hal yang kudu kita dandani. Diantaranya adalah proses pembuatan arang itu sendiri, sama sekali tidak boleh mencemari bumi dengan emisinya, maka lahirlah apa yang kita sebut Autothermal Slow Pyrolyser (ASP), yang awal bulan ini memangkan Climate Impact Innovation Challenge (CIIC) di ASEAN.

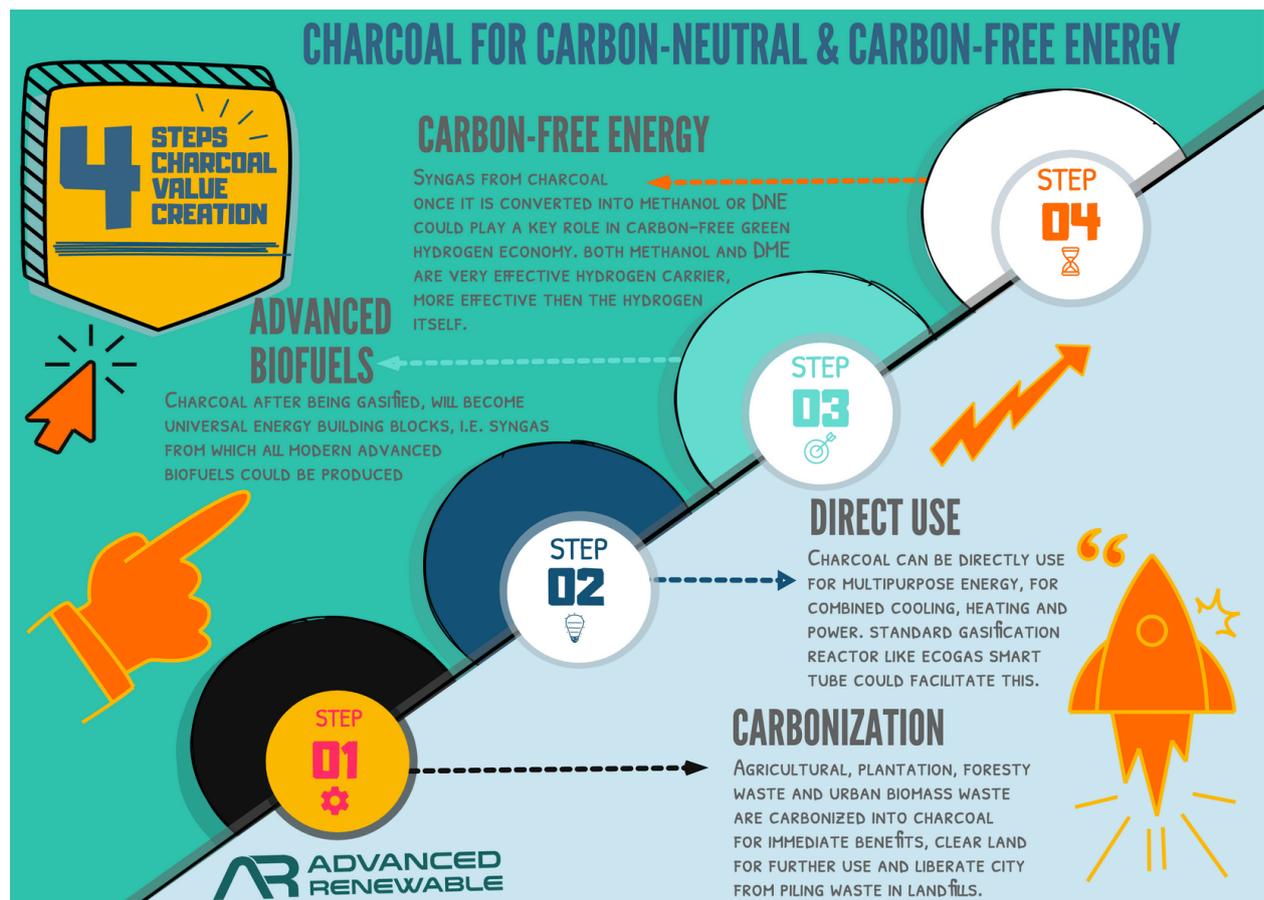
Setelah menjadi arang, biomassa yang masuk kategori Advanced Biofuels list-nya Uni Eropa (RED II), yaitu yang tidak berebut dengan pakan, pangan, lahan pertanian dan hutan, dapat diolah menjadi bahan bakar apa saja. Baik yang bersifat carbon-neutral dari kelompok hydrocarbon (diesel, jet-fuel, gasoline, LPG), kelompok Oxygenate (Methanol, DME, Ethanol dst), maupun yang bersifat carbon-free yaitu green hydrogen.

Bagaimana arang - yang notabene bahan utamanya carbon - bisa menjadi carbon-free energy? seperti paradox, tetapi ini benar-benar bisa dilakukan. Setelah arang kita gasifikasi menjadi syngas, kemudian syngas-nya kita jadikan methanol atau DME, selanjutnya methanol atau DME di-reformed menjadi CO₂ dan Hydrogen, hydrogennya diambil untuk bahan bakar sedangkan CO₂-nya diambil dan diproses kembali menjadi methanol atau DME - maka hasil proses ini,

pembakaran energy hydrogennya carbon-free.

Kemana CO₂-nya? CO₂ yang di-capture dan digunakan kembali untuk memproduksi methanol atau DME tidak pernah dilepas ke udara, dia hanya carrier untuk membawa hydrogen. Seperti kendaraan saja, CO₂ yang sama kita gunakan terus menerus secara berulang dan tidak pernah lagi dibuang ke udara.

Empat langkah dibawah insyaAllah bisa mengantar kita untuk menuju carbon-free economy, kalau perjalanan ini terlalu jauh dan melelahkan, titik singgahnya minimal di carbon-neutral economy. InsyaAllah.



6. Opportunities In Net Zero Cooling

Di perkotaan negara-negara tropis yang semakin panas, lebih dari 50% rata-rata tenaga listrik digunakan untuk pendingin ruangan. Porsi ini akan cenderung terakselerasi menggelinding semakin besar seperti bola salju, karena ketika udara luar semakin panas - butuh ekstra energi untuk mendinginkan ruangan Anda, ekstra energi dalam kondisi sekarang juga berdampak pada ekstra emisi CO₂, dan ekstra emisi inilah yang memuat atmosfer bumi semakin panas dengan cepat.

Maka bila satu segmen pengguna energi listrik untuk pendingin ruangan ini saja bisa kita handle, 50% dari emisi CO₂ perkotaan yang dari sektor kelistrikan sudah akan bisa diatasi. Bagaimana caranya? Mungkinkah kita bisa menghadirkan pendingin ruangan yang Net Zero Emission ketika electrical utility kita masih jauh dari Net Zero? Jawabannya sangat mungkin, hal ini bisa

dijelaskan melalui sketsa di bawah ini.

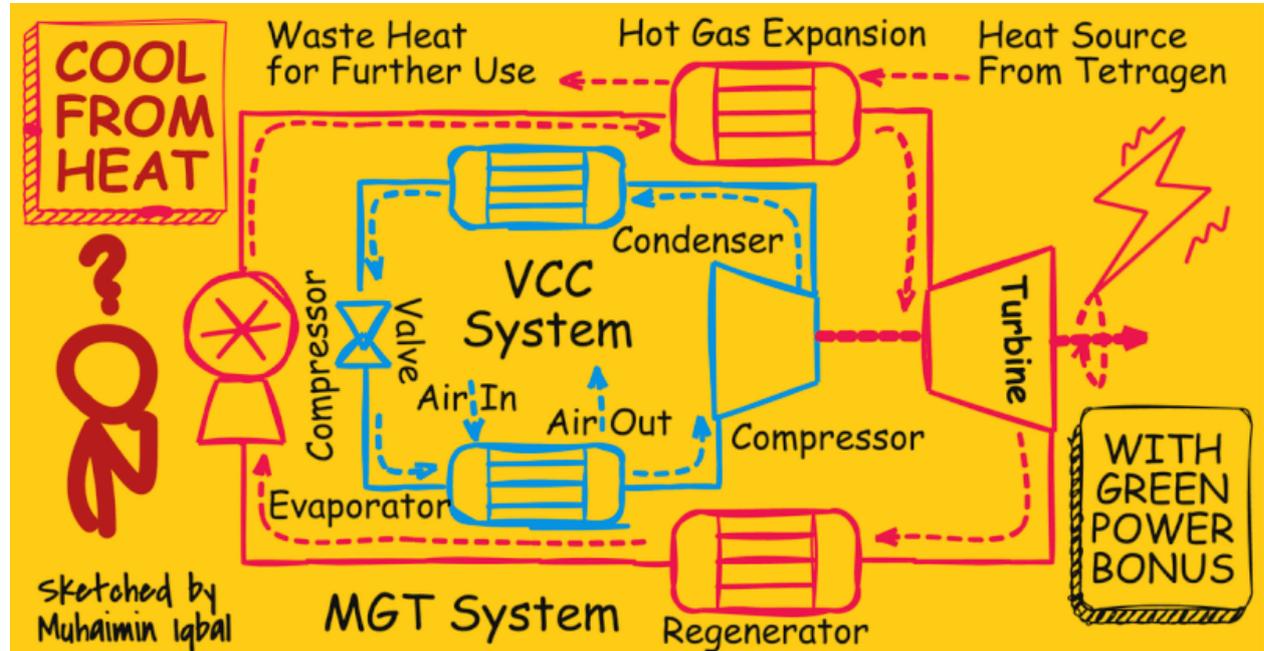
System pendingin ruangan yang kami rancang ini sama sekali tidak membutuhkan listrik dari luar, malah sebaliknya - renewable green electricity menjadi salah satu dari byproducts system pendingin berbasis MGT-VCC (Micro Gas Turbine - Vapor Compressed Cycle) ini.

Mesin utamanya sudah kami buat, yaitu yang kami sebut Tetra Generator (Tetragen), sebuah system gasifikasi biomassa/arang - yang sudah dilengkapi dengan Waste Heat Recovery (WHR). Panas dari WHR inilah yang digunakan untuk mengembangkan compressed gas (bisa juga udara biasa) dan memutar micro turbine.

Shaft yang sama yang memutar microturbine juga digunakan untuk memutar compressor dari sistem pendingin ruangan. Anda bisa lihat transfer energi putaran yang satu ke yang lain tanpa melalui listrik ini akan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar biomassa berupa arang yang kita gunakan. Di luar dari energi penggerak compressor ini, semua yang ada pada sistem pendingin ruangan Anda tetap berfungsi sama - sehingga meminimisasi investasi.

Putaran shaft yang memutar turbine dan compressor tersebut, masih juga bisa disambungkan dengan generator listrik. Hasilnya renewable green electricity yang minimal cukup dan bahkan bisa lebih dari yang dibutuhkan untuk menyediakan kelistrikan dari sistem MGT-VCC ini.

Lantas apa peluangnya dan untuk siapa? Ini peluang untuk kita semua yang concern terhadap perubahan iklim, peluang untuk para teknisi HVAC, para insinyur yang menguasai seluk beluk micro turbine, para pengelola gedung, pabrik dan pusat komersial, para investor yang sudah bisa melihat value dari proposal ini, peluang bagi masyarakat di sentra-sentra biomassa termasuk sampah organik perkotaan yang akan memproduksi arang sebagai energi dasar bagi sistem ini, dan tentu juga peluang bagi pemerintah dan institusi-institusinya yang memiliki KPI untuk pencapaian target Net Zero Emission dari tahun ke tahun.



7. Net Zero Emission Technologies - Bali Net Zero School Syllabus

Di era deep-tech ketika teknologi dibutuhkan untuk memecahkan masalah-masalah besar, team kami fokus pada teknologi-teknologi yang terkait langsung dengan perubahan iklim - khususnya teknologi yang bisa meng-akselerasi pencapaian Net Zero Emission (NZE) sedapat mungkin sebelum target dunia 2050.

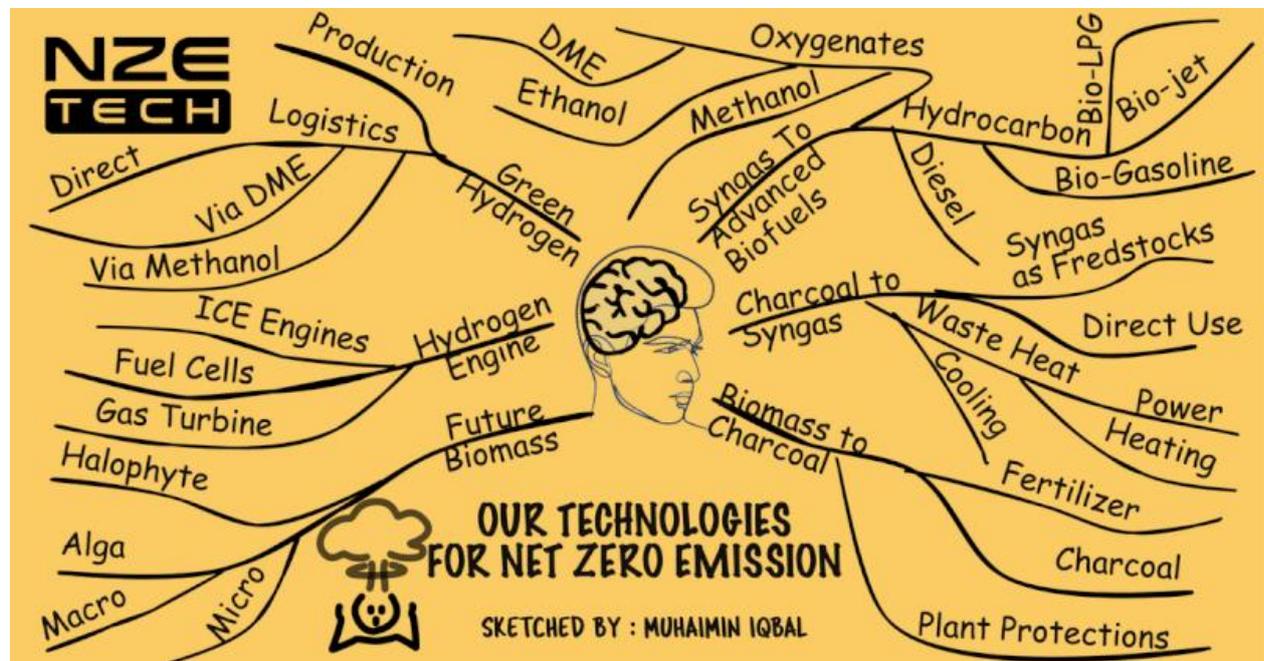
Harus diapresiasi dan didukung, sudah ada Pemerintah Daerah Tingkat I di negeri ini yang berani mentargetkan wilayahnya akan mencapai target NZE 2045, atau 5 tahun lebih cepat dari dunia dan 15 tahun lebih cepat dari Indonesia, yaitu Bali! Dengan apa masyarakat Bali akan mencapai ini?

Salah satunya dari sumbangsih kami di bidang teknologi - khususnya thermochemical technologies, ini yang kami kumpulkan dari seluruh kepakaran yang ada di team kami, yang kami rangkum dalam NZE-TECH pada sketsa di bawah. Masing-masing cabang atau ranting dari sketsa ini, insyaAllah - ada ahli kami yang mendalaminya.

Secara keseluruhan inilah nanti yang akan kami share di Bali Net Zero School sebagai syllabus awalnya. Tentu insyaAllah berkembang dengan perjalanan waktu, karena keahlian-keahlian lain dari kelompok bio-chemical dan bio-tech khususnya akan segera menyusul setelah team kami yang sedang dalam proses disertasi Doktornya - berhasil menyelesaikan tugas belajarnya.

Yang ada di sketsa ini adalah yang sementara ini kami kuasai dari dasar ilmu pengetahuannya hingga state of the art teknologi-teknologi-nya. Termasuk juga bila perusahaan atau instansi Anda membutuhkan teknologi praktisnya untuk mengejar target pencapaian NZE tahunan Anda.

Kalau Bali bisa, mengapa tidak dengan institusi atau korporasi Anda? Teknologi-teknologi ini bukan hanya available untuk masyarakat umum, industri dan komersial di Bali saja, juga untuk seluruh Indonesia, dan dunia. Bahkan yang mendaftar lebih dulu di Bali Net Zero School rata-rata justru dari luar.



8. Advanced Biofuels Micro Refinery

Salah satu penyebab energy in-efficiency yang menyebabkan antara 60-70% energy dasar terbuang, dan hanya 30-40% yang dimanfaatkan - adalah karena adanya energy mismatch antara sumber energy dan yang membutuhkannya. Mismatch dalam ruang dan waktu inilah yang membuat sebagian besar energi yang dihasilkan terbuang dengan percuma.

Di pusat pembangkit listrik dan pusat-pusat industri - ada energi eksotermis yang luar biasa besar yang hingga kini masih disebut waste heat -karena memang terbuang. Di tempat lain, di waktu yang lain - ada begitu banyak dunia komersial dan juga industri yang butuh energi panas, tetapi karena perbedaan ruang dan waktu dengan energi eksotermis yang ada - kebutuhan ini tidak bisa dipenuhi oleh energi eksotermis yang ada.

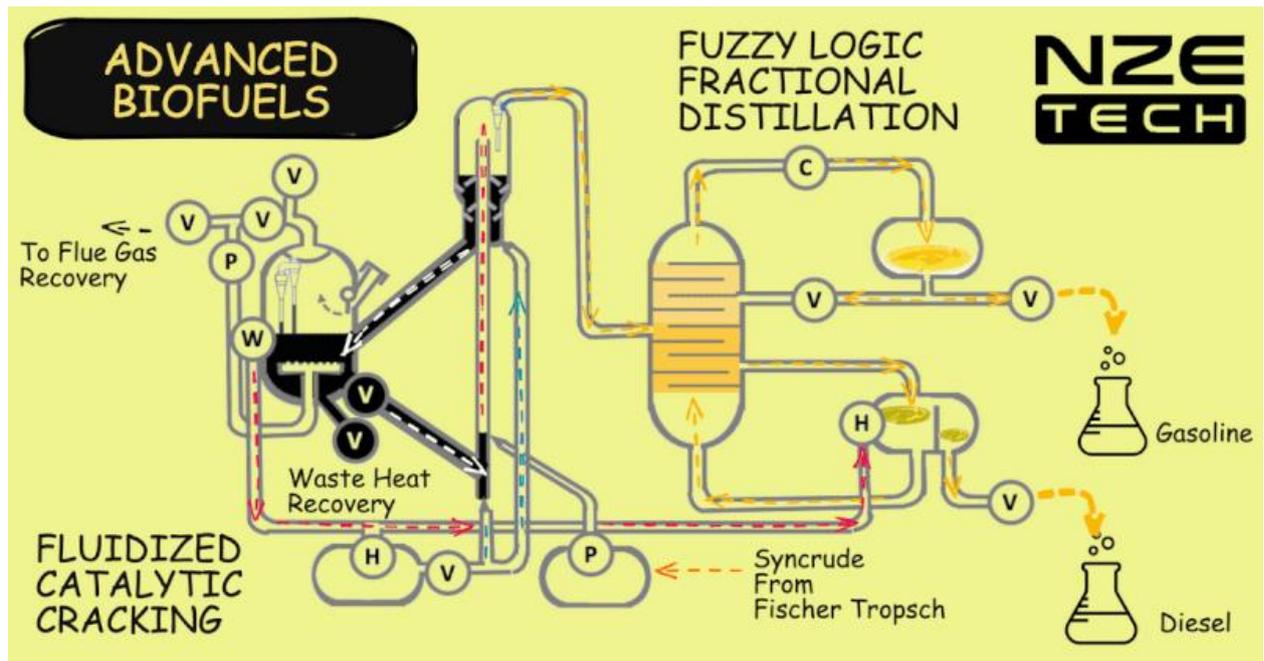
Menyimpan panas dan mengangkutnya ketempat lain akan butuh biaya yang lebih besar dari energi panas itu sendiri. Maka di sinilah perubahan yang juga harus terjadi di era energi transisi. Di tempat-tempat yang energi eksotermisnya besar, pembangkit listrik mestinya cukup memanfaatkan dari energi eksotermis yang ada.

Sementara produk utama dari bahan bakar biomassa itu diolah menjadi bahan bakar cair, karena bahan bakar cair inilah bentuk energy yang paling fleksibel, bisa digunakan kapan saja dan di mana saja, Logistik bahan bakar cair juga murah dan dapat menggunakan seluruh infrastruktur yang sudah ada.

Proses pemanfaatan energi eksotermis dari biomassa membutuhkan reaktor gasifikasi jenis Tetragen dan juga Fisher-Tropsch Synthesis (FTS) dari yang sudah saya unggah sketsa prosesnya dalam unggahan sebelumnya : <https://lnkd.in/gNgEchV7>

Sketsa berikut ini adalah lanjutannya, yaitu yang kami sebut Advanced Biofuels Micro Refinery (ABMR), ABMR ini juga bisa dibuat dalam skala yang tidak terlalu besar - cukup satu kabupaten satu misalnya, agar setiap kabupaten kita bisa menyediakan bahan bakar bagi rakyatnya.

Inputan ABMR adalah syncrude, produk dari FTS reaktor dalam unggahan sebelumnya di atas. Proses utamanya hanya dua yaitu Fluidized Catalytic Cracking (FCC) yang intinya memotong-motong hydrocarbon menjadi panjang rantai C yang dikehendaki, dan yang kedua adalah apa yang kami sebut Fuzzy Logic Fractional Distillation (FLFD) - yang kedua ini adalah patent kami, agar secara keseluruhan refinery yang biasanya harus sangat besar dan tinggi - karena butuh distillation tower, kini bisa dibuat menjadi seukuran kontainer, dengan kombinasi antara FCC dan FLFD ini.



9. Introducing The Green Bakaran

Makanan yang sangat lezat itu adalah makanan yang dibakar, ini pula yang pernah disajikan Nabi Ibrahim AS ketika menerima tamu para malaikat. Lebih rendah kolesterol karena tidak perlu menyerap minyak yang banyak.

Hanya membakar makanan umumnya tidak semudah menggoreng atau merebus, disamping ada potensi carcinogenic - efek kanker, bila makanan itu bersentuhan dengan arang langsung.

Bakaran yang hijau - carbon neutral inilah salah satu yang bisa dilakukan dengan Ecogas SmartTube. Arang dijadikan gas, dan syngas yang terbakar dengan sangat bersih - tanpa jelaga, tanpa asap-lah yang bisa untuk membakar makanan Anda dengan mudah dan insyaAllah lebih sehat, untuk badan maupun untuk lingkungan Anda.

Yang tertarik mencoba bisa bawa ikan dan daging yang banyak ke Sanggar WastoE (Waste To Energy), dengan mudah kita bisa pesta bakaran - The Green Bakaran!



10. Flue Gas , From Plant To Plant

Cemaran udara yang menyelimuti kota-kota kita hingga menjadi juara dunia dalam tingkat polusi, sesungguhnya sangat berpeluang untuk dimanfaatkan menjadi komoditi yang sangat berguna, tidak ada yang sia-sia dari ciptaanNya, Rabbana maa khalakta haadza baathilan..!

Yang perlu kita lakukan hanyalah belajar ilmu dasar, yang diajarkanNya ketika bapak kita Adam masih di surga, yaitu mengenal benda-benda. Semua cemaran udara yang keluar dari pembangkit listrik, pabrik-pabrik dan kendaraan bermotor, itu rata-rata dari pembakaran fosil. Dan fosil itu jutaan tahun silam adalah juga umumnya tanaman, dan hewan.

Gas buang (flue gas) yang terdiri dari empat komponen utamanya yaitu CO₂, SO_x, NO_x dan VOC (Volatile Organic Compounds), semuanya bisa ditangkap dan dimanfaatkan. Tiga yang pertama CO₂, SO_x dan NO_x bisa ditangkap dengan larutan ammonia dalam air, hasilnya berupa ammonium bicarbonate, ammonium sulfate dan ammonium nitrate, ketiganya adalah pupuk yang sangat diperlukan oleh tanaman pada umumnya.

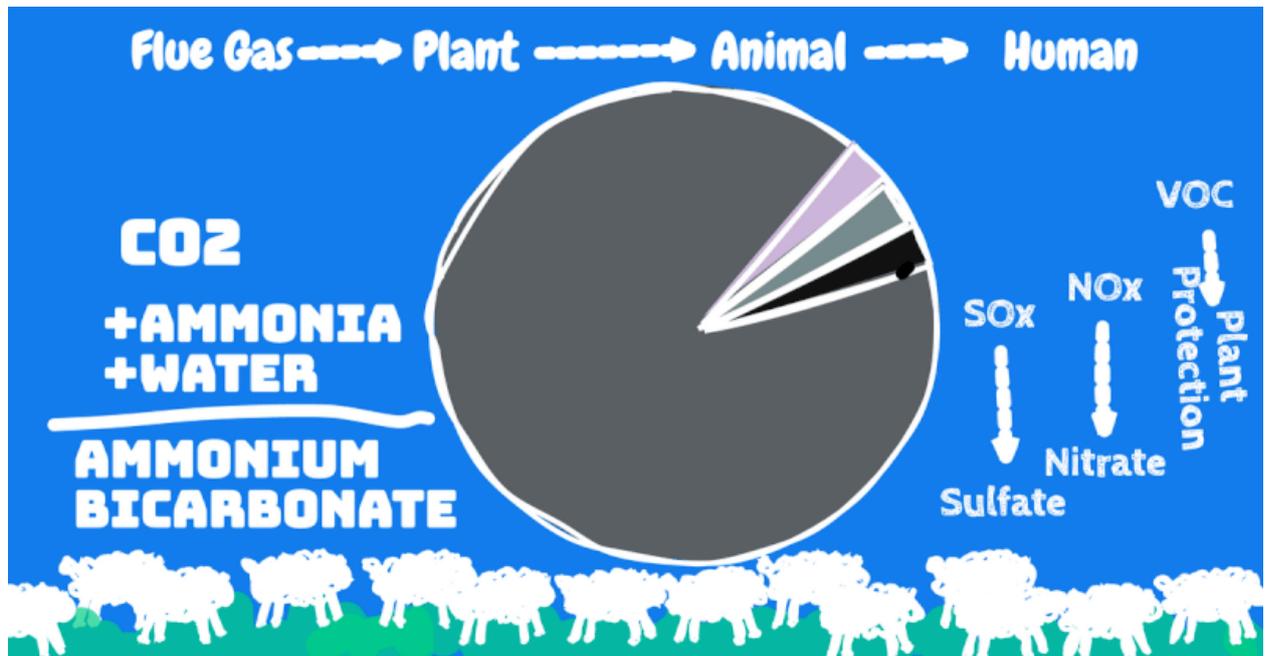
Yang terakhir adalah VOC, senyawa ini dahulu digunakan tanaman untuk mengusir serangga, jamur, virus, bakteri dan segala pengganggu tubuhnya. Karena tanaman tidak punya tangan untuk memukul nyamuk dlsb, maka dia mengeluarkan senyawa yang beraroma mengusir nyamuk dan teman-temannya. Umumnya bersifat minyak - sejenis essential oil, maka menangkap VOC juga dengan larutan yang mengandung minyak.

Setelah ditangkap VOC untuk apa? Dikembalikan ke fungsi awalnya, ketika tanamannya hidup jutaan tahun silam - yaitu untuk perlindungan diri pada tanaman. Bisa berupa pestisida, insektisida, fungisida dlsb. Prinsipnya yang asalnya dahulu dari tanaman, tempat terbaiknya untuk kembali juga ke tanaman.

Aplikasinya yang sederhana dan mudah tumbuh adalah semua jenis pupuk yang ditangkap dari gas buang tersebut dengan mudah bisa digunakan untuk menyuburkan rumput dimana-mana,

setiap ada lahan kosong dan gersang - tanamilah rumput. Dengan slow-released fertilizer dari gas buang tersebut rumput insyaAllah akan tumbuh subur. Kalau ada penyakit yang mengganggu, perlindungan tanamannya juga sudah ada dari VOC tersebut diatas.

Lalu untuk apa rumput-rumput yang akan menjadi sangat banyak ini? Untuk penggembalaan domba, selain kita akan dapat susu dan dagingnya yang sangat lezat, di malam hari ketika domba-domba tersebut beristirahat, mereka juga mengeluarkan air kencing. Air kencing domba ini mengandung banyak ammonia, kita tangkap lagi ammonianya untuk menangkap CO₂, NO_x dan SO_x. Rabbana maa khalakta haadza baathilan...

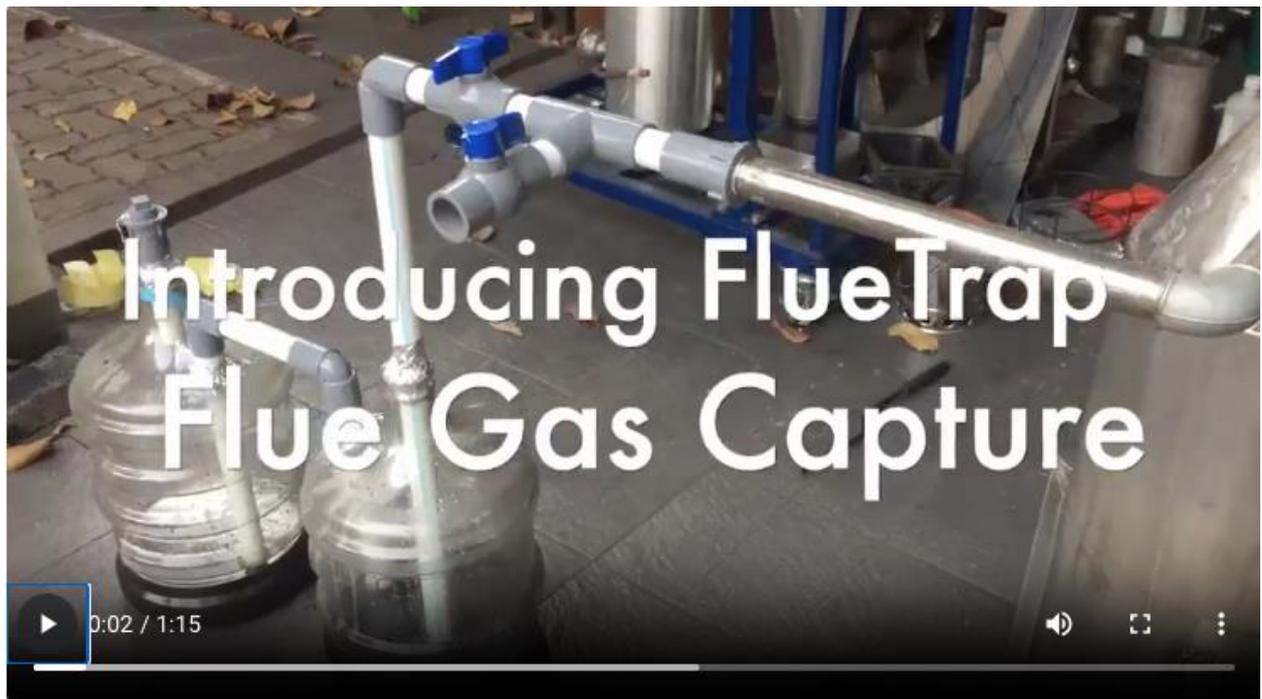


11. FlueTrap : Flue Gas Capture

Jengkel dengan emisi udara yang semakin memburuk, para peneliti di Advanced Renewable Organisation (ARO) malah berjibaku berusaha untuk menjinnakkan cemaran asap yang tidak terkendali tersebut. Hasilnya seperti apa?

Hasilnya adalah dua larutan reaktan yang kami masukkan pada model dua reaktor sederhana, untuk menjebak asap agar tidak lagi bisa keluar. Melalui dua reaktan inilah tidak ada lagi asap yang bisa keluar. Reaktan pertama akan menjebak asap dan mengubahnya menjadi slow released fertilizer.

Bila ada senyawa yang masih lolos dari jebakan yang pertama ini, maka dia akan dijebak oleh reaktan kedua dan diubahnya menjadi berbagai bentuk perlindungan tanaman seperti pestisida, insektisida, fungisida dlsb. Temuan ini kami sebut sebagai FlueTrap dan sudah bisa dipakai di seluruh dunia untuk secepatnya menetralkan atmosfir bumi. InsyaAllah.



12. FlueTrap as New Option for Decarbonization and Desulfurization

Pencemaran di laut itu tidak kalah dasyatnya dengan yang di darat. Antara lain penyebabnya kapal-kapal besar butuh bahan bakar yang sangat banyak, maka yang umum dipakai adalah minyak yang masih mengandung sulfur yang sangat tinggi.

Bila di kendaraan darat yang mengikuti standar Euro VI, kandungan sulfur yang diijinkan hanya 10 ppm, aturan International Maritime Organization (IMO 2020) standar bahan bakar kapal masih mengandung sulfur 0.5% atau 5,000 ppm. Inipun tidak mudah dicapai di dunia perkapalan karena semakin rendah sulfur semakin mahal harga bahan bakar itu.

Lebih berat lagi bagi kapal yang berlayar di daerah tertentu yang disebut Emission Controlled Area (ECA) seperti Laut Utara, Laut Baltic, Pantai Barat dan Timur Amerika Utara dlsb., mereka mensyaratkan kandungan sulfur maksimal adalah 0.1%.

Selain masalah penurunan sulfur ini, dunia perkapalan juga memiliki target untuk menurunkan emisi GHG termasuk CO₂ di dalamnya, sebesar 40% pada tahun 2030.

Disisi lain gas buang atau flue gas yang umumnya terdiri dari CO₂, SO_x, NO_x dan VOC (Volatile Organic Compound) sebenarnya bukanlah penjahatnya, mereka hanya dikambing-hitamkan atas kegagalan manusia mengelola benda-benda di alam ini untuk kemakmuran seluruh penghuninya.

Bila CO₂, SO_x dan NO_x itu berhasil kita tangkap dan kelola, ketiganya menjadi pupuk yang sangat efektif untuk menyuburkan lahan-lahan yang gersang atau bahkan mati. Dalam bentuk Ammonium Bicarbonate, Sulfate dan Nitrate - ketiganya menjadi slow fertilizer yang sangat kita

butuhkan untuk menumbuhkan bahan pangan kita. Sedangkan VOC-nya bila bisa kita tangkap juga berguna untuk segala jenis perlindungan tanaman.

Dan untuk menangkap gas buang ini ternyata juga tidak sulit-sulit amat, dengan double traps system yang kami sebut FlueTrap - Video demonya saya unggah kemarin di sini <https://lnkd.in/ge48-6Ec> , insyaAllah kita bisa menangkap dengan mudah dan murah semua unsur dari gas buang tersebut dan merubahnya menjadi pupuk dan perlindungan tanaman.

Hasil tangkapan gas buang dalam demo kemarin, pagi ini nampak seperti pada foto di bawah. Hasil tangkapan CO₂, SO_x dan NO_x memadat menjadi slow-released fertilizer ada di galon kanan, sedang hasil tangkapan kedua VOC stabil dalam bentuk cairan dan berguna untuk plant protections - di galon kiri.

Bukan hanya untuk membersihkan laut dari cemaran emisi bahan bakar kapal, FlueTrap juga bisa diterapkan di seluruh industri pembangkit listrik dan pabrik-pabrik di darat yang hingga kini masih mengeluarkan gas buang dengan masifnya ke atmosfer bumi. Udara, darat dan laut kita semua sebenarnya bisa bersih asal kita ada kemauan untuk itu.

DECARBONIZATION & DESULFURIZATION WITH FLUETRAP

2nd Capture for Dioxin, Furans, Volatile Organic Compounds (VOC) in General and Converted into Plant Protections

FLUE TRAP[®]

1st Capture for CO₂, NO_x, SO_x and Converted into Fertilizer

13. Technology for Carbon-Free Energy

Tidak bisa dipungkiri bahwasanya yang paling merusak atmosfer bumi saat ini adalah emisi CO₂ yang tidak terkendali, utamanya adalah berasal dari pembakaran energi fosil baik berupa minyak, gas dan lebih-lebih batubara. Tetapi ini semuanya sangat mungkin diperbaiki bila ada commitment yang kuat dari seluruh stakeholders planet bumi ini.

Dari sisi teknologi, sesungguhnya sudah sangat memungkinkan saat ini untuk menggunakan energi yang bebas carbon. Bahkan untuk melahirkan teknologi semacam ini, tidak harus perusahaan raksasa dunia yang mengembangkannya. Yang melahirkan rangkaian teknologi Carbon-Free Energy di bawah misalnya, hanyalah sebuah sanggar yang mengolah sampah menjadi energi, yaitu sanggar WastoE (Waste To Energy).

Dan bukan teknologi ecek-ecek yang dilahirkannya, sebagian karya sanggar ini bahkan menang

dalam Climate Impact Innovation Challenge (CIIC) tingkat ASEAN awal bulan ini. Bagaimana cara kerja teknologi Carbon-Free Energy ini?

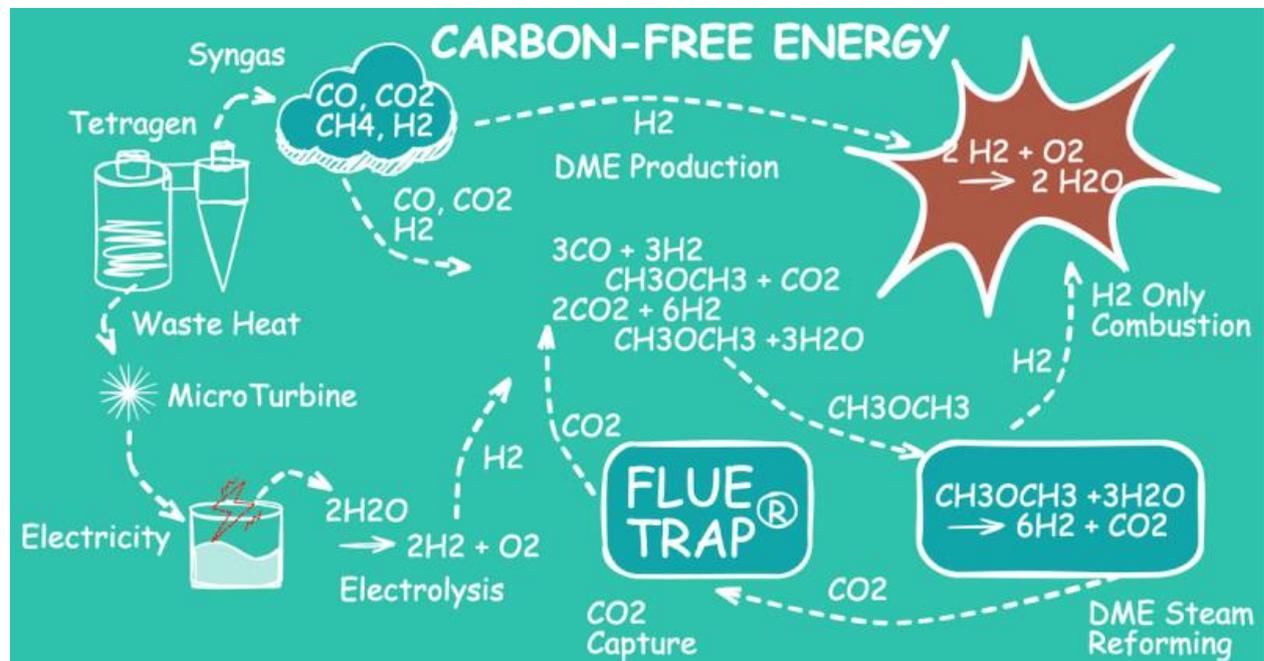
Intinya adalah menggunakan carbon dari biomassa atau dari sumber tangkapan carbon lainnya - sebagai energy carrier saja, yang dibakar hanya hydrogen. Karena yang dibakar hanya hydrogen maka limbah pembakarannya hanyalah berupa air. CO₂-nya kemana? seperti 'kendaraan' saja, CO₂-nya hanya dimanfaatkan untuk 'mengangkut' hydrogen. Setelah muatan hydrogen diambil, ya 'alat angkut-nya' balik ke base untuk mengambil muatan baru.

Base-nya sendiri adalah sebuah pabrik yang memproduksi DME (CH₃OCH₃), di tempat pengguna energy 'muatan' hydrogen dari DME ini dibongkar dan digunakan sebagai bahan bakar. Proses pembongkaran ini disebut DME Steam Reforming (DME-SR). Agar CO₂ tidak lari kemana-mana di tempat DME-SR tersebut, CO₂ ditangkap dengan teknologi yang kami sebut FLUE-TRAP.

FLUE-TRAP ini bisa menangkap CO₂ dari mana saja asal ada cerbong-nya, demo sederhananya dapat dilihat di video kami di sini : <https://lnkd.in/ge48-6Ec>

CO₂ yang ditangkap ini dibawa ke DME Production untuk membawa lagi muatan hydrogen. CO₂ (bisa pula CO) plus H₂ itulah yang melalui reaksi kimia di bawah menjadi DME. Tetapi dari mana H₂-nya berasal? H₂ yang murah bisa dihasilkan melalui gasifikasi biomassa, atau bisa juga dari pemanfaatan limbah panas dari proses gasifikasi yang dijadikan listrik menggunakan microturbine, kemudian listriknya untuk elektrolisa air menjadi hydrogen dan oxygen.

Ilmu dan teknologinya insyaAllah sudah kita kuasai, yang belum adalah sulthon atau kekuatan yang diperlukan untuk make it happen. Maka bila Anda atau jaringan di sekitar Anda ada yang memiliki sulthon ini, dan tertarik untuk bebersih bumi, insyaallah ini bisa menjadi amal shaleh yang sangat dibutuhkan bumi saat ini.



14. CCU for Fertilizer and Energy

Perburuan CO₂ ke cerobong-cerobong asap yang mengeluarkan gas buang (flue gas) yang masif menjadi tantangan zaman ini - karena dunia sudah sepakat untuk mencapai penurunan emisi yang sangat significant dalam 7 tahun ini (SDG 2030), apalagi dalam 27 tahun kedepan dunia juga sudah punya target Net Zero Emission 2050.

Maka teknologi yang mendalam (Deep Tech) untuk menaklukkan dan mengendalikan Green House Gas (GHG) yang unsur dominannya CO₂ ini, menjadi perebutan para peneliti dan pengembang (R&D) dunia, yang bisa memecahkannya dengan biaya yang paling ekonomis, sudah ditunggu oleh pasar yang sangat luas. Yaitu pusat-pusat pembangkitan listrik, industri, kapal, kereta api, dan obyek apa saja yang mengeluarkan gas buang.

Maka tidak mau ketinggalan dengan para praktisi R&D nan canggih di luar sana, kami dari sanggar WastoE (Waste To Energy) juga siap mengeluarkan hasil R&D kami yang bernama FlueTrap - arti harfiahnya adalah perangkap cerobong asap.

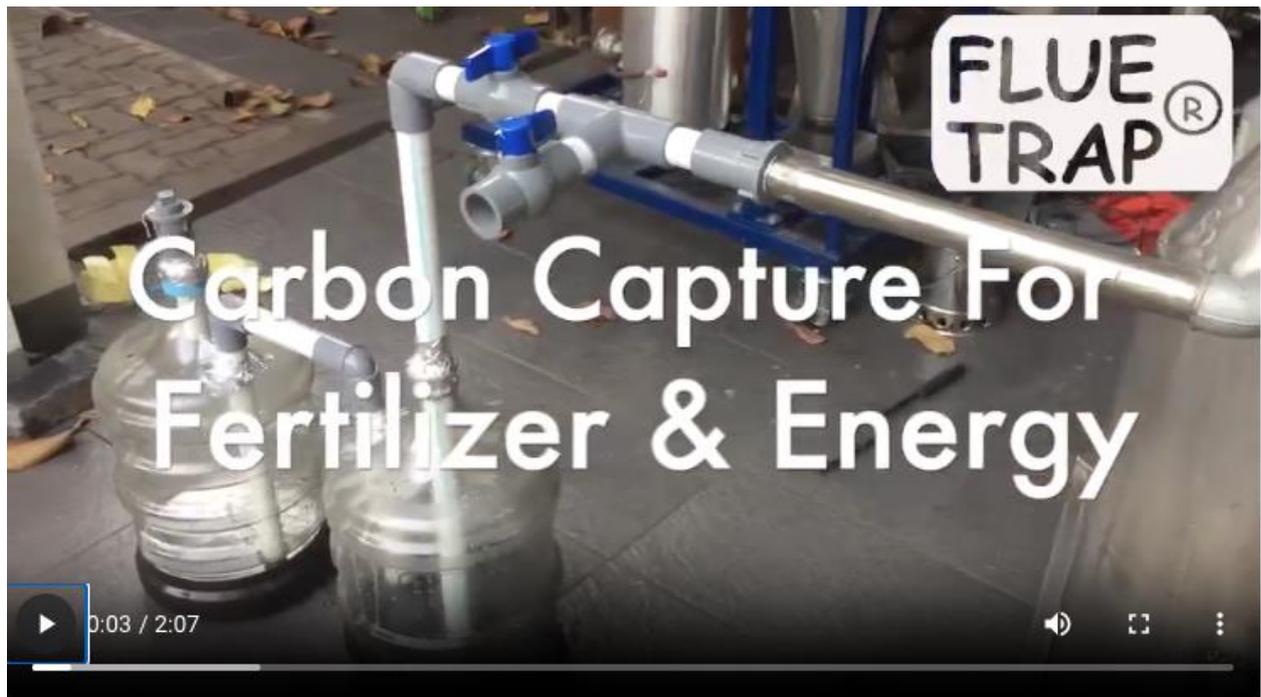
Teknologi yang kami kembangkan ini secara umum masuk kategori CCU - Carbon Capture and Utilization, jadi carbon bukan hanya ditangkap tetapi juga digunakan untuk kebutuhan kita yang lain. Pilihan kami jatuh pada dua produk yang sangat mungkin dikembangkan berbasis hasil tangkapan CO₂ ini.

Produk pertama yang kami bidik adalah pemanfaatan CO₂ untuk produksi slow-release fertilizer, dan yang kedua adalah pemanfaatan CO₂ untuk energi carrier - untuk energi bebas carbon atau Carbon-Free Energy berupa DME untuk delivery Green Hydrogen. Detilnya ada di unggahan kami sebelumnya : <https://lnkd.in/g8Ajerwa>

Inti dari inovasi kami yang ini bukan pada mesin tetapi pada proses penangkapan CO₂ yang kami perkenalkan. Untuk penangkapan CO₂ yang murah ini kami menggunakan dua jenis reaktan dan satu jenis adsorbent. Bila produk akhir yang dikehendaki adalah pupuk, maka dua reaktan kami gunakan.

Namun bila produk akhir yang dikehendaki adalah energi - khususnya green hydrogen, maka yang kami gunakan adalah satu adsorbent dan satu reaktan. Apa formula dari reaktan-reaktan dan adsorbent tersebut belum bisa kami share karena masih dalam proses penyiapan patennya.

Meskipun paten masih dalam proses, produk CCU ini sudah bisa dipakai, agar kita bisa segera bebersih atmosfir bumi - tempat tinggal bersama kita ini.



15. Introducing WTC Mobile Unit

Darurat sampah yang meluas hampir di seluruh kota kita, yang belum terkena hanya menunggu masalah waktu saja - karena selama sampah hanya ditumpuk pasti ujungnya tidak tertampung di TPA, butuh kreativitas dan kerja keras para pemangku kepentingan, utamanya Pemerintah Daerah di seluruh Nusantara.

Di Sanggar WastoE (Waste To Energy), kreativitas itu juga mengalir deras, kami bekerja keras agar karya ini bisa segera bermanfaat untuk bebersih bumi. Karya terbaru yang saat ini sedang dalam proses pembuatan mesin perdananya adalah apa yang kami sebut WTC (Waste To Charcoal) Mobile Unit seperti dalam sketsa di bawah.

Unit bergerak dari WTC ini bisa mendatangi tempat-tempat yang lagi mengalami darurat sampah, dan mengubah seluruh sampah yang diambilnya menjadi arang. Proses sampah menjadi arang ini hanya berlangsung 30-60 menit saja, jadi dapat dilakukan in-situ, ditempat munculnya sampah, atau dalam perjalanan WTC ini menuju tempat-tempat tujuan berikutnya.

Meskipun nampak sederhana, namun sejumlah teknologi kami terapkan di WTC ini, diantaranya adalah Autothermal Slow Pyrolyzer (ASP), untuk merubah sampah apapun menjadi arang dengan sumber energi dari sebagian kecil sampah itu sendiri. Dan yang tidak kalah pentingnya adalah teknologi FlueTrap - agar proses pengarangan sama sekali tidak mengeluarkan asap ke atmosfer bumi.

Lantas untuk apa setelah sampah dirubah menjadi arang? Arang adalah energi dasar yang sangat fleksibel, dia bisa digunakan langsung ataupun diproses menjadi Advanced Biofuels berupa green diesel, bio-jet, bio-gasoline, bio-LPG, ethanol, methanol, DME hingga green hydrogen.

Siapa yang butuh ini? Semua Pemda mestinya butuh, juga pesta demokrasi kita tahun depan menjadi kesempatan bagi para kontestan eksekutif maupun legislatif - untuk menunjukkan siapa diantara Anda yang paling bersih? Buktikan dengan yang kasat mata dahulu, bahwa Anda bisa

bebersih kota Anda dan bebersih atmosfer bumi.

Kesempatan ini juga terbuka bagi para klub otomotif, khususnya para off-roader dengan SUV-SUV Anda yang canggih, buktikan bahwa hobby Anda dapat memberi manfaat bagi masyarakat luas - dengan membantu solusi atas masalah yang mereka hadapi, masalah darurat sampah!

Unit pertama yang sedang kami kerjakan pembuatannya, membuka peluang bagi Anda yang ingin beramal shaleh bareng kami, bebersih bumi dengan kreativitas yang kaya inovasi teknologi.



16. Energi Bersih Dari Tempat Sampah dan Cerobong Asap

Sang Pencipta memberi kita minuman yang bersih lagi mudah dicerna yang keluar diantara kotoran dan darah - maksudnya susu (QS 16:66), apa pelajarannya yang bisa diambil? Di dunia energi, ini bisa menjadi inspirasi dalam ikhtiar kita untuk mencari energi yang bersih, yang tidak lagi mencemari atmosfer bumi.

Setelah sebelumnya kita temukan energi bersih itu dari tempat sampah, yaitu sampah organik yang darinya bisa kita hasilkan segala bentuk Advanced Biofuels yang carbon neutral, berupa green diesel, bio-jet, bio-gasoline, bio-LPG, methanol, ethanol bio-DMG sampai green hydrogen, kini kita pun bisa memperkaya energi bersih kita tersebut dari cerobong-cerobong asap.

Cerobong asap ini bisa ada di pusat pembangkit listrik, pabrik-pabrik, pusat komersial hingga kapal-kapal besar. Dengan teknologi yang sudah saya unggah sebelumnya yang kami sebut FlueTrap, semua gas buang (flue gas) yang keluar dari cerobong asap tersebut kini bisa kita tangkap.

Lantas untuk apa flue gas yang komponen terbesarnya CO₂ ini setelah kita tangkap? Idealnya

dijadikan slow-released fertilizer. Dengan ini kita bisa menangkap CO dan membuatnya relatif permanen tersimpan di dalam tanah dan menyuburkannya.

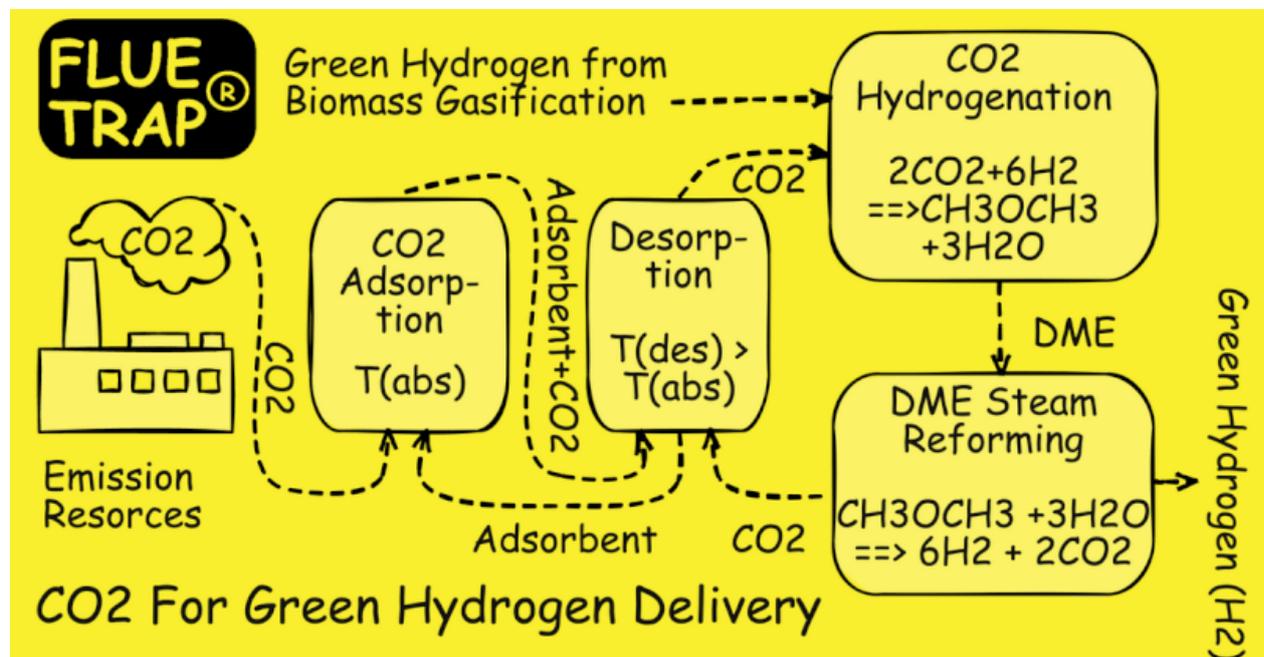
Namun CO₂ ini volumenya amat sangat besar, di sekitar ibukota kita saja ada emisi dari cerobong asap pembangkit listrik yang estimasi saya mencapai 26,400 ton perhari. Bila ini digunakan untuk produksi pupuk semua akan dihasilkan sekitar 45,000 ton pupuk per hari. Tentu tidak mudah memasarkannya.

Maka tidak semua CO₂ dikonversi menjadi pupuk, yang tidak kalah menariknya juga digunakan sebagai green hydrogen carrier, yaitu untuk mendistribusikan green hydrogen dengan cara yang murah ke seluruh dunia. Green hydrogen-nya sendiri bisa kita hasilkan dari biomassa kita yang melimpah dan air tawar yang kita buang ke laut hingga saat ini - yaitu air tawar di muara sungai.

Proses merubah gas buang menjadi green hydrogen carrier dapat dilihat di sketsa di bawah. Pertama CO₂ ditangkap dengan proses adsorption, yaitu ditempelkan ke adsorbent. Kemudian hasil tangkapan ini kita kirim ke pusat-pusat pengolahan berikutnya, dimana CO₂ dilepas dari adsorbent-nya - dan diproses menjadi DME.

DME yang hanya butuh tekanan 5 Bar inilah yang kita gunakan untuk men-deliver green hydrogen yang murah, karena kalau dideliver dalam kondisi hydrogen aslinya - butuh tekanan 700 Bar. Setelah green hydrogen didelivery ke penggunaanya, CO₂ balik bersama alat angkut semula untuk diproses kembali menjadi DME.

Demikian proses ini terus berulang, kita men-deliver energi yang sangat bersih, dengan memanfaatkan CO₂ yang kita tangkap dari cerobong asap. Susu bersih dihasilkan dari perut hewan ternak diantara kotoran dan darah. Energi bersih green hydrogen bisa kita produksi dan deliver juga dari tempat sampah dan cerobong asap. InsyaAllah.



17. Greener Faster EV

Bagi Anda yang sudah mampu membeli kendaraan listrik, jangan kecewa kalau hingga akhir hayatnya kendaraan listrik Anda 30 tahun mendatang - belum sempat menikmati listrik yang bersih yang Net Zero Emission (NZE). Peralannya adalah listrik di negeri ini secara umum baru mencapai NZE 2060.

Tetapi ada jalan bagi yang ingin kendaraan listriknya lebih hijau lebih cepat, dalam beberapa bulan mendatang mungkin Anda sudah akan bisa menikmati listrik yang NZE ini, sehingga kendaraan listrik Anda bisa benar-benar hijau. Bagaimana caranya?

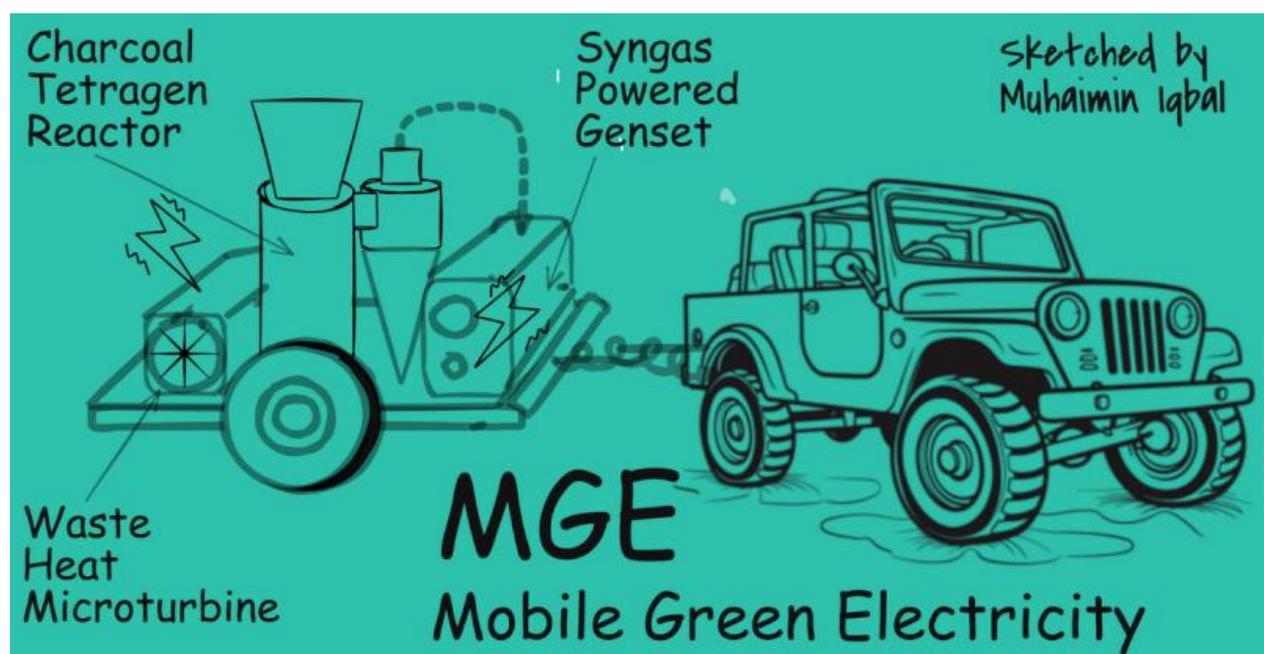
Masih lanjutan dari konsep Waste To Charcoal (WTC) yang saya unggah akhir pekan lalu di sini :https://lnkd.in/gy_5-W53 . Setelah sampah di seluruh penjuru kota dirubah menjadi arang oleh WTC Mobile Unit, banyak pihak yang bisa memanfaatkan arangnya sebagai sumber energi universal.

Salah satu yang sudah sangat siap memanfaatkannya adalah inovasi kami lainnya yaitu reaktor Tetrigen. Reaktor ini siap merubah arang menjadi 4 jenis energi sekaligus yaitu Cold, Heat, Power and Fuels (CHPF). Dalam sketsa di bawah Tetrigen hanya dimanfaatkan untuk 1 atau 2 fungsi saja.

Fungsi yang akan langsung bermanfaat adalah untuk merubah arang menjadi energi listrik. Agar tercapai efisiensi yang tinggi dari setiap kilogram arangnya, listrik akan diperoleh melalui dua cara, yang pertama mengumpulkan langsung produk syngas dari Tetrigen ke diesel genset yang dengan sedikit modifikasi bisa menjadi bahan bakar syngas 99% (perlu 1% diesel untuk ignition saja).

Yang kedua adalah memanfaatkan waste heat juga menjadi listrik kembali dengan Micro Gas Turbine (MGT), dengan kombinasi ini - listrik dalam kapasitas besar bisa dihadirkan dimana saja yang membutuhkan baik permanen maupun sementara, bahkan bisa tersedia dalam bentuk mobile unit yang kami sebut Mobile Green Electricity (MGE).

Siapa yang kira-kira akan membutuhkan MGE ini? Setiap pusat keramaian, kantor, jalan tol di musim yang ramai, objek wisata di musim libur dan perbagai tempat atau situasi yang membutuhkan sumber listrik yang bisa dihadirkan secara instant. Dan yang ini bukan sembarang listrik, tetapi listrik yang hijau - carbon neutral, dengan MGE ini pula kendaraan listrik Anda bisa menikmati asupan listrik yang NZE jauh sebelum 2060! Yang tertarik untuk menjadi eksekutor project MGE ini bisa menghubungi kami.



18. Menurunkan Konsentrasi CO2 di Udara Dengan Mudah dan Murah

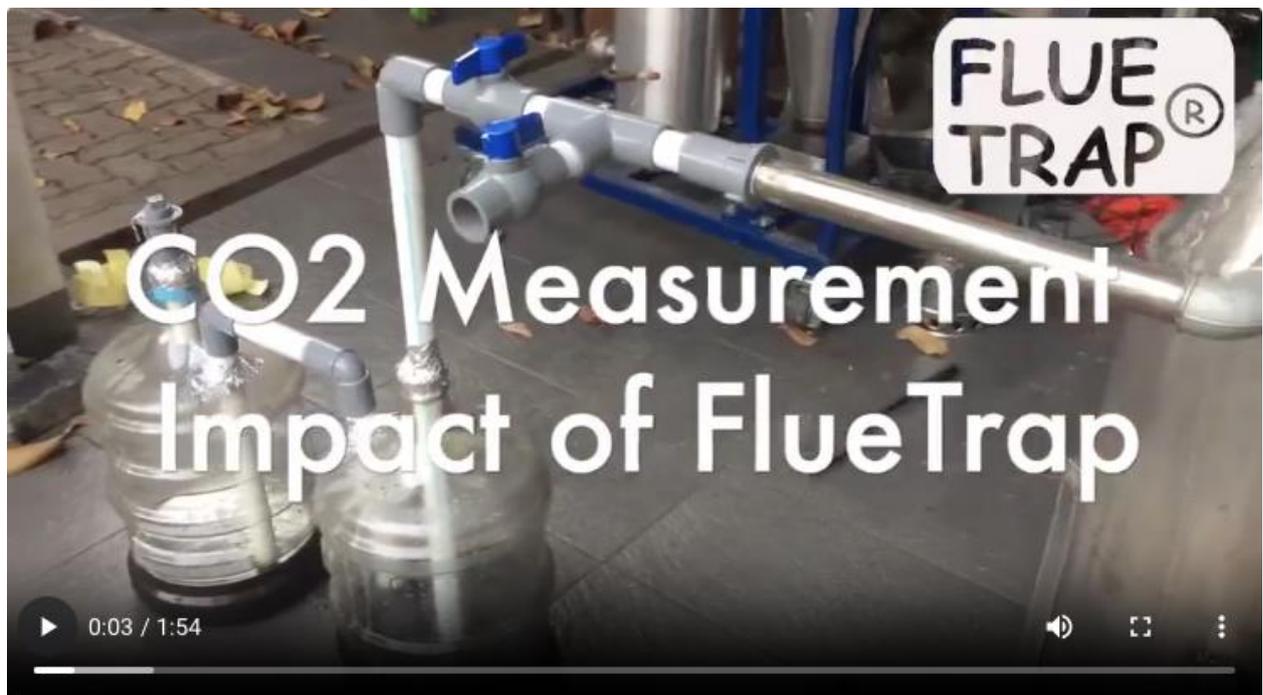
Pekan lalu saya unggah hasil pengujian fisik atas teori-teori penangkapan flue gas yang kandungan utamanya adalah CO₂, yang kami kembangkan dengan teknologi yang kami sebut FlueTrap. Meskipun hilangnya asap sudah sangat kasat mata, namun tetap perlu pengujian lebih lanjut dengan alat yang sesuai.

Maka pagi ini pengujian itu kami lanjutkan dengan alat pendeteksi konsentrasi CO₂ di udara. Kami bandingkan antara sebelum pengujian untuk melihat konsentrasi harian CO₂ di workshop kami, angkanya di kisaran 442 ppm - tidak terlalu bagus tetapi itulah realita konsentrasi CO₂ di Jabodetabek akhir-akhir ini.

Kemudian mesin pembakaran sampah biomassa kami nyalakan, pendeteksi CO₂ terus menunjukkan konsentrasi CO₂ melonjak hingga mentok di alat ukur kami yang hanya mampu mendeteksi CO₂ hingga 5000 ppm. Sangat bisa jadi angka sesungguhnya lebih tinggi dari ini - namun untuk pengujian ini kami anggap cukup untuk menunjukkan dampak melonjaknya CO₂ di udara oleh sebab gas buang dari cerobong asap apapun.

Lalu pengujian berikutnya kita akan lihat gas buang setelah dilewatkan melalui FlueTrap, hasilnya sempurna - meskipun pembakaran sampah biomassa tetap terjadi - konsentrasi CO₂ kembali ke kondisi normal sama seperti sebelum mesin pembakaran biomassa dinyalakan.

Dengan hasil pengujian ini, kami membuka komunikasi bila ada institusi atau korporasi yang serius hendak 'menaklukkan' emisi gas buang-nya. Di luar bayangan kita semula, menurunkan konsentrasi CO₂ di udara ternyata mudah dan juga murah, mengapa tidak kita lakukan?



19. Pasukan Penjaga Kebersihan

Setelah sketsa yang saya buat untuk WTC (Waste To Charcoal) Mobile Unit akhir pekan lalu https://lnkd.in/gy_5-W53 , muncul perbagai ide aplikasinya dari sejumlah kalangan. Diantaranya adalah ide untuk memanfaatkannya untuk membangun Pasukan Penjaga Kebersihan (PPK) yang tangguh dan yang paling penting solutif.

Bila PPK ini diterjunkan di pantai wisata misalnya, mereka akan menjaga pantai kita tetap bersih dan tidak perlu mengangkut sampah kemana-mana. Sampah langsung diproses in-situ, in-time - di tempat kemunculannya pada saat dia muncul. Sampah langsung berubah menjadi arang.

Minimal ada 3 manfaat dari unit WTC (Waste To Charcoal) ini bagi PPK, pertama sampah langsung menyusut menjadi sekitar 1/3 dari volume sampah semula. Kedua, sampah menjadi tidak berbau dan tidak mengundang lalat/penyakit - karena tidak lagi muncul aroma yang digemari lalat. Dan yang ketiga paling menarik, sampah yang semula liability - tidak ada yang mau diberi sampah, kini menjadi aset yang laku dijual.

Satu contoh aplikasi WTC untuk PPK ini, bisa menjadi inspirasi untuk perbagai ide aplikasi lainnya. Dijual terpisah antara WTC dan SUV-nya tentu saja!



20. In-Situ And In-Time Waste To Energy

Fenomena darurat sampah itu menjadi sangat masif di kota-kota kita, TPA-TPA yang penuh, Pemda-Pemda yang kehabisan kuota sampah - tidak lagi bisa membuang sampah ke TPA, gunung sampah yang melebihi kapasitas TPA sehingga membahayakan masyarakat sekitar - semuanya menjadi fenomena yang umum di dunia persampahan kita.

Yang masih selamat, tinggal menunggu masalah waktu saja, karena kalau penanganannya sama dengan yang lain - hasilnya pasti sama juga. Bagaimana tidak sama, Iha wong sampah yang masih diperlakukan sebagai beban atau liability - diangkut dengan biaya mahal, yang berarti menambah liability dengan liability, menuju suatu tempat hanya sekedar ditumpuk menjadi tumpukan liability.

Maka yang kami lakukan di sanggar WastoE (Waste To Energy) adalah merubah persepsi dan perlakuan tersebut. Sampah tidak kami pandang sebagai liability, tetapi kami pandang sebagai raw materials - yang bisa diolah menjadi aset apa saja. Pengolahan inipun harus di tempat sampah itu muncul pada saat kemunculannya, atau sebutnya in-situ and in-time.

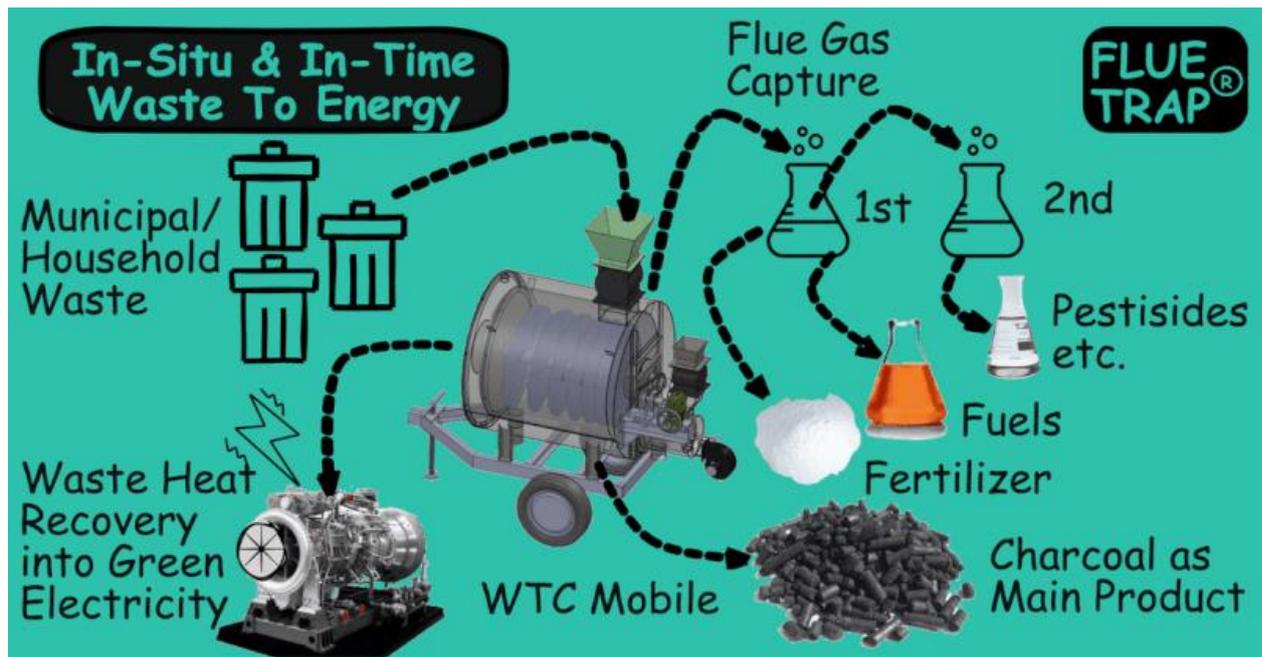
Mengapa sedapat mungkin harus in-situ? Karena tidak ada untungnya memindahkan sampah ke tempat lain bila dia masih sampah (liability) - karena hanya akan menambah liability dengan liability. Mengapa harus in-time? Karena bila Anda tidak bisa menghabiskan sampah Anda hari ini, akan menjadi akumulasi sampah esuk hari yang akan terus menumpuk menjadi tumpukan liability.

Maka yang paling simple dan doable untuk mengolah sampah secara in-situ and in-time ini adalah mengolah sampah menjadi arang. Prosesnya cepat hanya 30-60 menit sampah sudah berubah menjadi arang. Ketika sampah berubah menjadi arang, volumenya menyusut menjadi sekitar 1/3 dari sampah semula, sudah tidak akan menimbulkan bau lindi, tidak mengeluarkan gas metan, dan yang paling penting dia telah berubah dari liability menjadi aset.

Ketika sampah telah berubah menjadi aset, biaya pengangkutan ketempat lain tidak lagi perlu dibiaya APBD, biaya angkut menjadi bagian dari unsur pembentuk nilai aset tersebut - pengguna bersedia membayar nilai arang dan biaya angkutnya.

Lebih dari itu mesin panganan sampah in-situ and in-time yang kami sebut Waste To Charcoal (WTC) mobile ini, juga merubah liability-liability lainnya dari proses sampah menjadi arang tersebut. Asap atau gas buang yang biasanya selalu muncul pada proses penganan, ditangkap dengan teknologi FlueTrap dan diubahnya menjadi slow released fertilizer, Advanced Biofuels dan berbagai bentuk pesirida dan insektisida.

Lalu waste heat dari proses penganan-pun masih bisa ditangkap dan diubah menjadi listrik dan energi pendingin ruangan (AC), agar siapapun yang menangani mesin ini di lapangan - bisa bekerja dengan nyaman dalam ruangan ber-AC!



21. Green Hydrogen From Flue Gas and Waste

Mungkin tidak mudah untuk membayangkan bagaimana dua hantu kota-kota kita yaitu cemaran emisi udara dari pembangkit listrik/pabrik dan tumpukan sampah organik perkotaan, bisa diubah menjadi produk yang sangat berharga, berupa green hydrogen - yang 28 perusahaan raksasa dunia sudah berjanji menjamin pasarnya dalam apa yang mereka sebut green hydrogen pledges.

Dengan rangkaian teknologi yang kami susun satu per satu, para process engineer kami sudah merancang sesuatu yang semula nampak tidak mungkin tersebut menjadi sangat doable. Kami share terbuka di sini dengan harapan siapa tahu Anda yang membacanya memiliki sulthon (kekuatan) atau jaringan yang bisa membantu kami mewujudkan konsep ini, sehingga hasilnya untuk seluruh umat manusia - yaitu dunia yang bebas emisi, bebas sampah dan energi yang kita bakar-pun berupa green hydrogen yang limbahnya hanya berupa air.

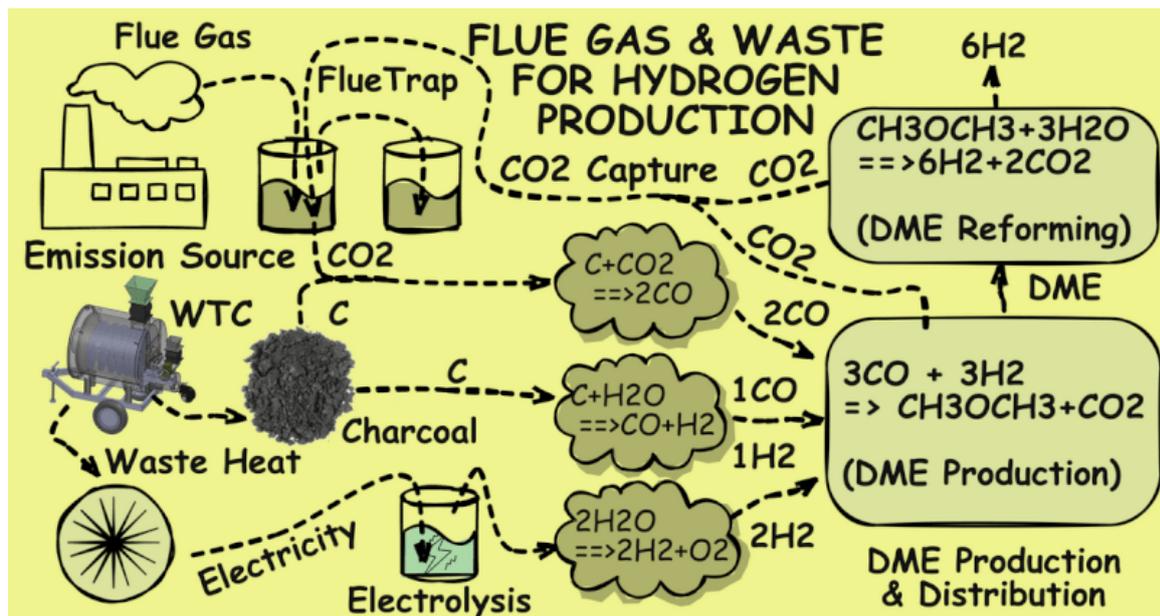
Teknologi pertama yang memungkinkan untuk ini adalah yang kami sebut FlueTrap, karena dengan menggunakan FlueTrap inilah CO₂ dari gas buang bisa kita tangkap - yang video-nya sudah saya share dalam beberapa unggahan. Lalu untuk apa CO₂ ini? CO₂ bila kita reaksi dengan C(arang) melalui apa yang disebut Boudouard Reaction akan menjadi CO, satu molekul CO₂ akan menghasilkan 2 molekul CO.

Dari mana C diperoleh? dari sampah yang diarsangkan mengguakan teknologi WTC (Waste To Charcoal) yang juga sudah saya share beberapa hari ini. Atom C kalau kita reaksi dengan uap panas (H₂O) juga akan menghasilkan 1 molekul CO lagi dan 1 molekul hydrogen.

Lalu ada potensi listrik murah dari limbah panas WTC, bila listrik yang kita hasilkan digunakan untuk elektrolisa dua molekul air, hasilnya adalah 2 molekul H₂ dan 1 molekul O₂. Nah sekarang kita sudah punya 3 molekul CO dan 3 molekul H₂. Jadi apa kalau keduanya kita reaksi? Akan menjadi 1 molekul DME (Dimethyl Ether) dan 1 molekul CO₂. DME adalah bahan bakar yang fleksible bisa langsung menggantikan LPG maupun Diesel.

Tetapi nilai DME yang paling tinggi apabila kita gunakan sebagai hydrogen carrier. Logistik hydrogen murni yang butuh tekanan 700 Bar, menjadi jauh lebih murah bila selama dalam logistik - pengiriman dan penyimpanan - hydrogen dirupakan dalam bentuk DME. Hanya ketika H₂ mau digunakan saja di tempat tujuan, DME di reform untuk kembali menjadi 2 molekul CO₂ dan 6 molekul H₂. Semua CO₂-nya ditangkap kembali menggunakan FlueTrap untuk memulai perjalanan proses berikutnya.

Adapaun green H₂nya kini menjadi lipat 2 dari yang semula 3 molkel ketika diproses menjadi DME, ketika direform malah menghasilkan 6 molekul H₂, dari mana tambahannya? Dari steam (H₂O) yang kita gunakan untuk melakukan DME Steam Reforming (DME-SR). Kita memperoleh green hydrogen 2 kali dari asalnya, dan 2 masalah yang menghantui kita terselesaikan sekaligus, yaitu emisi yang mencemari udara dan tumpukan sampah yang sangat menjengkelkan!



22. Memungut Energi Dari Tiga Tempat Pembuangannya

Ada setidaknya tiga sumber energi besar yang selama ini kita buang percuma, bila kita bisa mengambilnya - sangat bisa jadi kita sudah akan surplus energi hingga beberapa tahun yang akan datang. Seluruh teknologi yang kami kembangkan di Advanced Renewable Organization (ARO : www.advancedrenewable.org) hingga kini adalah bentuk orkestrasi untuk memungut energi dari tiga sumber tersebut.

Pertama adalah energi biomassa termasuk sampah perkotaan, yang bisa kita pungut di sumber-sumber pembuangannya menggunakan teknologi Autothermal Slow Pyrolyzer (ASP), atau yang bentuk mobilyenya kami sebut WTC (Waste To Charcoal) Mobile. Setelah biomassa atau sampah kita konversi menjadi arang, dan arang dijadikan syngas, maka dia menjadi building block segala bentuk energi yang kita gunakan saat ini. Detilnya ada di unggahan sebelumnya di sini : <https://lnkd.in/g4fwc6zc>

Kedua adalah energi dari emisi gas buang dari cerobong-cerobong asap pembangkit listrik dan industri pada umumnya. Dengan teknologi FlueTrap yang juga telah kami kenalkan sebelumnya, CO₂ bisa ditangkap, setelah direaksikan dengan atom C - dari sumber yang pertama di atas, CO₂ berubah menjadi CO. Molekul CO ini sudah berupa energi dengan nilai kalor sekitar 10.5

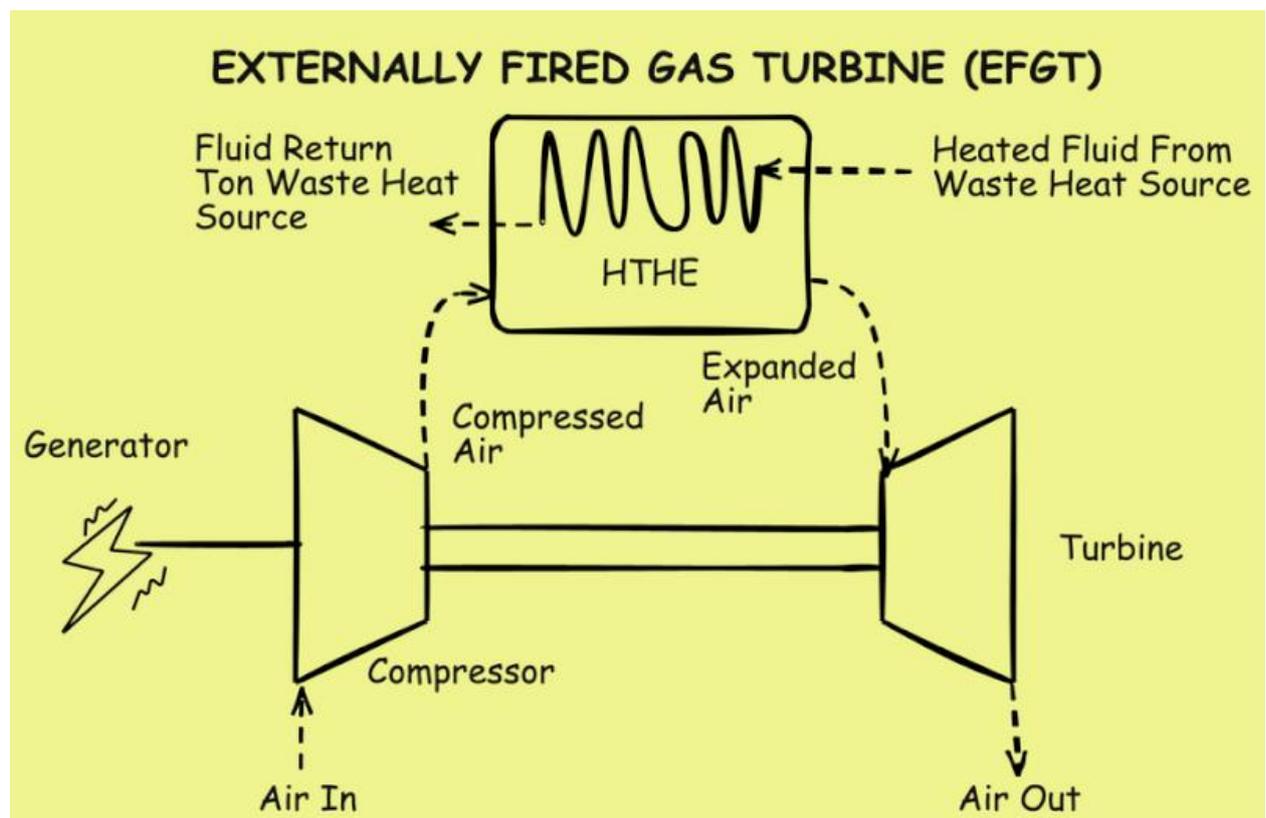
MJ/kg. CO setelah kita reaksikan dengan molekul hydrogen (H_2) juga akan menjadi energi yang universal yang disebut DME (Dimethyl Ether). DME inilah salah satu pembawa energi bersih dan bebas karbon masa depan yaitu green hydrogen. Detilnya ada di unggahan yang ini : <https://lnkd.in/giagyE8h>

Nah sekarang kita akan memungut energi dari tempat pembuangan yang ketiga, yaitu yang disebut limbah panas atau waste heat. Limbah panas ini volumenya sangat besar, di tempat pembangkit listrik misalnya - yang benar-benar menjadi listrik sekitar 1/3, selebihnya terbuang dan mayoritasnya terbuang dalam bentuk limbah panas.

Di semua industri, pusat komersial dan bahkan juga di gedung-gedung, apartemen, hotel, perkantoran dan lain sebagainya - limbah panas ini juga ada di semua tempat tersebut. Bila tidak dari proses industri, limbah panas juga muncul dari sistem pendingin ruangan (AC). Bagaimana menangkap limbah panas ini?

Teknologi yang kami kembangkan kurang lebih seperti pada sketsa di bawah, secara umum nama generiknya adalah Externally Fired Gas Turbine (EFGT). Intinya merubah limbah panas menjadi energi listrik. Limbah panas sangat sulit disimpan dan ditransportasikan untuk digunakan secara lintas ruang dan waktu. Sebaliknya setelah menjadi listrik, dia lebih memungkinkan untuk dimanfaatkan secara lintas ruang dan waktu. Bagaimana caranya?

Listrik dari limbah panas ini bila tidak dibutuhkan segera, bisa digunakan untuk elektrolisa air menjadi hydrogen. Stelah menjadi Hydrogen dia direaksikan dengan CO dari sumber pertama dan kedua tersebut di atas, untuk menjadi DME. DME inilah energi tersimpan yang sangat fleksibel dan bisa digunakan dimana saja dan kapan saja - lintas ruang dan waktu.



23. Energi Tersimpan Dari Tempat Yang Tidak Terduga dan Jumlah Yang Tidak Terhitung

Energi untuk seluruh kehidupan itu telah disediakan olehNya secara cukup di alam ini hingga akhir zaman (QS 11:6), hanya saja bentuknya bisa berbeda dengan yang kita butuhkan, dan munculnya-pun terkadang di saat dan tempat yang berbeda dengan saat dan tempat kita membutuhkannya.

Tetapi manusia diberi kecerdasan akal dan nafsu (kehendak), dan manusia ini pula yang diberi amanah untuk memakmurkan bumi (QS 11:61) - dan dilarang mengganggu keseimbangannya (QS 55 :8). Maka mencukupi kebutuhan dan menjaga keseimbangan alam itu seperti dua sisi mata uang. Kecukupan kebutuhan kita akan terganggu manakala kita mengganggu keseimbangan alam, sebaliknya - kebutuhan kita semua akan terpenuhi manakala kita menegakkan keseimbangan alam dengan keadilan (QS 55:9).

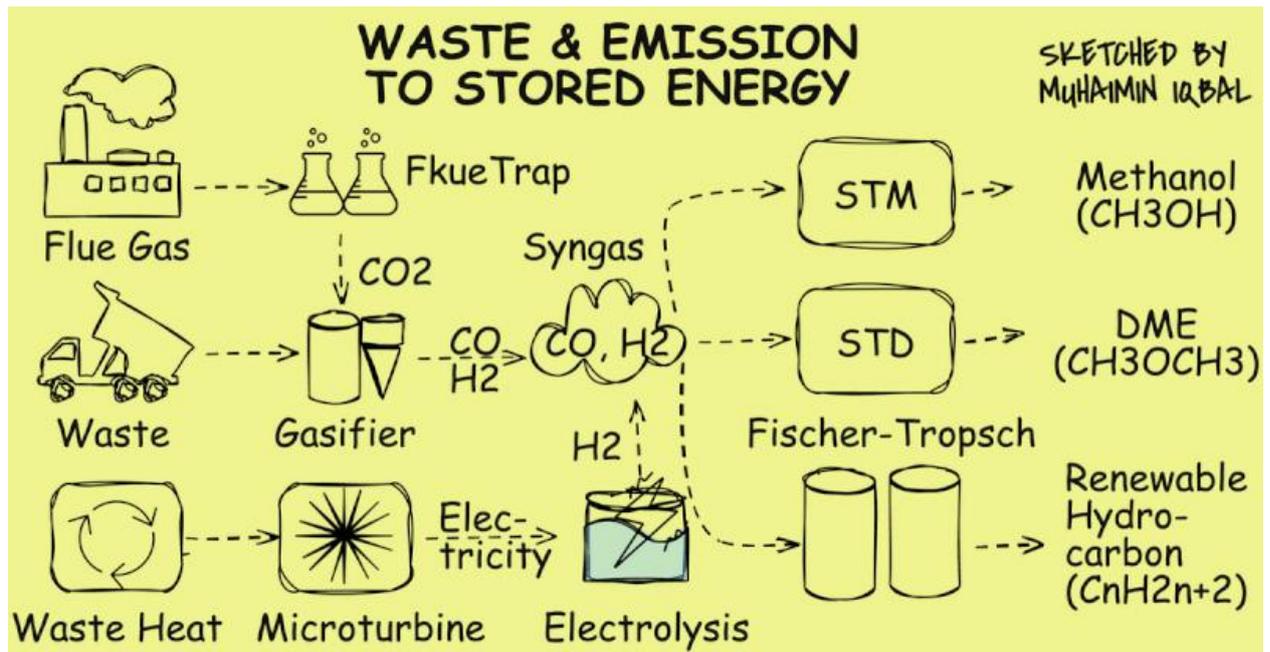
Bagaimana konkritnya? Saya ambilkan contoh kasus dari kebutuhan energi. Banyak negara yang kaya raya karena energinya melimpah, dan sebaliknya - negara-negara menjadi miskin karena harus membeli energi dari negeri si kaya. Dalam formula ekonomi, nilai impor selalu menjadi pengurang GDP, semakin banyak kita impor energi semakin miskinlah kita.

Maka fungsi sebagai pemakmur bumi itu antara lain bisa ditempuh dengan pemenuhan kebutuhan energi kita sendiri - karena kebutuhan terbesar kedua setelah pangan ya energi ini. Kita kudu bisa mengolah an memproduksi energi dari tempat yang tidak disangka-sangka (QS 65:3), dengan jumlah yang tidak terhitung (QS 3:27).

Cara untuk berburu energi ini-pun dibimbingNya kita dengan sangat detail, intinya kita kudu menguasai inti persoalan, terus mengingatNya, hingga sampai menemukan makna atau manfaat dari setiap benda dan peristiwa (QS 3:190-191). Sketsa di bawah hanyalah sekedar ilustrasi bagaimana kita memaknai setiap benda dan peristiwa itu menjadi solusi energi tersimpan (stored energy), yaitu energi yang bisa digunakan dimana saja, kapan saja dan mudah diubah kedalam bentuk yang paling sesuai dengan kebutuhan kita.

Mulai dari emisi udara dalam bentuk asap yang mengepung kota-kota kita, menjadi musibah karena kita belum memahami maknanya, padahal dari gas buang yang unsur utamanya CO₂ ini - dengan mudah dirubah menjadi energi berupa CO, dengan nilai kalor sekitar 10MJ/kg. Dari tumpukan sampah yang menggunung, begitu kita arangkan dia menjadi energi tersimpan sebesar 30 MJ/kg arang.

Dengan mengolah limbah panas kita menjadi listrik kemudia menggunakannya untuk elektrolisa air tawar yang semula kita buang ke laut, akan menghasilkan hydrogen yang nilai kalorinya 120 MJ/kg. Kalau kita gabungkan ketiganya akan menjadi building blocks dari segala bentuk energi yang kita butuhkan. Maka nikmat Tuhan mana yang masih kita akan dustakan?



24. Reviving External Combustion Engine

Sebelum kita mengenal mesin yang mendominasi dunia saat ini yaitu Internal Combustion Engine (ICE), dahulu dunia sudah memakai secara luas dengan apa yang disebut External Combustion Engine (ECE). Mesin uap yang yang mentrigger munculnya kereta api dan juga revolusi industri adalah kategorinya ECE ini.

Setelah munculnya ICE yang lebih efisien, maka pudarlah pamor ECE yang berjasa dalam mengantarkan umat manusia pada peradaban industri tersebut. Namun karena ICE membutuhkan standar bahan bakar yang lebih tinggi, bersamaan dengan perpindahan mesin ke ICE - masyarakat-pun menjadi semakin tergantung pada industri bahan bakar. Karena tidak mudah untuk bisa memproduksi bahan bakar yang memenuhi standar mesin-mesin ICE tersebut.

Efek lain dari ketergantungan pada ICE adalah membuat sumber-sumber energi yang berkualitas rendah seperti sampah, waste heat dan bahkan juga flue gas tidak termanfaatkan, sampah dan limbah ini malah menjadi beban yang mencemari udara, darat dan laut di seantero bumi - kecuali sebagian sangat kecil negara saja yang sudah bisa tuntas menanganinya.

Maka inilah yang kami juga pikirkan di sanggar Waste To Energy (WastoE), yaitu berbagai cara yang bisa mengubah sampah dan limbah menjadi berbagai bentuk energi. Mesin-mesin yang sudah kami unggah untuk mengolah sampah menjadi arang, kemudian arang menjadi gas, dan dari gas menjadi sumber panas dan juga listrik dlsb.- dapat disaksikan di unggahan-unggahan sebelumnya atau youtube channel kami di www.youtube.com/bursaide .

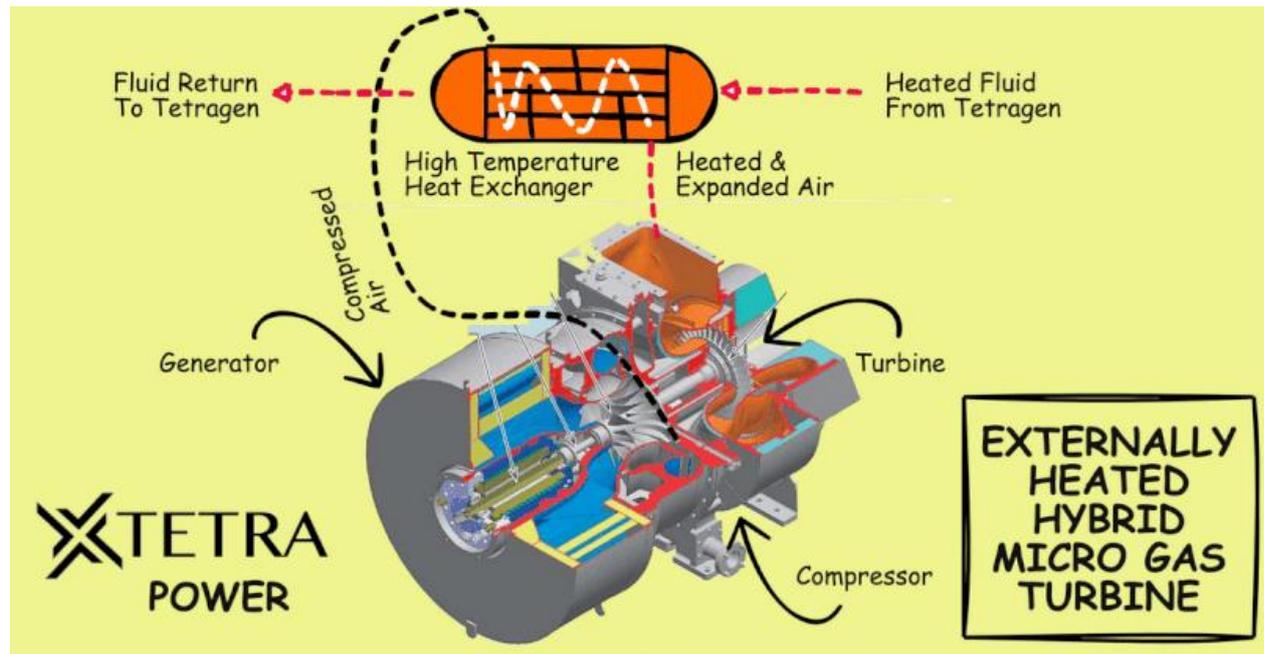
Upaya untuk menangkap flue gas dari cerobong-cerobong asap dan mengubahnya menjadi pupuk dan energi juga alhamdulillah menunjukkan progress yang sangat menggembirakan, hasil percobaannya juga bisa dilihat di channel youtube tersebut di atas.

Nah masih satu jenis mesin lagi yang sangat strategis yang harus bisa kita buat, yaitu jenis

mesin ECE tersebut di atas. Dimana letak strategisnya mesin ini di era transisi energi? Dia tidak membutuhkan bahan bakar kualitas tinggi, semua yang bisa dibakar dan menghasilkan panas dapat menjadi bahan bakar mesin ini.

Selain dari sampah dan limbah, mesin ECE ini juga bisa diberi umpan panas dari limbah panas apapun. Yang di sketsa ini limbah panasnya berasal dari reaktor Tetrigen, maka listrik yang dihasilkan kami sebut XTetra (artinya limbah dari Tetrigen!). Jenis mesinnya sendiri adalah mikro gas turbine yang langsung tersambung dengan generator listrik.

Karena dia akan bisa diberi umpan panas dari sumber panas apapun, dengan mesin ini visi kami tidak akan ada lagi masyarakat di muka bumi yang tidak bisa mengakses listrik. Kelistrikan 100% bagi negeri 17,500 pulau ini juga insyaallah akan bisa dicapai dengan mesin ECE yang satu ini.



25. Melawan Global Warming Cyclone

ruangan. Namun ketika penduduk konsentrasinya bergeser ke kota dan semakin makmur, mereka membeli AC untuk mendinginkan rumah-rumahnya.

Pun demikian di kantor-kantor, pusat-pusat komersial dan pabrik-pabrik, secara masif AC-AC sentral yang berdaya besar dipasang agar suasana kerja menjadi nyaman. Tanpa kita sadari bersama, konsumsi listrik untuk kota-kota tropis itu kini sekitar 55% untuk mendinginkan ruangan.

Sesuatu yang baik untuk dilakukan segelintir orang bisa menjadi musibah ketika dilakukan secara kolosal oleh hampir semua orang. Akumulasi penggunaan energi listrik yang semakin tinggi di tengah listrik kita masih mayoritasnya dari fosil menjadi apa yang disebut tragedy of the common, musibah bagi masyarakat luas yang disebut global warming.

Cilakanya ketika udara luar ruangan semakin panas, kita butuh energi ekstra lagi untuk bisa sekedar menjaga ruangan kita tetap nyaman. Energi ekstra ini-pun melonjakkan lebih lanjut kebutuhan listrik kita dan berarti juga lonjakan CO2. Lonjakan CO2 berdampak pada akselerasi global warming dan kita akan butuh lebih banyak lagi energi agar kita tidak gembrobos di rumah

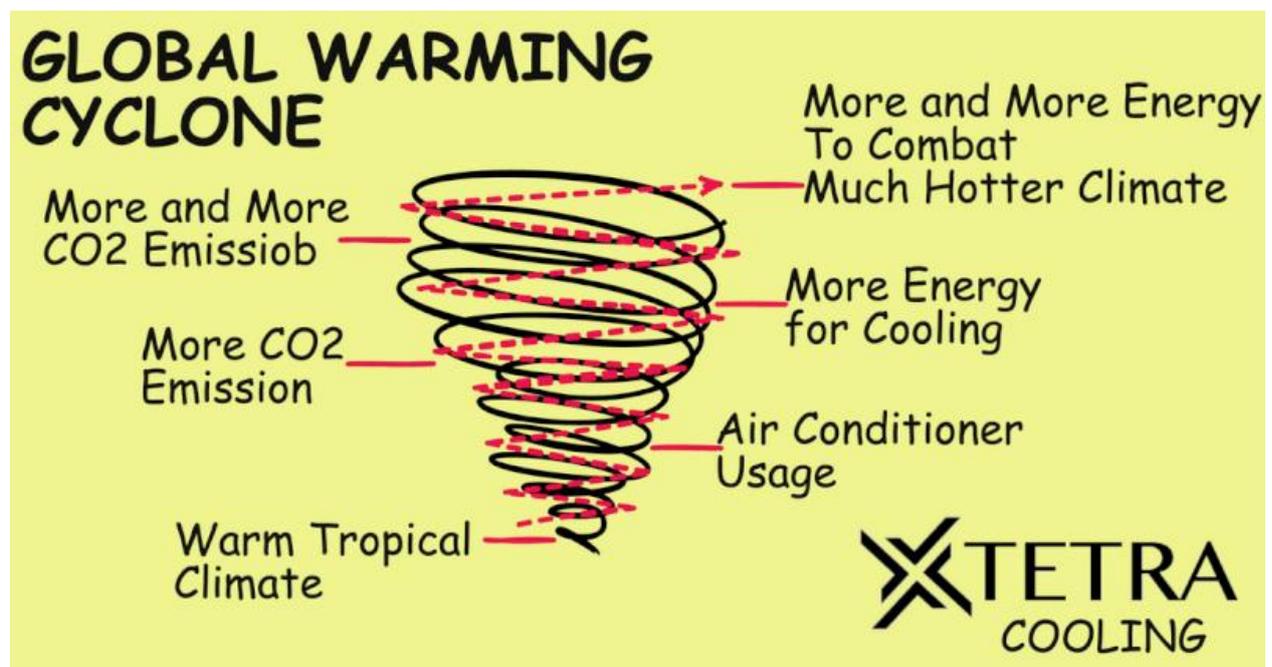
dan di kantor atau tempat kerja kita.

Seperti siklon yang membesar dengan sangat cepat, seperti itulah akselerasi pemanasan global itu bila kita tidak peduli. Negara maju yang sudah memahami siklon ini seperti Inggris sampai mau mensubsidi warganya agar mau berganti sistem pemanas ruangan (karena negeri mereka negeri dingin), dari boiler yang boros gas menjadi heat pump yang jauh lebih hemat energi.

Kita-pun kudu mau berfikir ke arah sana, minimal kalau kita bisa mengganti energi pendingin ruangan kita dari fosil menjadi energi pendingin ruangan yang carbon neutral, global warming cyclone tersebut akan bisa kita hentikan. Tetapi dengan apa kita akan mengganti sistem pendingin ruangan ini?

Salah satunya adalah dengan energi biomassa, yang sudah saya perkenalkan sebelumnya melalui unggahan ini :<https://lnkd.in/gPJQpbTt> , minimal bisa dimulai dari kantor-kantor, kompleks komersial dan pabrik-pabrik, karena sistem pendingin berbasis biomassa yang menggunakan reaktor Tetrigen ini juga bisa sekaligus menghasilkan listrik, energi panas dan bahkan juga bahan bakar sendiri.

Ada negara di ASEAN yang sedang menyiapkan Net Zero Industrial Estate dan mempertimbangkan untuk menggunakan carbon-neutral energi berbasis Tetrigen ini, alangkah indahnya bila kita juga bisa mulai dari yang kita bisa ini!



26. Indigenous Energy Security

Selain karena sumber energi yang selama ini kita gunakan (fosil) tidak sustainable, ketersediaannya di suatu tempat atau negara juga sangat dipengaruhi oleh faktor geopolitik global yang saat ini lagi tidak baik-baik saja. Dalam suatu negara yang sama-pun tidak semua daerah bisa memiliki akses yang sama terhadap ketersediaan energi ini.

Keterpencilan suatu daerah karena faktor alam yang permanen seperti pulau dan daerah terpencil, mau[un yang bersifat sementara seperti musim ombak dan bencana alam - bisa membuat suatu daerah mengalami kelangkaan energi yang serius. Bisa juga kelangkaan energi

itu karena ketidak-terjangkauan harganya, energi masih ada tetapi menjadi terlalu mahal untuk kita beli.

Maka sebelum berbagai faktor tersebut mempengaruhi ketersediaan energi yang kita butuhkan, perlu adanya literasi energi yang masif ke masyarakat luas. Bahwa energi itu cukup tersedia di sekitar kita, hanya kita kudu mau dan pinter-pinter mengolahnya.

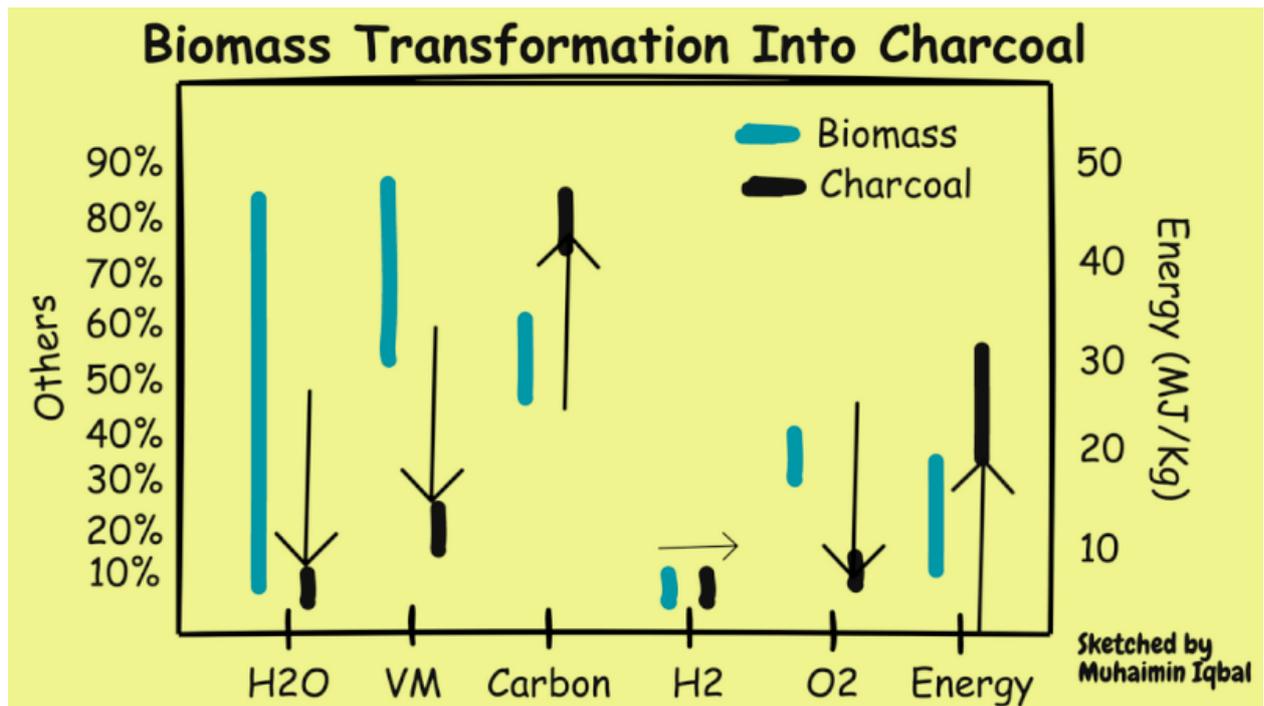
Yang paling sederhana dan bisa dilakukan oleh siapa saja yang mau adalah mengolah biomassa menjadi arang. Biomassa apapun bisa dirubah menjadi arang, dengan mesin atau tanpa mesin - secara tradisional-pun masyarakat biasa membuat arang ini. Hanya bila dilakukan dengan mesin seperti mesin Autothermal Slow Pyrolysis (ASP) yang kami perkenalkan, pembuatan arang menjadi efisien dan tanpa asap.

Mengapa biomassa harus kita arangkan untuk menjadi cadangan energi yang stabil dalam jangka yang sangat panjang sekalipun? Grafik di bawah menjelaskan transformasi yang terjadi ketika biomassa kita rubah menjadi arang. Kadar air turun drastis membuatnya stabil untuk disimpan ribuan tahun sekalipun, demikian pula dengan volatile matter (VM) yang membuat arang tidak lagi mengeluarkan asap/emisi ketika kita gasifikasi.

Kandungan carbonnya meningkat dan oksigen turun membuat arang per satuan berat yang sama mengandung energi yang jauh lebih tinggi dari biomassa aslinya. Kombinasi antara usia simpan yang sangat panjang dan kandungan energi yang tinggi ini, membuat arang bisa menjadi cadangan energi yang tidak ada tandingannya untuk membangun ketahanan energi suatu negeri.

Bila waktunya dibutuhkan, arang ini bisa dirubah menjadi energi apa saja yang kita butuhkan. Dengan kompor sederhana Ecogas SmartStove (ESS) - arang bisa langsung jadi bahan bakar untuk masak, dengan Ecogas SmartTube (EST) bisa untuk sumber panas industri, komersial maupun untuk produksi syngas.

Syngas adalah building blocks universal yang bisa digunakan untuk produksi oxygenate fuels seperti methanol, ethanol ataupun DME. Syngas bisa pula untuk produksi renewable hydrocarbon seperti green-diesel, bio-jet, bio-gasoline dan bio-LPG. Bahkan syngas yang diperkaya dan dimurnikan dapat menjadi carbon-free energy berupa green hydrogen. Dari syngas bisa juga dihasilkan listrik langsung menggunakan diesel genset, gasoline genset atau yang sangat efisien adalah menggunakan DuoMicro Gas Turbine (DMGT).



27. Waste Heat Micro Gas Turbine

Mesin kecil yang saya pegang ini insyaAllah akan bisa banyak berperan di era energi transisi, apa yang bisa dilakukan mesin ini? Intinya menangkap aliran udara panas dan merubahnya menjadi gerak berputar pada turbin. Prinsip kerjanya mengikuti apa yang disebut Brayton Cycle, diambil dari nama penemunya George Brayton yang lahir di Amerika pada tahun yang sama dengan tahun Pangeran Diponegoro ditangkap penjajah Belanda (1830).

Lantas untuk apa kalau kita sudah bisa memutar turbin dengan energi limbah panas ini? Berbagai bentuk energi murah akan bisa kita hasilkan. Untuk pendingin ruangan (AC) yang saat ini mewakili sekitar 55% kebutuhan energi di kota-kota negeri tropis, cukup menyambungkan as kompresor AC ke as turbin ini, jadilah dia AC yang menghadirkan green cooling.

Ketika as yang sama disambungkan ke rotor dari generator listrik, maka lahirlah listrik yang murah, renewable dan carbon neutral dari limbah panas pembakaran apa saja. Dan banyak lagi yang bisa kita hasilkan dari mesin yang kecil ini, tunggu update dari pengujiannya. InsyaAllah.



28. Efisiensi Energi Extra dari XTetra

Era transisi energi akan membuka peluang besar yang setara antara perusahaan-perusahaan besar pemain energi dengan masyarakat, komunitas, pelaku industri dan pengelola pusat-pusat komersial, termasuk hotel, shopping mall, perkantoran dlsb.

Bagi perusahaan energi peluang ini terletak pada penguasaan jaringan infrastruktur luas yang telah mapan, sedangkan bagi industri dan komersial non-energi - peluang itu adalah berupa pilihan untuk lebih cepat mandiri dengan renewable energi yang bersih, carbon neutral dan sangat efisien.

Bagi kelompok yang kedua tersebut - industri dan komersial non-energi, salah satu peluang tersebut bisa diwujudkan dengan konsep XTetra yang sekeksanya ada di bawah. XTetra intinya adalah semua produk energi yang bisa dihasilkan oleh satu mesin yang kami sebut Tetra Generator atau disingkat Tetrigen, semua keluaran dari Tetrigen inilah yang kita sebut XTetra. Bisa berupa energi pendingin, pemanas, listrik maupun bahan bakar.

Paling sederhana aplikasinya adalah untuk energi pendingin - yaitu untuk mengatasi Global Warming Cyclone yang saya jelaskan dalam unggahan sebelumnya di sini : <https://lnkd.in/gaW8gqA4> . Inti mesinnya hanya dua, yaitu Tetrigen dan Micro Gas Turbine (MGT).

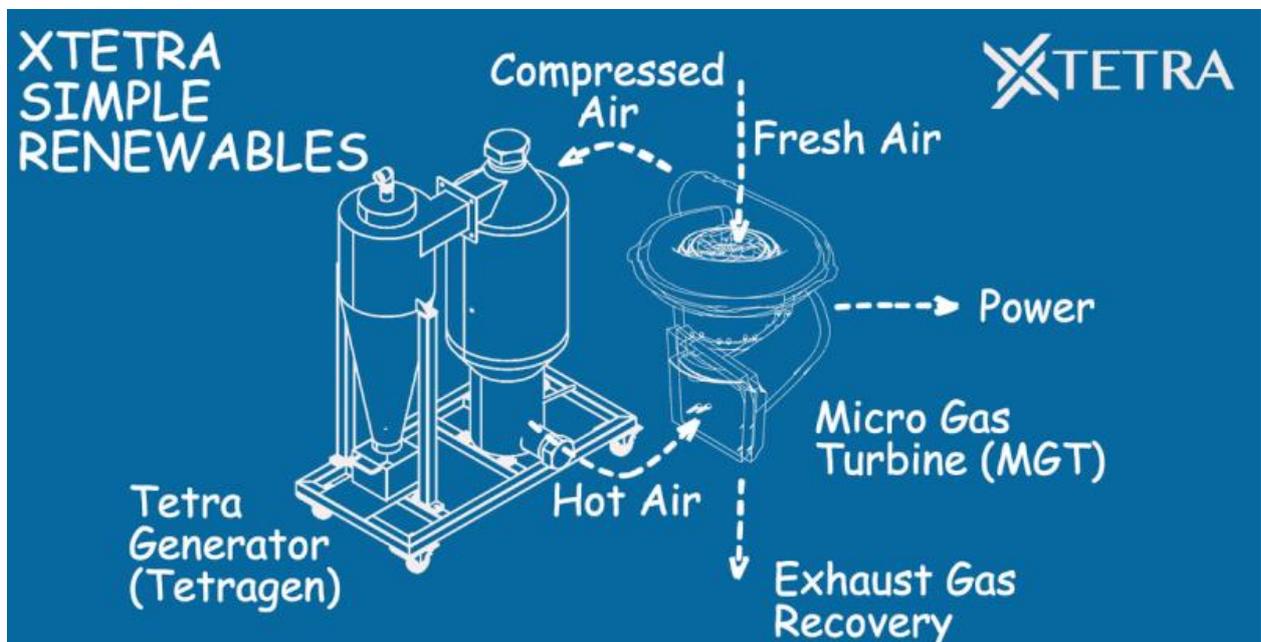
Tetrigen untuk gasifikasi bahan bakar biomassa, yang limbah panasnya sangat cukup untuk memanaskan udara yang disedot oleh MGT. Udara yang bertekanan tinggi ini ketika dilewatkan ruangan yang bersuhu sangat tinggi - akan mengembang dan menjadi bertenaga sangat kuat. Tenaga inilah yang akan menggerakkan turbin.

Perputaran turbin ini bisa untuk menghasilkan listrik bila as-nya disambungkan dengan as

generator listrik. Untuk energi pendingin lebih sederhana dan lebih efisien karena as dari turbin bisa dikopling langsung dengan as pada kompresor AC, jadi power to power tidak lewat electricity. Hanya bila listrik juga diperlukan saja as dari turbin tersebut dikopling ke as generator listrik. Keduanya bisa jalan simultan bila keduanya dibutuhkan.

Jadi dari aplikasi ini kita bisa melihat XTetra sudah menghasilkan dua jenis energi yaitu pendingin dan listrik. Yang ketiga adalah energi pemanas, bisa diambilkan dari exhaust gas recovery - yaitu udara yang masih bersuhu sangat tinggi yang keluar dari exhaust-nya MGT. Dengan heat transfer sederhana udara panas tersebut bisa digunakan apa saja yang membutuhkan panas.

Sampai tiga produk energi ini cold, heat and power - kita baru gunakan limbah panas dari Tetragen, lalu apa produk utama Tetragen? Sebagai mesin gasifikasi, produk utama Tetragen adalah syngas - yaitu energy building blocks yang bisa diproses menjadi bahan bakar apa saja. Maka efisiensi extra dan XTetra ini adalah karena setiap biomassa digasifikasi, semua yang keluar dari padanya bisa dimanfaatkan dengan maksimal.



29. Beware of Accelerating Global Warming!

Ada dua daerah, dua negara yang berjauhan tetapi mengalami fenomena yang persis sama di bulan Mei dan Juni (2023) lalu, dibandingkan setidaknya bulan-bulan yang sama empat tahun silam (2019). Fenomena ini adalah lonjakan kebutuhan listriknya.

Dua negara ini tidak sedang membangun atau mengalami pertumbuhan ekonomi besar-besaran, keduanya sama-sama mengalami pukulan pandemi diantara dua waktu tersebut. Tetapi mengapa kebutuhan listriknya melonjak hanya dalam selang waktu 4 tahun, sejak sebelum dan sesudah pandemi?

Keduanya mengalami suhu udara musim panas yang ekstrem, suhu udara bulan Mei dan Juninya 2023 jauh lebih tinggi dari bulan Mei dan Juni 2019. Untuk melawan suhu panas yang ekstrem tersebut masyarakat menggenjot penggunaan pendingin ruangan (AC) agar udara tetap

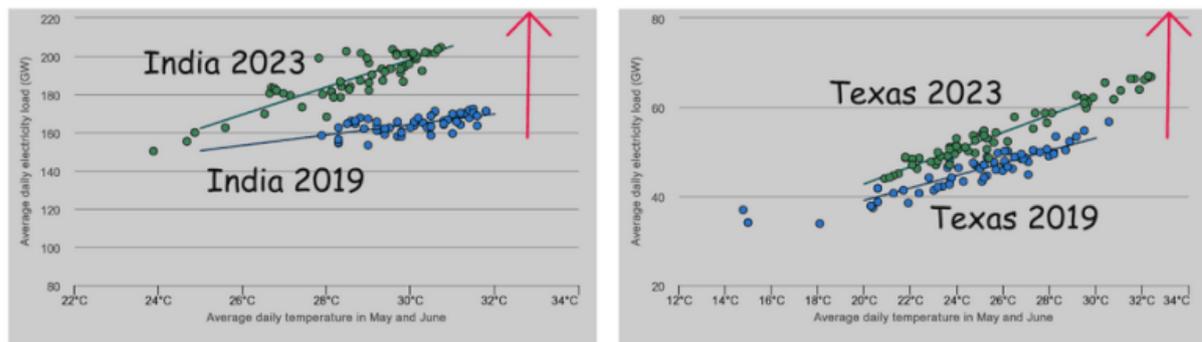
nyaman. Tanpa disadarinya, ketika ini dilakukan bersama-sama secara kolosal - ketika listrik masih berbasis fosil - suhu luar ruangnya justru menjad sangat panas, dan akan butuh ekstra energi lagi untuk menurunkan suhu di dalam ruangan. Inilah yang saya sebut global warming cyclone dalam unggahan sebelumnya ini :<https://lnkd.in/gaW8ggA4>

Memang data dari IEA tersebut hanya sample dari dua daerah atau negara yang berbeda dan berjauhan satu sama lain, tetapi dari data ini amat sangat bisa jadi di kita-pun mengikuti pola yang sama. Lantas apa solusinya agar kita bisa menghentikan akselerasi pemanasan bumi ini?

Target Net Zero Emission tahun 2050 bagi dunia sungguh terlalu lama - sebagian kita tidak akan bisa bertahan hingga tahun tersebut, apalagi negara-negara yang menawarnya menjadi 2060 dan bahkan ada yang 2070. Kita kudu bergegas mendinginkan bumi ini dengan secepatnya menurunkan emisi. Dengan apa kita bisa melakukan ini?

Salah satunya dengan merubah sistem pendingin ruangan kita, dari yang berbasis energi fosil, menjadi berbasis energi yang carbon neutral seperti biomassa. Unggahan saya pagi tadi bisa menjadi salah satu solusi ini : <https://lnkd.in/gYmu63Ck>

Beware of Accelerating Global Warming!



Source : International Energy Agency (IEA)

30. Beyond Energy Self-Sufficient

Krisis perang yang terjadi hari-hari ini di Palestina khususnya Gaza seharusnya juga menjadikan pelajaran bagi kita semua, betapa pentingnya masyarakat dimana saja untuk bisa swasembada tiga kebutuhan pokoknya - yaitu Food, Energy and Water.

Untuk swasembada pangan dan air bersih ini membutuhkan kepakaran tersendiri, maka yang saya usung di sini hanya terkait swasembada energi, bagaimana kita bisa melakukannya - untuk mengantisipasi hal terburuk-pun bila terjadi seperti yang dialami oleh saudara-saudara kita di Gaza tersebut di atas.

Pertama cadangan energi yang mudah disimpan dalam waktu yang sangat lama dan tidak membutuhkan tempat penyimpanan khusus itu adalah arang. Biomassa apa saja dari limbah

pertanian, perkebunan, hutan, sampah rumah tangga dan perkotaan - semua bisa diarangkan. Setelah menjadi arang dia menjadi hydrophobic - tidak lagi rusak oleh cuaca dan waktu, disimpan di lahan terbuka-pun aman.

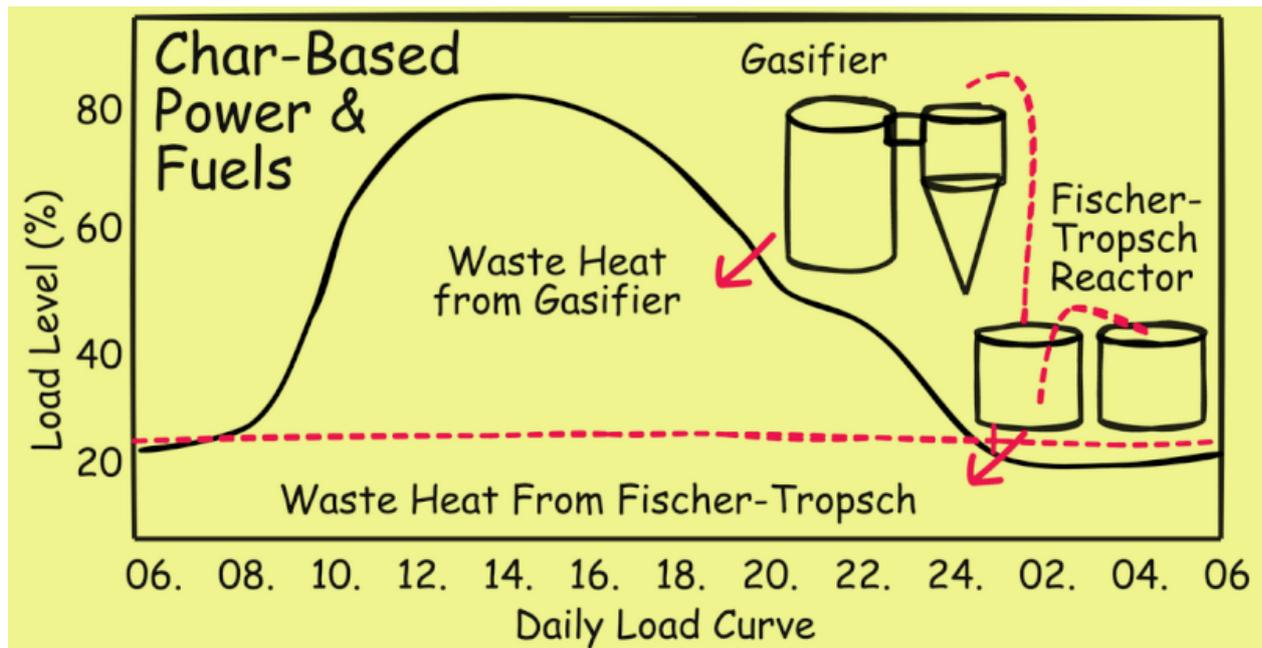
Pada saatnya dibutuhkan, arang bisa langsung digunakan untuk menghadirkan energi panas, pendingin, listrik dan bahkan juga bahan bakar cair. Untuk ini intinya hanya dua mesin dibutuhkan, yaitu Gasifier dan Fischer-Tropsch Reactor (FTS). Gasifier untuk menghasilkan gas yang disebut syngas - yaitu building blocks untuk berbagai bentuk energi yang kita butuhkan. Sedangkan FTS untuk memproduksi bahan bakar cair seperti bensin dan diesel dengan bahan dari syngas.

Baik proses di gasifier maupun FTS keduanya mengeluarkan limbah panas yang sangat banyak dengan karakter yang berbeda dan saling melengkapi. Limbah panas dari gasifier bersuhu tinggi di kisaran 800-1000 derajat Celsius, namun butuh aktivitas gasifikasi terus menerus - dan ini sulit dilakukan di lapangan. Sebaliknya FTS mengeluarkan limbah panas yang lebih rendah, di kisaran 200-350 derajat Celsius tetapi terus menerus tiada berhenti.

Proses sintesa Gas To Liquid (GTL) dengan FTS itu berjalan hingga belasan hari - dan selama itu pula FTS mengeluarkan limbah panas. Ketika prosesnya dilakukan secara kontinyu, maka reaktor FTS bisa menyediakan sumber panas secara terus menerus tanpa henti. Panas dari gasifier dan FTS inilah yang bisa dijadikan energi pembangkit listrik dengan menambahkan satu mesin lagi yang kita sebut Micro Gas Turbine (MGT).

Ketika beban tinggi - misalnya kalau untuk kompleks komersial antara jam 10 pagi hingga tengah malam, kedua reaktor hidup untuk menghasilkan listrik yang cukup. Ketika load rendah dari tengah malam hingga jam 10 pagi berikutnya - cukup reaktor FTS saja yang jalan.

Maka dengan mentandemkan gasifier dan FTS ini, kita akan mendapatkan listrik terus menerus dari arang yang mudah dibuat dimanapun dan kapanpun, dan lebih dari itu dua mesin tersebut juga akan menghasilkan minyak mentah yang terbaru yang disebut Fischer-Tropsch (FT) Oil atau Wax. Seperti Crude Oil pada umumnya, FT Oil maupun Wax - dapat diproses menjadi bahan bakar cair yang kita butuhkan. InsyaAllah kita bisa merdeka energi dengan ini!



31. Introducing Waste Heat Gas Turbine (WHGT)

Diantara mesin-mesin yang akan dapat mengakselerasi proses transisi energi, salah satunya yang sangat strategis adalah jenis mesin Gas Turbine (GT). Berbeda dengan Internal Combustion Engine (ICE) seperti yang dipakai di kendaraan kita maupun generator set pada umumnya, GT memiliki keunggulan dari simplicity-nya karena komponen yang bergerak hanya as, dan GT memiliki fleksibilitas tinggi dalam bahan bakar yang digunakan.

Hampir segala jenis bahan bakar bisa digunakan untuk menggerakkan turbin melalui udara yang disedot, ditekan, dipanaskan dan mengembang dengan kuat - (prinsip kerja GT) ini. Pada umumnya para perancang GT menggunakan dua pendekatan yang disebut Directly Fired Gas Turbine (DFGT) dan Externally Fired Gas Turbine (EFGT).

DFGT adalah yang paling umum, intinya bahan bakar secara khusus dibakar di ruang bakar bersamaan dengan aliran udara (oksigen) yang datang dari kompressor, gas buang yang 'meledak' akan menendang turbin dan memutarkannya dengan kencang. Kelemahan DFGT ini adalah masih butuh bahan bakar untuk dibakar.

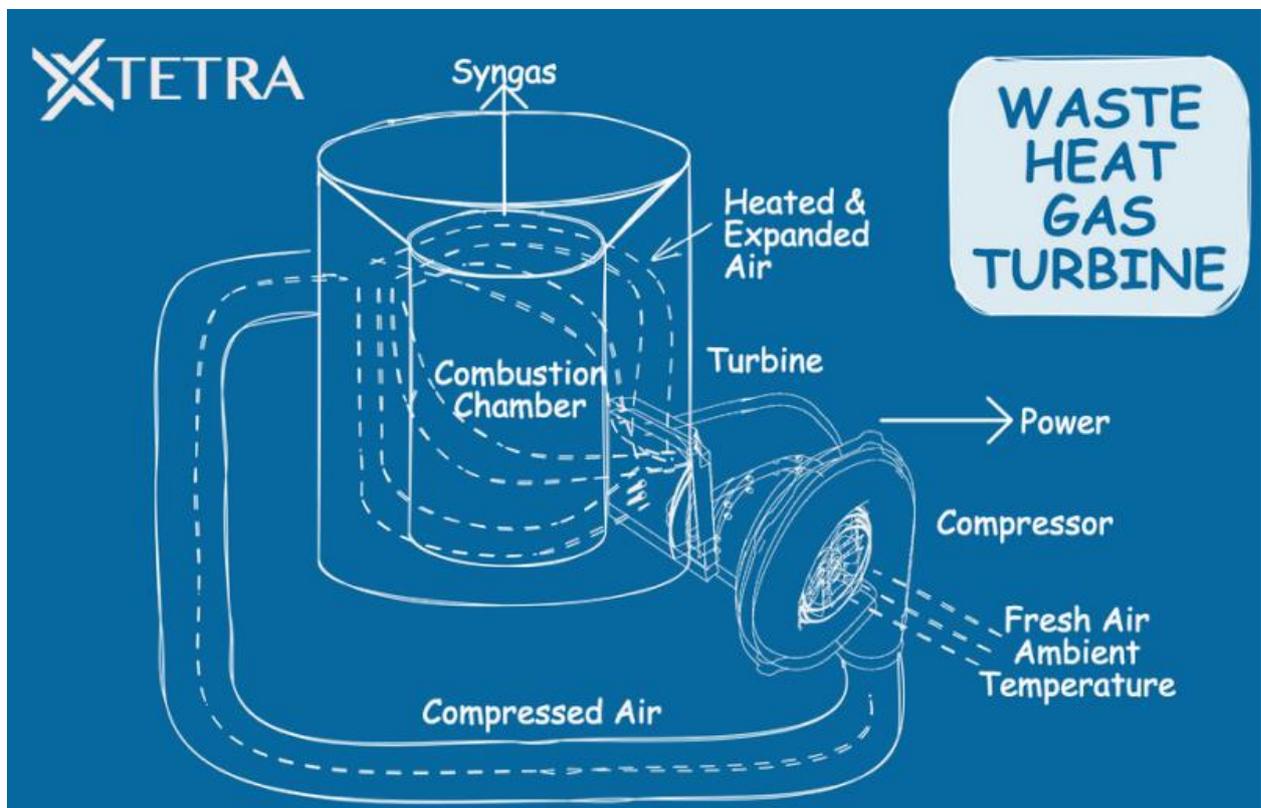
EFGT dilain pihak, meskipun butuh panas tinggi tidak harus membakar bahan bakar sendiri. Sumber panas bisa diambilkan dari proses yang lain yang mengeluarkan panas banyak. Tentu EFGT ini lebih fleksibel dan pastinya lebih hemat energy karena tidak butuh bahan bakar sendiri. Kelemahan EFGT adalah dia butuh Hight Temperature Heat Exchanger (HTHE).

Masalahnya adalah untuk waste heat yang sangat tinggi suhunya seperti waste heat dari mesin gasifikasi Tetragen yang kami rancang, yang beroperasi di sekitar 1000 derajat Celsius - tidak mudah untuk memperoleh fluid media yang sesuai untuk ini. Air jelas tidak cocok karena air menjadi uap pada suhu 100 derajat Celsius, minyak sintetis yang biasa dipakai sebagai pelumas suhu tinggi juga akan terdekompos jauh dibawah suhu gasifikasi tersebut.

Ada fluida yang bisa bertahan mendekati suhu gasifikasi tersebut, yaitu larutan molten-salt - yang bisa bertahan hingga kisaran suhu 950 derajat Celsius, masalahnya dia mudah menjadi padat dan menyumbat pipa-pipa. Jadi fluida apa yang akan kita gunakan untuk menangkap limbah panas yang suhunya sangat tinggi tersebut?

Jawabannya ternyata sederhana, tidak usah repot-repot pakai fluid media! Sketsa dibawah adalah cara kerja Waste Heat Gas Turbine (WHGT) yang kami rancang. Dengan cara ini dia bisa menghasilkan power ataupun listrik tanpa harus membakar bahan bakarnya sendiri dan tanpa fluid media, cukup mengambil limbah panas langsung dari pusat gasifikasi - combustion/reduction zone Tetragen. Hasil Tetragen sendiri berupa syngas, untuk memproduksi segala jenis Advanced Biofuels yang juga kita butuhkan.

Temuan sederhana ini insyaAllah akan bisa melonjakkan efisiensi penggunaan sumber energi dasar seperti biomassa, karena biomassa digunakan untuk memproduksi Adnaced Biofuels, sedangkan untuk menghasilkan power atau listrik cukup dari limbah panas yang sangat banyak dari proses gasifikasinya.



32. Bila Bumi Menjadi Cadangan Energi Yang Lestari

Bila saja semua negara seperti Brunei atau negeri-negeri Teluk yang kaya minyak, bumi tempat mereka berpijak bisa menghasilkan minyak terus menerus yang lebih dari cukup bagi

penduduknya, pasti tidak ada negara lain yang menutup akses energi (juga pangan dan air) bagi negeri yang dijajahnya. Penguasaan atas energi tidak bisa dijadikan weapon of war untuk menekan negara lain.

Negara-negara lain yang tidak memiliki kelebihan energi tersebut, kudu berfikir keras bagaimana kebutuhan energi bagi penduduknya tidak bergantung pada negeri lain. Ini penting agar kemerdekaan kita tetap bisa dijaga, dan tidak mudah diobok-obok negeri lain.

Maka inilah sumbangsih kami bagi negeri ini, hasil ngoprek sampah team yang ada di Sanggar WastoE (Waste To Energy). Negeri ini sangat kaya sampah, tumpukan sampah ada di setiap kota, juga sampah atau limbah di daerah pertanian, perkebunan, hutan dan bahkan sampah laut yang konon menurut Presiden kita kemarin sudah pada tingkat mengancam kedaulatan negara.

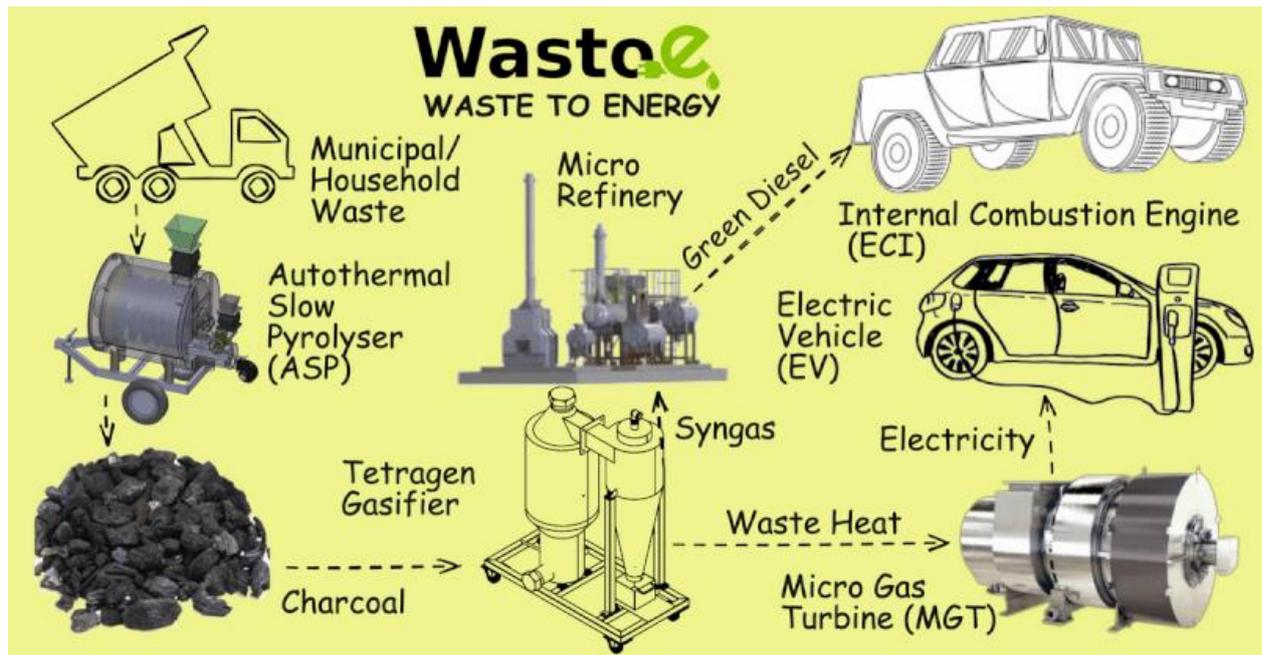
Jadi langkahnya sederhana, semua sampah tersebut - apapun sampahnya diarangkan saja. Bisa dilakukan secara manual atau kalau pingin rapi tanpa asap dengan mesin ASP kami, unit yang bergerak kami sebut WTC (Waste To Charcoal) Mobile. Lantas untuk apa setelah diarangkan?

Bila belum segera perlu digunakan untuk energi, arang-arang tersebut dibenamkan saja ke tanah-tanah kita yang gersang, kita memiliki 14 juta hektar lahan kritis dan sangat kritis. Selama arang tersebut ditempatkan di tanah, dia akan menjadikan tanah-tanah gersang tersebut Terra Preta (tanah hitam) yang sangat subur karena bisa dengan mudah menyimpan air, hara tanah, memperbaiki aerasi dan mendorong pertumbuhan microbiome tanah.

Karena tanaman yang akan ditanam pada Terra Preta ini tidak butuh hydrocarbon, yang mereka butuhkan hanya nutrisi tanaman, sedangkan hydrocarbon akan disintesa sendiri oleh tanaman dalam proses fotosintesanya, maka hydrocarbon atau arang yang kita simpan tersebut akan utuh dalam jangka waktu yang sangat lama.

Pada waktunya kita butuh energi, arang tinggal diambil kembali dari tanah, dimasukkan ke reaktor gasifikasi sudah akan langsung menghasilkan syngas. Dari syngas inilah bisa dihasilkan segala jenis bahan bakar modern yang di Uni Eropa disebut Advanced Biofuels. Adapun limbah panasnya, bisa langsung ditangkap dan dikonversi menjadi listrik - yang detil teknisnya ada di unggahan saya pagi tadi.

Jadi dengan ini, kita insyaallah juga bisa menjadikan bumi tempat kita berpijak ini sebagai cadangan energi yang lestari.



33. Char-Based Food, Energy and Water (FEW) Securities

Rasulullah SAW mengajari kita untuk tidak membuang sebutir makanan-pun, bila ada sebutir tersebut yang jatuh - kita harus memungutnya dan membersihkannya kemudian memakannya, karena bisa jadi keberkahan makanan kita ada di sebutir yang jatuh tersebut.

Kita diberi begitu banyak rezeki, tetapi berjuta-juta ton kita buang sebagai sampah, kita enggan untuk memungutnya, membersihkannya dan menjadikannya sebagai sesuatu yang berguna. Padahal kalau kita lakukan ini, sangat bisa jadi seluruh kebutuhan kita bisa tercukupi oleh sesuatu yang selama ini kita anggap sebagai sampah tersebut.

Ketika ber-juta ton sampah tersebut kita arangkan saja, maka tiga isu besar bisa teratasi. Tiga isu besar tersebut adalah ketahanan pangan, ketahanan energi dan ketahanan air, atau yang lebih sering disebut FEW - Food, Energy and Water. Bagaimana arang bisa menjadi FEW security ini?

Ketika arang tersebut ditanamkan saja di dalam tanah, strukturnya yang berporositas tinggi dapat menyimpan nutrisi tanaman dan air dengan sangat lama, struktur berongga ini juga membuat aliran udara (aerasi) tanah bisa terus terjaga, dan yang sangat penting ekosistem mikroba (microbiome) akan tumbuh dengan baik.

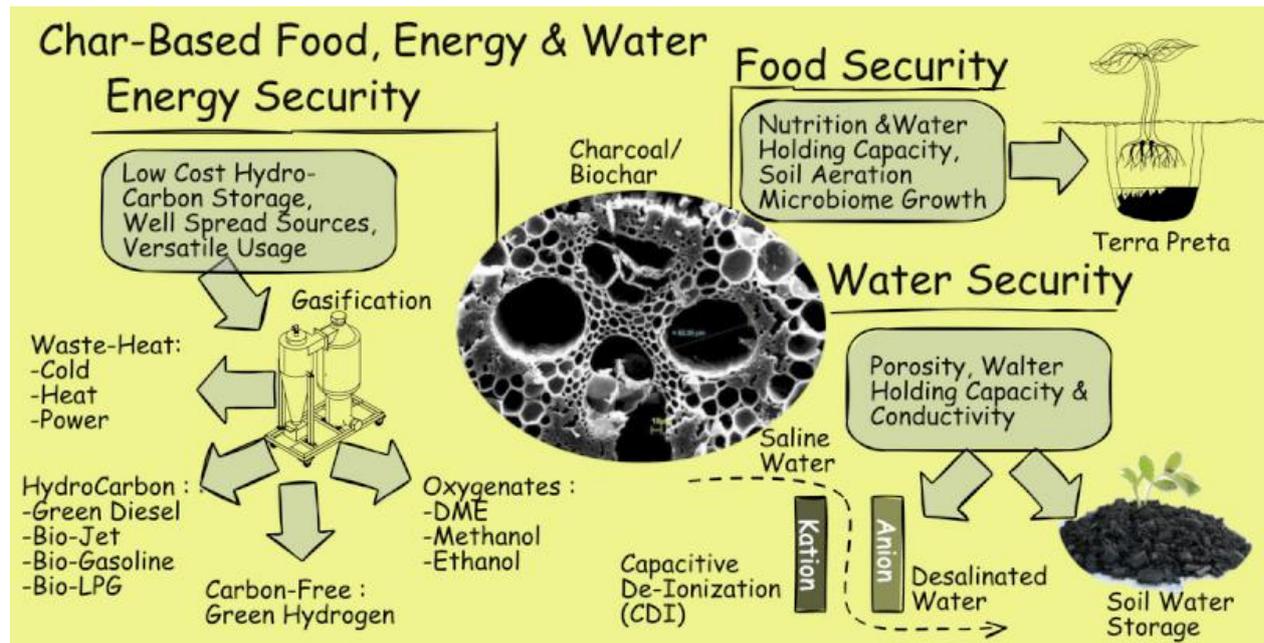
Bercocok tanam dengan tanah arang ini yang dikemungkinan masyarakat Amazon - Brasil selama ribuan tahun yang disebut Terra Preta, hingga kini tanah mereka tetap terjaga kesuburannya, dan Brasil menjadi salah satu eksportir pangan terbesar di dunia.

Sebagai sumber energi, arang adalah energi hydrocarbon yang sangat murah, dia juga sangat fleksibel untuk dijadikan energi dalam bentuk apapun. Setelah digasifikasi dengan Tetragen, dia bisa diproses lebih lanjut menjadi bahan bakar renewable hydrocarbon seperti green diesel, bio-

jet, bio-gasoline dan Bio-LPG. Syngas hasil gasifikasi arang juga bisa diproses menjadi methanol, ethanol, DME dan bahkan juga bahan bakar bebas carbon green-hydrogen.

Yang terbaru dan mungkin banyak yang belum tahu adalah arang ternyata juga sangat efektif untuk menjamin ketersediaan air tawar bagi masyarakat. Selain bisa menyimpan air tanah untuk tidak mudah habis oleh evaporasi dan run-off, karakter arang yang diaktivasi menjadi arang aktif bisa menjadi elektroda yang murah dan efektif untuk desalinasi air payau atau air asin. Teknologi yang disebut Capacitive De-Ionization (CDI) untuk desalinasi air laut ini akan membuat proses penyediaan air tawar menjadi murah dan tersedia di mana saja daerah yang membutuhkannya.

Jadi, marilah kita pungut sampah kita dan think about it, bisa jadi keberkahan rezeki kita justru ada di sampah-sampah ini.



34. MCDI Cell : Merubah Air Laut Menjadi Kopi!

Semua kehidupan berasal dari air, maka akses air bersih harus tetap tersedia bagi seluruh makhlukNya di muka bumi ini. Tidak boleh ada sumber air yang hanya dikuasai kelompok tertentu, apalagi kalau sampai ada yang memboikot akses air terhadap suatu bangsa.

Ketika sumber-sumber air bersih sudah 'terlanjur' dikuasai kelompok tertentu, dan hukum positif tidak memungkinkannya untuk mengembalikan sumber-sumber air tersebut ke masyarakat, maka yang bisa dilakukan adalah memberikan akses ke masyarakat luas untuk bisa mengolah air yang tidak terbatas untuk menjadi air minum.

Air yang menurut takaran manusia tidak terbatas tersebut adalah air laut, hanya air laut ini belum bisa langsung diminum karena mengandung salinitas yang tinggi. Setiap liter air laut bisa mengandung garam hingga 35 gram atau 3.5%, maka kandungan garam inilah yang harus diturunkan dahulu untuk tidak lebih dari 0.6% atau 600 mg/liter agar dia bisa menjadi air minum yang baik.

Berbagai teknologi telah dikembangkan oleh manusia modern untuk menghilangkan garam dari air asin atau yang disebut desalinasi tersebut. Hanya selama ini teknologi yang ada cenderung boros energi dan mahal di investasi - sehingga teknologi desalinasi yang ada belum menjawab kebutuhan air yang masif dari penghuni planet ini.

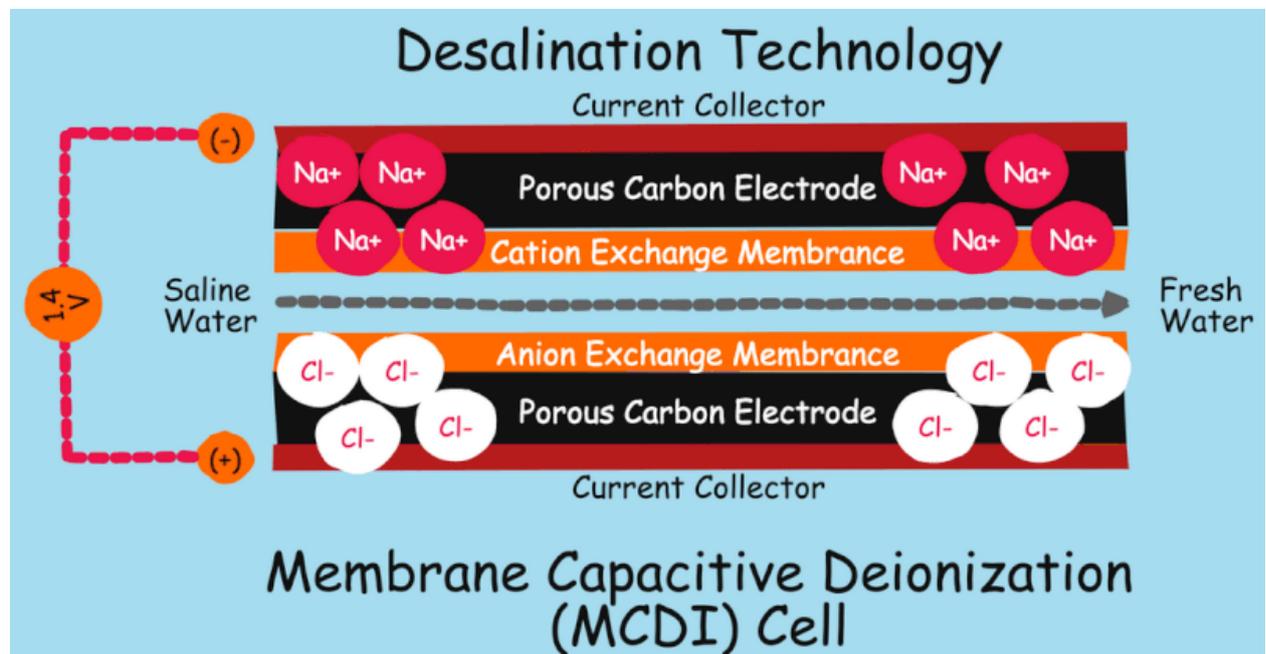
Maka think tank kami di Advanced Renewable Organization (ARO) berusaha mengkaji teknologi desalinasi yang murah dan harus sangat hemat energi, sehingga bisa digunakan oleh siapapun yang membutuhkannya dari seluruh tetangga-tetangga kita di planet yang kita tinggali bersama ini.

Pilihan kami jatuh pada teknologi yang disebut Membrane Capacitive Deionization (MCDI) seperti pada ilustrasi di bawah. MCDI akan bisa dirupakan dalam bentuk sel-sel kecil atau yang kami sebut MCDI Cell, dan sel inilah yang bisa ditaruh atau disusun dalam jumlah berapapun yang dibutuhkan - di dalam wadah-wadah air seukuran kecil hingga ukuran tangki industri.

Bagi nelayan kita misalnya, cukup berbekal flask atau semacam termos tempat minum, yang diisi air laut - namun ketika dituangkan kembali ke gelas beberapa saat kemudian sudah menjadi air tawar. Demikian pula kapal-kapal besar tidak lagi perlu berbekal air tawar dari darat, karena kebutuhan air bisa diambil langsung dari laut untuk mengisi reservoir-nya, dan ketika dibutuhkan beberapa saat kemudian sudah akan menjadi air tawar.

Meskipun kelihatannya too good to be true, teknologi ini proven! yang merancangnyanya bahkan menggunakan teorinya ini untuk disertasi doktornya dan lulus, artinya semua aspek teknologi yang menjadi kajiannya bisa diuji secara ilmiah.

Tinggal yang kami butuhkan mitra untuk memproduksi MCDI Cells-nya ini. Dengan sel-sel tersebut biarlah masyarakat nanti yang berkreasi sendiri untuk bagaimana memanfaatkannya. Bisa jadi nantinya bagi Anda yang suka mancing di laut, ketika termos Anda yang menggunakan teknologi ini, diisi air laut - ketika dituang ke cangkir sudah langsung menjadi kopi!



35. RDFC Super Car Yang Super Hemat Energi

Di Jerman ada super car Nathalie, yaitu kendaraan hybrid fuel cells dengan electric vehicle. Bahan bakar yang digunakan adalah methanol (64%) dan air (36%), dengan teknologi Reformed Methanol Fuel Cells (RMFC), methanol akan di-reformed dahulu dengan uap (air) untuk menghasilkan hydrogen, dan hydrogen-nya untuk menghasilkan listrik menggunakan hydrogen fuel cells. Kelebihannya, kendaraan listrik ini tidak perlu mengisi baterai di rumah maupun di SPKLU - karena listriknya bisa dihasilkan on-board langsung oleh kendaraan itu sendiri.

Tetapi seandainya ada yang berminat mendanai dan mengembangkan bareng, kita bisa membuat super car yang lebih dari Nathalie. Dengan teknologi Reformed DME Fuel Cells (RDFC), kendaraan kita akan lebih hemat lagi. Bahan bakar yang digunakan hanya 46% DME dan 54%nya air atau H₂O! Bila dengan teknologi RMFC yang dipakai Nathalie hydrogen dihasilkan oleh methanol (67%) dan dari air (33%), dengan teknologi RDFC 50% hydrogen akan berasal dari DME dan 50% lagi dari air.

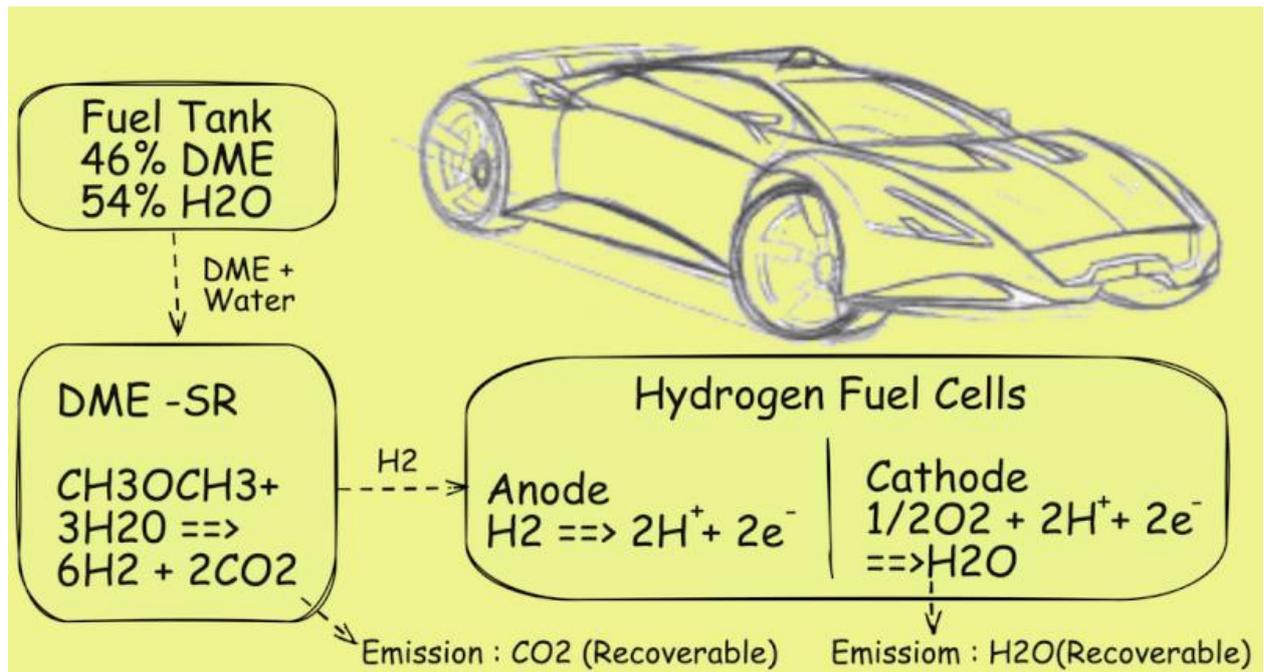
Karena DME ini mudah diproduksi dari biomassa atau sampah, harganya juga murah, hanya sekitar 40% bila dibandingkan harga BBM pada umumnya. Ditambah konversi energi Fuels Cells yang 2 kali lipat lebih efisien dari Internal Combustion Engine (ICE), maka overall kendaraan dengan teknologi RDFC ini bisa sangat menghemat biaya bahan bakar hingga tinggal 20% dari biaya bahan bakar kendaraan bensin atau diesel.

Lebih hebatnya lagi, super car dengan teknologi RDFC ini tidak perlu dibuat dari awal - karena akan mahal sekali investasinya bila semua kita buat, semua kendaraan listrik yang sudah ada bisa diubah menjadi super car dengan teknologi RDFC ini. Tiga modul tambahan seperti pada sketsa saya dibawah akan cukup untuk merubah semua jenis kendaraan listrik menjadi super car RDFC.

Modul pertama yang ditambahkan adalah tangki bahan bakar untuk menyimpan DME 44% dan Air 54%. Modul ke 2 untuk reaktor DME Steam Reforming (DME-SR), yaitu untuk merubah DME dengan uap (air) menjadi H₂ dan CO₂. Sedang modul ke 3 adalah Hydrogen Fuel Cells, yaitu merubah hydrogen menjadi listrik dengan limbah berupa air yang bisa direcovery untuk berbagai keperluan. Listrik dari Fuel Cells langsung ke sistem pengisian listrik dari kendaraan yang ada.

CO₂ yang merupakan limbah dari DME-SR, meskipun bersifat carbon neutral bila DME-nya dari biomassa, bisa juga CO₂ ini direcovery dengan teknologi FlueTrap yang sudah saya share dalam unggahan sebelumnya.

Sayang saya belum memiliki sulthon (resources) yang cukup untuk mewujudkan konsep super car yang bahan bakarnya lebih dari 50% air ini, siapa tahu Anda atau jaringan Anda ada yang memiliki sulthon yang dibutuhkan dan tertarik mewujudkan super car yang juga super hemat bahan bakar ini.



36. Green Flight for Blue Sky

Meskipun dunia penerbangan saat ini 'hanya' berkontribusi sekitar 2% pada emisi carbon global, trend pertumbuhannya melebihi sektor lain seperti transportasi darat maupun laut. Langkah untuk bisa meng-elektifikasi pesawat terbang juga masih sangat panjang, jadi kudu ada bahan bakar cair untuk pesawat yang hijau setidaknya untuk 50 tahun kedepan.

Dari sinilah maka dunia penerbangan berburu apa yang disebut Sustainable Aviation Fuels (SAF) dalam skala yang kolosal - karena kebutuhan bahan bakar pesawat yang sangat banyak. Peluang terbesar untuk ini juga ada di negeri ini, karena disinilah biomassa tumbuh sepanjang tahun.

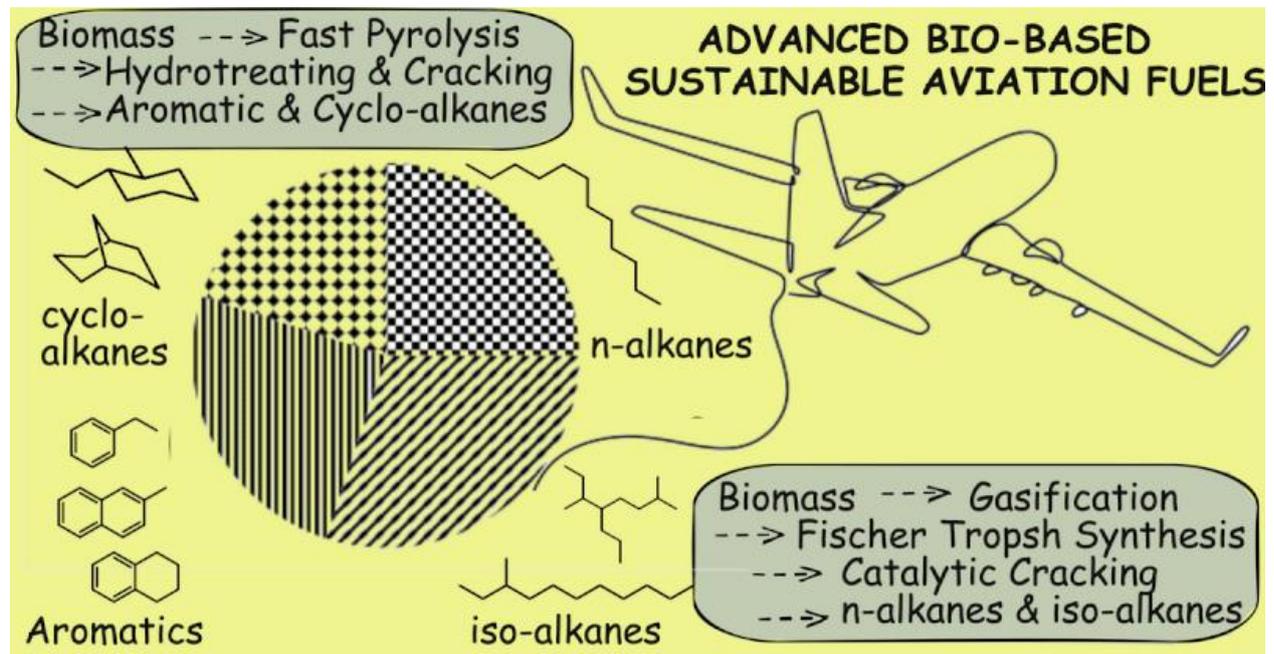
Empat molekul yang digunakan untuk nge-blend SAF yaitu n-alkanes, iso-alkanes, aromatics dan cyclo-alkanes, semuanya bisa disintesa dari biomassa yang melimpah di sekitar kita tersebut, termasuk biomassa dari sampah organik perkotaan.

Dua jenis molekul pertama yaitu n-alkanes dan iso-alkanes, yang intinya adalah rantai lurus hydrocarbon dan rantai bercabang, keduanya bisa dihasilkan dari biomassa melalui jalur gasifikasi, kemudian syngas-nya melalui proses Fischer-Tropsch Synthesis diubah menjadi bio-syn crude yang menyerupai paraffin wax, setelah di-catalytic cracking dan fractional distillation akan menjadi dua jenis molekul tersebut.

Dua jenis molekul lainnya yaitu aromatics dan cyclo-alkanes, yaitu rantai hydrocarbon yang melingkar, bisa dihasilkan dari biomassa melalui jalur lainnya. Pertama biomassa diproses melalui fast pyrolysis untuk menjadi bio-oils, kemudian bio-oils diupgrade melalui hydrotreating dan cracking, maka akan jadilah dua jenis molekul yang melingkar ini.

Jadi, molekul apapun yang dibutuhkan untuk meramu bahan bakar pesawat yang canggih, selalu akan bisa dihasilkan dari biomassa yang hingga kini masih kita perlakukan sebagai limbah dan sampah. Padahal kalau kita mau dan mampu mengolahnya, pasar SAF dunia lagi

menunggu kita, bukan hanya itu - dengan bahan bakar pesawat yang hijau inilah insyaAllah kita akan bisa menjaga langit kita agar tetap biru. Insyaallah.



37. Industrial Waste To Fuels

Merubah sampah menjadi energi mungkin sudah biasa, utamanya untuk menjadi listrik. Tetapi program Industrial Waste To Fuels (IWTF) yang ini pasti belum biasa, karena kami memang baru merancang sketsanya seperti di bawah ini. Yang membuatnya belum biasa adalah jenis waste yang ditanganinya, bukan hanya sampah atau limbah seperti pada umumnya, tetapi juga termasuk limbah panas dan gas buang.

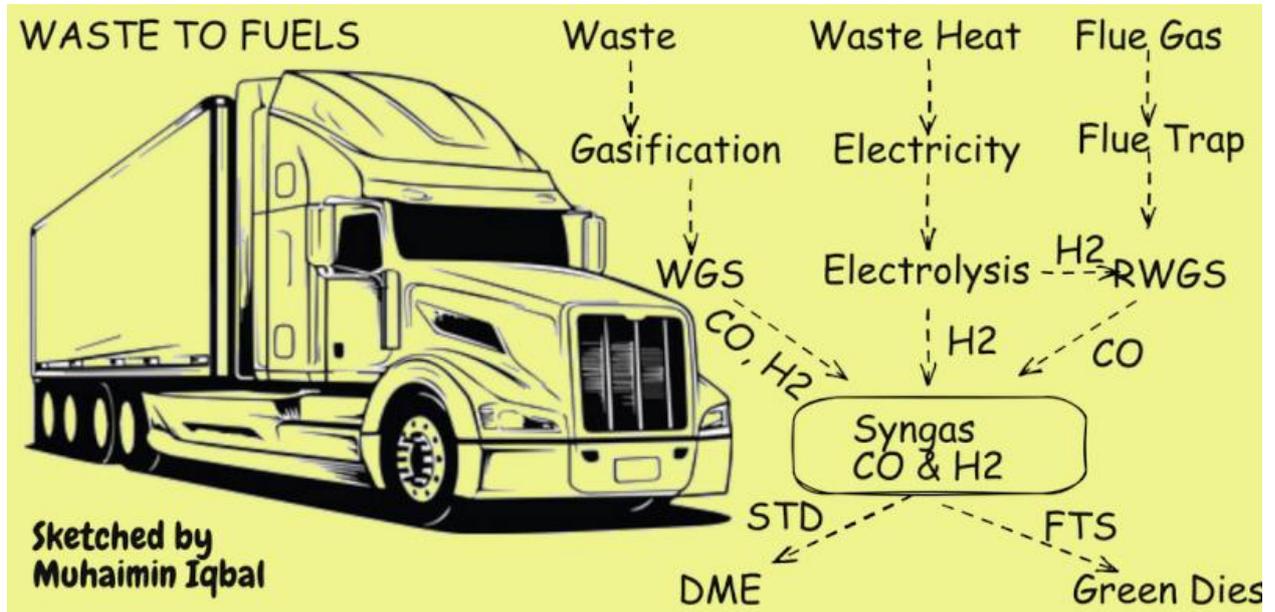
Program ini akan mengatasi sejumlah masalah sekaligus khususnya bagi industri. Limbah dan sampahnya bisa sepenuhnya terolah, waste heat recovery-nya akan melonjakkan efisiensi energi, dan penangkapan gas buangnya akan menurunkan emisi bahkan sampai pada tingkat menghentikan emisi sama sekali.

Matriks teknologinya self-explanatory seperti sketsa di bawah. Gasifikasi akan merubah semua sampah dan limbah menjadi syngas (CO & H_2), waste heat recovery akan menghasilkan listrik murah/gratis yang bisa untuk elektrolisa air dan menghasilkan hydrogen. Dan dengan bantuan hydrogen inilah flue trap akan mengubah gas buang yang ditangkapnya dari cerobong asap menjadi CO yang masih mengandung energi sekitar 10 MJ/kg.

Ketika CO dan H_2 dikumpulkan dengan rasio yang tepat, dia bisa diproses menjadi DME melalui proses Syngas To DME (STD), atau menjadi green diesel, bio-gasoline dlsb. melalui Fischer-Tropsch Synthesis (FTS).

Menariknya seluruh rangkaian teknologi ini sekarang bisa dibuat compact sehingga bisa ekonomis untuk skala satu industri, jadi industri Anda nantinya bukan hanya akan bisa mengatasi sampah dan limbah, tetapi bisa sekaligus meningkatkan efisiensi energi secara significant dan bahkan juga memungkinkan untuk memproduksi bahan bakar untuk unit transportasi Anda sendiri.

Saya tahu setidaknya ada satu perusahaan multinasional raksasa yang mengkaji system ini, tetapi tidak harus dalam usaha yang sebesar mereka - sebesar pabrik-pabrik atau industri menengah mungkin juga sudah bisa dibuat ekonomis kalau ada yang mau memulainya.



38. Circular Energy

Ketika sumber daya terbatas sementara kebutuhan manusia terus meningkat, setiap sumber daya yang ada harus bisa ditingkatkan pemanfaatannya sehingga seluruh kebutuhan tersebut bisa dipenuhi. Maka terlahirlah antara lain apa yang disebut circular economy, ketika ini kita terapkan untuk dunia energy - maka hasilnya kita sebut circular energy.

Di alam sebenarnya circular energy ini sudah berlaku bila kita menggunakan sumber energi biomassa. CO₂ yang merupakan gas buang dari pembakaran biofuels kembali diserap oleh tanaman untuk menghasilkan biomassa berikutnya. Namun bila circular yang sifatnya alami ini belum juga mencukupi kebutuhan kita akan berbagai jenis energi, maka putaran inipun bisa dipercepat.

Teknologi vital yang akan bisa menjadi enabler dari putaran circular energy yang lebih cepat ini salah satunya adalah apa yang kami perkenalkan sebagai FlueTrap. Dengan FlueTrap ini semua flue gas yang keluar dari cerobong asap ataupun exhaust mesin-mesin industri maupun transportasi, dapat ditangkap untuk dijadikan energi berikutnya.

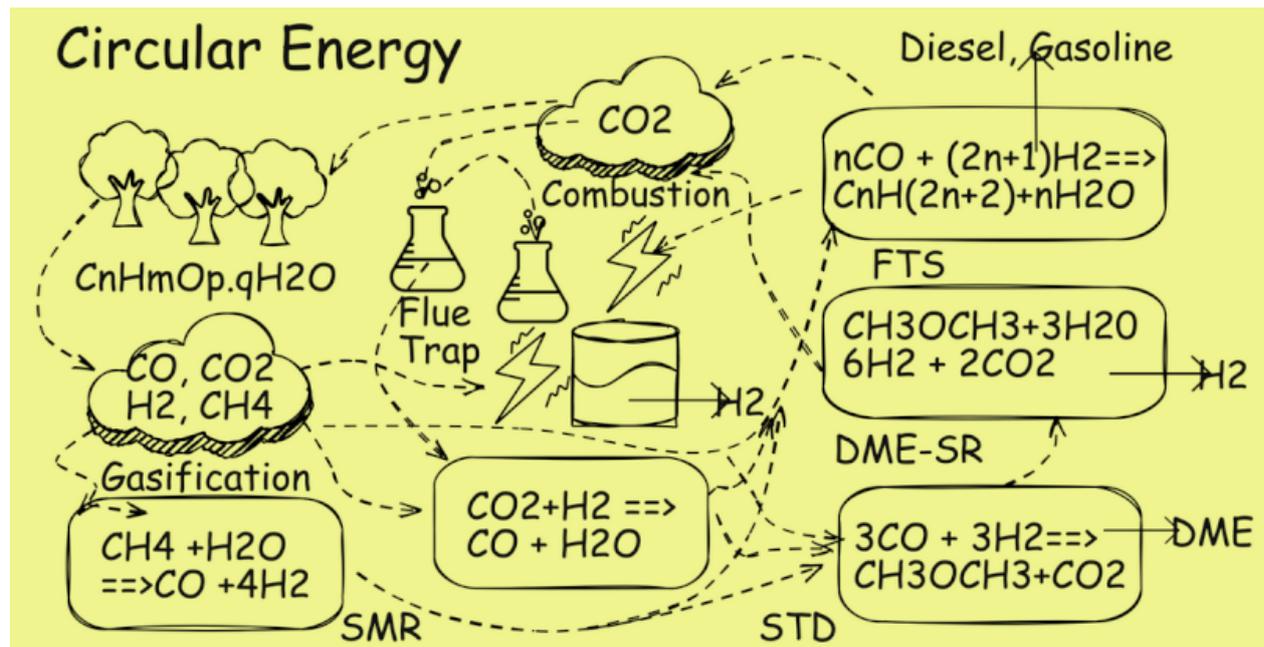
Flue gas mayoritasnya berisi CO₂, yang kemudian bisa dirubah menjadi CO dan air bila direaksikan dengan hydrogen. Dari mana hydrogennya? bisa dari gasifikasi biomassa maupun dari elektolisa air menggunakan listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah panas. Proses produksi syngas melalui gasifikasi, maupun produksi advanced biofuels seperti green diesel dan bio-gasoline melalui proses yang disebut Fischer-Tropsch Synthesis (FTS) - menghasilkan limbah panas yang sangat banyak.

Dengan teknologi Waste Heat Gas Turbine (WHGT), limbah panas ini bisa direcovery dengan mudah dan langsung diubahnya menjadi listrik. Dari listrik yang murah atau gratis inilah kita bisa memproduksi hydrogen yang murah in-situ, di lokasi kita memproduksi bahan bakar.

Setelah mendapatkan CO dan H₂ dengan komposisi yang kita kehendaki, maka kita akan bisa

memproduksi bahan bakar apa saja yang kita butuhkan. Bahan bakar-bahan bakar ini ketika dibakar untuk menghasilkan energi, akan kembali mengeluarkan CO₂ - kecuali bahan bakar yang carbon-free yaitu hydrogen, maka CO₂-nya dapat kita recovery lagi untuk memulai siklus baru dalam kehidupannya sebagai pembawa energy.

Teknologi-teknologi inti untuk menghadirkan circular energy ini adalah gasifikasi, Steam Methane Reforming (SMR), FlueTrap, Syngas to DME (STD), DME Steam Reforming (DME-SR), FTS dan WHGT, hampir semuanya teknologi yang matang dari abad lalu, hanya dua yang baru yaitu FlueTrap dan WHGT yang keduanya adalah teknologi yang memang baru kami perkenalkan. Dua teknologi inilah yang bisa menjadi enabler inti dari circular energy ini, InsyaAllah!



39. Tambang Minyak Baru Di Tempat-Tempat Sampah

Tambang minyak yang satu ini akan menjadi nice problem to have bila akhirnya nanti sumbernya bisa habis, karena saat itu berarti tidak ada lagi tumpukan sampah di TPA-TPA kota kita, TPA telah menjadi taman-taman atau ladang penggembalaan.

Mesin penambang intinya seperti dalam sektsa di bawah, intinya merubah syngas (CO dan H_2) menjadi synthetic crude (syncrude) yang persis crude oil pada umumnya, namun ini renewable. Sampah apapun bisa dijadikan syncrude ini, hanya yang membedakan adalah proses sebelum masuk mesin yang kami sebut Gas To Liquid (GTL) Reactors ini.

Bila sampah yang diolah pada umumnya kering termasuk yang sudah menjadi arang, pretreatment-nya adalah menggunakan mesin gasifikasi tetragen yang sudah saya unggah sebelumnya. Bila mayoritasnya adalah sampah basah, pretreatment-nya menggunakan Dual Fluidized Bed (DFB) reator yang juga sudah saya unggah di sini, <https://lnkd.in/gu57jTkn>

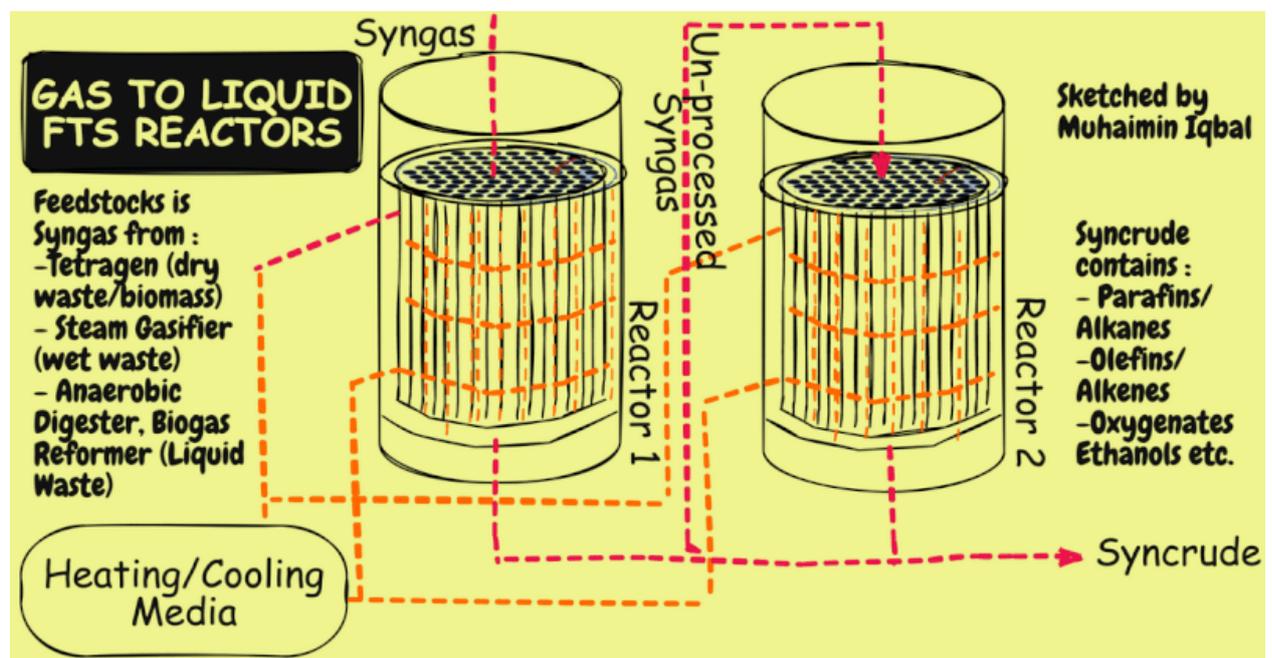
Bila sampah atau limbahnya berupa cairan, prosesnya menggunakan bio-digester dahulu supaya enjadi biogas, seteah itu biogass di reformed menjadi syngas, baru masuk mesin yang ini. Intinya sampah apapun kecuali yang berupa logam, kaca dan tanah bisa kita jadikan gas dan

kemudian diolah menjadi syncrude.

Syncrude sendiri umumnya terdiri dari tiga jenis hydrocarbon, yang pertama parafins atau alkanes yang setelah direfinery akan menjadi diesel, bensin, LPG dlsb. Yang kedua olefins atau alkenes yang bisa diolah menjadi perbagai produk turunan seperti aromatics dlsb. Dan yang ketiga oxygenates yaitu hydrocarbon yang mengandung unsur oxygen, seperti ethanol dlsb.

Reaktor-reaktor ini bisa dibuat kecil seukuran kontainer 20 feet misalnya, sehingga bisa mobile. Selain memproduksi syncrude, reaktor GTL ini juga menghasilkan limbah panas terus menerus selama dia beroperasi, maka limbah panas ini bisa direcovery unuk menjadi listrik seperti di unggahan sebelumnya juga, <https://lnkd.in/gYmb88As>

Jadi sekali merangkuk dayung tiga pulau terlewati, sampah teratasi, BBM yang renewable bisa diproduksi dan kebutuhan listrik yang hijau sekaligus tersedia untuk mobil-mobil listrik yang lebih hijau-lebih cepat.



40. Teknologi Untuk Para Santri

Teknologi bukan hanya untuk para peneliti dan mahasiswa di perguruan tinggi. Ternyata para santri juga sangat antusias belajar teknologi ini, bahkan mereka ini sangat dekat untuk langsung bisa menerapkan teknologi pada masalah sehari-hari yang mereka hadapi.

Berbagai solusi teknologi yang sering saya unggah di media ini misalnya, semuanya relevan untuk menjadi target pengamalan Al-Qur'an yang digagas di Pesantren Al-Ashqaf - Pontianak. Isu bahan bakar gas, air, sampah hingga asap yang sering mengepung kota mereka selama berpuluh tahun ini misalnya, terobosan solusinya insyaAllah ada pada buah dari dzikir dan fikir para santri yang akan terjun ke masyarakat ini.

Senang bisa meneruskan segala macam ilmu dan teknologi ini kepada mereka, mereka sudah memiliki 'ice cream' yang sangat lezat untuk dinikmati - yaitu hafalan dan pemahaman Al-Qur'an mereka, sedang tugas saya hanya menambahkan 'toping' agar 'ice cream' tersebut semakin

enak dan lengkap, yaitu bagaimana mengamalkan ayat demi ayat yang sudah mereka pahami, untuk menjawab seluruh persoalan kehidupan sehari-hari (QS 16:89). InsyaAllah.



41. Energi Sepanjang Jalan

Bila kita berjalan sepanjang jalan kota-kota kita, hampir pasti akan ketemu salah satu ini : tumpukan sampah, orang membuang sampah sembarangan, truk-truk sampah, pengumuman 'jangan buang sampah' atau hal-hal lain yang terkait dengan sampah. Segala sesuatu yang tidak lagi kita gunakan dan ingin kita buang, itulah yang menjadi sampah.

Sangat bisa jadi, apa yang sudah tidak berguna untuk kita - masih bisa digunakan oleh orang lain. Bahkan yang selama ini sudah dianggap benar-benar tidak berguna-pun, yaitu sampah organik perkotaan - masih bisa dirubah menjadi berbagai bentuk energi. Begitu banyaknya sampah organik ini, sehingga di kota kecil saya pinggiran Jakarta, penduduknya yang hanya 2 juta menumpuk sampah hingga 3 juta ton? Kok bisa? apakah rata-rata kita membuang 1.5 juta ton sampah selama ini?

Itulah realitanya ketika sampah hanya diangkut ke TPA-TPA dan ditumpuk di sana, praktik yang seperti ini dilakukan hampir di seluruh negeri, maka cepat atau lambat akan ada akumulasi sampah yang tidak lagi terbandung. Bahkan di salah satu kota di propinsi ini - sudah kehabisan kuota untuk buang sampahnya - artinya tidak bisa lagi membuang sampah kotanya ke TPA. Lantas kemana sampah-sampah ini akan dibuang? Menumpuk di pasar-pasar dan di pinggir jalan.

Maka lima langkah inilah yang diformulasikan oleh Sanggar WastoE (Waste To Energy) untuk memanfaatkan seluruh sampah tersebut menjadi energi, yang bisa kita lakukan tanpa investasi yang berarti bagi PEMDA setempat. Pertama seluruh sampah diangkut secara in-situ dan in-time, sampah hari itu harus menjadi arang hari itu pula, karena bila tidak akan menimbulkan

tumpukan sampah.

Kedua arang diproses menjadi syngas, dalam proses ini juga menimbulkan limbah panas yang bisa dikonversi menjadi listrik - juga dengan alat yang relatif sederhana. Syngas bisa langsung digunakan untuk memasak, atau langkah ketiga syngas diproses lebih lanjut menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti diesel, gasoline dlsb.

Bila tiga langkah tersebut dilakukan, sebagian saja kendaraan di kota kita sudah akan bisa menyerap habis bahan bakar yang kita produksi di kota kita sendiri (local fuels). Bahkan kendaraan super car masa depan yang akan menggunakan fuel cells sekalipun, bisa diberi bahan bakar local fuels oxygenates (ethanol, methanol dan DME) yang juga bisa dihasilkan dari sampah ini.

Bila saja kita mau melakukan ini, maka kita tidak akan pernah melihat sampah lagi di sepanjang jalan kota kita, sebaliknya yang kita lihat adalah kendaraan-kendaraan yang menggunakan energi bersih, carbon neutral, termasuk kendaraan listrik, yang semua energi dasarnya berasal dari material yang semula kita anggap sebagai sampah.



42. Introducing XEtOH, An Advanced Bio-Ethanol

Di pasar sudah dikenal apa yang disebut Advanced Bio-Ethanol atau 2nd Generation Bio-Ethanol, nama kimianya Ethyl Alcohol atau disingkat EtOH. Namun kami tambah huruf X didepannya menjadi XEtOH, dimana X adalah mewakili segala jenis bahan baku baru dalam proses produksi XEtOH tersebut.

Untuk memenuhi syarat Advanced Biofuels sesuai standard RED II Uni Eropa, bahan baku yang kami olah menjadi XEtOH ini tidak boleh bahan baku yang berebut dengan pangan, pakan, lahan pertanian, hutan, bahan baku yang mengganggu ekosistem laut dlsb.

Meskipun bentuk fisiknya sama dengan ethanol pada umumnya, perbedaan dalam bahan baku inilah yang membuat XEtOH memenuhi standard Advanced Biofuels atau 2nd Generation Biofuels tersebut. Bahan baku yang kami gunakan adalah biomassa dari limbah pertanian, perkebunan, hutan, dan bahkan juga bisa dari sampah organik perkotaan.

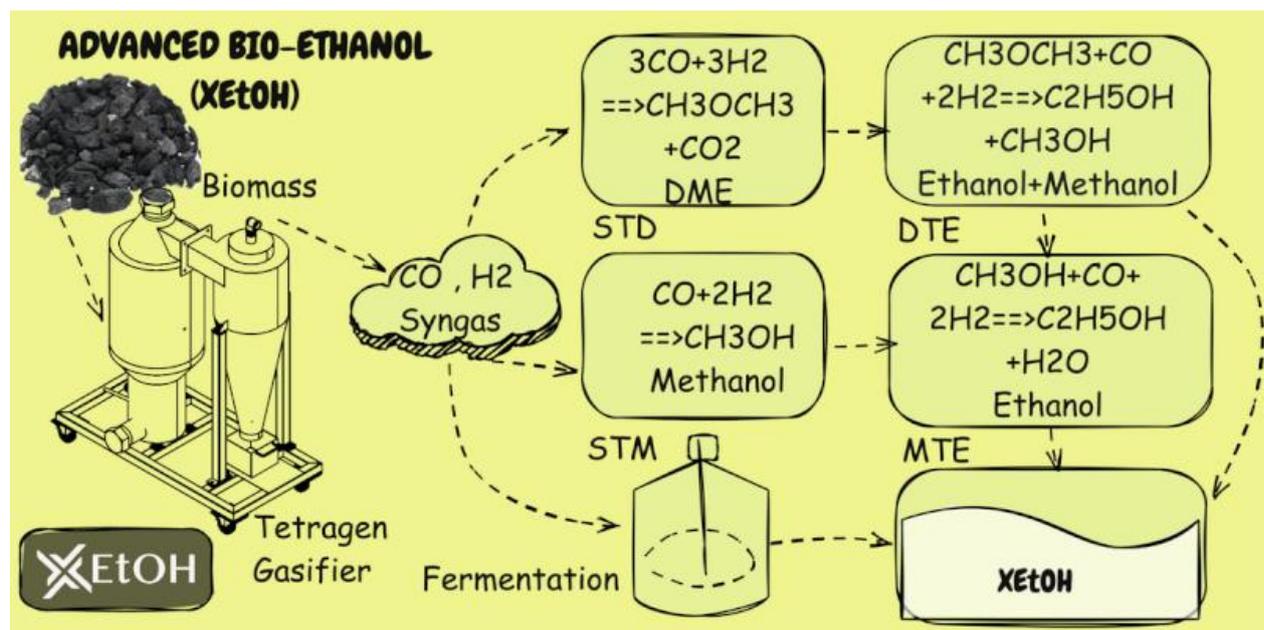
Proses yang ditempuh untuk merubah biomassa menjadi XEtOH ini, awalnya adalah semua biomassa digasifikasi untuk menghasilkan syngas. Bila biomassanya cair bisa melalui bio-digester kemudian biogas hasilnya di-reformed menjadi syngas. Setelah menjadi syngas ada tiga pilihan proses yang bisa ditempuh.

Pertama melalui jalur DME, syngas diproses menjadi DME dahulu, kemudian sisa syngas (CO dan H₂) direaksikan kembali dengan DME untuk menghasilkan ethanol dan methanol. Kedua melalui jalur methanol, syngas diubah dahulu menjadi methanol (bisa juga methanol dari proses pertama), kemudian methanol juga direaksikan dengan syngas lagi untuk menjadi ethanol dan air. Ketiga, syngas difermentasi dalam bio-reactor untuk langsung menghasilkan ethanol.

Mana saja proses yang dipilih, bahan bakunya sama yaitu syngas murni yang kandungannya CO dan H₂, dan hasilnya semuanya XEtOH yang memenuhi standard Advanced Bio-fuels. XEtOH ini adalah bahan bakar yang sangat universal, bisa digunakan di mesin bensin dengan campuran hingga 85% (E 85) tanpa perlu modifikasi apapun, atau dipakai 100% (E 100) untuk mesin yang dirancang/modifikasi khusus.

Yang lebih menarik adalah XEtOH ini juga akan cocok untuk mobil listrik atau fuel cells yang akan sangat hemat bahan bakar. Dengan teknologi REFC (Reformed Ethanol Fuel Cells), mobil listrik bisa dibuat tidak lagi perlu di-charged karena listriknya dihasilkan oleh mobil itu sendiri. Tinggal dipasang tangki ethanol dan air, instalasi ethanol reforming dan hydrogen fuel cells, maka mobil listrik Anda sudah tidak perlu discharge lagi - dan langsung menjadi the real green car, karena XEtOH sudah carbon-neutral biofuels.

Yang akan membuat mobil listrik dengan teknologi REFC ini sangat hemat adalah pertama karena bahan bakarnya 54% air dan hanya 46% ethanol. Kedua, konversi energi fuel cells rata rata lebih dari 2 kali lipat dari efisiensi Internal Combustion Engine (ICE). Ketiga adalah karena produksi listrik in-situ, tidak ada kehilangan atau pemborosan energi karena transmisi, storage dlsb.



43. Mobil Listrik Bertenaga Peuyeum

Membuat ethanol generasi pertama adalah mudah, seperti membuat peuyeum (tape) saja yang intinya fermentasi glukosa. Tantangannya ada pada proses pemurniannya, yaitu pemisahan ethanol dari air. Karena titik penguapan yang tidak jauh berbeda antara ethanol (78 derajat Celsius) dan air (100 derajat Celsius), memisahkan keduanya dengan cara tradisional sulit mencapai kemurnian yang tinggi dan boros energi untuk distilasinya.

Tetapi kini ada kabar baik bagi para pengembang ethanol ini, ethanol yang diproduksi secara tradisional-pun bisa langsung digunakan bahkan tanpa harus dilakukan pemurnian. Teknologi yang kami gunakan salah satunya adalah seperti sketsa di bawah, yaitu yang disebut Direct Ethanol Fuel Cels (DEFC). Anda bisa lihat di sini inputan DEFC adalah ethanol (46%) campur air (54%), bahkan dalam eksperimen lain dengan campuran ethanol dibandingkan air 1:2 - pun DEFC ini tetap berjalan baik.

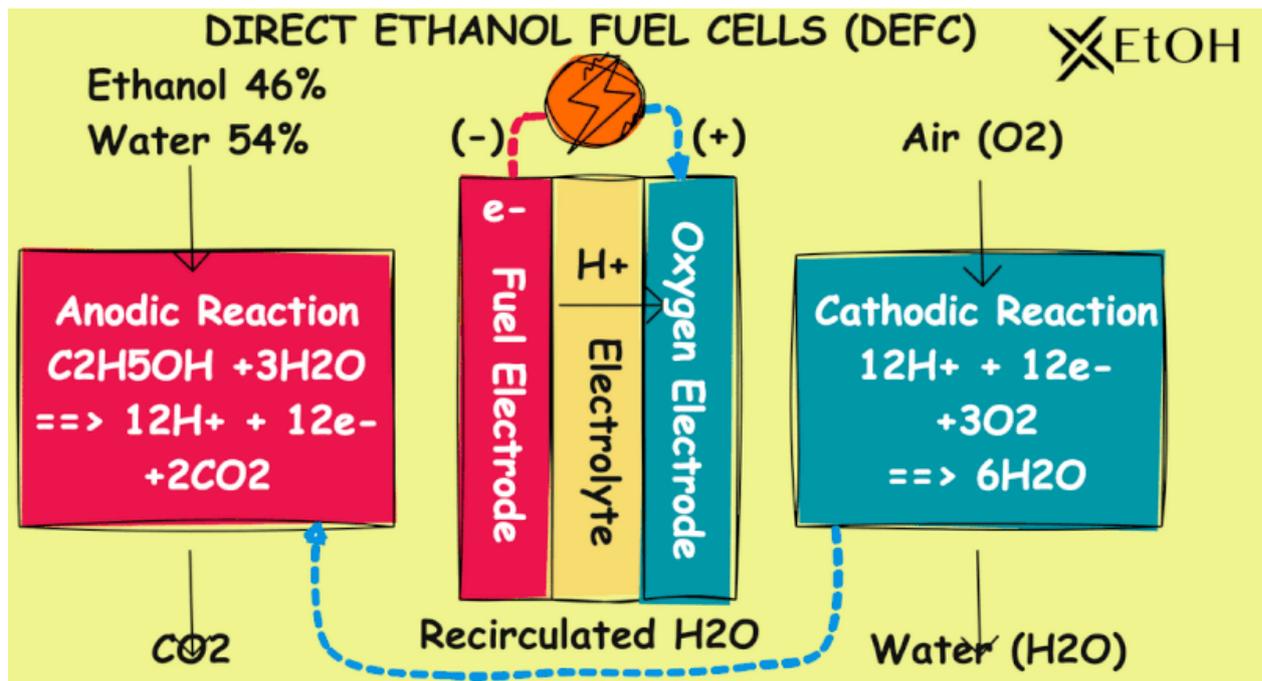
Cara kerja DEFC ini sederhana, proton dari atom hydrogen di molekul ethanol dan air dipisahkan dari elektronnya di kutub anoda. Proton (H+) melalui elektrolit berpindah langsung menuju kutub katoda, sedangkan elektron yang tidak tembus elektrolit akan berjalan memutar dan menghasilkan aliran listrik. Di kutub katoda, elektron akan bertemu kembali dengan proton dan oksigen menghasilkan air (H₂O).

Proses menghasilkan energi listrik dengan DEFC ini menghasilkan dua limbah, yaitu di kutub anoda limbahnya CO₂ - yang bisa direcovery dengan teknologi FlueTrap yang saya unggah sebelumnya, dan di kutub katoda limbahnya adalah air atau H₂O yang juga bisa ditampung untuk memenuhi kebutuhan air di kutub anoda.

Lalu untuk apa bila kita bisa menghasilkan listrik dengan ethanol yang bercampur dengan air ini? Bayangkan pengaruhnya pada efisiensi energi, pada proses produksinya tidak lagi butuh energi besar untuk memurnikan ethanol dari airnya, dan pada saat pemanfaatannya konversi energi fuel cells seperti DEFC ini juga jauh lebih tinggi - sekitar 2 x lebih efisien dari Internal Combustion Engine (ICE).

Satu-satunya masalah disini adalah bahan baku untuk membuat ethanol generasi 1 ini masih berebut dengan bahan pangan kita. Bila kita tidak ingin berebut dengan bahan pangan solusinya adalah 2nd Generation Bio-ethanol berbahan baku sampah atau limbah yang saya sudah unggah kemarin ini https://lnkd.in/gXBQC_rM

DEFC dengan ethanol manapun, generasi pertama atau generasi kedua, dapat digunakan untuk menghasilkan listrik secara on-board bagi mobil-mobil listrik yang telah dimodifikasi, atau bahkan bisa untuk menghasilkan listrik yang reliable untuk masyarakat yang tinggal di daerah/pulau terpencil, project atau object di remote area seperti BTS untuk telekomunikasi, atau bisa juga untuk critical mission energy untuk data centre, ruang operasi, daerah bencana, perang dlsb.



44. Tiga Langkah Untuk Ethanol 2.0

Melengkapi unggahan sebelumnya, bahwa generasi pertama ethanol yang dibuat dari singkong atau bahan pangan lainnya bisa langsung digunakan untuk bahan bakar fuel cells yang disebut Direct Ethanol Fuel Cells (DEFC), namun kedepannya yang kami bidik untuk bahan baku adalah limbah dan sampah sehingga tidak berebut dengan pangan, pakan, lahan pertanian, perkebunan maupun hutan.

Dengan bahan baku ini, ethanol yang dihasilkan adalah ethanol generasi kedua atau yang di Uni Eropa disebut Advanced Biofuels. Kalau ethanol generasi pertama juga disebut EtOH (Ethyl Alcohol), yang berbahan baku baru ini kami sebutnya XEtOH untuk menekankan perbedaan bahan baku, atau Ethanol 2.0.

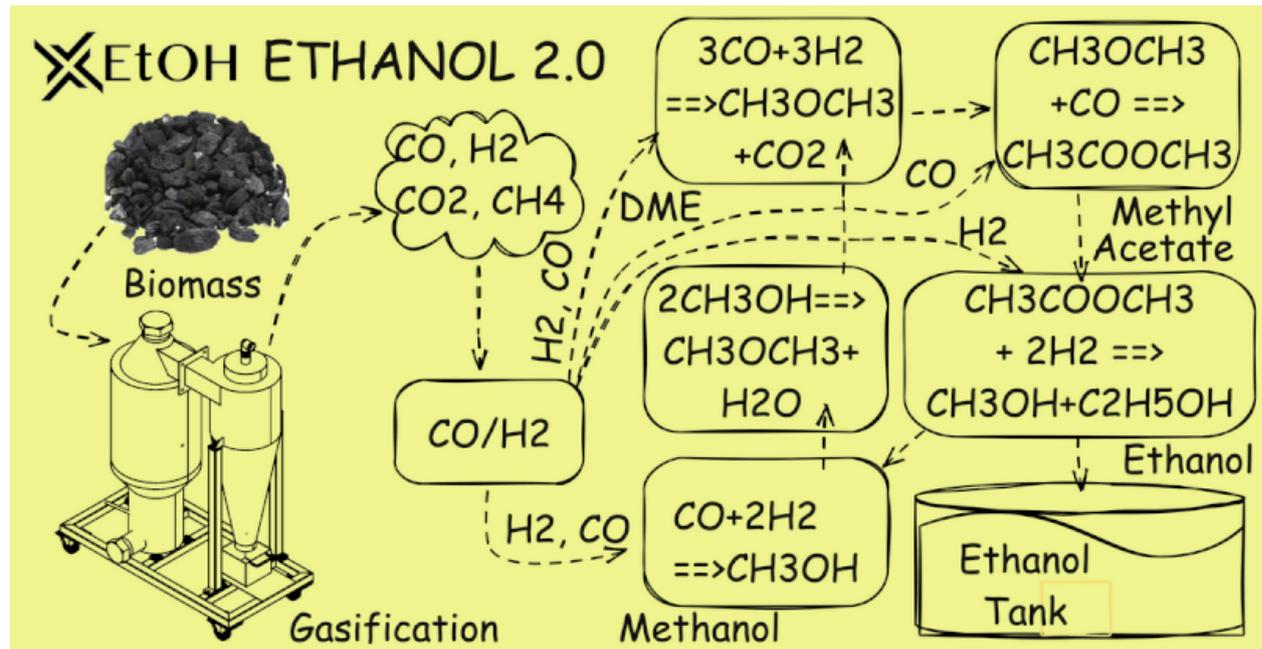
Intinya semua sampah dan limbah organic bisa dirubah menjadi syngas - langsung maupun tidak langsung. Bila bahannya sampah atau limbah kering prosesnya cukup gasifikasi standar dengan Ecogas SmartTube (EST) misalnya, atau dengan reaktor gasifikasi Tetragen (Tetra Generation). Bila bahannya sampah atau limbah basah gasifikasinya bisa menggunakan steam gasification.

Bila bahannya limbah cair, prosesnya bisa menggunakan Bio Digester untuk menghasilkan biogas, kemudian biogas di-reformed menjadi syngas (CO dan H_2). Syngas murni inilah universal energy building blocks, yang bisa dirubah menjadi bahan bakar apa saja, termasuk panas untuk menghasilkan energi listrik, pendinginan atau pemanasan itu sendiri. Inilah yang kami kenalkan sebagai Combined Cold, Heat, Power and Fuels (CCHPF).

Nah sekarang bagaimana kita bisa memproduksi Ethanol 2.0 dengan menggunakan syngas? Pertama syngas diproses menjadi Dimethyl Ether (DME, CH_3OCH_3), atau menjadi Methanol (CH_3OH) kemudian dikeringkan yang juga akan menjadi DME. Kedua dilakukan carbonylation terhadap DME (ditambah CO), dimana CO -nya juga berasal dari syngas - jadi tidak perlu bahan baku lain, hasilnya akan berupa Methyl Acetate (MA, CH_3COOCH_3).

Langkah ketiga adalah apa yang disebut hydrogenolysis, yaitu menyisipkan hydrogen (dari syngas pula) pada MA, hasilnya akan berupa Ethanol yang kita tuju, dan limbahnya berupa Methanol - dimana limbah ini diproses ulang melalui langkah 1, 2 dan 3 untuk akhirnya menjadi Ethanol juga, semua Ethanol yang awalnya dari limbah atau sampah inilah yang kita sebut Ethanol 2.0.

Jadi kita tidak perlu berebut dengan singkong, tebu/molase, jagung dlsb. untuk memproduksi Ethanol, karena dari sampah dan limbah-pun cukup. Bila sampah dan limbah ini nantinya akan habis, ini akan menjadi nice problem to have - berarti kota-kota kita sangat bersih, tidak ada lagi problem kebakaran lahan, hutan dlsb. Saat itulah kita bisa melangkah ke Ethanol generasi berikutnya, yaitu Ethanol 3.0!



45. Opportunities in Energy Transitions

Era transisi energi akan membawa banyak perubahan yang berarti juga kesempatan bagi pihak-pihak yang bisa mengambil manfaatnya. Ketika dunia ingin berubah dari ketergantungan pada energi fosil menuju Energi Baru dan Terbarukan (EBT), maka akan ada perubahan masif dari hulu ke hilir dari industri energi ini.

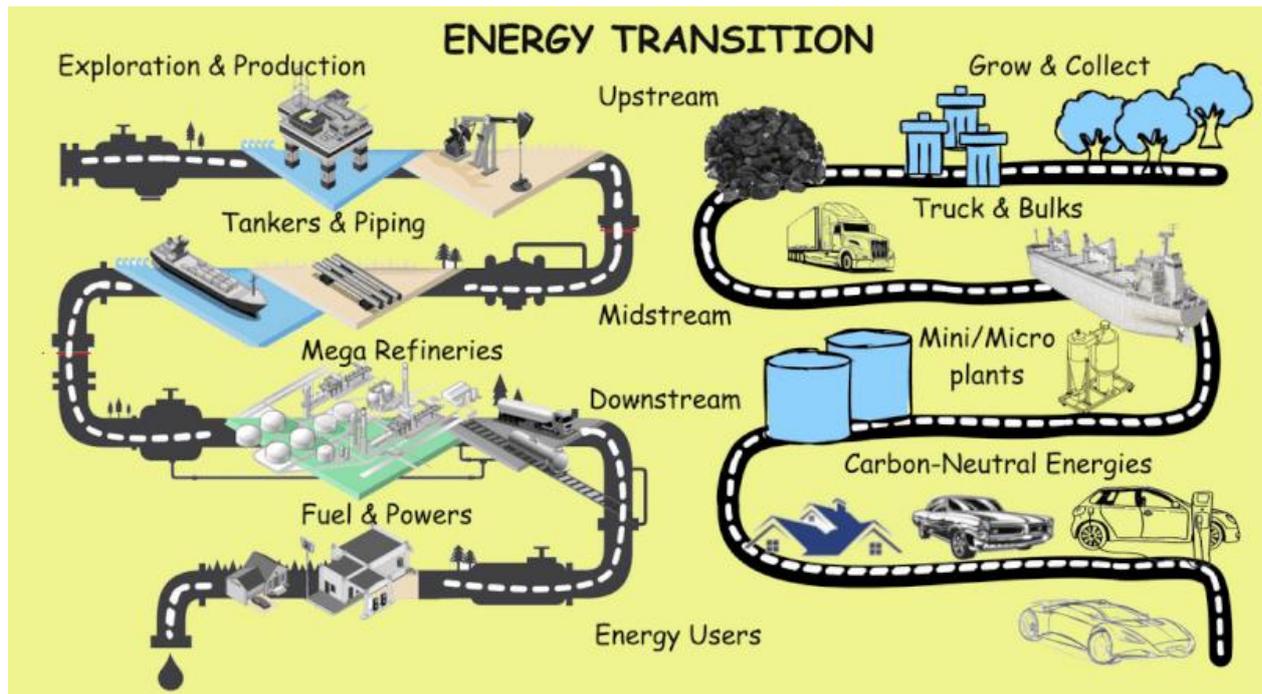
Bila di era energi fosil hulunya ada pada kegiatan eksplorasi dan penambangan atau produksi, di era EBT yang menjadi hulu adalah gerakan penanaman dan pengumpulan sampah dan limbahnya. Di era fosil bahan baku energi dasar dikirim dalam kapal-kapal tangker dan bulk raksasa, dan pipa-pipa lintas batas negara, di era EBT karena penyebaran sumbernya, pengangkutan akan melibatkan truk-truk dan kapal bulk yang tidak terlalu besar.

Pun demikian di industri hilirnya, di era fosil kilang-kilang dan pembangkit listrik selalu dalam skalanya yang raksasa, di era EBT kilang maupun power plant akan cenderung ter-distributed dalam ukuran masing-masing yang cenderung kecil bahkan mikro. Bahkan era EBT juga akan menghadirkan apa yang disebut Renewable Self-Consumers, yaitu EBT yang diproduksi dan digunakan sendiri oleh consumer-nya. Atau yang lebih besar sedikit dalam skala daerah atau kota dengan yang disebut Local Fuels, bahan bakar yang diproduksi dan digunakan di daerah

setempat.

Era EBT juga akan menghadirkan bentuk energy delivery yang lebih beragam, tidak tergantung pada utility company yang menghantarkan listrik atau SPBU yang menghadirkan bahan bakar saja, tetapi juga akan hadir berbagai bentuk energy delivery point yang tidak terbayangkan sebelumnya.

Yang terakhir ini akan menarik karena masyarakat atau project yang ada di pulau terpencil akan lebih cepat maju karena mereka tidak harus menunggu adanya listrik atau BBM dari pusat. Industri-industri dan juga gedung-gedung maupun commercial centres akan bisa lebih dahulu Net-Zero dengan energi alternatifnya sendiri. Bahkan satu zona industri di region ASIAN ini, sudah ada yang dirancang untuk 100% Net Zero sejak awal beroperasi.



46. Bio-Fuels Gas Turbine (BFGT), Teknologi Untuk Kemanusiaan

Dalam unggahan sebelumnya saya share sketsa saya untuk menangkap limbah panas dan merubahnya menjadi listrik, atau yang kita sebut Waste Heat Gas Turbine (WHGT) di link ini : <https://lnkd.in/gH46Ekv9> .

Namun bila limbah panas ini tidak ada, apa yang bisa kita lakukan untuk menghasilkan listrik yang mandiri? yang paling memungkinkan adalah menggunakan apa yang disebut Bio-Fuels Gas Turbine (BFGT) seperti sketsa di bawah. Prinsip kerjanya sama dengan Gas Turbine (GT) pada umumnya, hanya bahan bakarnya yang dibuat fleksible untuk berbagai jenis bio-fuels yang mungkin tersedia di lokasi yang membutuhkannya.

Secara ringkas udara disedot oleh kompresor dan dimampatkan, setelah melalui pemanasan pendahuluan di Recuperator - udara (oksigen) ini untuk membakar bio-fuels di ruang bakar. Udara yang menjadi sangat panas karena pembakaran ini akan mengembang dan menimbulkan tekanan yang besar dan memutar turbin. As turbin yang tersambung ke kompresor akan menyedot udara secara kontinyu, putaran as yang sama yang akan memutar rotor dalam

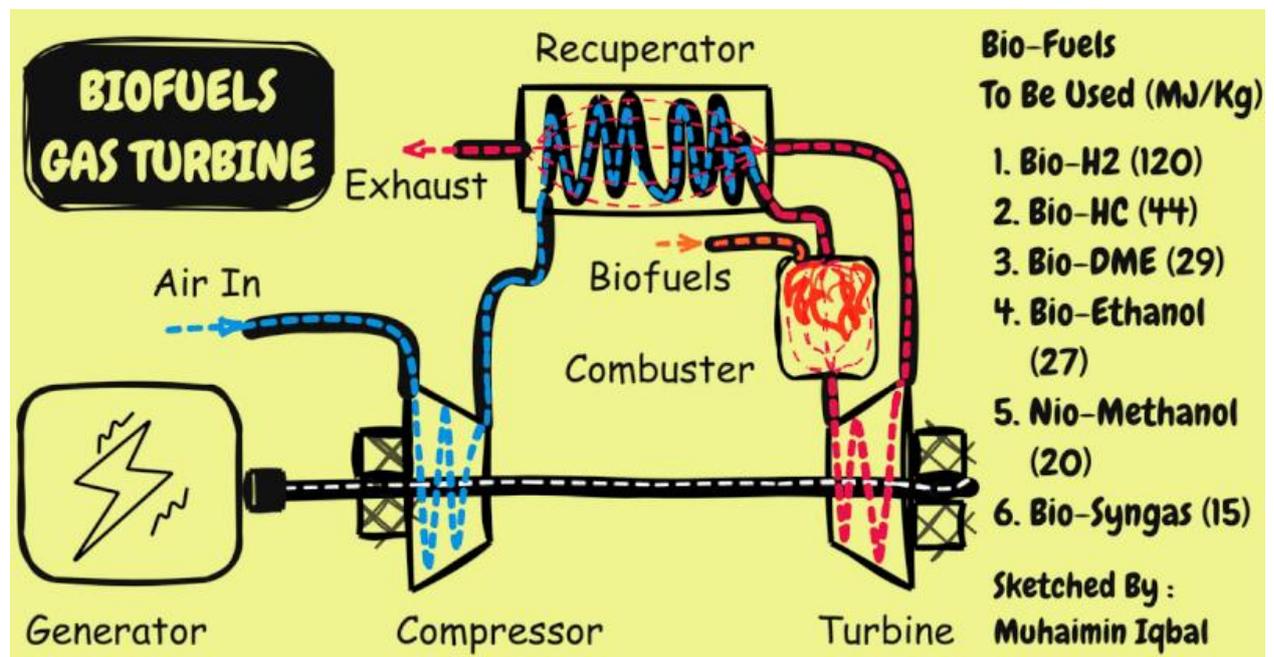
generator dan menghasilkan listrik.

Lalu bio-fuels apa yang bisa untuk menjalankan BFGT ini? apa saja bisa, tinggal menyesuaikan di fuel injection system-nya - dan kalau perlu ada pretreatment. Bio-fuels yang ideal adalah bio-hydrogen (Bio-H₂) karena kalori paling tinggi di angka 120 MJ/kg. Bila tidak ada bisa menggunakan bio-hydrocarbon (Bio-HC) dengan kalori 44 MJ/kg atau setara BBM kita pada umumnya.

Bila tidak ada pula bisa menggunakan bio-DME dengan kalori seitar 29 MJ/kg, lalu bila tidak ada penggantinya berurutan dari ethanol (27 MJ/kg), methanol (20 MJ/kg) dan syngas dengan kalori antara 12 - 18 MJ/kg. Sampai sejauh ini bahan bakar yang digunakan tersebut masih berupa gas atau liquid, bagaimana kalau bahan bakar yang tersedia adalah padatan - seperti biomassa dari limbah pertanian, perkebunan, hutan dan limbah organik perkotaan?

Bila ini yang kita hadapi, maka kita butuh mesin gasifikasi seperti yang sudah saya unggah sebelumnya. Bisa yang sederhana seerti Ecogas Smart Tube (EST), atau yang canggih dengan reaktor Tetrigen (Tetra Generation). Hanya saja bila kita menggunakan mesin gasifikasi ini, limbah panas yang sangat banyak umumnya sudah cukup untuk menghasilkan listrik menggunakan WHGT yang ada di link tersebut di atas, sehingga hasil gasifikasi ini bisa digunakan untuk produksi DME, ethanol atau methanol - yaitu energi tersimpan yang fleksibel, yang bisa digunakan di tempat yang tidak memungkinkan untuk melakukan gasifikasi sendiri.

Maka dengan kombinasi WHGT dan BFGT tersebut di atas, seharusnya tidak ada lagi tempat di muka bumi ini yang tidak ada listriknya. Masyarakat di daerah perang dan bencana alam sekalipun, mereka kudu tetap bisa mengakses listrik karena listrik sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari peradaban modern ini. Teknologi ini siap dialihkan ke para aktivis kemanusiaan di seluruh dunia yang telah membutuhkannya.



47. Bio-Fuels : 7 Sumur 1 Sumber

Dalam unggahan sebelumnya saya share Bio-Fuels Gas Turbine dan Waste Heat Gas Turbine, dengan kombinasi keduanya kita bisa menghasilkan listrik dengan bio-fuels apa saja, totalnya

ada setidaknya 7 jenis biofuels - termasuk limbah panas. Pertanyaan berikutnya adalah bagaimana kita bisa menghasilkan 7 jenis bio-fuels tersebut dengan sumber daya yang ada di sekitar kita?

Inilah energy survival skills yang perlu diajarkan ke sebanyak mungkin orang atau setidaknya pada sebanyak mungkin aktivis kemanusiaan, agar kita bisa menyelesaikan kebutuhan energi bagi siapapun yang membutuhkan di dunia ini. Yang sangat butuh ini bisa jadi masyarakat di daerah atau pulau terpencil, tetapi bisa juga terjadi ke masyarakat perkotaan kayak kita-kita ketika musibah bencana alam terjadi, atau musibah perang seperti yang terjadi akhir-akhir ini di bumi Palestina (Gaza).

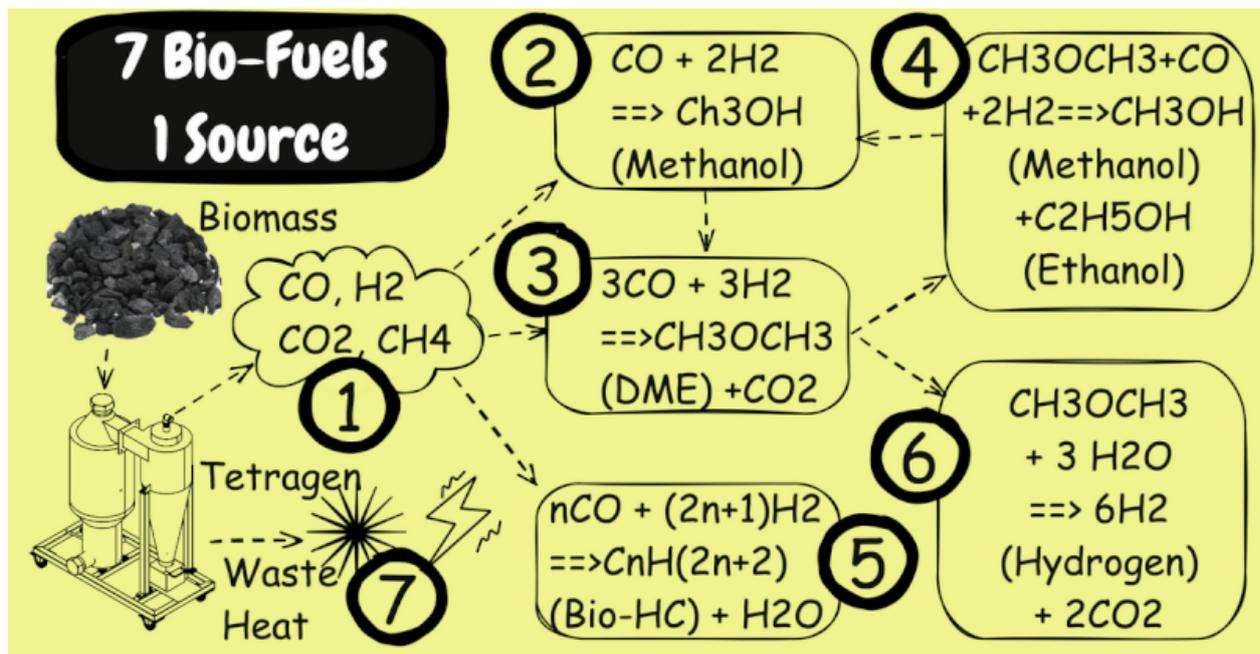
Bahan yang kita gunakan untuk menghasilkan bio-fuels ini adalah bahan yang paling banyak tersedia di muka bumi, yaitu apa saja yang tumbuh di muka bumi baik dari jenis tanaman maupun dari jenis hewan, yaitu biomassa. Sama dengan biomassa yang telah menjadi fosil selama jutaan tahun, biomassa apapun bisa kita gunakan untuk memproduksi bahan bakar berdasarkan petunjukNya di Surat Yasin :80.

Untuk persiapan jaga-jaganya, semua sampah dan limbah biomassa bisa diarangkan dahulu - agar dia stabil, bisa disimpan dalam waktu yang sangat lama dan sudah mengandung energy density yang tinggi, sekitar 30 MJ/kg atau sekitar 2/3 dari energy yang terkandung dalam minyak bumi. Ketika cadangan energi berupa arang tersebut hendak dibutuhkan saja, dalam kondisi normal atau darurat, baru diproses menjadi energi yang siap pakai.

Arang yang digasifikasi akan menjadi bentuk energi pertama yang disebut syngas, syngas ini sudah bisa langsung dipakai untuk masak maupun menghasilkan listrik, atau diproses menjadi bentuk bahan bakar canggih yang di Uni Eropa disebut Advanced Biofuels. Bentuk energi kedua adalah methanol yang bisa dihasilkan dari syngas melalui proses yang disebut Syngas To Methanol (STM).

Bentuk ketiga adalah Dimethyl Ether (DME) yang bisa langsung diproses dari syngas melalui apa yang disebut Syngas To DME (STD) atau bisa dari methanol yang dikeringkan. Dari DME pula bisa dihasilkan bentuk energi keempat yaitu ethanol, melalui DME carbonylation dan hydrogenolysis. Bentuk kelima yaitu bio-hydrocarbon seperti diesel, bensin dlsb, bisa dihasilkan langsung dari syngas melalui proses Fischer-Tropsch Synthesis.

Bentuk keenam adalah hydrogen yang bisa dihasilkan dari DME yang di-reformed dengan steam. Bentuk ketujuh adalah limbah panas dari awal proses gasifikasi. Nah bayangkan sekarang kalau Anda menjadi bagian dari dream team ini, Anda akan bisa banyak berbuat membantu saudara-saudara kita yang membutuhkan energi dimanapun berada. Berangkat dengan tangan kosong, kemudian melihat apa saja yang tumbuh di permukaan bumi sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan energi ini.



48. DCFC : The Next Waste To Energy Efficiency

Pada tingkat teknologi yang umum dipakai sekarang konversi energi dari biomassa termasuk sampah, menjadi listrik misalnya - masih dilematis. Bila biomassa dihargai wajar pembangkit listriknya yang tekor, dan sebaliknya - bila biomassa/sampah dihargai murah tentu tidak menarik bagi masyarakat untuk mengolah sampah menjadi bahan bakar yang siap pakai.

Solusi yang kami tawarkan sebelumnya adalah menjadikan biomassa atau sampah tersebut menjadi multiple products. Dengan menggunakan reaktor Tetragen misalnya, sampah bisa menjadi bahan bakar untuk Combined Cold, Heat, Power and Fuels (CCHPF). Karena bentuk energi yang dihasilkan bervariasi, kombinasi sebagian atau seluruhnya akan menjadi pendongkrak efisiensi yang signifikan, Biomassa/sampah bisa dihargai secara wajar dan pihak yang mengolahnya menjadi usable energy juga masih berpeluang untuk memperoleh profit margin yang memadai.

Tingkat efisiensi konversi energi dari sampah/biomassa tersebut juga masih mungkin ditingkatkan lagi bila konversinya menjadi listrik menggunakan teknologi fuel cells misalnya. Hingga kini teknologi fuel cells-lah yang memiliki konversi energi paling tinggi dibandingkan teknologi turbin, internal combustion engine, Organic Rankine Cycle (ORC) dsb.

Namun tingkat efisiensi fuel cells yang kini berada di kisaran 50-60%-pun masih mungkin ditingkatkan lagi, misalnya dengan menggunakan apa yang disebut Direct Carbon Fuel Cells (DCFC) seperti dalam sketsa saya di bawah. Dengan DCFC ini carbon atau arang dari biomassa atau sampah - bisa dirubah langsung menjadi listrik dengan tingkat efisiensi hingga 80% atau bahkan lebih.

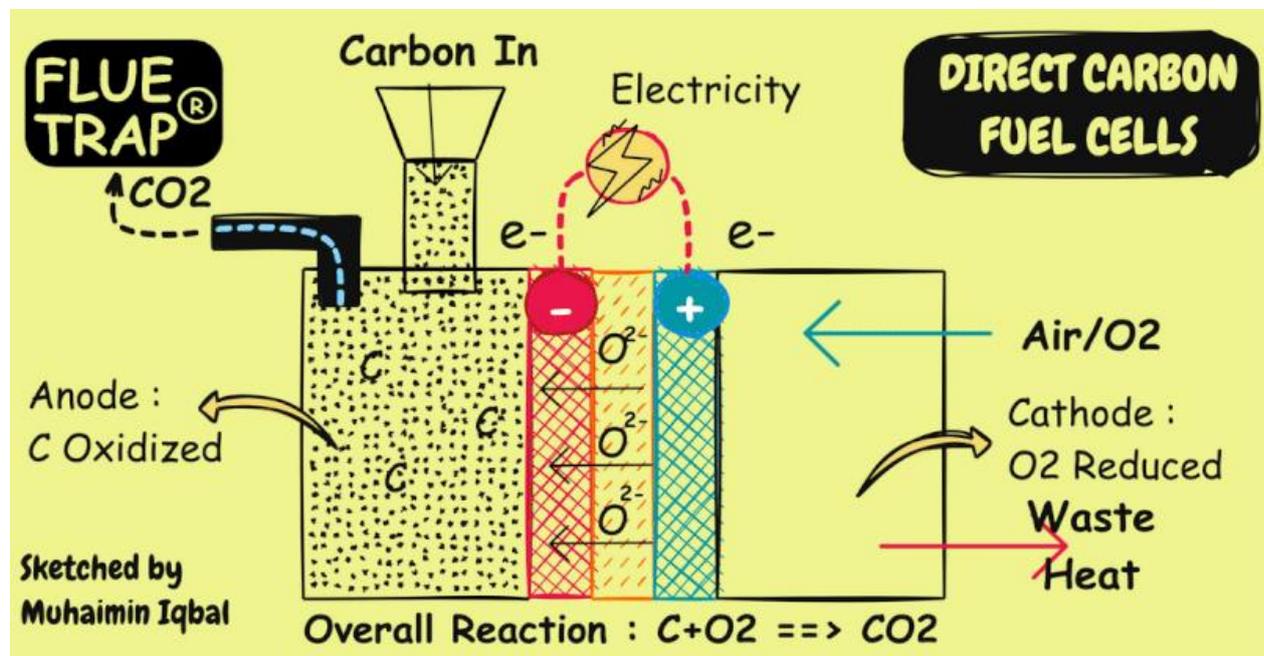
Dengan tingkat efisiensi yang sangat tinggi ini sekalipun DCFC belum banyak digunakan, antara lain karena dua sebab. Pertama beroperasinya DCFC ini pada suhu yang sangat tinggi, di kisaran 800 derajat Celsius - untuk menghasilkan suhu tinggi ini tentu juga butuh energi

tersendiri.

Kedua, reaksi langsung antara C dan O₂ yang menghasilkan CO₂ konsentrasi tinggi - juga membutuhkan penanganan khusus agar emisi CO₂ ini tidak menjadi masalah lingkungan - meskipun asalnya biomassa yang carbon neutral - tetap kita tidak mau melihat ada asap di tempat beroperasinya DCFC ini.

Alhamdulillah dua masalah tersebut kini dapat kami solusikan, kebutuhan panas dapat diperoleh dari pemanfaatan biomassa pada teknologi lainnya seperti gasifikasi dan Fischer-Tropsch Synthesis - yang sudah kami unggah sebelumnya, juga bisa dikombinasikan dengan pemanfaatan waste heat dari DCFC ini sendiri setelah suhu aktivasi reaksinya tercapai.

Adapun emisi CO₂-nya juga kini bisa ditangkap dengan sangat efektif menggunakan teknologi FlueTrap yang juga sudah kami unggah sebelumnya, CO₂ yang ditangkap oleh FlueTrap tersebut bisa dirubah menjadi energi lagi, atau digunakan untuk memproduksi pupuk dlsb. Anda yang tertarik untuk mengembangkan DCFC ini bisa bersinergi dengan kami. InshaAllah.



49. Hydrogen and Water Carrier

Selama ini kita mengenal sejumlah bahan bakar bisa menjadi hydrogen carrier yang lebih efektif dari hydrogen itu sendiri. Setiap m³ methanol men-deliver 149 kg H₂, 1 m³ liquid Dimethyl Ether (DME) men-deliver 191 kg H₂, dan bahkan 1 m³ ethanol mampu men-deliver 205 kg H₂. Angka-angka ini jauh di atas 1 m³ H₂ pada tekanan 700 Bar yang hanya mengandung 42 kg H₂.

Namun lebih dari itu, setiap hydrogen carrier tersebut digunakan untuk men-deliver H₂ kemudian H₂-nya digunakan untuk menghasilkan listrik, reaksi H₂ akan menangkap oksigen dari udara di sekitarnya dan menjadikan keduanya air (H₂O). Jadi sejatinya hydrogen carrier tersebut juga sekaligus menjadi water carrier.

Saya ambilkan dari contoh kasus DME sebagai hydrogen and water carrier pada sketsa di bawah. Setiap 1 kg DME, dia mampu men-deliver 260 gram H₂, dengan tingkat efisiensi

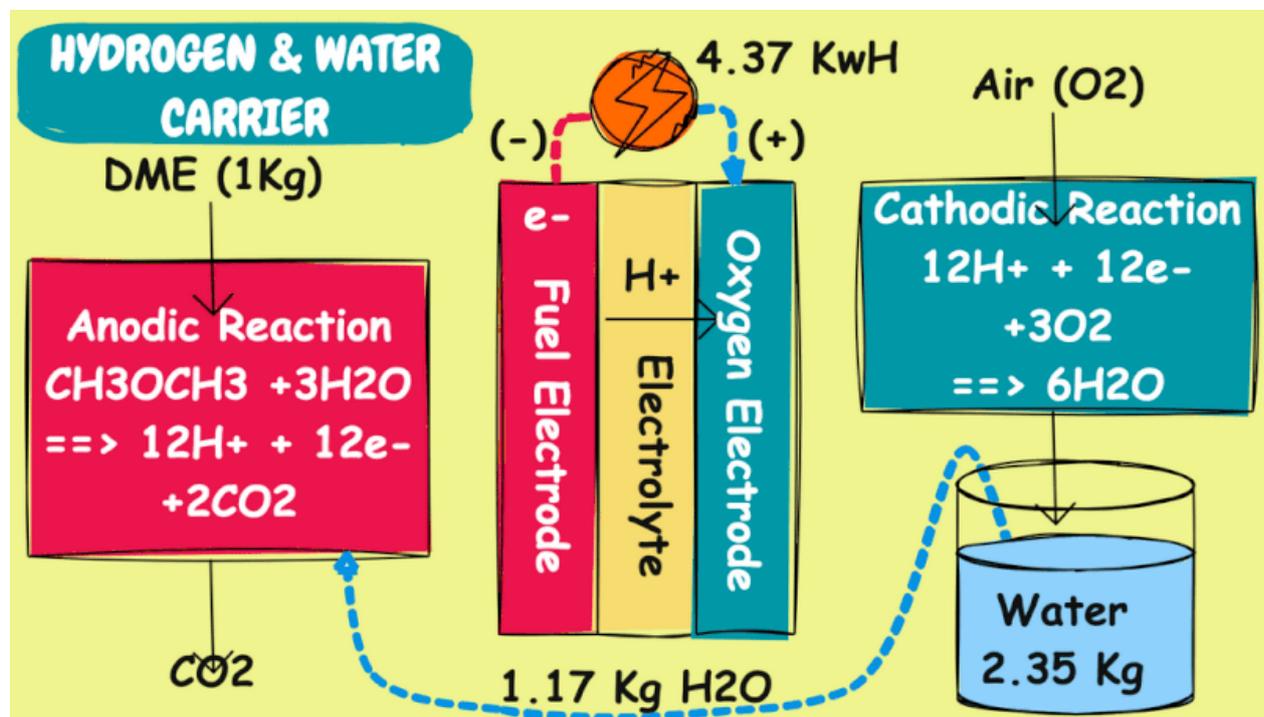
konversi energi fuel cells 50%, H₂ tersebut akan menghasilkan listrik bersih sekitar 4.37 kWh. Bersamaan dengan itu, reaksi Hydrogen dan Oksigen juga akan menghasilkan air 2.35 kg. Namun karena untuk reaksi ini juga membutuhkan air separuhnya, netto air yang dihasilkan adalah 1.17 kg.

Angka ini kelihatannya kecil, tetapi coba kita lihat dari perspektif yang lebih besar. Di sekitar Jakarta ada pembangkit listrik dengan kapasitas sekitar 1.1 Giga Watt. Seandainya pembangkit listrik tersebut digantikan dengan DME ini, maka akan ada produksi air sekitar 7 juta liter setiap hari. Bila rata-rata orang Jakarta minum air sebanyak 3 liter per hari, maka air yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berteknologi DME Fuel Cells tersebut cukup untuk minum 2.4 juta penduduk, ini adalah 22% dari penduduk Jakarta yang angkanya kini berada pada 10.56 juta jiwa.

Penduduk Jakarta bisa jadi tidak membutuhkan sumber air bersih tambahan ini, lho wong 13 sungai yang melintasi kota ini airnya selalu diburu-buru segera buang ke laut. Tetapi bayangkan konsep ini untuk kota-kota industri dimana sumber air terbatas, kota-kota di negeri teluk, di MENA (Middle East and North Africa) dan bahkan juga di negeri tropis ini tidak selamanya air bersih itu mudah didapat.

Juga tidak semua daerah memiliki kecukupan air yang sama, delivery energy dan air sekaligus dalam satu paket menjadi sangat efektif. Mengapa demikian? Hydrogen hanya perlu separuh dibawa dalam molekul DME, separuhnya dari molekul air setempat. Sedangkan airnya sendiri diproduksi secara lebih in-situ, mana kala molekul H₂ bertemu dengan molekul Oksigen juga dari udara setempat.

Maka konsep bahan bakar yang berperan ganda sebagai pembawa hydrogen atau energy dan sekaligus pembawa air ini bisa menjadi solusi untuk dua permasalahan sekaligus yaitu energi dan air di negeri-negeri atau daerah yang sulit air. Ini adalah inti dari presentasi teknologi kami dari Advanced Renewable Organization (ARO) sepanjang pekan depan di Doha - Qatar dalam acara International Conference On Sustainable Energy-Water-Environment Nexus in Desert Climate (ICSEWEN23). InsyaAllah.



50. Bio-DME : The Universal Advanced Biofuels

Banyak yang sudah saya unggah sebelumnya tentang Bio-DME (Dimethyl Ether), karena memang Bio-DME ini adalah salah satu bahan bakar carbon neutral yang sangat universal penggunaannya. Bisa langsung digunakan menggantikan LPG dengan memanfaatkan seluruh infrastruktur yang ada, bisa menggantikan bahan bakar diesel hingga 97% - yang 3% adalah pelumas untuk menutupi kekurangan DME dalam sifat lubrikasinya.

Bisa menjadi carrier untuk hydrogen sekaligus air seperti dalam unggahan saya kemarin. Bisa diproses menjadi ethanol melalui carbonylation (tambah CO) dan hydrogenolysis (sisipkan H₂) - yang kedua bahannya (CO dan H₂) juga dari syngas yang sama yang digunakan untuk produksi DME. Bahkan DME juga bisa di-reformed untuk menjadi CO dan H₂ kembali dan digunakan untuk memproduksi bahan bakar yang lain seperti bensin, diesel, jet-fuel, LPG dsb., menggunakan reaktor Fischer-Tropsch Synthesis (FTS).

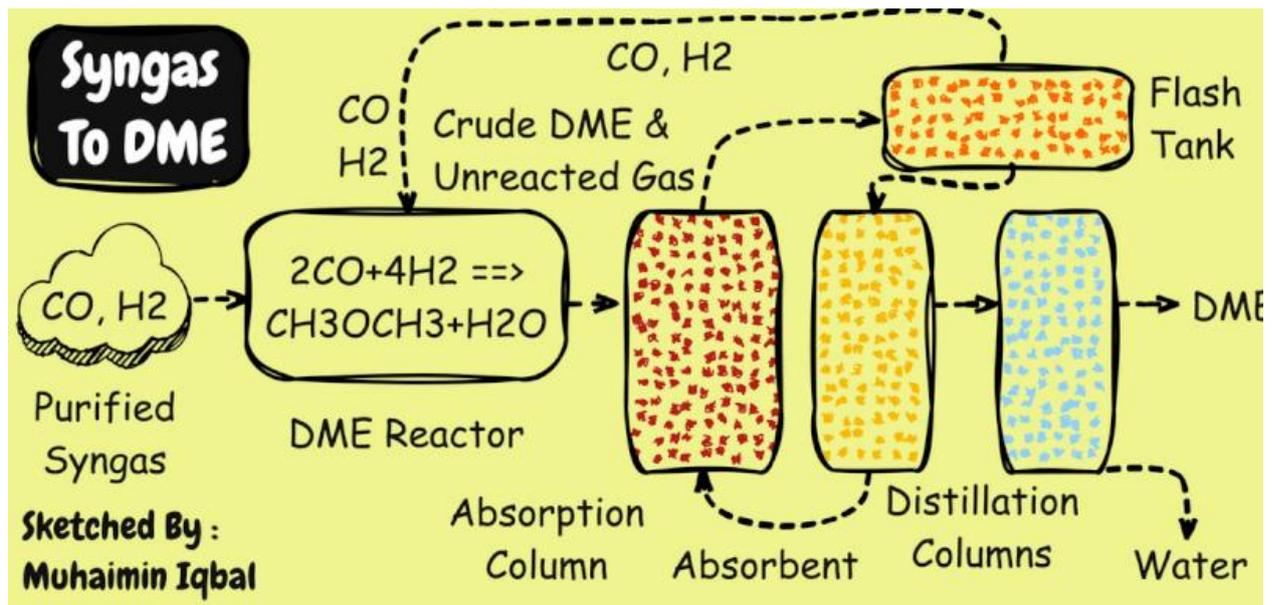
DME juga bahan bakar yang murah, dengan kandungan energi sekitar 29 MJ/kg atau sekitar 66% dari kandungan energi standar BBM, namun harganya hanya sekitar 40% dari harga BBM. Lebih menarik lagi dibandingkan LPG, dengan kandungan energi sekitar 59% dari LPG, harga DME hanya sekitar 1/3 dari LPG tanpa subsidi.

Di atas semua keunggulan itu, Bio-DME bisa dibuat dari segala bentuk biomassa yang ada di sekitar kita, baik biomassa kering, arang, bioamassa basah maupun limbah cair. Prinsipnya semua biomassa ini diproses dahulu menjadi syngas, menggunakan reaktor-reaktor gasifikasi yang videonya sudah banyak saya unggah. Setelah diperkaya dan dimurnikan, syngas ini siap menjadi feedstocks untuk Bio-DME.

Sketsa di bawah adalah rancangan untuk proses produksi Bio-DME yang tidak mengeluarkan emisi CO₂. Untuk proses ini dibutuhkan rasio H₂:CO minimal 2, agar semua carbon terproses menjadi Bio-DME. Untuk ini juga dibutuhkan mekanisme untuk menangkap syngas (CO dan H₂) yang tidak terproses menjadi DME langsung untuk diproses ulang, hingga seluruhnya terproses menjadi DME.

Dari process modeling dalam sketsa ini, dibutuhkan sekitar 2.5 kg biomassa untuk menghasilkan 1 kg Bio-DME. Secara keseluruhan reaksi dari CO dan H₂ menjadi Bio-DME dan air adalah reaksi eksotermis, yang menghasilkan panas sekitar 254 kilojoules per mol Bio-DME. Karenanya waste heat dari proses Syngas To DME (STD) ini juga masih mungkin di-recovery menjadi energi listrik, pendingin maupun pemanas.

Dari uraian ini, kita bisa mulai melihat-lihat sampah dan limbah di sekitar kita dan mencoba berhitung betapa banyak bahan bakar, listrik dan bahkan air yang bisa kita hasilkan dari apa yang selama ini telah kita salah pahami sebagai sampah dan limbah - padahal ini semua sesungguhnya adalah sumber energi dan air yang bersih dan melimpah bila saja kita bisa memanfaatkannya. Rabbana maa khalakta haadza baathilan.



51. Bahan Bakar Buangan (Flue Fuel)

Seperti pieces of puzzle dari suatu gambar pemandangan yang besar, kita baru akan bisa memahami dan menikmati gambar tersebut setelah semua pieces-nya lengkap dan tersusun pada tempatnya masing-masing. Demikianlah teknologi yang dibutuhkan untuk merubah sesuatu yang selama ini kita buang untuk kembali menjadi bermanfaat sebagai energi. Sketsa yang satu ini untuk pemanfaatan gas buang (asap) dan limbah panas.

Momok dari emisi udara itu adalah cerobong-cerobong asap industri, kapal, pesawat dan juga knalpot kendaraan bermotor. Bila saja kita bisa menangkap gas buang tersebut - yang mayoritas isinya adalah CO₂, maka ini akan menjadi sesuatu banget. Inilah exactly fungsi teknologi FlueTrap yang sudah saya unggah sebelumnya termasuk videonya yang bisa disaksikan di [youtube.com/bursaide](https://www.youtube.com/bursaide). Namun menangkap CO₂ saja belum akan banyak bermakna bila kita tidak bisa memprosesnya menjadi sesuatu yang berharga.

Maka untuk ini kita butuh hydrogen yang banyak dan harus murah, dari mana kita peroleh? giliran tugas teknologi kedua yang juga sudah saya unggah sebelumnya, yaitu Waste Heat Gas Turbine (WHGT). Dengan WHGT ini kita bisa menangkap limbah panas dan mengkonversinya menjadi listrik, produk listriknya akan murah sekali karena dari limbah panas yang memang semula dibuang. Untuk apa listrik ini?

Lagi-lagi bila dijual sebagai listrik harganya murah dan ribet prosesnya, maka listrik dipakai untuk memproduksi sesuatu yang lebih berharga yaitu hydrogen. Prosesnya sederhana dan teknologinya sudah matang sejak abad lalu yaitu elektrolisa air.

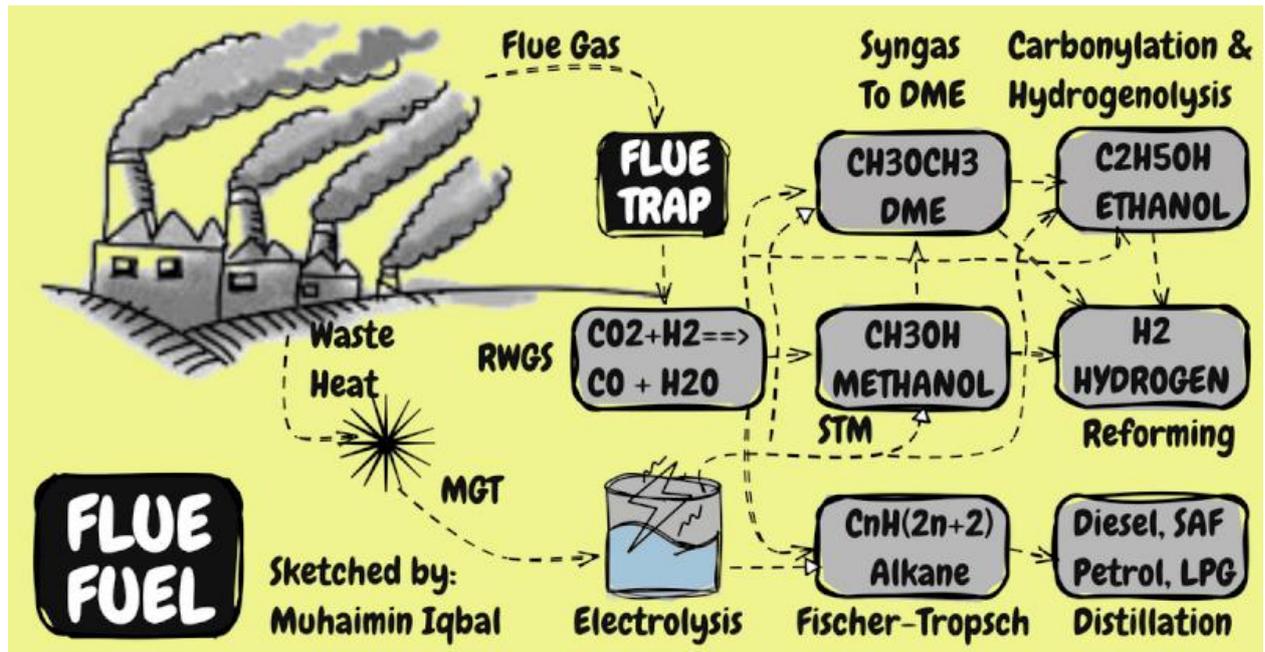
Kini kita sudah punya CO₂ dan H₂ yang banyak, tetapi saya mau tambah satu lagi teknologi yang sangat berguna, yaitu apa yang disebut Reverse Water Gas Shift (RWGS), dengan RWGS ini kita bisa merubah CO₂ dengan sebagian H₂ untuk menjadi CO. Kombinasi antara CO dan H₂ ini akan menjadi universal building blocks untuk kita bisa menyusun energi apa saja yang kita butuhkan.

Dari gas CO dan H₂ atau yang disebut syngas, dengan satu langkah kita bisa membuat methanol, DME dan syncrude. Satu atau dua langkah dari DME, yaitu carbonylation dan hydrogenolysis kita bisa memproduksi ethanol. Satu langkah dari DME, methanol atau ethanol kita bisa menghasilkan green hydrogen dengan proses steam reforming. Satu langkah dari

syncrude kita bisa menghasilkan diesel, sustainable aviation fuels (SAF), bensin maupun LPG.

Nah sekarang kita sudah bisa melihat big picture-nya, semua bahan bakar yang kita butuhkan saat ini dapat dihasilkan dari sumber pencemaran udara kita yaitu emisi gas buang dari segala jenis cerobong asap dan knalpot, juga dengan memanfaatkan limbah panas yang selama ini kita buang.

Hampir keseluruhan teknologinya matang sejak abad lalu, yang kami tambahkan dalam big picture tersebut hanyalah 2 pieces terakhir dari puzzle-nya, yaitu teknologi untuk menangkap gas buang yang kita sebut FlueTrap, dan teknologi untuk menangkap panas dengan Waste Heat Gas Turbine (WHGT). InsyaAllah



52. Koreksi Error Peradaban : Retro Energy Storage

Salah satu teknologi dari peradaban modern yang bisa jadi salah arah adalah teknologi penyimpanan energi, bisa jadi peradaban ini telah keliru mencari solusi untuk menyimpan energi yang dihasilkannya. Yang dicari mestinya cara mengolah energi yang melimpah, bukan cara menyimpan energi yang sedikit dan dihasilkan dengan susah payah.

Perhatikan sketsa saya di bawah, para peneliti nanti bisa memverifikasinya dengan angka-angka yang akurat, yaitu data kandungan energi dari masing-masing cara menyimpan energi baik dalam satuan berat (kg) maupun satuan volume (liter). Yang terkecilnya adalah apa yang disebut lithium-ion battery, yang hanya menyimpan 0.2-0.3 kWh/kg, tetapi mengapa justru ini yang paling banyak digunakan peradaban ini untuk menyimpan energi?

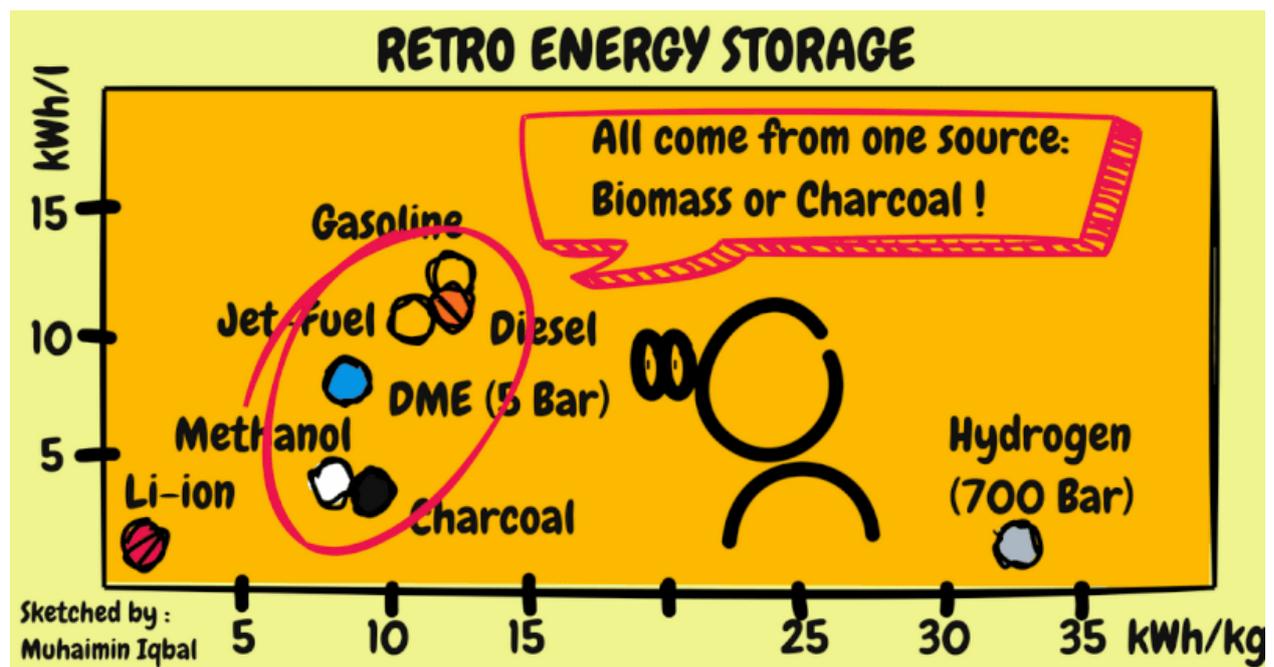
Bandingkan ini dengan hydrogen yang menyimpan energi hingga 33kWh/kg, tetapi tidak usah repot-repot menyimpan hydrogen - karena butuh tekanan sangat tinggi hingga 700 Bar untuk menyimpannya, arang saja sudah bisa menyimpan energi yang jauh lebih tinggi, 40 kali lebih tinggi dari lithium-ion battery per satuan beratnya!

Well, pasti manusia jaman ini merasa lebih mudah dan nyaman menggunakan lithium-ion battery ketimbang menggunakan arang tentu saja. Tetapi disinialh justru arah pengembangan teknologinya yang mestinya bisa dikoreksi. Dengan teknologi yang saya perkenalkan sebelumnya, yaitu Direct Carbon Fuel Cells (DCFC) misalnya, menggunakan arang sebagai energi akan semudah menggunakan battery biasa, detil teknologinya sudah saya share di sini : <https://lnkd.in/gWpNteTN>

Bayangkan misalnya mobil-mobil listrik masa depan tidak perlu diisi ulang battery-nya di rumah maupun di SPKLU, karena dia bisa menghasilkan listriknya sendiri melalui DCFC tersebut. Dan dengan berat DCFC yang sama dengan berat battery kendaraan listrik yang ada sekarang - dia bisa menempuh jarak 40 x lebih dari kendaraan listrik sekarang!

Lebih lanjut bisa dibayangkan aplikasinya, hanya dengan mengolah semua sampah dan limbah yang ada di sekitar kita - masyarakat super modern masa depan bisa menghasilkan listriknya sendiri yang reliable dan sangat murah - karena sambil bebersih sampah - yang hingga kini tidak kunjung teratasi oleh negeri yang ironinya lagi sibuk mengembangkan lithium-ion battery ini!

Teknologi kembali ke arang yang dibuat dari biomassa ini kami sebut teknologi penyimpanan energi yang kembali ke masa lampau, atau Retro Energy Storage. Para (calon) researcher dan scientist masa depan - bisa jadi ini peluang Anda untuk memperbaiki error peradaban ini. Penggunaan energi yang berasal dari biomassa atau arang inilah yang lebih dekat dengan petunjukNya - "Dia yang menjadikan untukmu api (energi) dari pohon yang hijau ..." (QS 36:80).



53. Back To The Future Fuels

Para penulis cerita fiksi ilmiah bisa berimajinasi lebih cepat dari para scientist dan researcher, karena mereka tidak ada kendala dalam imajinasinya - lha wong cuma berangan-angan saja. Tetapi tidak jarang apa yang mereka imajinasikan itu bisa benar-benar diwujudkan setelah sekian lama berlalu.

Itulah antara lain yang mulai tergambar jelas dari apa yang diimajinasikan penulis cerita film Back To The Future, yang lebih dari tiga dasawarsa yang lalu sudah membayangkan bahwa suatu saat kelak mobil yang paling canggih - yang bisa terbang-pun cukup diberi bahan bakar dari apa saja yang bisa dipungut dari tempat sampah.

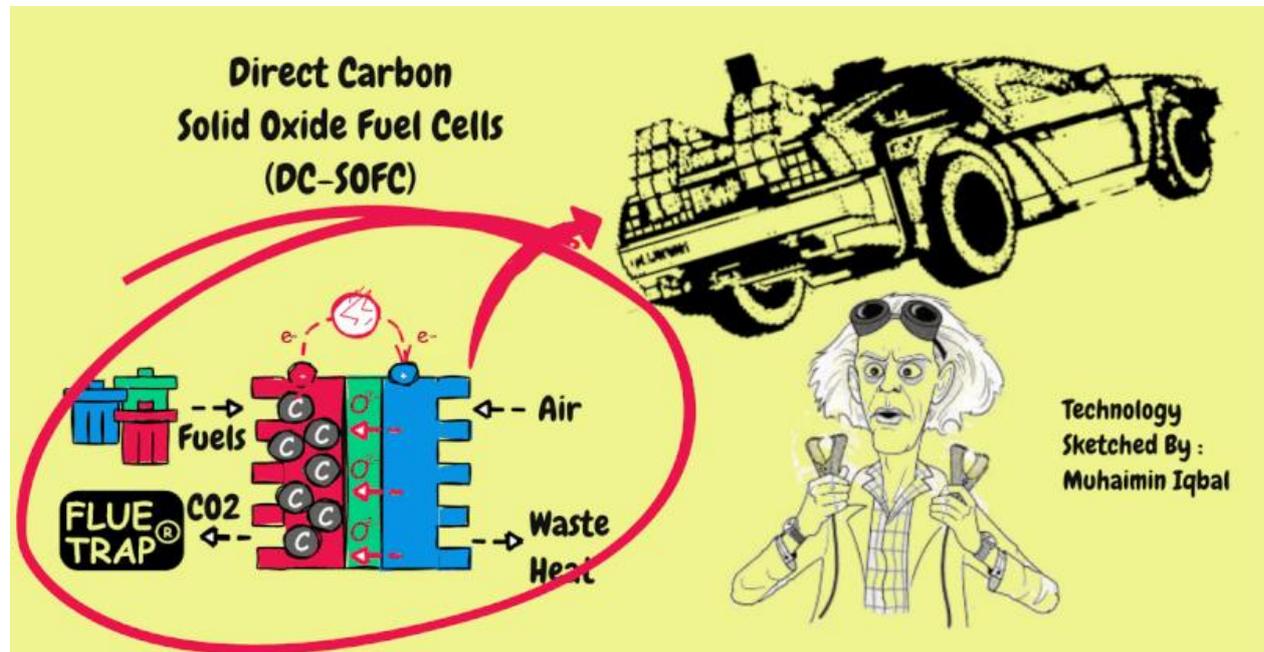
Teknologinya kini sudah terpecahkan, tinggal masalah waktu saja untuk produksi massalnya. Salah satunya adalah teknologi Direct Carbon Solid Oxide Fuel Cells (DC-SOFC) atau juga sudah saya unggah sebelumnya dengan nama Direct Carbon Fuel Cells (DCFCs).

Dua kendalanya selama ini ada pada suhu aktivasi yang sangat tinggi di kisaran 600 - 1000 derajat Celsius, tetapi ini sudah teratasi - karena sistem gasifikasi yang kita buat sederhana-pun dengan mudah bisa mencapai suhu ini dengan bahan bakar sampah itu sendiri (autothermal).

Pun demikian masalah asap yang muncul, apalagi bila bahan bakar yang digunakan adalah sampah asli - kering ataupun basah - yang tidak diarangkan. Begitu diproses dengan suhu tinggi pasti akan muncul asap yang sangat banyak. Lagi-lagi masalah asap ini juga telah kita atasi dengan teknologi yang kita sebut FlueTrap.

Semua material yang dibutuhkan untuk membuat DC-SOFC, baik untuk electrolyte maupun electrode-nya juga sudah banyak dikembangkan dan diproduksi perusahaan-perusahaan di dunia, ini tentu akan memudahkan bagi yang mau mengimplemntasikan teknologi bahan bakar dari masa depan ini.

Bagi yang tertarik lebih lanjut, team dari Advanced Renewable Organization (ARO) bisa dampingi untuk mengembangkannya. Mengapa ARO tidak kembangkan sendiri? ARO hanyalah sebuah think tank - riset swasta, sulthon atau resources yang dibutuhkan untuk implementasi teknologi sekompak ini tidak seluruhnya kami miliki, jadi bersinergi dengan yang memiliki berbagai resouces yang lain tentu akan lebih memungkinkan. Andakah yang kami cari?



54. Inspirasi Dari Negeri Gurun Nan Kaya

Untuk sepekan kedepan ini saya berada di negeri gurun nan kaya yaitu Qatar, acaranya-pun bertemakan gurun. Saya hadir mewakili Advanced Renewable Organization (ARO), untuk memamerkan teknologi low cost green hydrogen kami. Materi pameran insyaAllah bisa saya share setelah acara ini selesai pekan depan.

Judul acaranya sendiri adalah "International Conference on Sustainable Energy, Water and Environment Nexus in Desert Climates", maka teknologi-teknologi yang selama ini saya unggah di media ini menjadi sangat relevan dengan tema yang diangkat tersebut.

Tidak kalah pentingnya dalam rangkaian di Qatar ini adalah berbagi visi dengan para ahli Indonesia yang tinggal di Qatar, umumnya bekerja di perminyakan dan gas, namun juga ada yang di media dan perguruan tinggi. Meskipun rata-rata mereka ini ahli di bidangnya masing-masing, tetapi selalu menarik bagi mereka ini juga segala perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat dibutuhkan saat ini. Yaitu khususnya masalah renewable energi dan air.

Bagi saya sendiri melihat negeri Qatar ini sebagai sumber inspirasi, bahwa negeri bisa begitu makmur hanya dengan satu keunggulan awalnya, yaitu mampu memproduksi energi yang sangat banyak - jauh di atas kebutuhan penduduknya. Energi ini selalu bisa dijual kemanapun karena semua negara membutuhkannya, mereka tidak pernah kekurangan pasar dan tidak pernah kekurangan devisa - hanya dengan menjual satu produk yaitu energi awalnya.

Nah di era dunia berburu energi baru terbarukan yang carbon neutral, bukankah peluang itu ada di kita? Kita masih salah paham saja melihat sumber minyak baru itu dan menganggapnya masih sebatas sampah dan limbah. Padahal kalau kita mau saja, kita pasti bisa mengolahnya menjadi sumber energi terbarukan yang tiada habisnya.

Dari 17,500 pulau yang kita miliki dan baru sekitar 6,000 yang kita huni, bukankah terbuka luas peluang kita untuk menjadi penghasil dan pengekspor energi masa depan? Saya insyaAllah masih di region ini hingga akhir pekan depan - bila ada yang membutuhkan solusi energi dan air ini, bisa diskusi dengan saya dan mengambil inspirasi dari negeri gurun ini - insyaAllah.



55. Carbon Capture Fuel Cells (CCFC) for Energy and Water

Selain penangkapan carbon yang sederhana dengan menggunakan reactant dan adsorbent yang videonya sudah saya unggah sebelumnya di sini (<https://lnkd.in/gQQ6jy2DT>), kami di Advanced Renewable Organization (ARO) juga merancang penangkapan carbon dengan teknologi yang canggih, state of the art untuk saat ini yaitu teknologi fuel cells.

Dengan mengadopsi teknologi Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) yang beroperasi pada suhu tinggi (kisaran 600-800 derajat Celsius), secara khusus teknologi Molten Carbonate Fuel Cells (MCFC) yang menggunakan electrolyte dari kombinasi alkali carbonates, maka kita bisa merubah teknologi yang semula hanya berfungsi untuk menghasilkan listrik ini - kini menjadi teknologi yang berdaya guna lipat ganda, menghasilkan listrik, air dan menangkap CO₂ sekaligus.

Secara ringkas cara kerjanya saya jelaskan dalam sketsa di bawah ini. Sebagaimana fuel cells standar, inputan bahan bakar di kutub anoda dari fuel cells ini adalah hydrogen yang bisa diperoleh dari biomassa maupun elektrolisa air menggunakan Waste Heat Gas Turbine (WHGT) generator yang sudah saya unggah sebelumnya.

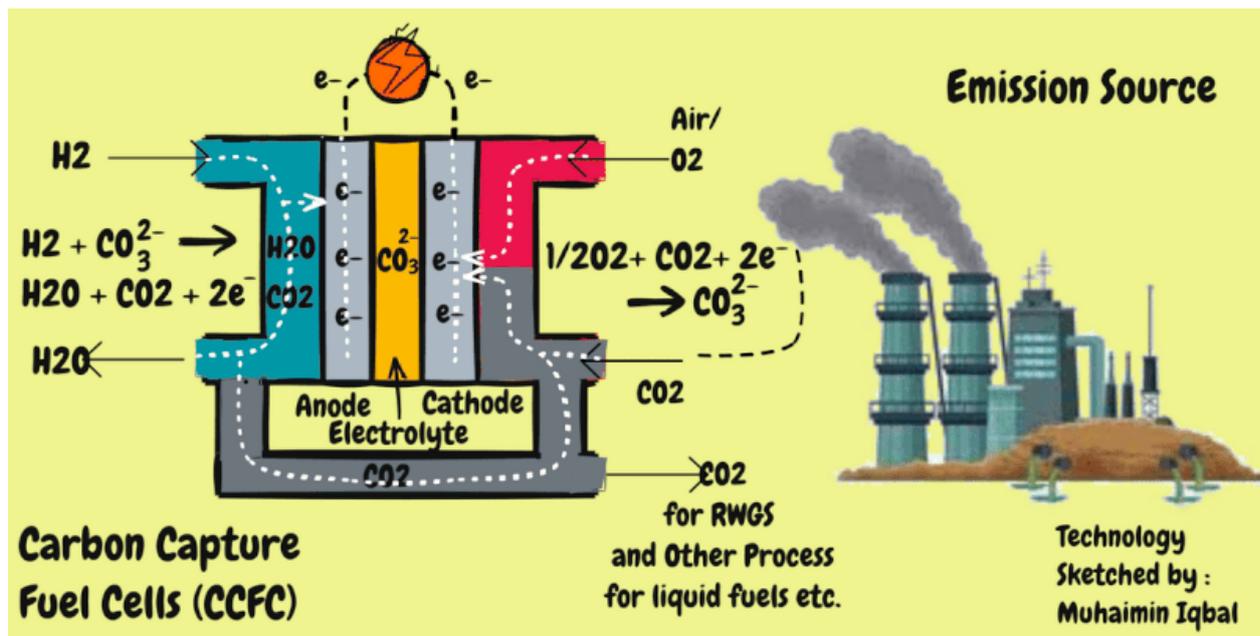
Bedanya dengan fuel cells pada umumnya, CCFC ini di kutub katoda-nya menerima dua inputan, yaitu O₂ dari udara dan CO₂ dari sumber emisi yang hendak kita tangkap CO₂-nya. Pada suhu aktivasi tersebut di atas hydrogen akan melepas elektronnya - dan elektron yang bergerak keluar dari kutub anoda menuju kutub katoda inilah yang menjadi aliran listrik.

Di kutub katoda elektron ini akan bertemu dengan O₂ dan CO₂ membentuk carbonate ion (CO₃²⁻). Carbonate ion ini kemudian menyebrang dari katoda menuju anoda melalui electrolyte, dan di anoda bertemu H₂ akan menghasilkan air, CO₂ dan 2 elektron lagi. Begitu seterusnya sistem ini akan menghasilkan listrik, sedangkan limbahnya air dan CO₂.

Memisahkan air dan CO₂ adalah mudah karena air berupa cairan pada suhu ruangan sedangkan CO₂ berupa gas. Air-nya dikumpulkan menjadi sumber mata air baru, sedangkan CO₂-nya ditangkap kembali. Hasil tangkapan CO₂ ini sebagian diputar kembali bersama CO₂ baru dari sumber emisi, sebagian lain bisa juga diproses melalui apa yang disebut Reverse Water Gas Shift (RWGS).

Hasil dari RWGS ini CO dan air lagi, airnya ditambahkan kembali ke sumber mata air baru di atas, sedangkan CO-nya direaksikan dengan H₂ dari sumber yang juga sudah disebutkan di atas, menjadi syngas yang selanjutnya dapat diproses lagi untuk menjadi berbagai bahan bakar cair baru, dari kelompok hydrocarbon seperti diesel, jet-fuel dan bensin, ataupun dari kelompok oxygenates seperti DME, methanol dan ethanol.

Big picture-nya adalah CO₂ itu jelas bisa ditangkap dan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dasar utama kita yaitu energi dan air. Dari satu sumber masalah, hadir dua solusi. "Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sungguh bersama kesulitan itu ada kemudahan" (QS 94:5-6).



56. Novel Water Sources

Kita pastinya kudu banyak bersyukur hidup di daerah tropis, sekering-keringnya daerah kita - hujan masih turun dalam beberapa bulan setiap tahun. Daerah kering-pun masih punya curah hujan lebih dari 1,000 mm/tahun. Kelembaban udara kita di kisaran 70-80%, bila terpaksa tidak ada hujanpun - kita masih mungkin menggunakan teknologi kondensasi untuk menangkap air dari udara langsung.

Bayangkan saudara-sudara kita yang hidup di gurun pasir, seperti yang di Middle East and North Africa (MENA), dalam conference yang saya berkesempatan ikut terlibat di dalamnya untuk sepekan kedepan ini, masalah air ini sungguh jauh lebih pelik untuk diselesaikan.

Di daerah padang pasir, di MENA ini - ada daerah yang curah hujannya hanya 10 mm/tahun - air hujan hanya sempat menetes beberapa kali dalam setiap tahunnya. Kelembaban udara berkisar 25% hingga 50% tergantung musim, maka penduduk di daerah seperti ini bertahan berabad-abad hidup dengan konsumsi air yang sangat sedikit.

Tetapi ada kabar baik bagi seluruh dunia dimanapun umat manusia tinggal, unsur yang mewakili kandungan terbesar dari molekul air itu ternyata sudah ditebarkan oleh Sang Pencipta kita relatif merata di seluruh permukaan bumi. Dari berat molekul air yang 18, 16 bagian adalah unsur O, dan hanya 2 bagian unsur H₂. Unsur O atau Oksigen inilah yang tersedia relatif merata - di sekitar 21 % dari kandungan udara di seluruh permukaan bumi ini.

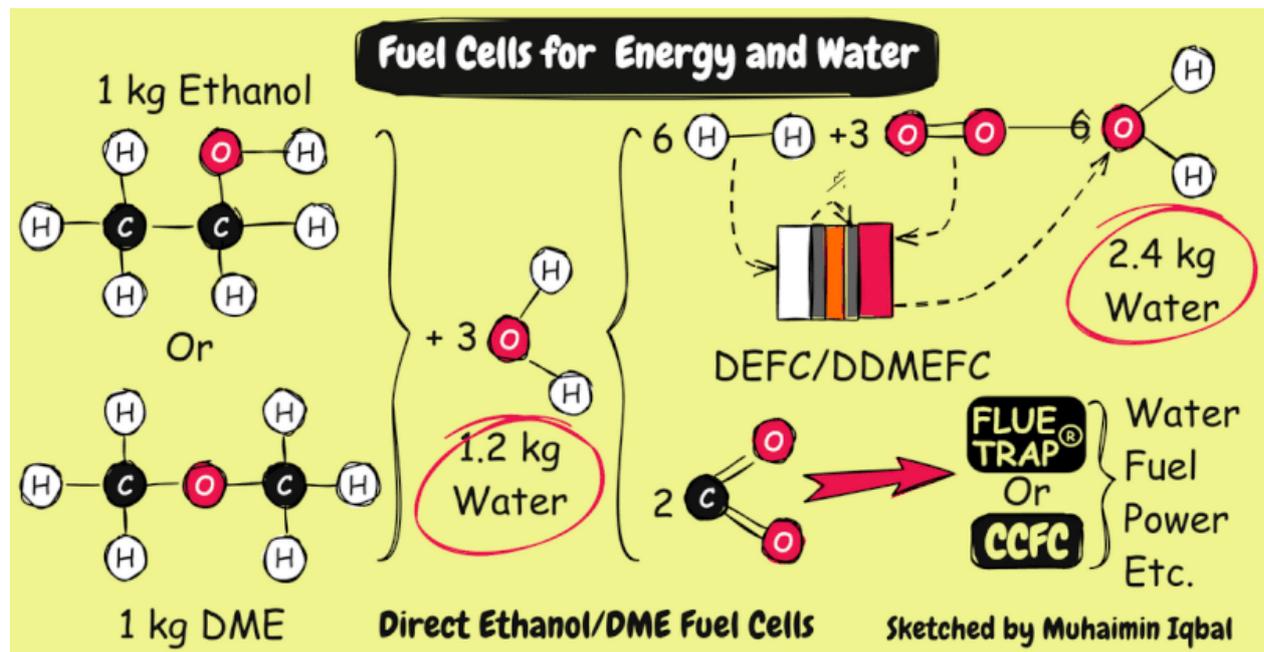
Artinya apa? kalau kita bisa menangkap oksigen (O), kemudian mereaksikan dengan hydrogen (H₂) - maka jadilah dia air (H₂O), dan kita bisa melakukan ini dimana saja di permukaan bumi ini. Tetapi dari mana hydrogen-nya yang kita butuhkan untuk reaksi ini? Hydrogen bisa dihasilkan dengan sangat efektif dari bahan bakar seperti ethanol atau DME yang kita reform.

Adapun ethanol maupun DME, keduanya kami pilih karena memiliki formula yang sama yaitu C₂H₆O meskipun bentuk molekulnya berbeda. Ketika diolah menggunakan fuel cells, keduanya menghasilkan jumlah hydrogen dan air yang sama - yaitu dua kali dari yang dibutuhkan untuk proses reforming-nya.

Selain menghasilkan energi listrik seperti pada umumnya fuel cells, Direct Ethanol/DME Fuel Cells (DE/DDME-FC) ini menghasilkan air bersih - netto sekitar 1.2 kali berat bahan bakar ethanol/DME yang digunakannya - setelah dikurangi air yang dibutuhkan untuk proses ini sendiri.

Karena ethanol maupun DME bisa diproduksi dari biomassa apapun - yang pasti ada di daerah manapun di permukaan bumi ini dimana manusia tinggal, maka disitu pulalah air murni bisa dihasilkan. Bagaimana dengan costnya? Karena ada cost sharing antara bahan bakar dan air baik untuk produksi maupun delivery-nya, keduanya - air dan bahan bakar, menjadi terjangkau bagi semua.

Maka inilah sumbangsih pemikiran kami dari Advance Renewable Organization (ARO) Indonesia untuk dunia, khususnya peserta International Conference On Sustainability Energy and water Nexus in Desert Climate, Doha - Qatar 2023.



57. Banyak Jalan Menangkap Emisi

Teknologi yang sangat dibutuhkan untuk beberris langit bumi saat ini adalah apa yang disebut carbon capture, karena mayoritas emisi terwakili oleh carbon ini. Di Advanced Renewable Organization (ARO) setidaknya kami sendiri mengembangkan tiga teknologi untuk ini.

Yang pertama adalah teknologi penangkapan carbon yang sederhana, yang videonya sudah beberapa kami share di [youtube.com/bursaide](https://www.youtube.com/bursaide), intinya menggunakan kombinasi antara reactant, solvent dan adsorbent. Reactant bila CO₂ mau diubah menjadi zat lain seperti pupuk misalnya, solvent untuk menangkap senyawa volatile yang jumlahnya sedikit tetapi berbahaya, dan adsorbent untuk menangkap CO₂ yang akan diproses lebih lanjut menjadi energi. Contoh aplikasinya ada di unggahan ini :<https://lnkd.in/gXynmdvQ>

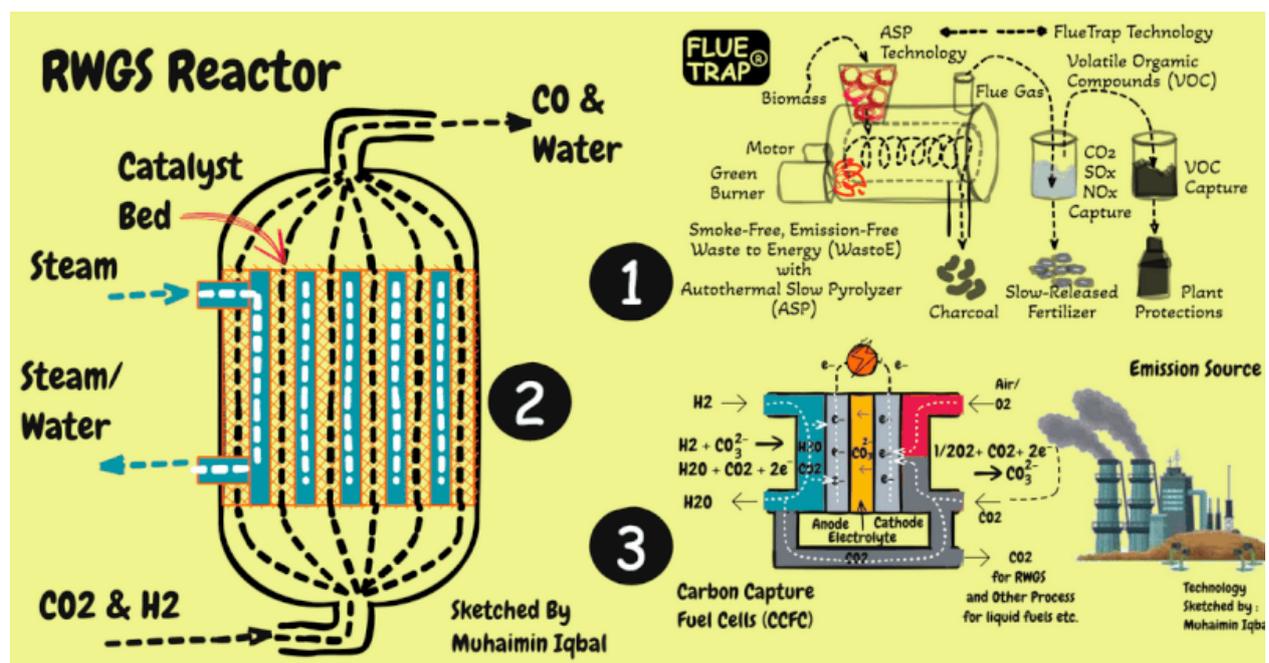
Yang kedua adalah teknologi yang agak njlimet, menggunakan reaktor yang secara umum disebut Reverse Water Gas Shift (RWGS) seperti dalam sketsa di bawah. Intinya CO₂ direaksikan dengan hydrogen untuk menjadi CO dan air. CO ini bersama H₂ adalah menjadi

syngas yang merupakan energy building blocks yang paling universal, bisa diubah menjadi bahan bakar apapun yang kita butuhkan.

Yang ketiga adalah menggunakan state of the art technology saat ini, yaitu dengan apa yang kami sebut Carbon Capture Fuel Cells (CCFC), yang detinya sudah saya unggah kemarin di sini : <https://lnkd.in/gdWjBJy6> . Intinya merubah CO2 menjadi listrik, air dan bahan bakar cair sebagai option proses berikutnya.

Baik yang kedua maupun yang ketiga membutuhkan hydrogen yang banyak, maka keduanya hanya akan ekonomis bila kita bisa menghasilkan green hydrogen yang murah. Ini bisa melalui jalur gasifikasi biomassa, atau melalui jalur elektrolisa air tetapi listriknya harus renewable dan juga murah - misalnya menggunakan Waste Heat Gas Turbine (WHGT) generator dengan memanfaatkan limbah panas. Detil teknologi WHGT ini juga sudah saya unggah di sini : <https://lnkd.in/gH46Ekv9> .

Intinya membersihkan langit bumi dari emisi ini lebih ke masalah policy dan kemauan - karena semua pilihan teknologinya sudah memungkinkan. Dunia pasti bisa melakukannya bila ada yang berkomitmen kuat untuk ini, dari yang murah meriah bahkan untuk pengolahan sampah-pun tetap ekonomis - hingga yang sangat canggih dengan presisi yang tinggi - untuk sumber emisi bergerak seperti pesawat, kapal dan bahkan juga kendaraan bermotor. Planet bumi bisa bersih dari emisi, insyaAllah.



58. Food, Energy, Water and Environment Nexus

Keterkaitan antara pangan, energy dan air sudah diungkap lebih dari 14 abad silam di Al-Qur'an (An-Naba dan Al-Waqi'ah), juga dalam hadits Nabi SAW. Pengelolaannya-pun tidak boleh mengganggu keseimbangan alam dan bahkan keseimbangan alam itu harus selalu ditegakkan dengan keadilan (Ar-Rahman). Karena kebutuhan tiga hal ini yang bersifat fitrah, menjaga keseimbangan dan keterkaitan ketiganya mustinya juga kudu bisa dilakukan oleh siapa saja.

Manusia modern-pun berusaha menjelaskan dan mengupayakan keterkaitan ketiganya dalam environment yang terjaga, maka mereka punya istilah keren untuk ini yaitu Food, Energy Water and Environment Nexus (FEWEN) - dan tema inilah yang konferensi internasional-nya sedang saya ikuti hari-hari ini di Doha - Qatar.

Namun karena ketika FEWEN tersebut dibahas para ahlinya masing-masing dari berbagai perguruan tinggi dan research centre dari seluruh dunia, membuat orang awam seperti kita-kita akan tambah bingung, maka saya sederhanakan konsep FEWEN ini dengan satu sketsa saja seperti di bawah ini.

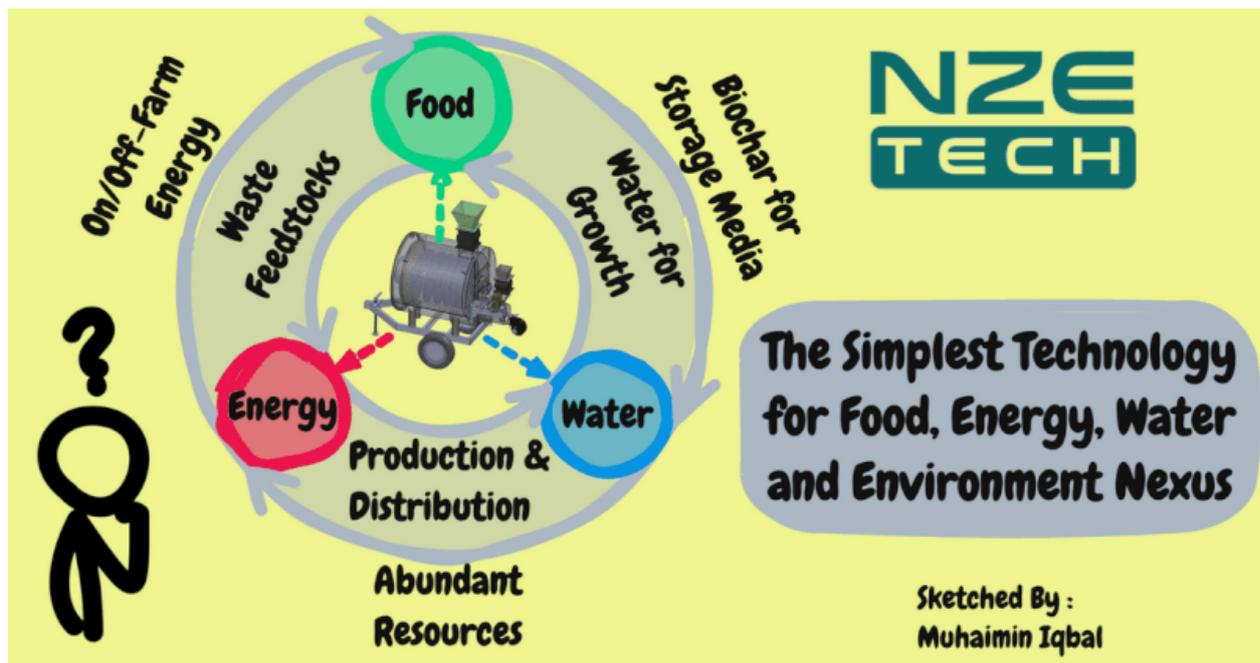
Bahkan konsep ini bisa diaktualisasikan dengan hanya menggunakan satu mesin sederhana, yang kita sebut ASP - Autothermal Slow Pyrolysis. Intinya mesin ini mengarangkan semua biomassa untuk menjadi charcoal (bila untuk energy) atau biochar(bila digunakan untuk perlakuan tanah), dan prosesnya tanpa mengeluarkan asap karena asapnya-pun ditangkap untuk produksi pupuk, pestisida dan juga energi lagi.

Ketika kita memproduksi pangan misalnya, dari apa yang tumbuh - hanya sebagian kecil saja yang bisa kita makan. Mayoritas dari biomassa yang tumbuh tidak bisa dimakan, maka ketika biomassa yang tidak dimakan ini kita arangkan dengan mesin ASP - kita akan bisa membangun cadangan energy dasar berupa charcoal, dan charcoal yang sama berubah nama menjadi biochar bila digunakan untuk menyimpan air dan nutrisi di tanah.

Energy yang kita produksi dari charcoal tersebut, baik berupa gas maupun segala bentuk advanced biofuels - sebagiannya dibutuhkan untuk produksi pangan sejak penanamannya di lahan hingga meja pakan kita (on/off-farm), energy juga tentu saja dibutuhkan untuk menggali, memproduksi dan distribusi air.

Cadangan air yang tersimpan pada biochar bisa meningkatkan water holding capacity lebih dari 2 kalinya dibanding tanah subur biasa, tidak terhitung kelipatannya (tidak terhingga) bila dibandingkan lahan yang tidak bisa menyimpan air. Air ini dibutuhkan agar kita bisa menanam tanaman pangan berkelanjutan, dan dibutuhkan pula untuk produksi energi, baik air yang banyak untuk hydropower, maupun air yang sedikit untuk pencampur methanol, ethanol dan DME dalam system fuel cells.

Dan ini semua bisa dimulai dari mesin sederhana yang kami sebut ASP tersebut di atas, mesin inilah yang menjadi pemenang di Climate Impact Innovation Challenge - dua bulan lalu, dan dari hadiah kemenangan tersebut insyaAllah mesin-mesin skala komersialnya bisa mulai kita produksi pekan ini, Bismillah.



59. Appropriate and Affordable Decarbonization Technology

Oleh-oleh dari International Conference on Sustainable Energy, Water and Environment Nexus in Desert Climate 2023, Doha-Qatar, adalah segala macam teknologi mutakhir yang dikembangkan oleh pakar-pakar terbaik di bidangnya masing-masing dari seluruh dunia yang dihadirkan Qatar di conference ini.

Hanya saja saya melihatnya, segala macam teknologi canggih, material baru, bahan bakar baru dlsb. yang dikembangkan para ahlinya ini akan perlu waktu dan dana yang tidak sedikit sebelum akhirnya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat luas. Sementara itu yang terjadi saat ini bukan hanya global warming, tetapi menurut presiden kita sudah global boiling - suhu bumi yang mendidih!

Kita kudu secepatnya dapat melakukan penurunan emisi yang terstruktur, sistematis dan masif dalam waktu yang sesingkat-singkatnya. Perubahan iklim itu begitu nyata dan di depan mata, ketika berangkat dari Jakarta dengan suhu 38 derajat Celsius dan hujan belum kunjung turun juga meskipun berbagai ikhtiar telah di lakukan, di negeri gurun yang biasa sangat panas dan hujan amat jarang turun ini - ironinya peserta conference justru berbasah-basah kehujanan di hari pertama conference.

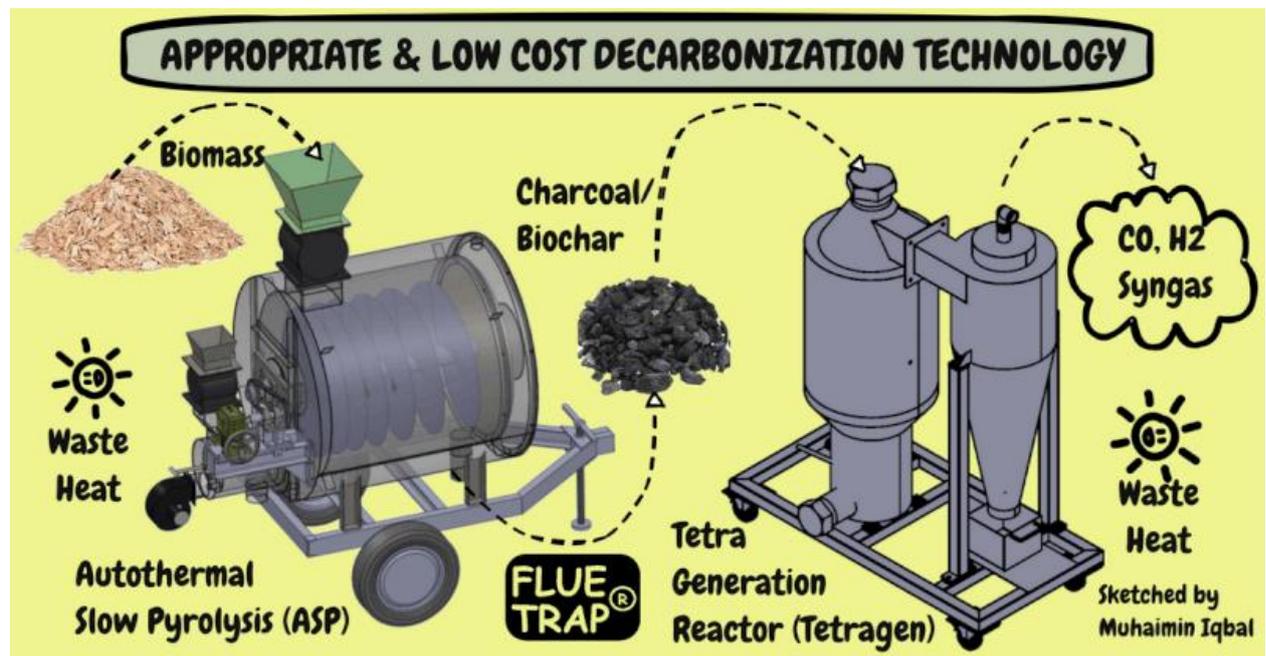
Maka sambil menunggu segala macam teknologi canggih tersebut di atas tersedia secara masif, yang bisa segera kita massalkan justru teknologi tepat guna seperti yang saya uraikan pada sketsa di bawah. Teknologi inilah yang memenangkan inovasi sektor energi di ajang Climate Impact Innovation Challenge (CIIC) ASEAN dua bulan lalu.

Teknologi ini intinya terdiri dari dua mesin. Mesin pertama yang kami sebut Autothermal Slow Pyrolysis (ASP), fungsinya untuk meng-arangkan semua biomassa yang kita miliki baik dari limbah pertanian, perkebunan, hutam maupun sampah padat organik perkotaan. Setelah mejadi arang, dia sudah menjadi cadangan energi yang carbon neutral, bahkan bisa menjadi carbon

sink bila dibanamkan dalam tanah sebagai biochar untuk menyimpan air dan nutrisi tanah.

Mesin kedua adalah yang kami sebut tetra generation reactor (Tetragen) ini penyempurnaan dari Ecogas Smart Tube (EST) yang ikut memenangkan CIIC tersebut di atas. Syngas yang dihasilkan oleh Tetragen ini bisa untuk memproduksi segala jenis advanced biofuels yang kita butuhkan - yaitu green diesel, Sustainable Aviation Fuels (SAF), bio-gasoline, bio-LPG, methanol, ethanol, bio-DME hingga green-hydrogen.

Selain arang, ASP menghasilkan flue gas yang dengan teknologi kami lainnya yaitu FlueTrap bisa ditangkap untuk dijadikan fertilizer dan pestisida. ASP dan Tetragen keduanya juga menghasilkan limbah panas yang sangat banyak, dengan teknologi Waste Heat Gas Turbine (WHGT) - limbah panas ini bisa dirubah menjadi energi pendingin, pemanas maupun listrik. Seluruh teknologi ini sudah siap dimassalkan saat ini, untuk dapat secepatnya mengerem laju pemanasan bumi ini, insyaAllah.



60. Agar Hujan Kembali Rajin Turun Di Bumi

Mungkin ini oleh-oleh terbaik saya dari International Conference on Sustainable Energy, Water and Environment Nexus in Desert Climate, Doha - Qatar, sepanjang pekan ini. Yaitu grafik albedo yang belum pernah saya pelajari sebelumnya.

Grafik ini bisa menjadi penjelasan ilmiah bahwa segala kerusakan di muka bumi itu akibat perbuatan tangan-tangan kita (QS 30:41), termasuk ketika hujan tidak kunjung turun di negeri kita. Karena berkurangnya hujan akibat kesalahan kita, maka petunjukNya ke kita harus beristigfar banyak-banyak agar hujan turun dengan derasnya (QS 71 : 10-11).

Tetapi istigfar tidak cukup dengan ucapan, istigfar harus dimanifestasikan dalam perbuatan yang nyata untuk tidak lagi melakukan kesalahan yang sama. Dan di sinilah letak relevansinya grafik albedo tersebut. Intinya grafik ini menggambarkan adanya korelasi langsung antara albedo - yaitu rasio pantulan sinar matahari yang turun ke muka bumi - dengan angka presipitasi, yaitu gabungan antara hujan, embun dan salju - untuk kita yang paling relevan tentu hujan.

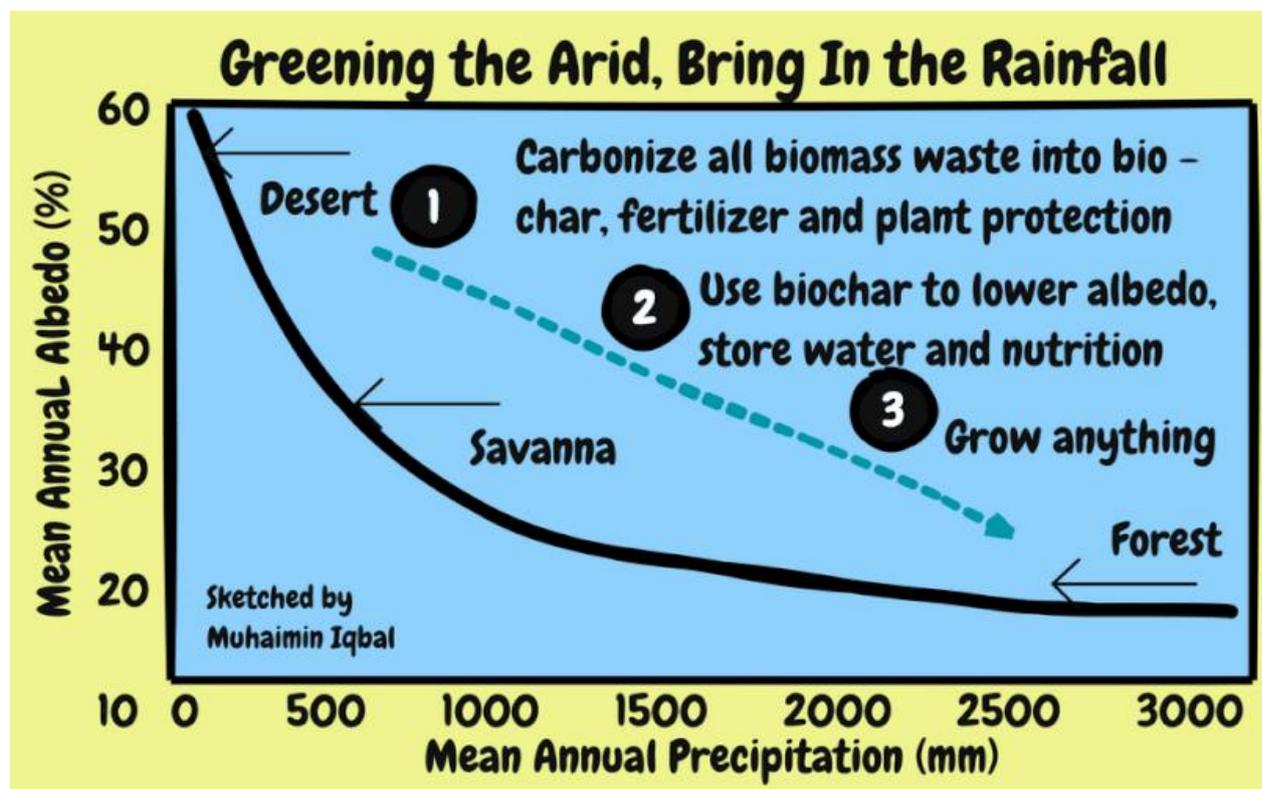
Semakin tinggi sinar matahari memantul kembali ke atmosfer bumi, semakin rendah curah hujan dan sebaliknya. Albedo ini sangat dipengaruhi material dan warna permukaan bumi. Tanaman-tanaman hutan memiliki albedo terendah, padang pasir memiliki albedo tertinggi. Lantas apa kesalahan kita yang membuat albedo kita yang dahulunya rendah sekarang menjadi sangat tinggi?

Penggundulan hutan, pembangunan kota-kota, jalan tol dlsb. semuanya mendongkrak angka albedo ini, akibatnya molekul-molekul air di langit kita tidak cukup untuk menggumpalkan awan yang kemudian akan turun sebagai hujan. Tetapi sebagaimana ini kesalahan kita, berarti bisa kita perbaiki - asal kita sadar bahwa kita telah salah selama ini, bersitigfar dan mengoreksinya - insyaallah hujan akan turun kembali.

Lantas bagaimana memperbaikinya? pembangunan kedepan mestinya tidak hanya fokus pada sarana-prasarana fisik, setiap kita membangun sejengkal lahan - harus ada sejengkal lahan pula yang kita turunkan albedonya. Karena kita telah lalai selama ini, maka sangat banyak lahan yang perlu kita turunkan albedo-nya ini. Di Indonesia ada setidaknya 14 juta ha lahan yang perlu kita turunkan albedonya, yaitu lahan kritis dan sangat kritis yang kudu kita suburkan kembali dan tanami tanaman apa saja yang bisa tumbuh di atasnya.

Konkritnya tiga langkah di bawah bisa menjadi ikhtiar nyata untuk menarik hujan kembali turun di negeri kita. Pertama arangkan semua biomassa sampah dan limbah, kedua gunakan arang untuk memperbaiki lahan gersang - karena arang berfungsi sebagai tiga hal sekaligus yaitu menurunkan albedo dari warna dan teksturnya, menyimpan air dan nutrisi, serta memperbaiki aerasi dan mikroba tanah. Ketiga tanam apa saja di lahan tersebut sehingga sebanyak mungkin permukaan bumi ini kembali tercover oleh tanaman.

Dengan ini insyaAllah bumi yang lagi mendidih ini bisa kembali nyaman untuk tempat tinggal kita yang lestari.



61. Carbon for Carbon-Free Energy

Ini paradigma baru yang sepertinya paradox tetapi sangat bisa dilakukan dan teknologinya matang, yaitu pemanfaatan carbon-rich materials untuk menghasilkan energy yang bebas carbon. Carbon-rich materials yang digunakan bisa berasal dari sampah dan limbah biomassa, maupun limbah kilang minyak yang disebut petroleum coke atau pet coke.

Carbon tersebut bisa berupa padatan carbon seperti arang atau pet coke di atas, ataupun berupa gas seperti CO₂. Bila padatan rutenya digasifikasi dahulu menggunakan steam gasification untuk menghasilkan hydrogen-rich syngas, bila berupa CO₂ misalnya dari hasil tangkapan FlueTrap dari cerobong asap - rutenya bisa menggunakan Reverse Water Gas Shift (RWGS) untuk merubahnya juga menjadi syngas.

Proses manapun yang ditempuh akan membutuhkan hydrogen yang banyak, oleh karenanya butuh cara untuk memperoleh green hydrogen yang murah. Rutenya bisa memanfaatkan Waste Heat Gas Turbine (WHGT) dari reaktor gasifikasi untuk menghasilkan listrik dan listriknya untuk elektrolisa air. Bisa juga menggunakan rute steam gasification khusus yang dirancang untuk produksi hydrogen -rich syngas yang kemudian di-enrich dan dimurnikan.

Hydrogen yang banyak hasil produksi dengan dua cara tersebut bisa langsung digunakan sebagai energi bersih in-situ in-time, di tempat produksi dan pada saat dia diproduksi. Namun bila hydrogen hendak digunakan lintas ruang dan waktu - di tempat lain dan waktu yang lain, maka dia butuh dirubah dahulu menjadi senyawa lain agar mudah disimpan dan ditransportasikan (logistik).

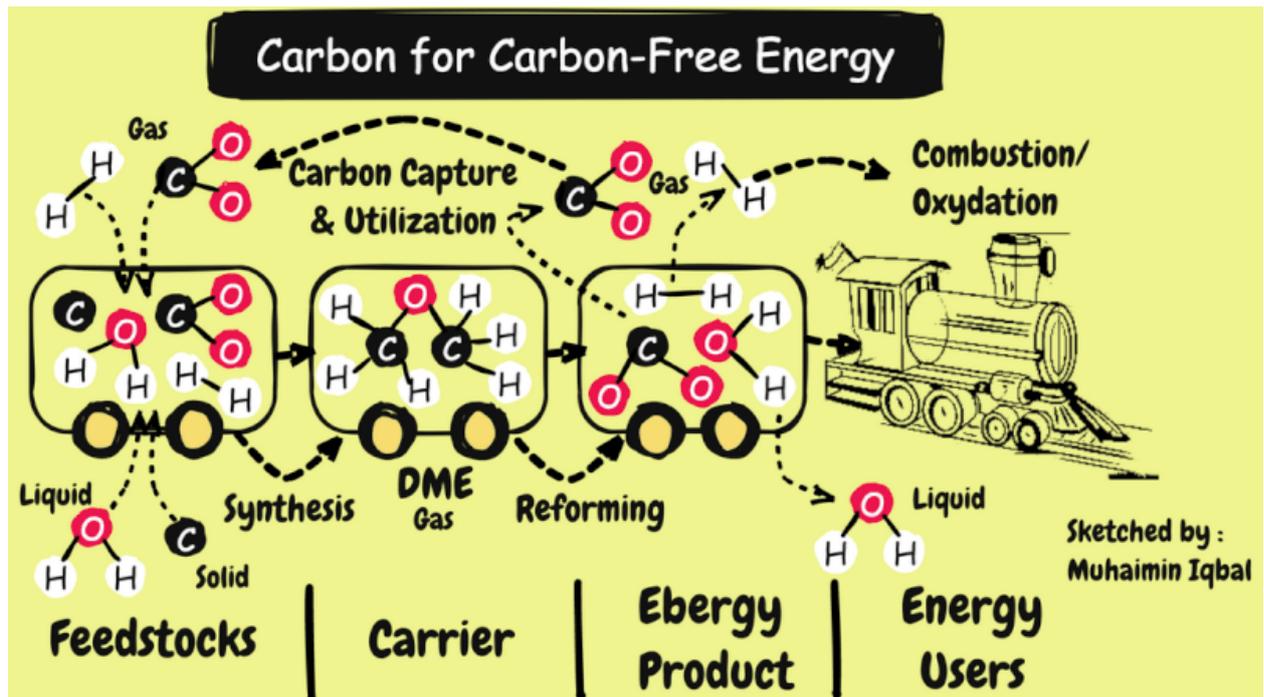
Hydrogen murni terlalu mahal untuk disimpan dan ditransportasikan karena butuh suhu yang sangat dingin (-253 derajat Celsius) atau tekanan yang sangat besar (700 Bar)- keduanya amatlah mahal. Disinilah butuhnya unsur carbon, baik berupa CO maupun CO₂ untuk 'menyimpan' dahulu hydrogen dalam bentuk senyawa yang lebih mudah dihandle.

Salah satu senyawa yang relatif mudah memproduksinya adalah Dimethyl Ether (DME- CH₃OCH₃), dia berupa gas pada suhu ruangan, tetapi hanya dengan tekanan 5 Bar sudah menjadi cair - jadi relatif mudah untuk disimpan dan ditransportasikan, infrastruktur LPG semua bisa dimanfaatkan untuk ini.

Pada saat hendak digunakan di tempat penggunaanya saja DME direform dengan uap untuk menghasilkan hydrogen kembali, bahkan hydrogen hasil reformasi akan bertambah 100% dari hydrogen yang dibawa DME ini, yaitu hydrogen tambahan yang berasal dari uap yang digunakan untuk reforming-nya.

Hydrogen inilah bentuk carbon-free energy yang akan semakin banyak digunakan di masa depan, sedangkan CO₂ yang merupakan limbah dari DME Steam Reforming ditangkap kembali antara lain dengan FlueTrap untuk diproses ulang menjadi DME lagi.

Dengan demikian carbon terus menerus digunakan secara circular sebagai pembawa hydrogen, sedang dia sendiri tidak dibakar sehingga tidak ada yang mencemari atmosfer bumi. Sketsa di bawah adalah cara kerja dari konsep carbon sebagai hydrogen carrier untuk carbon-free energy ini.



62. Sketsa Teknologi Untuk Kehidupan

Delapan abad silam ada insinyur pertama yang menanamkan dasar-dasar mesin canggih yang dari sketsanya lah mesin-mesin modern hingga kini dibangun. Dialah Al-Jazari, yang di akhir abad 12 hingga awal abad 13 menulis Kitab fi Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiya, yang terjemahan bahasa Inggrisnya 'Book in Knowledge of Engineering Tricks'.

Kitab tersebut berisi 50 sketsa mesin-mesin mekanik canggih yang bahkan hingga kini-pun dunia masih mengakui kecanggihannya. Karya monumentalnya berupa jam gajah, yang insinyur jaman ini-pun tidak mudah untuk bisa merekonstruksinya. Sketsa roda gigi, planetary gear dlsb. dipakai di dunia engineering hingga kini.

Sayangnya karya besar yang harusnya disempurnakan terus menerus sesuai perkembangan dan kebutuhan zaman ini, nyaris terabaikan dan belum ada yang meneruskannya. Maka saya mewakili Advanced Renewable Organization (ARO), berusaha melanjutkan karya Al-Jazari tersebut, juga dengan 50 sketsa teknologi yang dibutuhkan untuk zaman ini.

Karena pada zaman ini yang krusial adalah bagaimana manusia memenuhi tiga kebutuhan pokok - yang juga sudah disebutkan di Al-Qur'an maupun hadits Nabi SAW, yaitu pangan air dan energi, maka sketsa yang saya buat dengan menggambarnya sendiri ini juga terkait teknologi untuk 3 kebutuhan pokok tersebut.

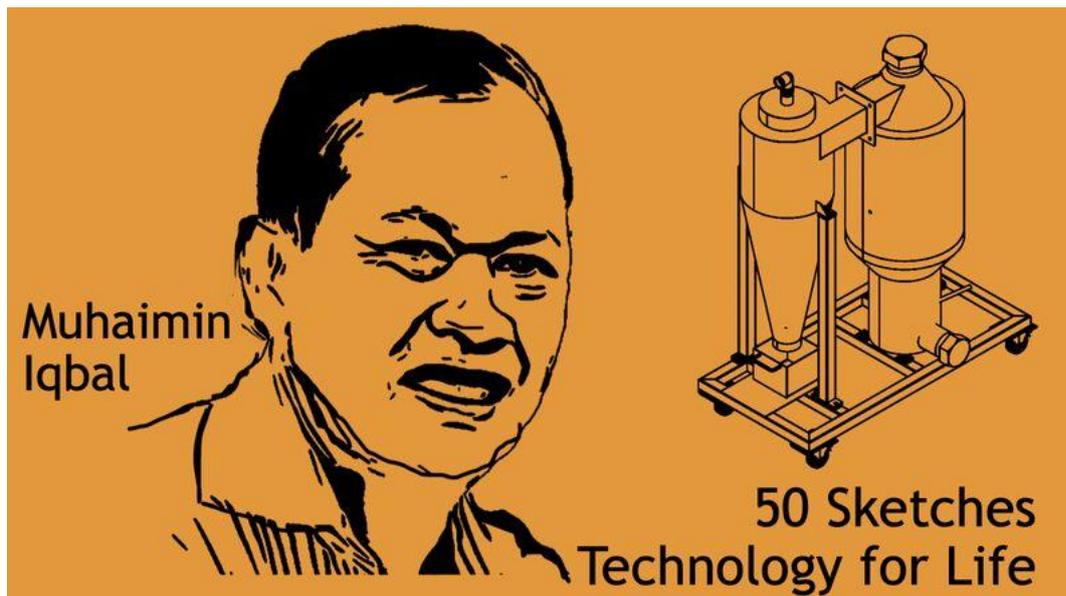
Sketsa ini sudah saya unggah satu per satu selama dua bulan terakhir di media ini lengkap dengan penjelasannya, sektsa-sketsa ini saya buat dalam bentuk file GIF agar bisa ditekan dengan animasi cara kerja mesin-mesin yang saya rancang tersebut. Sebagian baru sebatas sketsa tentu saja, yang dari sektsa ini diharapkan ada insinyur lain sekarang ataupun di masa depan yang benar-benar membuatnya.

Namun sebagian lain sudah benar-benar kami buat, kalau master piece-nya Al-Jazari adalah jam gajah. Master piece yang sudah kami buat adalah Tetra Generation Reactor atau kami singkat

Tetragen. Tetragen inilah enabler technology untuk merubah biomassa apapun dari sampah maupun limbah, menjadi universal energy building blocks untuk produksi bahan bakar apapun yang sekarang kita gunakan seperti diesel, jet-fuel, bensin dan LPG, maupun yang belum kita gunakan seperti DME dan hydrogen. Pada saat yang bersamaan Tetragen juga menghasilkan waste heat yang bisa direcovery untuk energi pendinginan, pemanasan maupun power/listrik.

Selain penjelasan detail yang bisa dibaca di media ini dari unggahan saya dua bulan terakhir, file dalam bentuk power point dapat didownload melalui link ini : <https://lnkd.in/e5q53zZg>

Hanya satu harapan saya dengan berbagi ini, yaitu agar segala ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dimudahkannya untuk bisa saya pahami, bisa menjadi ilmu yang bermanfaat untuk kehidupan manusia kini dan nanti, itulah sebabnya kumpulan sketsa ini saya beri judul 50 Sketches Technology for Life.



63. Pawang Hujan Zaman Now

Ada profesi pawang hujan - yaitu orang yang konon bisa mendatangkan hujan atau juga mengusirnya dari lokasi hajatan - yang ini saya no-comment, tetapi ada yang secara ilmiah memang bisa berikhtiar mendorong turunnya hujan atau mengusirnya dari satu wilayah - hasilnya tetap ditanganNya semata, hanya Dia yang bisa menurunkan hujan atau menahannya. Kalau toh hujan turun dengan perantaraan ikhtiar ilmiah ini-pun sifatnya sementara, hanya simptom yang diobati - bukan akar masalahnya.

Maka cara yang saya usung ini adalah kombinasi antara konsep istighfar dan ikhtiar untuk mengembalikan hujan agar turun secara normal dan permanen, bukan sesaat dan bukan simptom, tetapi agar kembali seperti bumi yang dahulu kita bisa nikmati.

Dasarnya adalah kerusakan alam ini hanya bisa diperbaiki bila kita kembali ke jalanNya (QS 30:41) dan terus ber-istigfar (QS 71 :10-11). Ber-istigfar yang sungguh-sungguh tidak sebatas ucapan adalah dengan berhenti dari mengulangi kesalahan-kesalahan dan melakukan perbaikan-perbaikan atas hal yang selama ini kita telah salah melakukannya.

Salah satu medan ikhtiar inilah yang kami sebut teori albedo ini, yang grafik hasil risetnya sudah

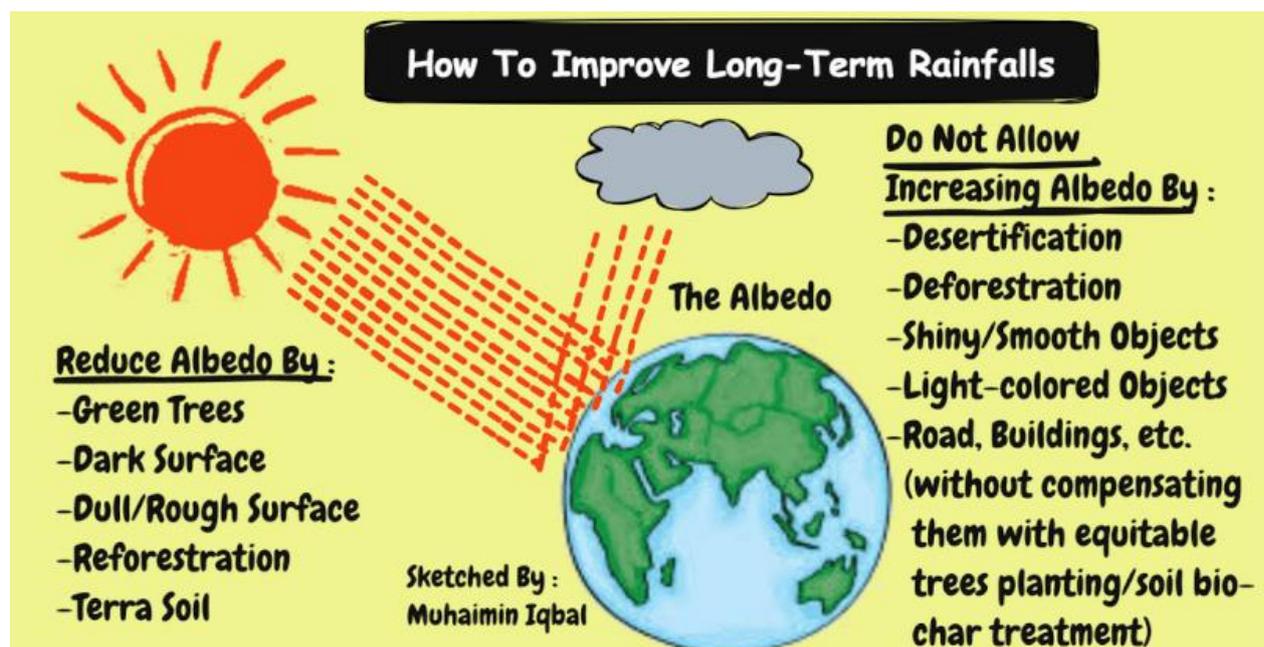
saya share di unggahan sebelumnya : <https://lnkd.in/gfaVRf9Y> . Grafik tersebut adalah hasil riset di gurun sahara sejak lebih dari sepuluh tahun silam.

Inti dari grafik albedo adalah semakin tinggi albedo - yaitu sinar matahari yang dipantulkan oleh permukaan atau benda di muka bumi ke atmosfer - semakin rendah curah hujan, dan sebaliknya - semakin rendah albedo semakin tinggi curah hujan.

Maka healing dari bumi yang sedang sakit dengan simpton curah hujan yang tidak menentu ini adalah dengan menurunkan angka albedo menjadi serendah mungkin, atau berarti sesedikit mungkin sinar matahari yang turun ke bumi dipantulkan kembali ke atmosfer. Dan ini pekerjaan massal yang kita semua bisa terlibat didalamnya.

Albedo akan turun bila kita banyak-banyak menanam pohon, mengolah lahan secara alami, menghutankan kembali daerah-daerah yang gundul, menutup permukaan bumi dengan hal-hal yang menyuburkannya seperti menggunakan teknik bercocok tanam yang disebut terra preta - bercocok tanam dengan tanah hitam. Terra preta ini berfungsi ganda, selain bisa menyimpan air dan nutrisi yang sangat baik, dalam jangka panjang juga menurunkan albedo dari warna dan tekstur arang yang digunakan untuk perlakuan tanahnya.

Sebaliknya hal-hal yang bisa menurunkan curah hujan secara permanen adalah meningkatnya albedo, sedang albedo akan meningkat bila lahan-lahan gersang dibiarkan merana dan akhirnya menjadi gurun (desertification), menggunduli hutan untuk alih fungsi yang tidak jelas, maraknya pembangunan gedung, jalan , pabrik dan berbagai bangunan sarana dan prasarana yang tidak diimbangi dengan kompensasi penghijauan atau penyuburan lahan yang setara.



64. Green Hydrogen Dari Emak-Emak

Bahan bakar yang diidolakan dunia, bahkan puluhan perusahaan raksasa yang tergabung dalam World Business Council (WBC) menjamin pasarnya hingga 2030 dengan apa yang disebut Hydrogen Pledges, sangat mungkin bisa diproduksi dengan mudah menggunakan ketrampilan tradisional masyarakat kita - tanpa menggunakan mesin sama sekalipun.

Bisa jadi inilah 'tambang minyak baru' negeri ini yang belum kita sadari saja potensinya. Membuat tape atau peuyeum rata-rata orang desa sekalipun dengan peralatan rumah tangga seadanya juga bisa. Waktu kecil di kampung, kita bisa membuat tape dari apa saja - dari singkong, dari beras dari ketan, dari bulgur - apa saja yang mengandung karbohidrat bisa ditapekan.

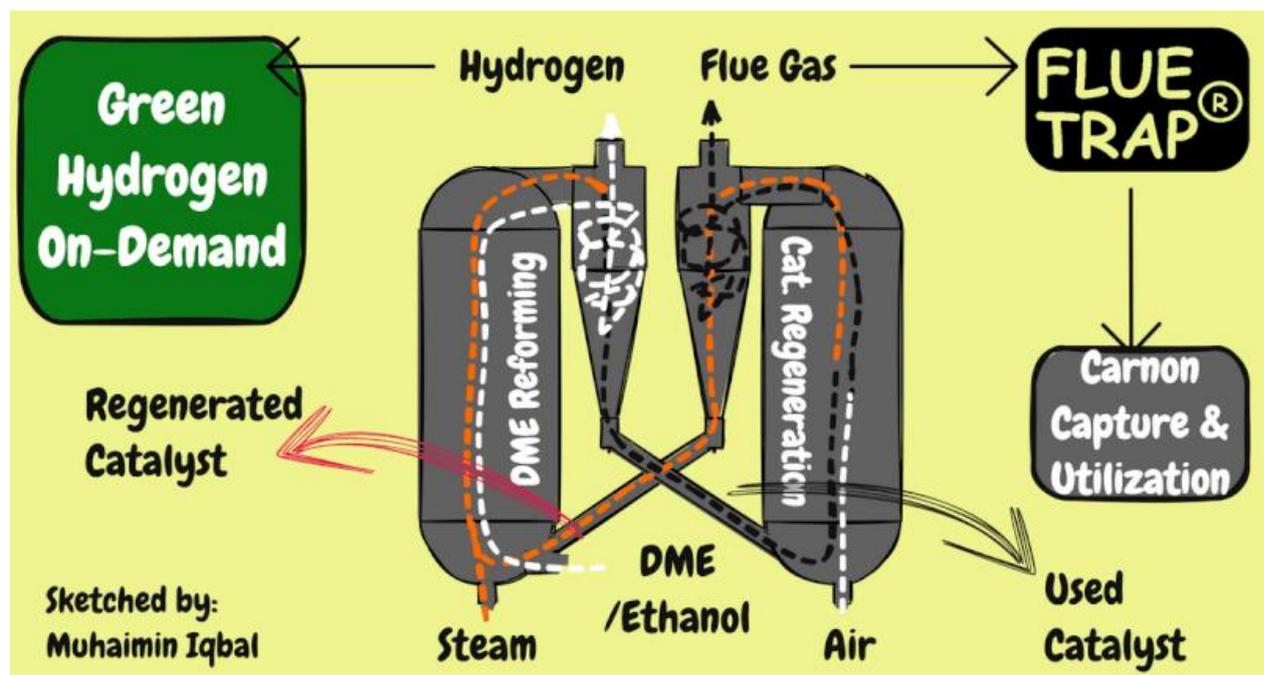
Hanya saja bila tidak ingin bersaing dengan bahan pangan, sumber karbohidrat yang ditapekan sebaiknya dari biomassa generasi ketiga - yaitu dari alga - mikro maupun makro. Bercocok tanam alga ini tidak membutuhkan lahan yang luas dan bahkan dapat menggunakan air asin - sehingga tidak perlu pula bersaing dengan air tawar yang kita butuhkan untuk minum dan pertanian pada umumnya.

Produk fermentasi biomassa alga seperti tape/peuyeum ini dengan distilasi sederhana sudah akan bisa menghasilkan bio-ethanol dengan kemurnian yang cukup tinggi - bisa 70-80%. Yang butuh energi banyak adalah meningkatkan kemurnian ethanol lebih lanjut misalnya hingga di atas 95%.

Tetapi untuk membuat hydrogen kita tidak perlu memurnikan ethanol ini lebih lanjut, bahkan kita akan turunkan kemurniannya hingga di kisaran 46% saja. Dengan teknologi ethanol steam reforming yang dibutuhkan adalah ethanol dibanding air 46:54 kita sudah akan menghasilkan hydrogen dan CO₂, setelah CO₂-nya dipisahkan jadilah hydrogen murni.

Proses ethanol reforming ini yang agak njilmet dan bisa dilakukan di industri hilir yang butuh teknologi dan investasi, tetapi industri hulunya bisa dilakukan emak-emak di kampung untuk memberdayakan perempuan pesisir pantai, dimana kita memiliki pantai terpanjang di dunia yang airnya tidak pernah membeku sepanjang tahun - sampai menghasillkan ethanol dengan tingkat kemurnian sekitar 46% saja.

Proyek ini kami beri nama Pemberdayaan Perempuan Pesisir Pantai (P4) dan mencari mitra untuk yang mau mengelolanya. Saat ini banyak sumber dana yang diarahkan untuk pemberdayaan perempuan, namun biasanya untuk produk-produk kerajinan, makanan dan sejenisnya - kali ini kita akan memberdayakan perempuan untuk produk industri masa depan - yaitu industri hulu dari industri energi green hydrogen!



65. Negeri Yang Bebas Wabah Kutu Busuk

Sungguh ironi bila ada wabah kuno yang kini justru menyerang negara-negara maju yang terkenal menjaga kebersihan dan disiplinnya, seperti Perancis, Korea Selatan dlsb. Wabah tersebut adalah wabah kutu busuk, kok bisa?

Wabah seperti kutu busuk muncul ketika ada keseimbangan alam yang terganggu, suhu, iklim, kelembaban dan ecosystem rantai produsen primer (tanaman) dan rantai pemangsanya - yang memungkinkan hadirnya kondisi sedemekian rupa untuk tumbuh suburnya wabah seperti kutu busuk tersebut.

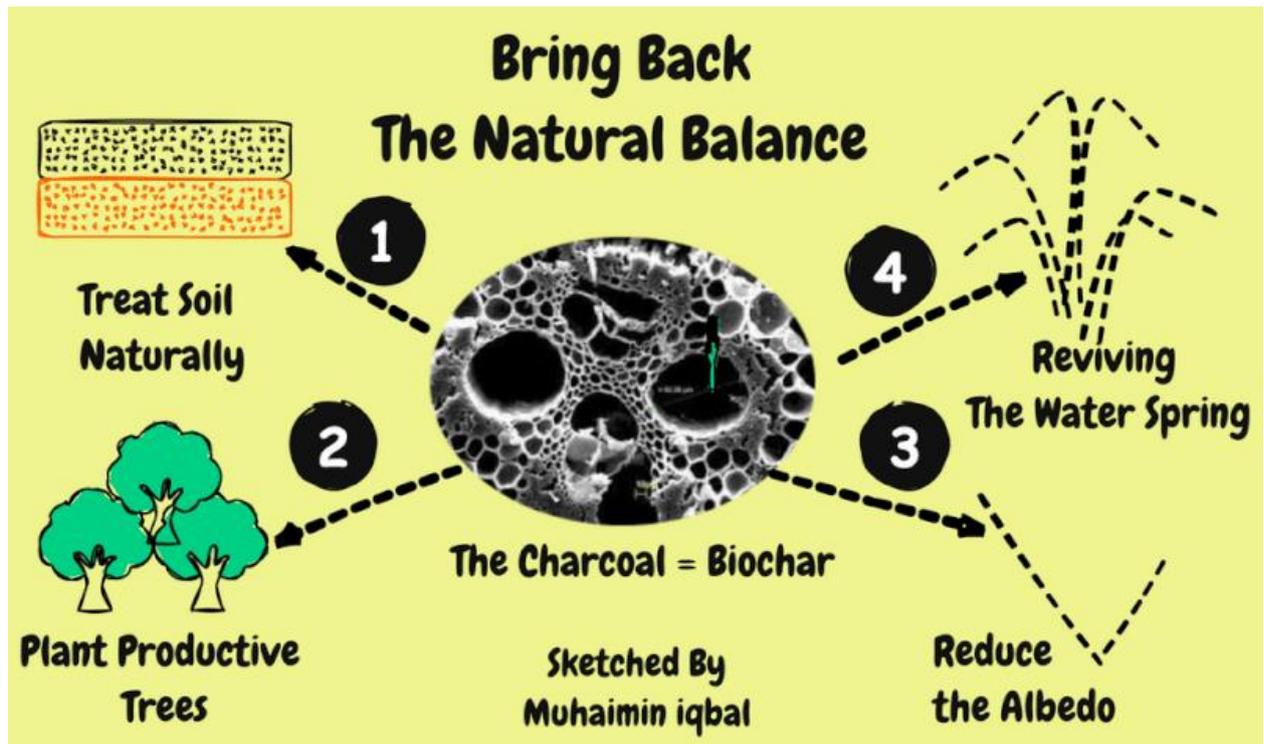
Wabah seperti kutu busuk tersebut mudah menyebar dengan luas ke seluruh penjuru dunia yang memiliki kondisi lingkungan yang sama. Wabah demikian ini juga bukan barang baru, sudah ribuan tahun ada di permukaan bumi dan secara langsung maupun tidak langsung terungkap dalam kitab-kitab klasik.

Menariknya adalah di muka bumi ini pernah ada suatu negeri yang bebas wabah ketika negeri-negeri sekitarnya dilanda wabah seperti kutu busuk dan sejenisnya. Negeri itu adalah negeri Saba yang bahkan dipuji oleh Allah sebagai negeri yang Baldatun Thoffibatun Wa Rabbun Ghofuur (QS 34:15).

Ulama mengungkapkan di berbagai kitab tentang negeri itu, diantaranya digambarkan seorang pengembara yang bajunya penuh kutupun - rontok dan bersih dari kutu dengan sendirinya ketika memasuki negeri tersebut. Buah-buah dipohon matang tepat waktu yang memudahkan para pemetiknya. Mata air-pun bermunulan di negeri padang pasir sekalipun, sampai airnya bisa dibendung untuk menjaga kemakmuran negeri.

Rahasiannya apa negeri yang seperti ini? keadilan ditegakkan dan keseimbangan alam tidak diganggu (QS 55 : 8-10), karena bumi ini telah dihamparkanNya for all beings - untuk segala makhluk. Lantas apa yang bisa kita lakukan untuk negeri ini agar bisa terbebas dari kutu busuk dan bahkan menjadi Baldatun Thoyyibatun wa Rabbun Ghofuur? Keadilan harus ditegakkan terhadap alam beserta seluruh penghuninya, secara konkrit kita bisa mulai berikhtiar dengan 4 langkah dalam sektsa ini :

Pertama olah semua sampah dan limbah diolah agar tidak menjadi sumber penyakit, hasil olahan yang paling sederhana berupa arang - tebarkan di permukaan lahan-lahan gersang kita. Kedua tanam pohon-pohon buah agar masyarakat juga berkepentingan menjaganya. Ketiga hujan akan turun dengan dua langkah ini karena akan ada perbaikan albedo yang sudah saya share dalam dua unggahan sebelumnya. Dan keempat, banyaknya hujan akan mengundang hadirnya kembali mata air - mata air yang kita butuhkan untuk sustainability dari kehidupan ini. InsyaAllah.



66. Apapun Bahan Bakarnya, CO2 Bisa Menjadi Bahan Bakunya

Emisi CO2 yang hingga kini masih dianggap sebagai sumber masalah seperti perubahan iklim, global warming dlsb., memang benar karena kesalahan kita sendiri, Sang Pencipta sudah mengingatkan kita 14 abad silam (QS 30:41). Lantas apa kesalahan kita ?

Kesalahan kita membiarkan CO2 itu lepas tidak terkendali dari cerobong-cerobong asap, knalpot kendaraan dlsb. Belum cukup ikhtiar kita untuk mencegah emisi ini atau menangkap kembali CO2 yang terpaksa masih harus keluar dari cerobong-cerobong asap dan knalpot tersebut.

Padahal teknologi ada untuk bisa menangkap CO2 ini, setidaknya ada 3 teknologi yang sudah saya perkenalkan melalui media ini : <https://lnkd.in/gChm-gD8> . Yang timbul pertanyaan kemudian memang lantas digunakan sebagai apa CO2 ini setelah berhasil kita tangkap?

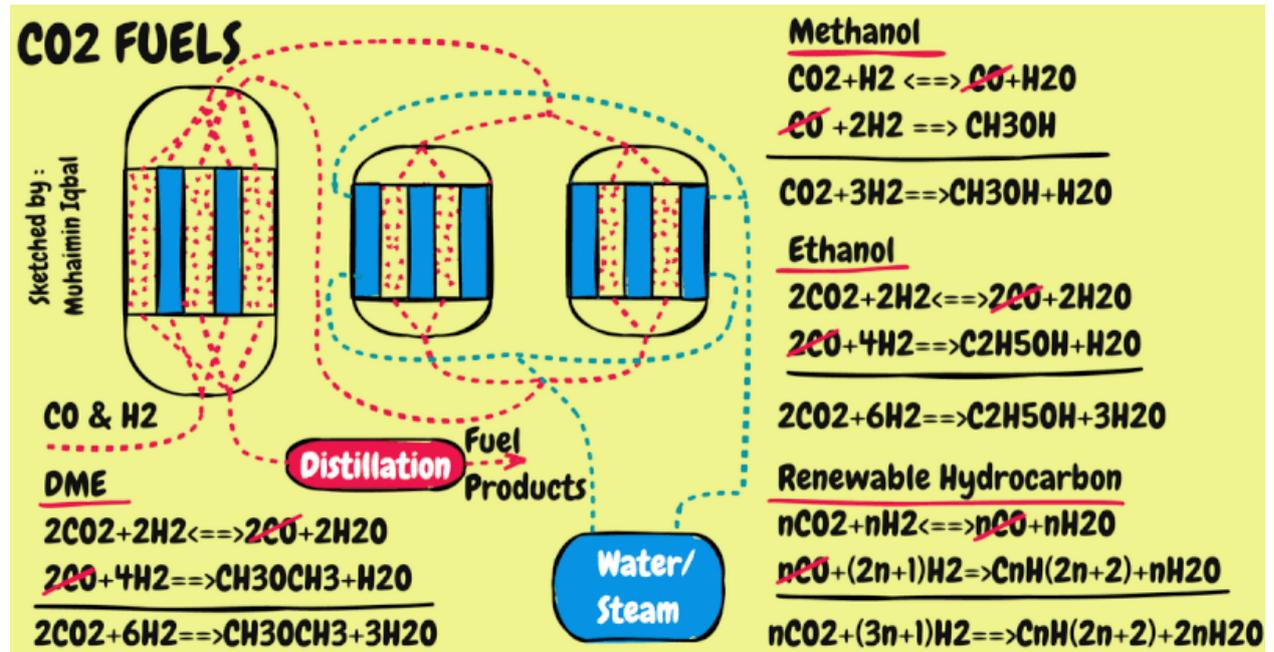
Yang ideal dan pasti kita membutuhkannya ya dikembalikan menjadi bahan bakar lagi. Semua jenis bahan bakar yang kita butuhkan, baik yang berupa oxygenates seperti methanol, ethanol dan DME, maupun yang berupa hydrocarbon seperti diesel, jet-fuel, bensin dan LPG - semuanya bisa disintesa dari CO2 kembali. Reaksi kimia dan gambaran reaktor yang dibutuhkan ada di sketsa di bawah ini.

Bahkan bahan bakar yang bebas carbon yaitu Hydrogen-pun bisa dihasilkan dari CO2 ini, yaitu ketika carbon hanya kita gunakan untuk energy carrier sedangkan yang kita gunakan hanya hydrogen-nya. Semua formulasi bahan bakar dibawah selain menggunakan CO2 sebagai bahan bakunya, juga butuh hydrogen. Mengapa tidak langsung digunakan hydrogen saja ?

Dua alasan untuk ini, pertama hydrogen sangat mahal di transportasi dan penyimpanannya

karena butuh tekanan yang sangat tinggi hingga 700 Bar atau suhu yang sangat rendah hingga minus 253 derajat Celsius, maka 'menyimpan' hydrogen dalam methanol, ethanol, DME dan bahkan juga hydrocarbons jauh lebih ekonomis untuk logistiknya.

Kedua memang kita butuh 'menjinakkan' dan memanfaatkan CO2, karena kalau tidak kita jinakkan dia menjadi liar dan menimbulkan banyak masalah tersebut di atas. Maka dengan merubah CO2 menjadi bahan bakar dari berbagai jenis tersebut, kita bisa mengatasi masalah emisi sekaligus juga menemukan tambang baru untuk berbagai jenis bahan bakar yang kita butuhkan.



67. Hilirisasi Sampah dan Limbah

Satu kata yang akan sangat populer dalam beberapa bulan kedepan - karena dia menjadi komoditi politik pilpres khususnya adalah hilirisasi. Perdebatan akan sekitar perlu tidaknya, target hilirisasi, kepentingan-kepentingan yang ada di dalamnya dan perbagai aspek lain yang bisa menjadi komoditi politik. Namun semuanya masih akan seputar hilirisasi hasil tambang seperti batubara dan khususnya nikel.

Padahal ada satu 'tambang baru' yang masih luput dari perdebatan politik tersebut padahal ini tidak kalah pentingnya, bahkan calon presiden yang bisa mentuntaskan hilirisasi 'tambang baru ini' berpeluang besar dipilih rakyat. Karena yang kita bicarakan adalah hilirisasi masalah yang ada di depan mata di seluruh kota dan desa, yaitu sampah organik perkotaan, limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan.

Struktur industri hulu hingga hilir dari sampah dan limbah biomassa ini dapat dilihat di sketsa yang saya buat di bawah. Bila saja semua sampah dan limbah tersebut kita arangkan saja, maka industri hulu berupa pengurangan biomassa ini tidak akan kurang dari seluruh industri pertambangan yang ada.

Setelah sampah dan limbah dirubah menjadi arang, berbagai produk industri hilirnya bisa dikembangkan. Untuk industri energi, semua bahan bakar dan bentuk energi lainnya seperti

pendinginan, pemanasan dan listrik bisa menjadi industri hilir dari industri sampah ini - ulasan detailnya sudah banyak saya unggah di media ini.

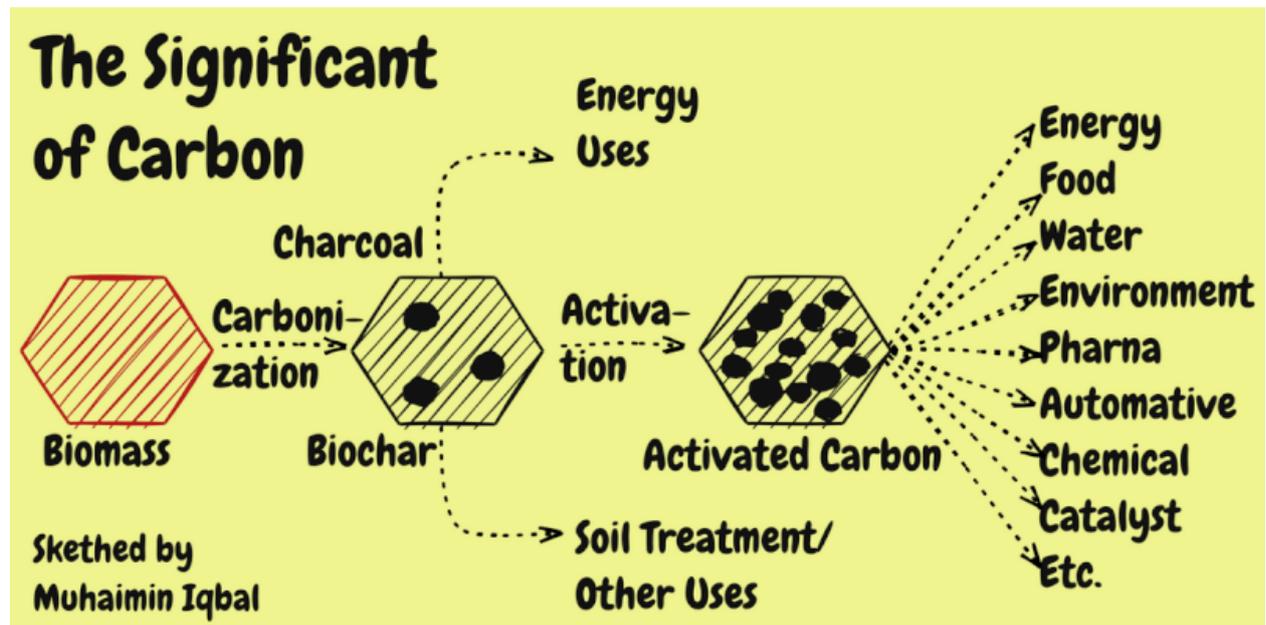
Juga pemanfaatan arang untuk perbaikan lahan kritis dan sangat kritis, untuk produksi pangan, air dan perbaikan lingkungan, pun sudah saya ulas dalam berbagai unggahan sebelumnya.

Maka hilirisasi arang yang saya tambahkan dalam unggahan kali ini, tidak kalah besar potensinya dengan hilirisasi berbagai industri tambang yang menjadi komoditi politik tersebut di atas. Hilirisasi yang satu ini merupakan lanjutan dari proses pembuatan arang, yaitu menjadikannya arang aktif atau Activated Carbon (AC).

Dari arang biasa bisa diproses menjadi AC melalui berbagai cara, antara lain melalui perlakuan kimia, perlakuan fisik hingga perlakuan yang disebut hard/soft treatment. Kelebihan AC dibandingkan dengan arang biasa adalah berlipat gandanya porositas dari partikel AC tersebut.

Dengan berlipat gandanya porositas inilah AC bisa menjadi sangat efektif untuk digunakan sebagai feedstock utama maupun sebagai alat bantu, catalyst, catalyst carrier dan lain sebagainya di berbagai industri. Di dunia energi misalnya, AC bisa menjadi bahan bakar yang sangat efektif pada sistem Direct Carbon Fuel Cells (DCFC) - yang efisiensi konversi energinya tertinggi untuk saat ini dibandingkan dengan berbagai teknologi lainnya.

Di dunia pemurnian air, dan proses industri lainnya - AC adalah purifier yang masih paling efisien dan murah harganya. Di industri pangan dan farmasi, AC juga sudah menjadi standar kebutuhan industri, demikian pula di berbagai industri lainnya. Walhasil, siapa capres yang punya visi hilirisasi yang satu ini?



68. Tiga Langkah Untuk Circular Energy Economy

Bahan bakar yang murah, melimpah dan carbon-neutral itu bisa jadi sudah di depan mata kita, hanya kita masih salah memahaminya sebagai sampah dan limbah. Padahal dari sampah dan limbah ini, tiga langkah saja sudah akan menjadi bahan bakar untuk energi terbarukan yang murah.

Langkah pertama adalah sampah dan limbah tersebut diarangkan saja. Dengan menjadikannya arang, sampah dan limbah sudah tidak lagi menjadi masalah lingkungan terkait dengan lindi, metan dan aroma yang tidak sedap. Arang juga mudah disimpan untuk digunakan kapan saja dan dimana saja.

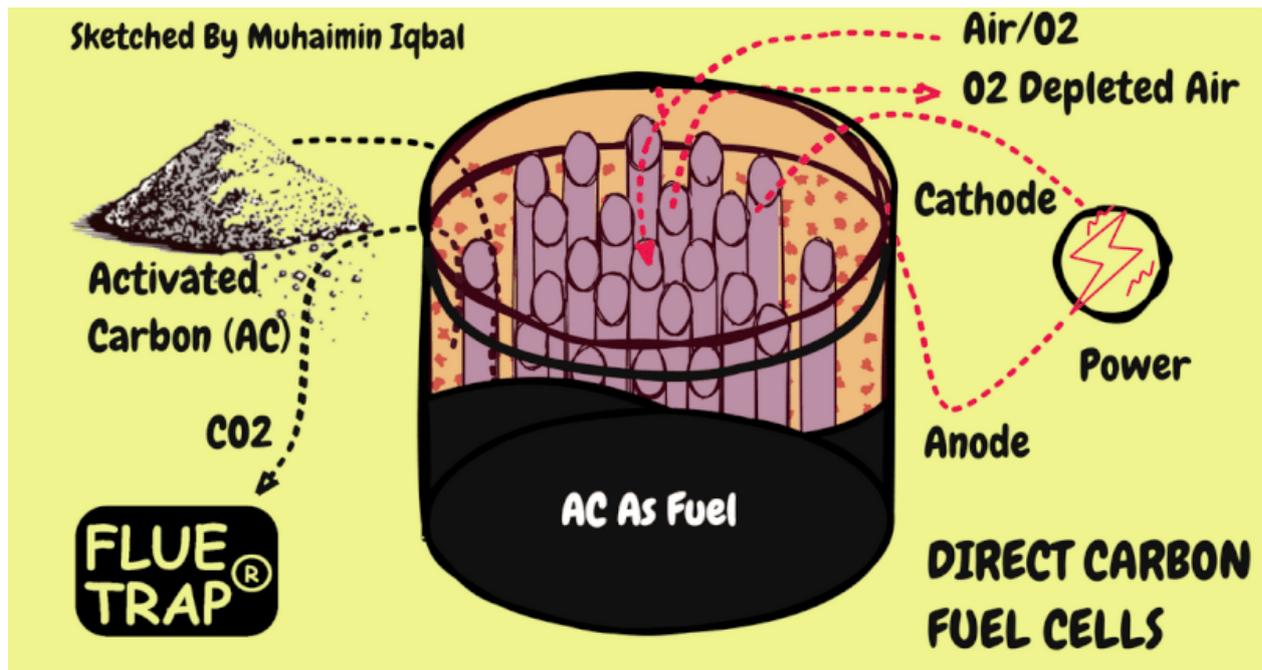
Langkah kedua, ubah arang menjadi bahan bakar yang siap pakai sesuai kebutuhan. Bisa diubah menjadi diesel, jet-fuel, bensin, LPG, methanol, ethanol dan bahkan juga untuk produksi dan delivery hydrogen. Di langkah yang kedua ini juga ada by-pass-nya, yaitu dari arang dibuat arang aktif saja yang mudah - maka dia sudah menjadi bahan bakar yang sangat efektif untuk apa yang disebut Direct Carbon Fuel Cells (DCFC).

DCFC ini merupakan state of the art teknologi konversi energi yang paling efisien hingga saat ini, bisa mencapai 80% atau lebih. DCFC bisa juga menggunakan arang biasa yang tidak diaktivasi, bahkan bisa menggunakan biomassa yang tidak diarangkan, tetapi yang kami usung adalah menggunakan arang yang diaktivasi karena arang menjadi sangat reaktif dan meningkatkan lebih lanjut konversi energi DCFC.

Memang butuh ekstra energi untuk meng-aktivasi carbon ini, namun dalam proses pembuatan arang juga banyak sekali limbah panas yang bisa kita manfaatkan antara lain sebagai energi untuk aktivasi arang ini - jadi prosedur aktivasi carbon-pun bisa dibuat murah. Sketsa di bawah sekedar ilustrasi, jalan pintas untuk menghasilkan listrik dengan cara DCFC yang berbahan bakar arang aktif ini.

Karena oksidasi carbon dengan oksigen selain bisa untuk menghasilkan listrik juga akan menghasilkan limbah CO₂, maka langkah ketiga dibutuhkan, yaitu menangkap limbah CO₂ dari DCFC tersebut. Disinilah teknologi kami lainnya yang kita sebut FlueTrap berperan untuk mengisi missing-link dari solusi sejenis sebelumnya yang masih mengeluarkan emisi CO₂ - meskipun dia carbon-neutral bila arangnya dari sampah dan limbah biomassa. Dengan berpasangannya FlueTrap dan DCFC, maka produksi listrik bisa menjadi circular energy economy.

Dengan kombinasi keduanya pula, pembangkit listrik bisa dibuat kecil, menyebar, sangat efisien dan bersih dari emisi sama sekali. Lebih dari itu Distributed Power Plant berbasis DCFC & FlueTrap ini juga akan menumbuhkan ekonomi lokal yang didorong oleh tumbuhnya ekonomi energi - yaitu masyarakat terlibat langsung dalam menyiapkan bahan bakar dari sampah dan limbah di sekitar mereka, untuk listrik yang juga mereka butuhkan sendiri. InsyaAllah.



69. Waste Valorization To The Max

Kalau saja keahlian yang satu ini berkembang di masyarakat, tidak akan ada lagi sampah yang berceceran di kota-kota kita, tidak perlu lagi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang sewaktu-waktu menimbulkan musibah longsor di musim hujan, dan kebakaran di musim kering. Bahkan TPA-TPA tersebut juga membawa bahaya laten - pelan tetapi pasti, yaitu ke tanah menimbulkan pencemaran air tanah dari lindi yang keluar dari tumpukan sampah, dan ke udara melepas gas metan.

Lantas keahlian apa yang dibutuhkan untuk ini? keahlian valorisasi sampah dan limbah, yaitu proses membangun nilai tambah dari sampah dan limbah yang hingga jaman super modern ini masih menumpuk di lingkungan kita. Sampah yang semula bernilai negatif - kita harus membayar bila menyerahkan sampah ke orang yang mau menerimanya, dengan satu proses saja sudah menjadi bernilai positif, yaitu bila kita ubah menjadi arang, nilainya menjadi sekitar 10-20 sen US Dollar per kilogramnya.

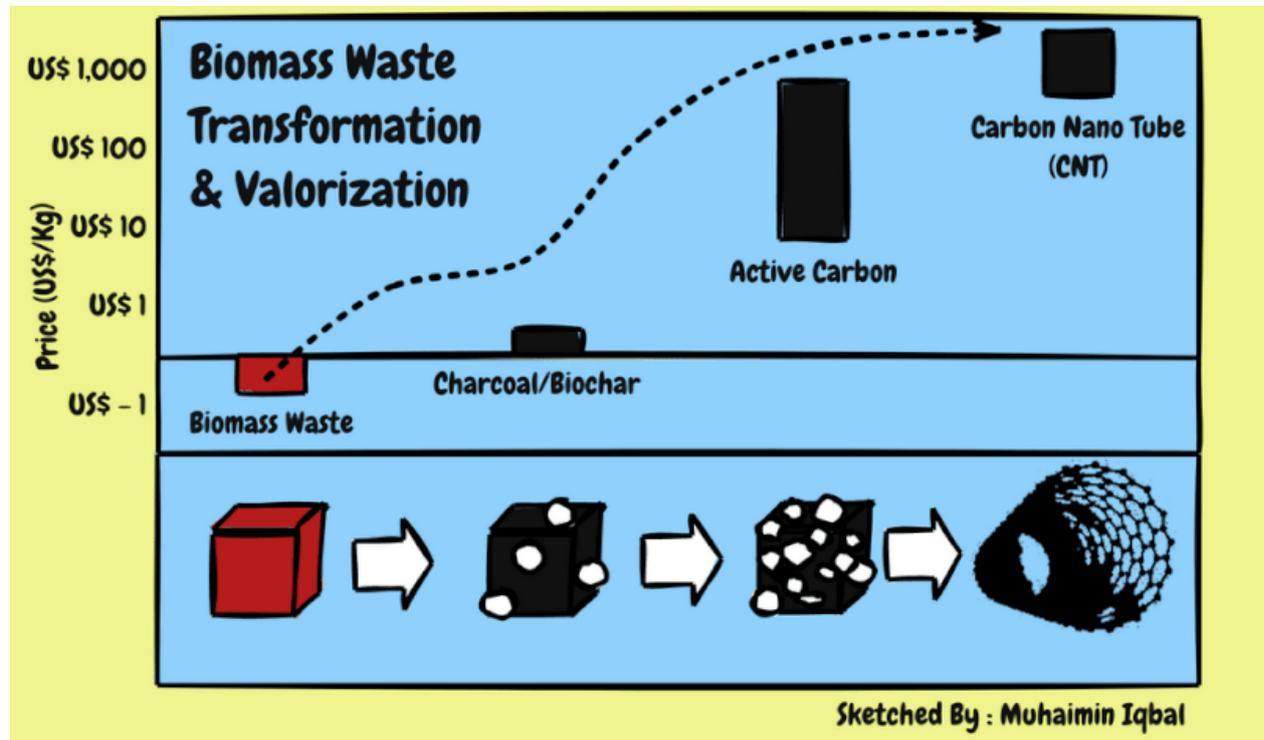
Kalau kita menambah satu keahlian lagi, yaitu merubah arang tersebut menjadi Activated Carbon (AC), dia nilainya melonjak menjadi beberapa puluh hingga beberapa ratus US\$ Dollar per kilogramnya. AC ini semakin dibutuhkan ketika dunia mengejar pertumbuhan yang berkelanjutan, dia berguna untuk industri energi terbarukan, pemurnian air, proses industri pangan, farmasi dlsb.

Keahlian berikutnya yang akan melonjakkan lebih jauh nilai carbon ini bila kita bisa merubahnya menjadi nano carbon seperti Carbon Nano Tube (CNT), yang nilainya bisa mencapai beberapa ribu US\$ per kilogramnya. CNT ini dibutuhkan untuk industri teknologi seperti transistors, field emitters, solar cells, fuel cells, bio-sensors, composites materials dlsb.

CNT bisa dihasilkan dari arang langsung dan lebih efektif dengan Activated Carbon melalui berbagai teknologi seperti laser ablation, chemical vapor deposition, arch discharge, microwave-assisted process dlsb. Activated Carbon yang sudah berporositas tinggi yang berarti juga memiliki permukaan yang sangat luas, ideal untuk menjadi bahan baku CNT yang sangat

competitive.

Dari rangkaian proses vaorisasi tersebut di atas, bisa kita lihat sekarang bahwa tumpukan sampah dan limbah yang kini masih menjadi sumber masalah di kota-kota kita, dia bisa menjadi sumber kemakmuran baru bila kita berhasil membangun ketrampilan di bidang valorisasi sampah dan limbah ini. Bagi korporasi, institusi dan kelompok masyarakat atau komunitas yang tertarik, sudah bisa menghubungi kami di Advanced Renewable Organization (www.advancedrenewable.org), atau melalui media ini.



70. Arang Untuk Menaklukkan Langit dan Bumi

Setelah menciptakan jin dan manusia, Sang Pencipta men-challenge dua makhluk ciptaanNya yang dikaruniai akal ini untuk menaklukkan langit dan bumi, dan Dia memberi isyarat pula bahwa yang bisa melakukannya adalah yang memiliki sulthon. Sulthon jaman ini ya segala kekuatan yang dibutuhkan untuk misi penaklukkan ini, baik berupa dana, kebijakan publik, maupun segala kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Bila di jaman modern saat ini yang bisa riwa-riwi menaklukkan angkasa adalah lembaga atau individu yang kaya seperti NASA dan Elon Musk, ya memang karena untuk sementara mereka inilah yang memiliki 'sulthon' tersebut untuk saat ini. Tetapi bisa jadi, tidak harus selamanya mereka saja yang bisa melakukannya - kita juga kudu bisa. Dan saya termasuk yang alhamdulillah tersemangati dengan melihat peluang ini. Dari mana peluangnya?

Setelah bisa mengirimkan Mars Pathfinder pertama lebih seperempat abad silam, hingga kini-pun NASA belum bisa mengirimkan manusia ke Mars. Mereka masih membutuhkan materials baru yang tiga kali lebih kuat namun juga tiga kali lebih ringan dari materials yang selama ini

mereka gunakan.

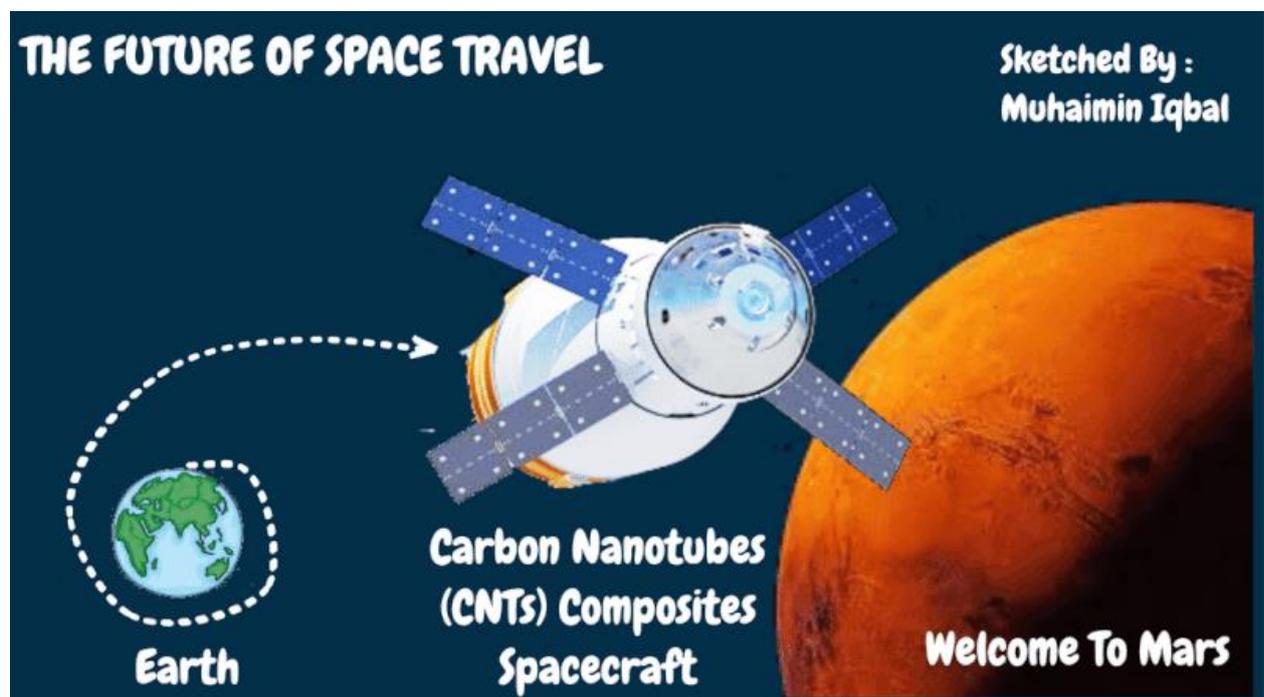
Pencarian materials baru oleh NASA ini melibatkan sejumlah perguruan tinggi terbaik negeri itu, 20 professor terlibat dan tidak terhitung kandidat Doktor yang juga dilibatkan untuk perbagai aspek penelitiannya. Project yang diberi nama NASA US-COMP ini bekerja 5 tahun sejak 2017 hingga tahun lalu 2022. Apa hasilnya?

Hasilnya adalah composites materials yang melibatkan Carbon Nanotubes (CNTs) - yang mereka yakini akan bisa mengantar perjalanan manusia menaklukkan angkasa untuk jarak tempuh, waktu dan tingkat kesusahan yang lebih dari yang sudah mereka lakukan selama ini.

Yang menarik adalah, untuk menghasilkan materials yang sangat kuat tetapi juga sangat ringan yang mereka sebut CNTs tersebut - ternyata tidak harus melibatkan dana dan team super seperti dalam project NASA US-COMP tersebut, karena CNTs ini kini juga bisa dihasilkan oleh laboratorium swasta kecil, dengan dana dan team yang serba terbatas.

CNTs ini insyaAllah sudah bisa kami produksi di Sanggar WastoE (Waste To Energy) dengan massal dan murah. Selain siap untuk materials pesawat antariksa, CNTs juga akan sangat berguna untuk memakmurkan bumi ini - sesuai challenge Allah di Surat Ar-Rahman (QS 55:33) tersebut di atas. Dari traktor hingga reaktor bisa kita buat sangat ringan tetapi juga sangat kuat dengan bahan dari segala jenis sampah dan limbah. Kok bisa ?

Setelah sampah dan limbah kami jadikan arang dengan mesin ASP (Autothermal Slow Pyrolysis) yang sudah sering saya unggah sebelumnya, dua treatment berikutnya akan menjadikan arang tersebut CNTs. Lebih detil tentang ini insyaAllah akan ada di unggahan kami berikutnya, namun Anda yang punya kompetensi atau passion di bidang ini - bisa juga bergabung ke team kami ini agar tidak jauh-jauh amat dari teamnya NASA US-COMP tersebut di atas :)



71. Opportunity in the New Materials : XSALEM

Material baru yang sangat kuat dan sangat ringan ini memiliki nama yang panjang, yaitu "Eks Sampah, Limbah & Emisi" untuk dapat secara transparan menjelaskan asal usul dari material super ini. Namun karena panjangnya, kita buat singkatan yang lebih mudah yaitu "XSALEM".

Terus terang inspirasinya dari NASA US-COMP Project, yang melibatkan 20 professor dan tidak terhitung candidate Doktor yang terlibat dalam penelitiannya, yang targetnya menghasilkan material super yang 3 kali lebih kuat dan 3 kali lebih ringan dari material yang sudah mereka gunakan selama ini.

Tetapi material ini sendiri juga bukan NASA penemunya, penemu aslinya adalah Sumio Iijima dari Jepang. Ketika dia memperkenalkan-nya 32 tahun lalu (1991), zat ini dikalim sebagai benda paling keras yang dikenal peradaban manusia, dan 1000 kali lebih konduktif dibandingkan tembaga. Benda ini kemudian dikenal sebagai Carbon Nanotubes (CNTs).

Maka sejak CNTs ini diperkenalkan, tidak terhitung peneliti dan pengembang yang berusaha untuk menguasai seluk beluk benda ini untuk berbagai keperluan, termasuk untuk membangun wahana antariksa yang dirancang NASA dalam US-COMP project tersebut di atas - untuk mengantarkan manusia bisa mencapai Mars dan perjalanan antariksa berikutnya.

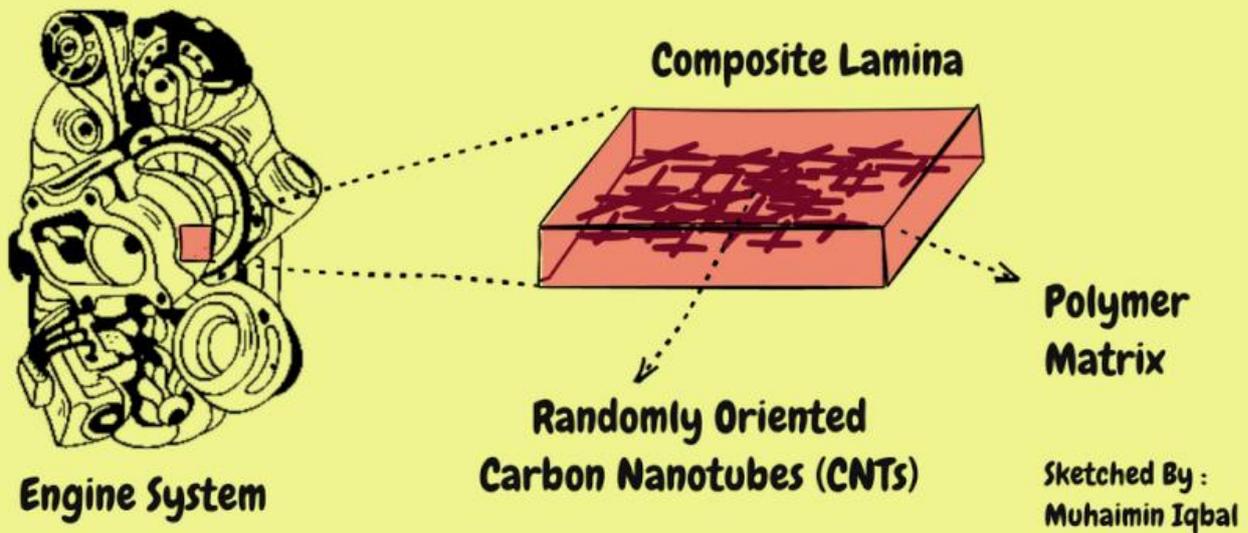
Team kecil kami dengan anggota dan dana yang serba terbatas-pun tertarik untuk mendalami material ini, tentu dalam jangka pendek bukan untuk melakukan perjalanan angkasa - tetapi karena sesuatu yang baik di langit juga baik di bumi, kami yakini benda ini juga sangat kita butuhkan untuk memakmurkan bumi ini.

Berbeda dengan para peneliti lainnya, fokus kami adalah bagaimana bisa memproduksi CNTs ini semurah mungkin. Dan hasilnya kami menemukan bahwa semua yang saat ini kita anggap sebagai masalah sampah, limbah dan emisi - ternyata unsur terbesarnya adalah carbon. Manakala kita bisa menangkap dan mengolah carbon ini, maka disitulah inti temuan kami - semua bisa jadi CNTs yang murah.

Bayangkan sekarang dengan adanya material ini, kita memiliki bahan baku yang sangat banyak untuk bisa menghasilkan material yang sangat kuat jauh diatas besi dan baja yang tahun lalu masih harus kita impor senilai US\$ 13.35 Milyar. Bayangkan kalau kita bisa membangun industri 'BBB' (Besi Baja Baru - yaitu dari CNTs tersebut), membangun industri komponen kendaraan bermotor, kapal dan pesawat terbang juga dengan material yang sama, betapa banyak peluang kerja dan pertumbuhan ekonomi bisa kita hasilkan dari sini!

Karena fokus kami pada renewable energy, temuan sampingan seperti materials yang kami sebut XSALEM ini kami tawarkan kepada Anda yang tertarik untuk men-develop bisnisnya lebih lanjut, baik sebagai co-founder, CEO maupun C-level eksekutif lainnya. Tertarik?

Eks Sampah, Limbah & Emisi (XSALEM)



72. The New 'Iron From the Sky'

Ketika Allah memperkenalkan 'besi' dalam Al-Qur'an (QS 57:25), Dia mensifatinya dengan tiga hal, yaitu 1) Diturunkan (dari langit), 2) Memiliki kekuatan yang sangat dasyat dan 3) Bermanfaat bagi manusia. Yang kemudian diterjemahkan dengan 'besi' tersebut - ternyata tidak hanya merfer pada suatu zat fisik tertentu seperti Ferrum (Fe) yaitu zat besi yang kita kenal.

Kita lihat karakter pertama 'Diturunkan', benarkah besi yang kita pakai saat ini diturunkan dari langit? Bukankah dia diproduksi dari biji besi yang ditambang di bumi? Ternyata benar seperti yang disebutkan di Al-Qur'an tersebut, berjuta tahun silam benda-benda meteor langit dari pecahan bintang yang mati menghujani bumi ini dan menebarkan serpihan-serpihan kecil yang kita sebut biji besi. Bahkan ketika besi diperkuat dengan Nickel (Ni) menjadi besi baja-pun, Nickel ini juga sama - berasal dari hujan meteor berjuta tahun silam.

Di jaman super modern ini, ketika manusia butuh kekuatan lain melebihi Fe dan Ni untuk bisa merespon tantangannya juga menaklukkan angkasa (QS 55:33), unsur baru yang memenuhi kebutuhan ini ternyata ada pada Carbon (C). Lagi-lagi C ini juga diturunkannya dari CO₂ yang ada di atmosfer bumi. Jadi karakter kedua kekuatan yang dasyat bisa datang dari unsur Fe, Ni, C ataupun unsur-unsur lain yang dimasa depan dibutuhkan untuk menghadirkan kekuatan yang dasyat ini.

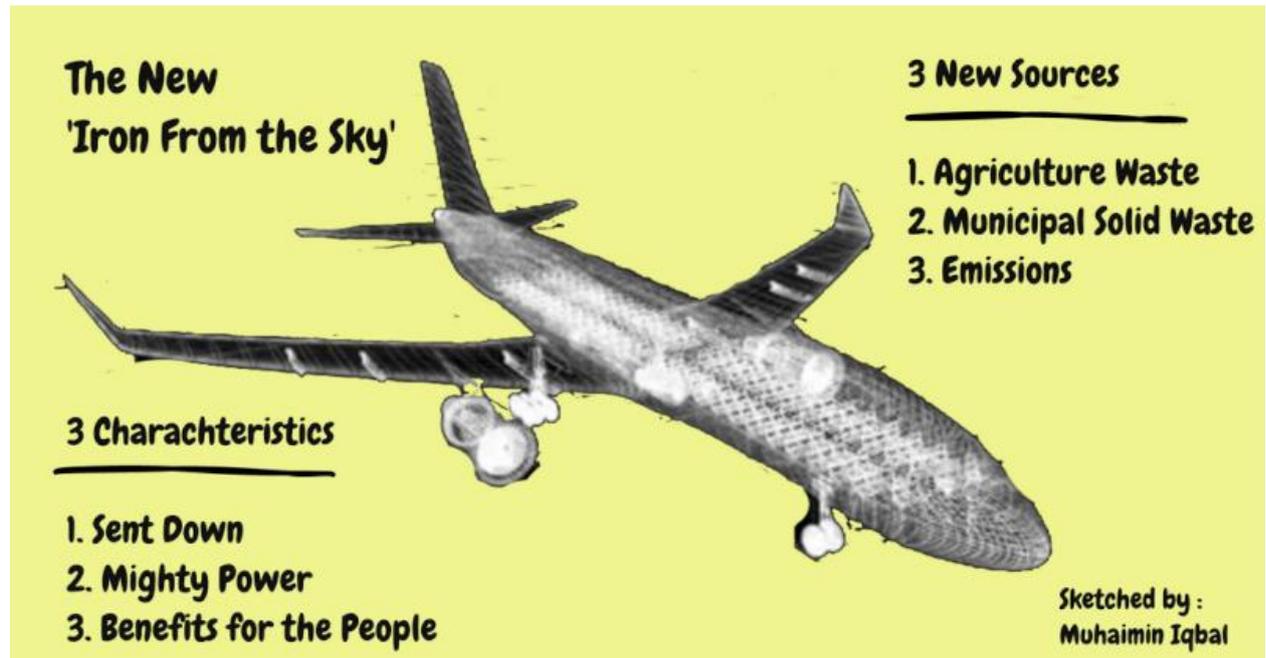
Tinggal kemudian bagaimana manusia ini mengolah unsur-unsur tersebut unruk memenuhi karakter ketiga yaitu bermanfaat bagi manusia. Di era ketika kekuatan itu berupa Fe dan Ni, yaitu besi baja - kita masih mengimpor begitu banyak dari luar negeri besi baja ini, padahal biji besi dan khususnya nikel - kita termasuk yang paling kaya di dunia.

Maka ketika dunia akan memasuki kekuatan baru, dimana mesin-mesin canggih akan lebih membutuhkan C untuk bahan bakunya, dalam berbagai bentuk serat carbon atau nano carbon seperti Carbon Nanotubes (CNTs) misalnya, kita kudu bisa berperan maksimal karena lagi-lagi

sumber C tersebut melimpah di sekitar kita.

Tiga sumber C yang kami sudah idetifikasi bisa menjadi bahan baku material canggih 'besi' masa depan itu adalah sampah perkotaan, limbah pertanian dan emisi carbon - atau yang kami singkat SALEM. Material apapun bisa dibuat dari SALEM ini, sehingga produk turunannya kita sebut XSALEM - Eks Sampah, Limbah dan Emisi.

Sebagaimana besi baja (Fe, Ni) kita butuhkan untuk membangun apa saja, dari infrastruktur jalan tol, bangunan, pabrik-pabrik, mesin-mesin hingga kapal perang, kedepannya kita bisa membangun apa saja dengan mengolah bekas sampah, limbah dan enisi atau XSALEM tersebut. InsyaAllah.



73. Hulu-Hilir Industri Sampah, Limbah dan Emisi

Bagi sebagian besar orang sampah, limbah dan emisi adalah masalah besar - yang bahkan dunia punya rencana jangka yang sangat panjang untuk mengatasinya. Sampah perkotaan masih menjadi momok bagi para pejabat daerah, kinerja mereka tercermin dari mampu tidaknya mereka mengatasi sampah di kotanya. Limbah pertanian dan industri masih menjadi beban bagi para pelakunya, tidak jarang mereka harus berurusan dengan hukum karena gagal mengelola beban ini sesuai peraturan yang berlaku.

Emisi power plant, industri dan transportasi menjadi kambing hitam bagi kerusakan alam, perubahan iklim dan pemanasan global. Tidak serta merta juga dunia bisa mengatasi ini, bahkan setelah bersepakat 31 tahun lalu di Rio De Janeiro untuk menjaga alam yang berkelanjutan, hingga kini dunia masih minta waktu hingga 2050 untuk membereskan emisi, ada juga yang minta mundur lagi hingga 2060 bahkan 2070.

Namun bersama masalah juga hadir solusi dan peluangnya. Sampah, Limbah dan Emisi yang untuk selanjutnya saya singkat SALEM - dan produknya saya sebut XSALEM, bisa menjadi

peluang besar bagi yang mau menggarapnya. Peluang itu sebesar masalah yang akan diselesaikannya, bila masalah SALEM ini bersifat kolosal dan global, maka demikian pula peluangnya.

Sketsa di bawah baru sebagian saja dari peluang tersebut yang sudah terbayang jelas solusi dan peluangnya di pemikiran team Advanced Renewable Organization (ARO) kami. XSALEM atau produk SALEM setidaknya bisa diarahkan untuk empat sektor yaitu energi, pangan, air/lingkungan dan teknologi.

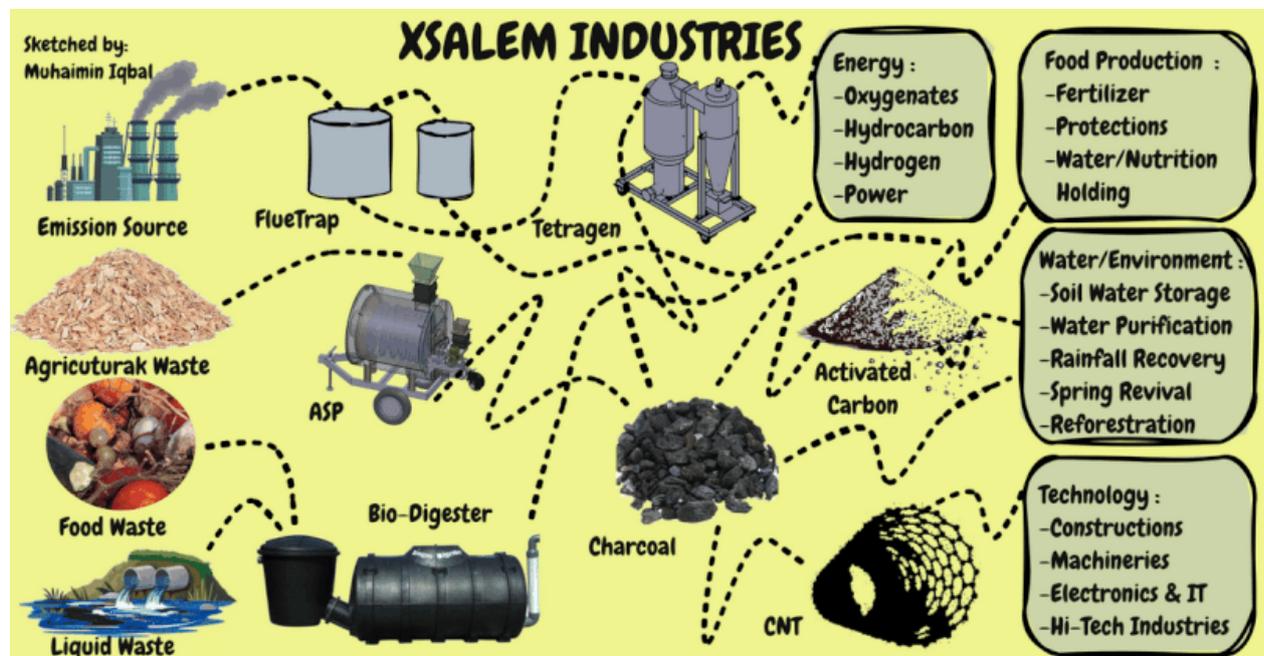
Di bidang energi yang sudah paling umum, sampah bisa diproses menjadi berbagai bentuk energi baik berupa bahan bakar maupun listrik. Bahan bakar yang dihasilkan bisa berupa renewable hydrocarbon (diesel, jetfuel, bensin dan LPG), maupun oxygenates (Methanol, Ethanol dan DME), dan bahkan juga green hydrogen.

Di bidang pangan, hasil pengolahan limbah dan penangkapan CO2 bisa menjadi solusi untuk recovery lahan kritis dan bahkan gurun sekalipun. Arang atau biochar sudah terbukti 2000 tahun lebih menjadi instrumen penjaga kesuburan lahan di masyarakat amazon. Hasil penangkapan CO2 bisa menjadi sumber pupuk dan pestisida yang tiada habisnya.

Arang yang sama bisa menjadi alat untuk menyimpan air dan nutrisi dalam tanah, mengembalikan curah hujan dan menghidupkan kembali mata air-mata air. Activated carbon yaitu arang yang diaktivasi menjadi alat untuk memurnikan air yang murah dan efektif.

Bahkan dengan sekali proses berikutnya arang atau activated carbon bisa diproses untuk menjadi nano carbon seperti Carbon Nanotubes (CNTs) dan lain sebagainya. Tidak terhitung potensi yang bisa dihadirkan oleh CNTs ini untuk industri teknologi di zaman super modern ini.

Masih akan menysia-nyaiakan sampah, limbah dan emisi? Untuk berpikir positif terhadap ketiganya - mari kita sebut dengan nama yang baik SALEM atau XSALEM untuk produknya, selain singkatan juga memiliki arti - keselamatan dan produk dari keselamatan!



74. Jika Carbon Bisa Bicara

Sang Pencipta menuliskan ayat-ayatNya di setiap benda dan peristiwa, kemudian Dia-pun mengajari kita untuk bisa menguasai inti dari setiap persoalan, memahami hakikat setiap benda dan peristiwa dengan dua kata kunci, yaitu dzikir dan fikir. Dengan terus mengingatNya dan memikirkan ciptaanNya (QS 3:190-191).

Kalau pendekatan dzikir dan fikir ini kita aplikasikan untuk mengatasi problem dunia saat ini yaitu emisi carbon misalnya, pelajaran apa yang bisa kita ambil? berikut adalah bayangan saya kalau kita mampu bicara dengan sang carbon.

Pertama dari sang ibu : "Namaku Char, Aku ibu dari segala bentuk energi yang dibutuhkan manusia, ibu dari segala materials dan feedstocks. Tetapi aku sedih melihat manusia memperlakukanku, mereka mengkambing hitamkan bangsaku (CO₂) sebagai penyebab pemanasan global, perubahan iklim dan musibah demi musibah, padahal semuanya karena kesalahan mereka sendiri".

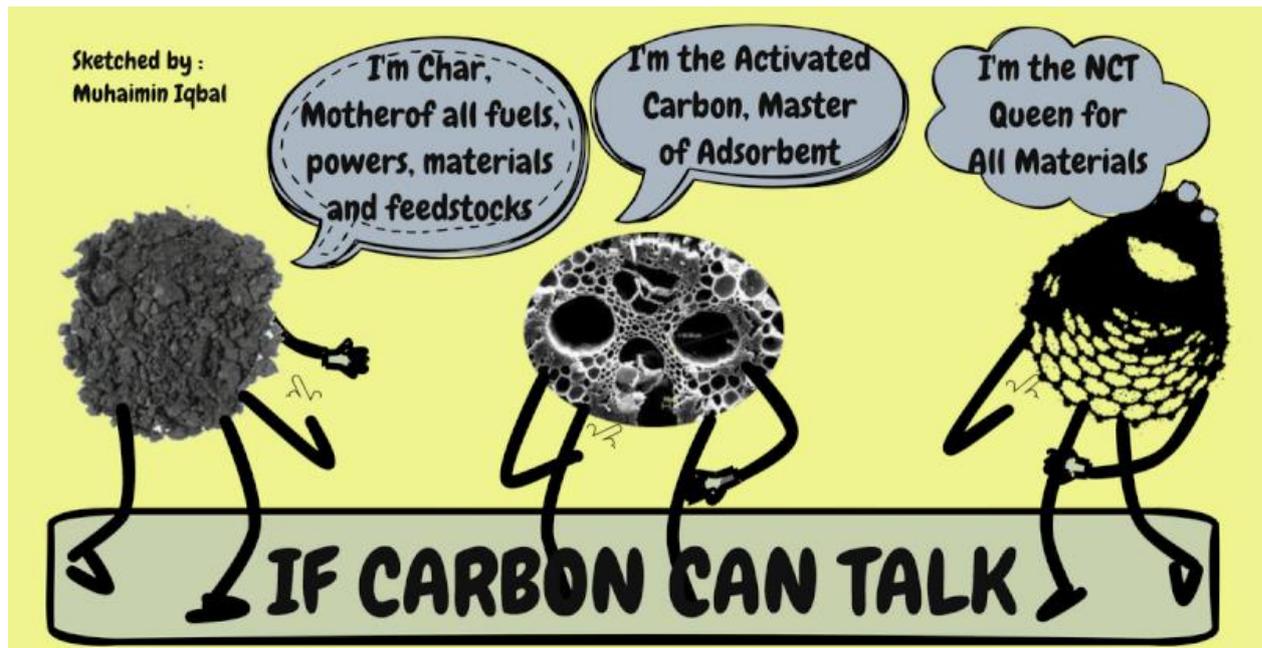
Lalu dia melanjutkan : "Di tempat asalku, aku dibuang-buang di tempat sampah, manusia kebanyakan jijik melihatku. Hanya manusia yang mau mengingat penciptanya - yang juga penciptaku saja yang berusaha keras memahami hakikat diriku. Akupun dibersihkannya dari segala aroma dan rasa, menjadi arang seperti ini, aku siap menjadi manfaat bagi yang memahamiku".

Lalu sang ibu meminta putranya memperkenalkan diri : "Namaku Activated Carbon (AC), aku anak ibu Char yang super aktif, manusia yang memahamiku menjadikan aku seperti ini dengan apa yang mereka sebut aktivasi. Dengan aktivasi ini permukaan tubuhku menjadi sangat luas, seluruh tubuhku penuh rongga-rongga yang tidak terhitung jumlahnya. Dengan inilah aku menjadi jagonya dalam menangkap segala sesuatu, aku menjadi master of adsorbent, segala air kotor bisa aku tangkap dan bersihkan, segala racun bisa aku buang, dan bahkan aku bisa membersihkan racun yang ada di dalam perut manusia".

Lalu giliran putrinya : "Aku saudara tirinya AC, sebagian dari aku lahir dari Ibu Char, tetapi sebagian yang lain juga bisa lahir langsung dari cerobong-cerobong asap pabrik dan knalpot kendaraan yang dibuat manusia. Nama lengkapku Carbon Nanotube (CNT - Si CaNTik!), tetapi manusia masih sangat sedikit yang mengenalku."

Si CaNTik-pun melanjutkan : " Meskipun tubuhku sangat kurus - hanya beberapa puluh nanometer, aku sangat kuat - kekuatanku jauh melebihi besi dan baja yang digunakan manusia, akupun mampu menghantarkan arus listrik yang sangat cepat, 1000 kali lebih cepat dari yang digunakan manusia saat ini yaitu tembaga, aku juga sangat tahan panas, maka dengan segala kelebihan ini - manusia yang mengenalku menyebutku sebagai the queen of all materials".

Lalu si ibu menutup : "Kami akan menjadi saksi atas perbuatan manusia terhadap kami di akhirat nanti, apakah kami dijadikan untuk merusak alam atau memakmurkannya". Maka lanjutan ayat tersebut di atas, setelah kita bisa memahami bahwa tidak ada yang sia-sia dari ciptaanNya, kitapun diajariNya untuk segera mensucikanNya dan berlindung dari api neraka!



75. Tambang Baru Di Langit

Kalau kita mengandalkan tambang untuk energi maupun material itu hanya yang ada di bumi, maka yang sudah terjadi adalah gunung-gunung dipapras untuk diambil batunya, hutan-pun dibabat untuk berbagai hasil tambang lainnya, akan bertahan berapa lama bumi ini bila ini yang akan kita teruskan?

Padahal ada petunjukNya yang bisa menjadi inspirasi kita, bahwa besi-pun diturunkan dari langit (QS 57:25), dan rezeki kita juga ada di langit (QS 51:22). Ayat-ayat ini bisa bermakna tidak langsung, bahwa yang di langit (Allah) yang menghadirkan besi dan rezeki kita. Tetapi juga bisa kita maknai secara harfiah bahwa benar-bener 'besi' dan rezeki itu dari langit. Untuk besi dari langit penjelasannya ada pada unggahan saya kemarin, sedangkan rezeki dari langit Ulama dahulu menjelaskannya seperti hujan, bukankah hujan itu rezeki bagi kita semua, dan bukankah hujan dari langit?

Untuk tambang-pun demikian, tambang dari langit itu secara harfiah sudah bisa benar-benar kita lakukan dengan state of the art technology saat ini. CO₂ misalnya, yang konsentrasinya terus meningkat di langit - akan selesai masalahnya bila berhasil kita tambang dan dijadikan produk yang bernilai tambah paling tinggi.

Untuk sementara tambang di langit ini juga tidak perlu kita berburu di langit bebas sebagaimana para penambang di bumi ber-eksplorasi untuk menemukan sumber-sumber tambang baru. Tambang-tambang di langit ini awalnya bisa mulai dari cerobong-cerobong asap industri pembangkit listrik, pabrik semen, industri besi baja, pabrik pupuk dlsb.

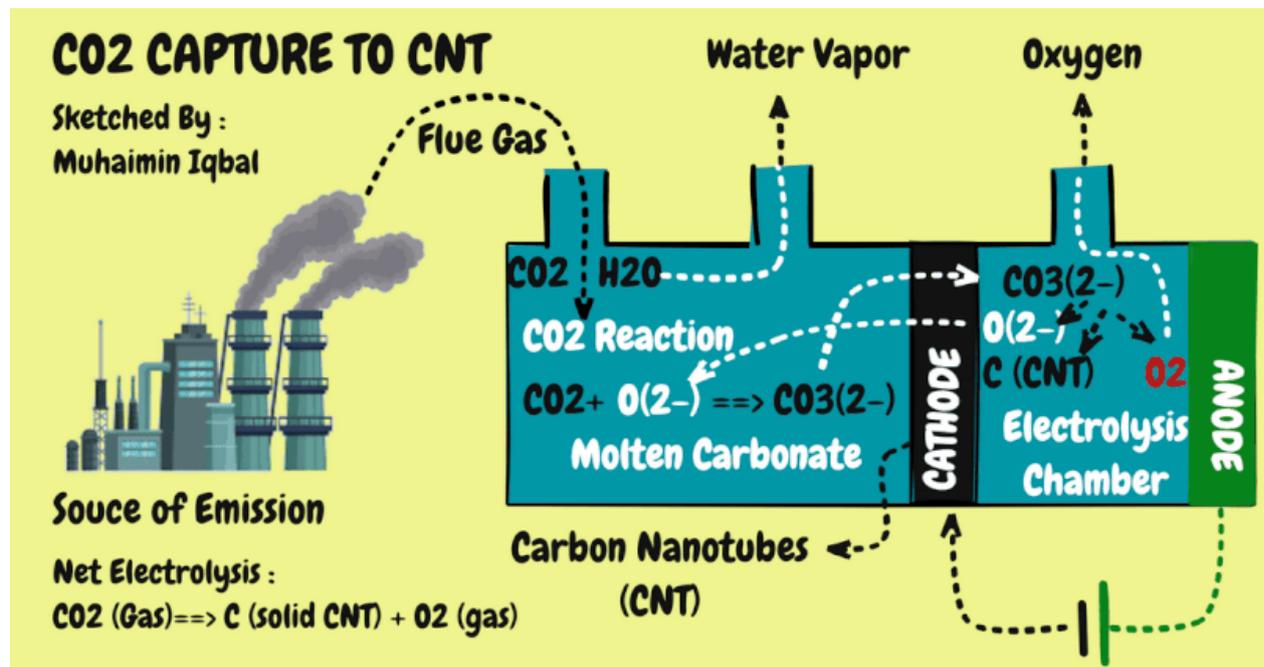
Untuk menangkap CO₂ dari cerobong-cerobong asap tersebut dan menjadikannya pupuk, pestisida dan bahan bakar - sudah kami unggah sebelumnya, yaitu menggunakan teknologi FlueTrap yang percobaannya sudah saya share di media ini.

Yang sedang kami kembangkan berikutnya adalah menambang CO₂ tersebut untuk menghasilkan material canggih yang disebut Carbon Nanotube (CNT). Teorinya sederhana,

kalau unsur O₂ bisa kita pisahkan dari CO₂, maka hasilnya akan berupa karbon C yang bisa diatur arahnya untuk menjadi CNT dlsb. Dan ini ternyata benar-benar bisa dilakukan.

Tekniknya kurang lebih seperti dalam sketsa yang saya buat di bawah. Intinya CO₂ dielektrolisa menggunakan larutan molten carbonate dan dengan sedikit energi listrik. Dengan cara ini CNT akan mengumpul di Cathode, dan O₂ di Anode, kemudian lepas ke udara menjadi bagian dari udara bersih yang kita butuhkan.

Bayangkan sekarang potensi tambang dari langit ini. Dari PLTU saja kita punya sekitar 38 GW, perkiraan kasar saya mengeluarkan 333 juta ton CO₂ per tahun. Kalau ini bisa kita tangkap semua dan proses menjadi CNT, potensinya ada sekitar 90 juta ton CNT per tahun. Ini lebih dari cukup untuk menggantikan seluruh produksi semen kita (65 juta ton) dan besi baja kita (15 juta ton), dengan produk yang lebih baik, dan dengan ini pula kita bisa mengatasi emisi dari 3 industri sekaligus, PLTU, industri semen dan industri baja!



76. Mobil Yang Nyaris Tidak Butuh Bahan Bakar Atau Listrik

Bila Zemeckis dan Bob Gale yang hampir setengah abad lalu membayangkan mobil masa depan itu bisa berbahan bakar sampah dalam film Back To the Future, mobil yang satu ini jauh lebih canggih dari yang mereka bisa imajinasikan. Mobil yang saya buat sketsa-nya ini nyaris tidak perlu bahan bakar, dan emisinya justru yang dibutuhkan bumi ini - yaitu air dan oksigen.

Lebih dari itu, mobil ini bukan karya fiksi ilmiah, tetapi state of the art technology - yang bisa kita bener-bener wujudkan sebelum tahun SDG 2030 - kalau ada yang mendanai tentu saja! Mobil ini menggunakan teknologi Carbon-Cycles yang detilnya ada dalam beberapa segmen teknologi yang sudah saya unggah sebelumnya.

Untuk bisa mengejar target massal sebelum 2030, awalnya tidak harus membuat mobil baru - semua mobil yang bermesin hybrid - internal combustion engine dan electric - bisa dioprek untuk

menjadi mobil carbon cycles ini - selanjutnya saya sebut mobil CC. Untuk pertama kalinya saja mobil CC diisi bahan bakar dan berjalan normal sebagaimana mesin hybrid pada umumnya.

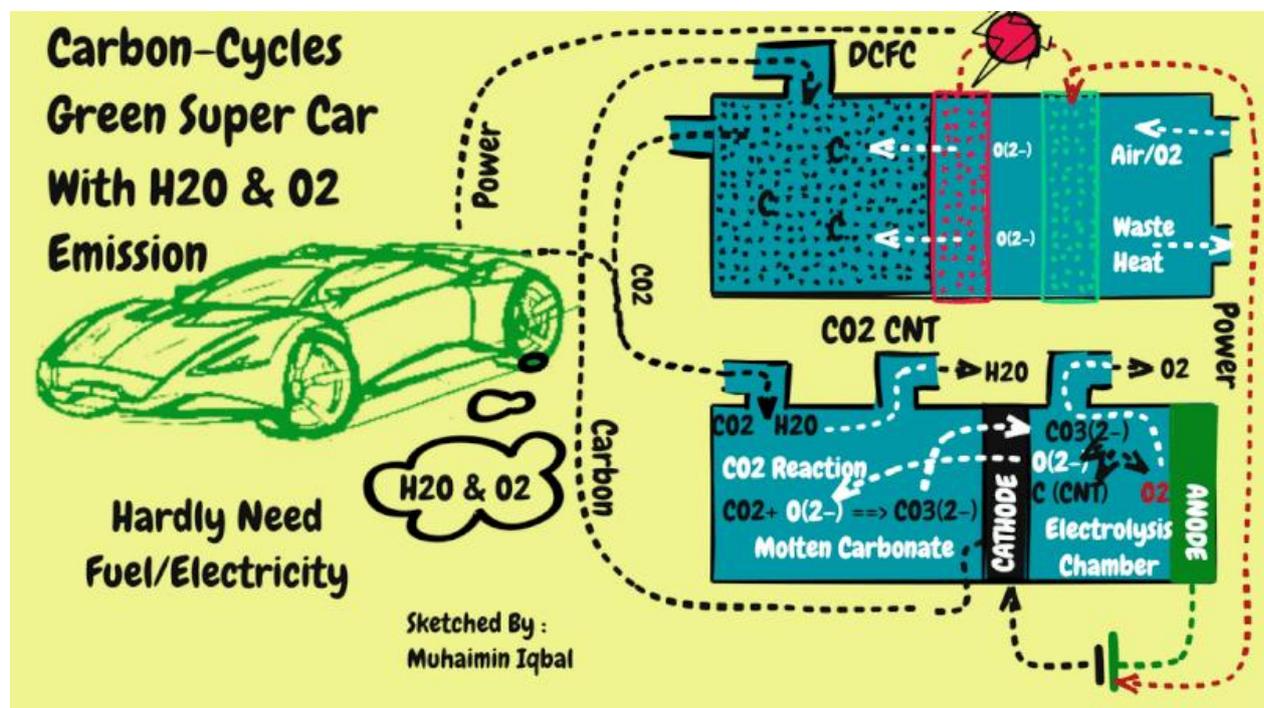
Bedanya adalah emisinya berupa CO2 ditangkap dan diubah menjadi carbon, teknologinya adalah CO2CNT - dari CO2 diubah menjadi Carbon Nanotubes yang sudah saya unggah kemarin di sini :<https://lnkd.in/g4tGEGFC> . Selanjutnya carbon keluaran dari CO2CNT diumpankan ke system DCFC (Direct Carbon Fuel Cells) untuk merubah carbon menjadi listrik, detil teknologinya ada di unggahan saya yang ini : <https://lnkd.in/gWpNteTN>

Keluaran DCFC adalah listrik yang digunakan untuk menjalankan mesin kendaraannya, juga sebagian kecil untuk proses CO2CNT. Limbah DCFC adalah concentrated CO2, diumpankan balik ke CO2CNT system untuk menghasikan carbon kembali. Begitu seterusnya, sehingg seandainya efisiensi itu bisa mencapai 100% maka mobil CC ini hanya butuh bahan bakar sekali ketika baru pertama kali digunakan.

Well, karena tidak ada yang sempurna di dunia ini, maka dari waktu ke waktu - mobil ini butuh diisi bahan bakar - tetapi akan sangat-sangat jarang dan sebenarnya nyaris tidak butuh. Adapun emisi dari mobil ini hanya berupa air dan oksigen karena limbah lain yang berupa CO2 diproses ulang oleh gabungan dari system CO2CNT dan DCFC tersebut.

Mengapa saya sangat yakin mobil ini bisa ada di jalan-jalan kita sebelum 2030? Karena saat inipun sudah berseliweran mobil hybrid. Kemudian riset tentang DCFC dan CO2CNT juga sudah sangat banyak, maka yang dibutuhkan tinggal technology artisan dan para tukang insinyur yang hoby ngoprek teknologi permesinan untuk memuwujdkannya.

Dari sisi teknologi, kami di Advanced Renewable Organization (ARO) siap full support bila ada yang mau mewujudkan mobil yang nyaris tidak perlu bahan bakar ini.



77. Ultimate Energy Efficiency and Decarbonization

Dalam unggahan sebelumnya, saya share bahwa dengan state of the art technology saat ini - sudah dimungkinkan untuk membuat mobil yang nyaris tanpa perlu bahan bakar atau listrik kecuali sangat sedikit saja : <https://lnkd.in/gMpb8z9N>

Teknologi yang sama, yaitu yang saya sebut teknologi siklus carbon atau disingkat SiklusC, juga sangat dimungkinkan untuk mesin-mesin statis yang membutuhkan kombinasi bahan bakar dan pembangkit listrik, mesin pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) contohnya. Bayangkan kalau teknologi SiklusC ini diterapkan di 5000-an PLTD yang ada di Indonesia, bukan hanya efisiesni yang sangat besar yang terjadi tetapi sekaligus juga akan terjadi dekarbonisasi yang terstruktur, sistematis dan masif.

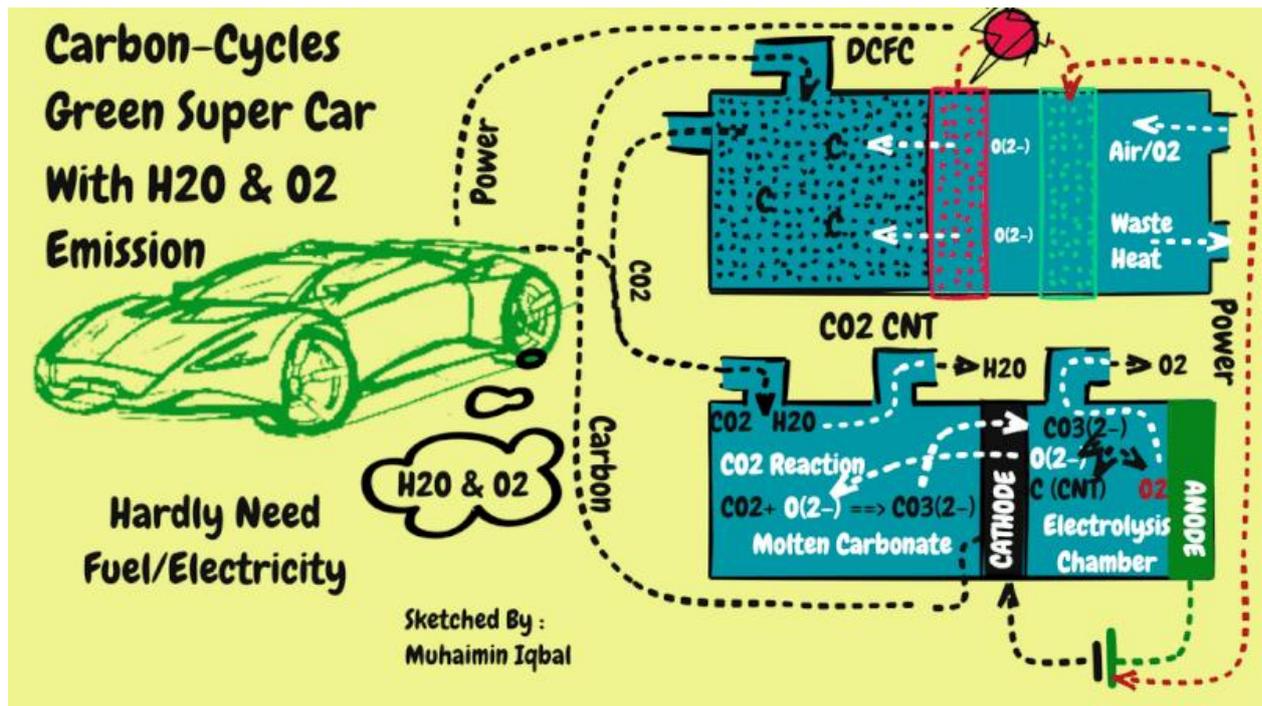
Cara kerjanya sama dengan teknologi SiklusC yang kita rancang untuk kendaraan hybrid EC/EV tersebut di atas. Awalnya saja PLTD tersebut diisi bahan bakar diesel, setelah terjadi pembakaran otomatis diesel akan menghasilkan CO₂ yang sangat banyak karena setiap 1 liter diesel akan mengeluarkan emisi CO₂ sebesar 2.68 kg.

CO₂ inilah yang kita tangkap dengan system CO₂CNT (CO₂ to Carbon Nanotubes), yang kemudian di-elektrolisa menggunakan elektrolit molten carbonate, hasilnya CO₂ akan terpisah menjadi padatan carbon (C) dan Oksigen (O₂).

Selanjutnya carbon (C) padatan diumpankan ke sistem DCFC (Direct Carbon Fuel Cells) untuk langsung menghasilkan listrik dan panas. Proses oksidasi di DCFC ini tentu akan menghasilkan emisi CO₂ lagi, tetapi CO₂ inipun ditangkap kembali dan diumpankan balik ke system CO₂CNT tersebut di atas. Kembali padatan carbon akan dihasilkan dan sisa emisinya tinggal oksigen.

Begitulah reaksi ini akan berjalan terus menerus dan hanya sekali-kali saja - sangat jarang, bahan bakar perlu ditambahkan kembali. Maka dengan teknologi SiklusC - yaitu carbon yang direcovery setelah combustion dan digunakan lagi sebagai bahan bakar ini, dua hal akan bisa dicapai sekaligus. Penghematan bahan bakar yang sangat tinggi dan emisi hydrocarbon-pun akan hilang sama sekali, karena semua CO₂ diproses dan digunakan kembali sebagai bahan bakar.

Insyallah teknologi SiklusC ini akan menjadi game changer di dunia bahan bakar, power generation, dan sekaligus juga decarbonization. Institusi atau korporasi yang berkepentingan dengan tiga hal tersebut dan ingin meng-elaborasi aplikasi teknologi SiklusC ini lebih lanjut sudah dapat menghubungi kami di Advanced Renewable Organization (ARO).



78. Carbon-Free Energy : Technology Readiness Level

Akhir-akhir ini saya banyak mengunggah energi yang bebas carbon dan energi efisiensi yang maksimal, dari carbon yang kita sirkulasikan dengan teknologi yang saya sebut SiklusC. Keduanya seperti dua sisi mata uang yang tidak terpisahkan, efisiensi energi sekaligus dekarbonisasi. Seberapa siap teknologi yang saya sebut SiklusC ini?

Karena tidak semua teknologi harus kita bangun sendiri dari nol, maka secara keseluruhan teknologi SiklusC ini berada di TRL 6 sampai 9. TRL atau Technology Readiness Level adalah cara para peneliti dan pengembang mengukur kesiapan teknologinya untuk sampai ke pasar. Hasil TRL assessment untuk SiklusC ini ada di sketsa di bawah.

Ada dua pendekatan teknologi yang kami tempuh untuk bisa menghasilkan energi yang bebas carbon, yaitu yang kami sebut Pre-Combustion/Oxydation dan Post-Combustion/Oxydation. Untuk yang Pre, carbon benar-benar tidak dibakar - dia hanya digunakan untuk mengantarkan Hydrogen - yang digunakan sebagai bahan bakar, bisa dengan Internal Combustion Engine, Turbine maupun Fuel Cells.

Untuk Pre, teknologi yang terlibat adalah penangkapan carbon dengan teknologi yang kami kembangkan sendiri FlueTrap - kesiapannya saat ini berada di TRL 6-7, sudah kita demonstrasikan di sejumlah video dan sedang diintegrasikan ke system lebih lanjut. Juga kami kembangkan sendiri Tetragen, sudah diluncurkan dan sudah ada di pasar - maka dia berada di TRL 9.

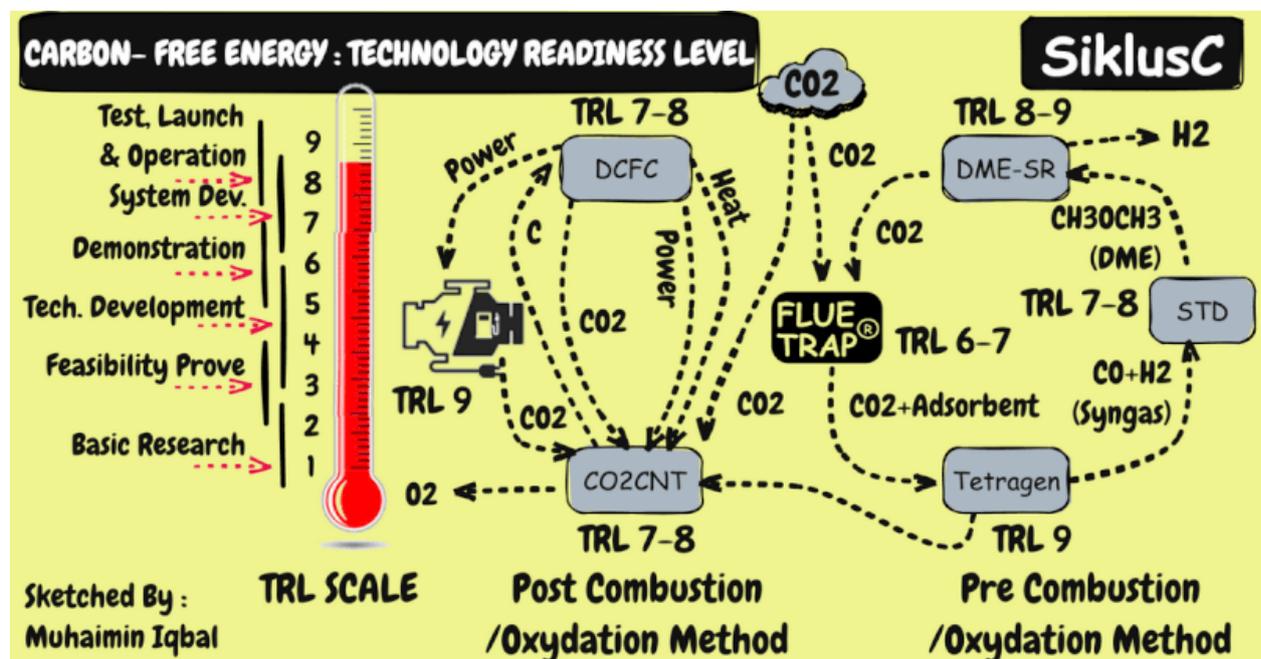
Teknologi berikutnya adalah Syngas to DME (STD), ini sudah banyak yang mengembangkan di pasar, saat ini di kisaran TRL 7-8. Begitupun teknologi reforming dari DME ke Hydrogen, sudah bisa dibeli di pasar - produk perusahaan lain, teknologinya di TRL 8-9.

Untuk yang Post Combustion/Oxydation-pun demikian, tidak semua kami kembangkan sendiri. Yang versi mobil, mesin Hybrid ICE/EV sudah massal, demikian pula yang versi statis seperti genset, keduanya berada di TRL 9. Teknologi kedua adalah yang merubah CO2 menjadi carbon (CO2CNT) sudah berada di TRL 7-8, demikian pula teknologi ketiga yang merubah carbon menjadi energi listrik langsung (Direct Carbon Fuel Cells- DCFC).

Jadi dari rangkaian teknologi-teknologi yang kami pilih untuk menghadirkan energi yang bebas carbon baik yang Pre-Combustion/Oxydation maupun yang Post-Combustion/Oxydation, keduanya sudah relatif siap. Yang terendah - yang R&D-nya kami lakukan sendiri posisinya saat ini sudah pada level 6-7, sudah didemonstrasikan dan sedang diintegrasikan dengan system yang lebih besar.

Sebagian teknologi lain kita ambil dari yang sudah di pasar seperti mesin hybrid, mesin genset yang sudah di TRL 9. Di luar FlueTrap dan Tetrigen (TRL 9) yang keduanya memang sepenuhnya murni inovasi kami, untuk CO2 to Carbon Nanotubes (CO2CNT), Direct Carbon Fuel Cells (DCFC), Syngas to DME (STD) maupun DME Steam Reforming (DME-SR), kita punya opsi membeli di pasar yang sudah ready (TRL 7-9), atau mengembangkan sendiri.

Walhasil, energi yang carbon-free itu sudah di depan mata kita!



79. The Blessing Smoke

Satu benda yang di jaman ini paling banyak dikambing-hitamkan sebagai sumber musibah, dia adalah asap. Baik berupa asap dari cerobong asap pembangkit listrik dan pabrik-pabrik, kendaraan bermotor, kapal, pesawat terbang hingga kebakaran hutan yang menjadi langganan beberapa daerah di musim kering.

Padahal satu ayat saja dari petunjukNya kita tadabburi dan amalkan, musibah itu bisa berubah menjadi berkah. Penggalan ayatnya adalah "...Rabbana maa khalaaqTa haadza baatilan..." (QS 3 :191), Ya Tuhanku - tidaklah ada yang Engkau ciptakan itu sia-sia. Nah sekarang bagaimana kita bisa mengoperasionalisasikan ayat ini dalam kasus asap di atas?

Kita kudu belajar dari pelajaran pertama dari Sang Pencipta kepada bapak seluruh manusia ketika dia masih di surga, apa yang diajarkan Allah langsung kepada Nabi Adam AS - yang bahkan tidak diajarkan kepada para malaikat? Ilmu yang sangat dasar yaitu mengenal benda-benda (QS 2:31). Dengan mengenal benda-benda inilah kita akan tahu karakter dari setiap benda, kekuatannya, kelemahannya, bahayanya, manfaatnya dan seterusnya.

Kembali ke masalah asap tersebut? apa hakikatnya asap ini? Dia adalah kumpulan dari sejumlah gas, yang terbesarnya adalah CO₂ (>95%) dan selebihnya adaah SO_x, NO_x, dan sejumlah senyawa yang digolongkan menjadi Volatile Organic Compounds (VOCs).

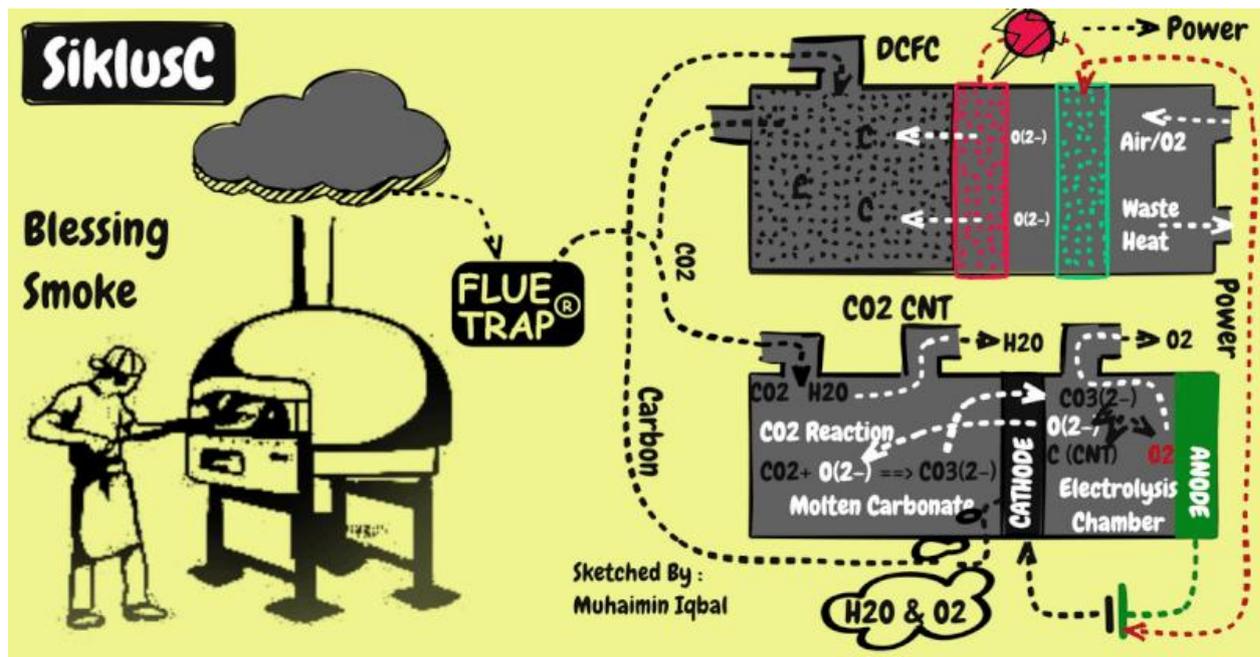
Nah setelah SO_x, NO_x dan VOCs kita pisahkan, sisanya tinggal CO₂ yang nyaris murni. Dari dua unsur CO₂, C bisa dipisahkan lagi dari O₂ melalui elektrolisa dengan elektrolit khusus yang kita sebut secara umum molten carbonate, O₂ akan lari ke kutub anoda dan C akan mengumpul di kutub katoda. Lalu untuk apa C ini?

Dia adalah energi murni yang dengan satu alat saja - misalnya kita gunakan fuel cells karena dia yang efisiensinya paling tinggi - akan berubah menjadi listrik. Dengan fuel cells yang kita sebut Direct Carbon Fuel Cells (DCFCs), bisa dicapai efisiensi hingga 80% dan bahkan lebih konversi energi dari C menjadi listrik ini.

Hasil oksidasi C dan O₂ di DCFCs akan menghasilkan limbah CO₂ konsentrasi tinggi, namun ini sudah menjadi CO₂ yang berkah karena mudah ditangkap dan dibalikkan ke unit pemroses sebelumnya yang kita ebut CO₂CNT, merubah CO₂ menjadi carbon (Carbon Nanotubes) kembali. Carbonnya bisa dijadikan material canggih Carbon Nano Composites misalnya - yang harganya sangat mahal, atau kalau produksinya banyak ya dikemalikan saja menjadi energi lagi di DCFCs.

Bisa kita lihat sekarang, awalnya adalah asap yang kita murnikan menjadi CO₂, dari sini dia akan terus berputar seperti bola ping pong antara dua mesin yaitu CO₂CNT <==> DCFC, inilah yang kami sebut sebagai energi dari siklus carbon atau SiklusC, sekali kita umpani dengan CO₂ dia akan terus menerus menghasilkan energi, O₂ dan air (opsional tergantung sumber CO₂-nya).

Tentu mesin buatan manusia ini tidak akan pernah sempurna, dari waktu ke waktu perlu ditambah CO₂ lagi, tetapi ini tidak masalah, toh seluruh manusia di bumi saat ini ingin membuang CO₂-nya?



80. Material Canggih Eks Sampah, Limbah dan Emisi (XSALEM)

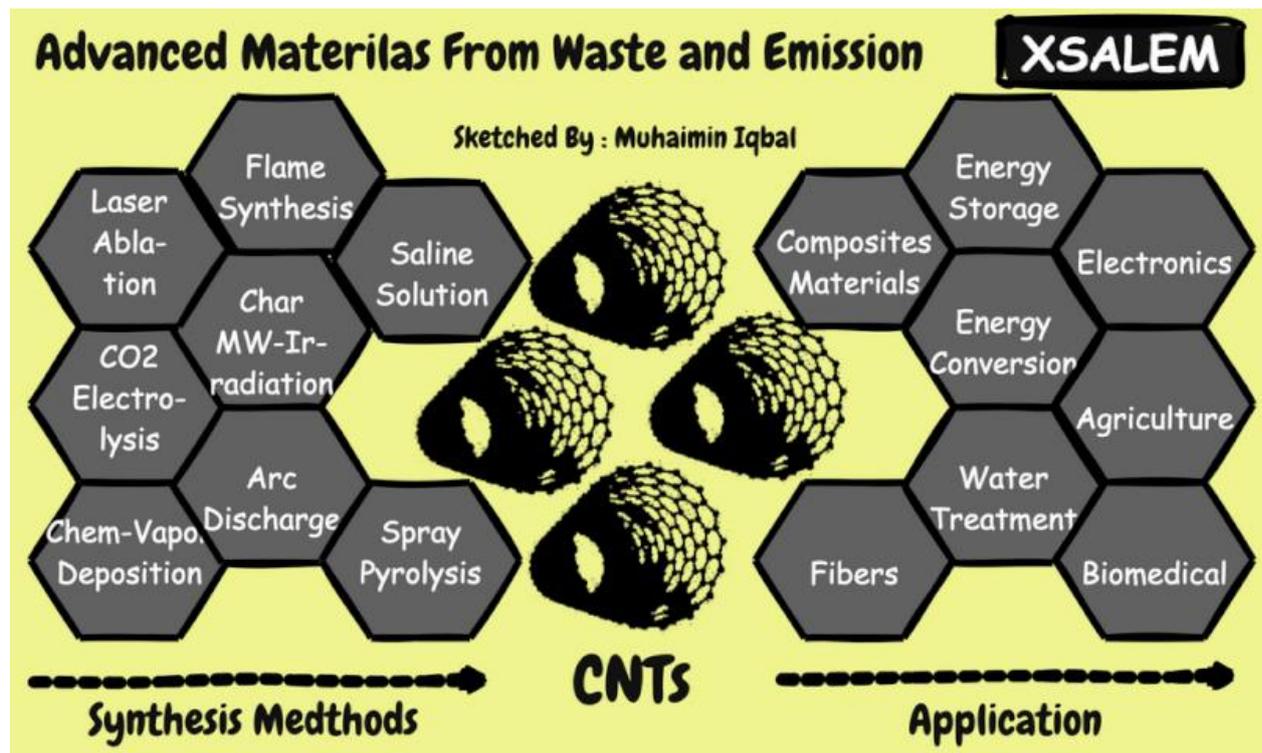
Pemanfaatan sampah, limbah dan emisi sebagai berbagai bentuk energi sudah sering sekali saya unggah di media ini, sejumlah alat atau mesin-pun kini sudah kami produksi. Mesin-mesin seperti ASP (Autothermal Slow Pyrolysis) untuk merubah sampah menjadi arang, Tetragen untuk merubah arang menjadi energi panas, dingin, listrik dan bahan bakar, kini sudah tersedia atas pesanan.

Tetapi sampah dan limbah tidak hanya bisa menjadi energi, dia bahkan bisa menjadi material canggih seperti yang sekarang sedang dipersiapkan NASA dalam proyek US-COMP untuk perjalanan angkasa yang lebih panjang dan lebih sulit, seperti perjalanan manusia ke planet Mars misalnya. Materialnya semua bisa dibuat dari sampah, limbah dan bahkan juga emisi.

Intinya semua yang mengandung unsur carbon atau C, bisa digunakan untuk menghasilkan material canggih yang disebut Carbon Nanotubes (CNTs) dan sejenisnya. Berbagai cara bisa ditempuh untuk mensintesa CNTs ini, sebagian saya tampilkan di sketsa di bawah, demikian pula produk-produk aplikasi yang bisa dihasilkan dari CNTs ini.

Intinya hampir semua material yang selama ini digunakan untuk memproduksi benda-benda yang ada di sekitar kita, yang paling sederhana seperti meja kursi, hingga yang sangat canggih seperti chip dari mobile phone terbaru Anda, seperti pesawat antariksa baru yang sedang dirancang NASA, semua bisa dihasilkan dari material CNTs ini.

Walhasil, ini hanya masalah waktu saja - captain of the industry di negeri ini atau di luar sana yang akan lebih dahulu mengolah sampah, limbah dan emisi menjadi tambang-tambang material untuk industri baru, untuk perbagai kebutuhan manusia yang akan memimpin peradaban berikutnya.



81. Decarbonization As Profit Centre and Life Saver

Lambannya proses dekarbonisasi di seluruh dunia di tengah pemanasan global dan perubahan iklim yang terakselerasi dengan cepat, saah satu penyebabnya adalah persepsi bahwa dekarbonisasi ini adalah ongkos yang harus dibayar oleh pelaku industri. Kebanyakan pelaku usaha belum melihat bahwa sampah, limbah dan emisi adalah bahan baku yang bisa diolah menjadi profit centre tersendiri.

Contohnya begini, industri yang butuh pembangkit listrik sendiri - baik dengan batubara ataupun diesel pasti keluar emisi yang sangat banyak. Yang batubara akan keluar emisi sekitar 24 ton/1 MW per hari, sedangkan yang diesel akan keluar sekitar 15 ton CO₂/1 MW per hari. Tanpa Anda sadari setiap 1 MW listrik Anda, setiap tahun Anda mengguyur masyarakat sekitar Anda dengan 8,760 ton CO₂ bila menggunakan batubara atau 5,475 CO₂ setiap tahun bila menggunakan diesel.

Hampir sama juga bila listriknya menggunakan listrik dari utility company yang mayoritasnya masih menggunakan batubara, diesel dan sebagian kecil carbon neutral energy. Angka-angka emisi tersebut belum berarti apa-apa mungkin bagi bottom-line perusahaan Anda selagi belum ada yang menuntut Anda untuk tanggung jawab atas emisi ini, seperti dengan carbon tax dlsb.

Angka-angka emisi ini baru akan menjadi significant berpengaruh pada bottom-line Anda ketika carbon tax diberlakukan - konon 2025 di Indonesia, atau Anda sudah berurusan dengan pasar luar atau institusi pembiayaan yang akan memberlakukan Net-Zero Compliance.

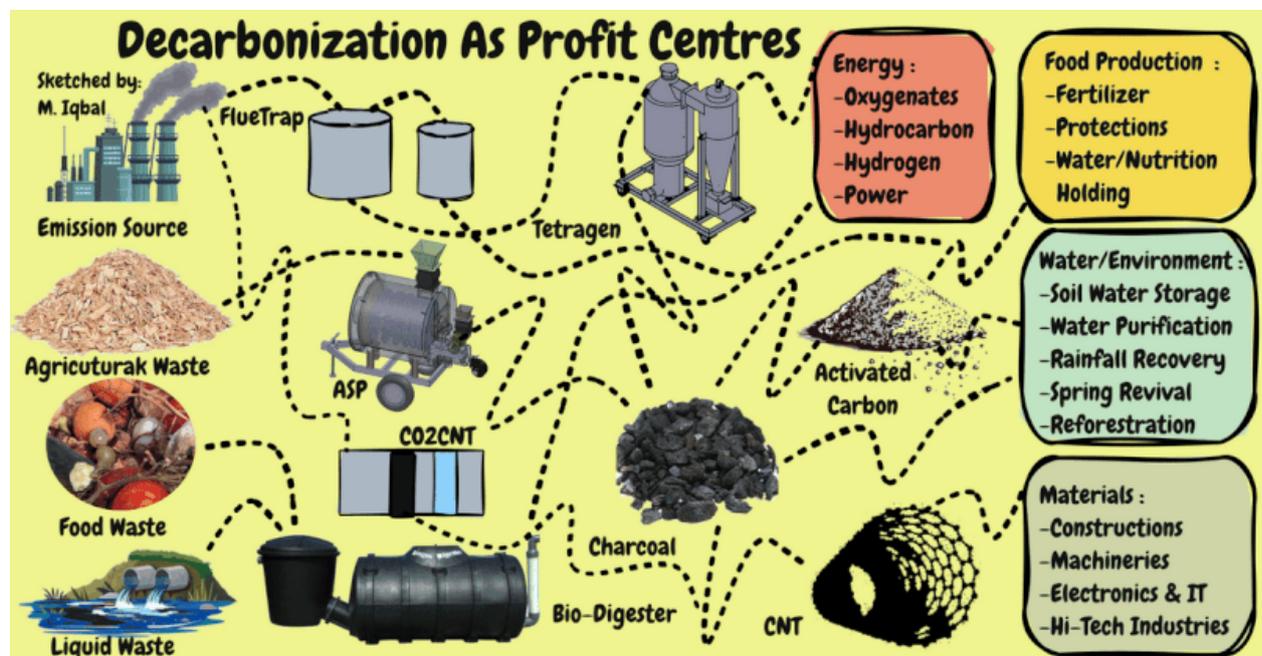
Namun sisi opportunity-nya juga ada dan bisa justru menjadi profit centre tersendiri bagi Anda. Diesel 1 MW dengan emisi CO₂ sebesar 5,475 ton per tahun, bila berhasil ditangkap seluruhnya,

kemudian CO₂ hasil tangkapannya dielektrolisa menjadi C dan O₂, maka perusahaan Anda akan bisa menghasilkan 1,493 Ton Carbon Nanotubes (NCTs) setiap tahun. Harga NCTs bervariasi, tetapi kata mbah Google saat ini harganya US\$ 300,000 per ton.

Berarti bila Anda bisa menangkap CO₂ seluruhnya dan menjadikannya NCTs saja, potensi pendapatan Anda dari emisi ini saja akan mencapai US\$ 448 juta per tahun, bisa jadi ini lebih besar dari pendapatan main business Anda sendiri. Tentu harga ini akan turun bersamaan dengan ramai-ramainya industri melakukan hal yang sama, tetapi benefits for the first mover tetap akan bisa dinikmati hingga beberapa tahun kedepan.

Namun jauh lebih penting dari potensi pendapatan financial ini, bila langkah penangkapan carbon dan merubahnya menjadi CNTs tersebut - dengan teknologinya yang kami sebut CO₂CNT - Anda lakukan, perusahaan Anda akan berubah dari perusahaan yang mengeluarkan emisi CO₂ sebesar 5,475 ton setiap tahun menjadi contributor Oksigen (O₂) yang sangat dibutuhkan oleh penghuni planet ini sebesar 3,981 ton setiap tahunnya.

Dengan langkah ini, Anda juga men-transformasikan perusahaan Anda yang tadinya mengancam kehidupan di muka bumi ini, menjadi penyelamat kehidupan di bumi ini - dan yang ini tidak ternilai harganya!



82. Introducing OCCY : Super Efficient and Zero Emission Engine

Di dunia permesinan dan pembangkitan daya kita mengenal sejumlah siklus seperti Otto Cycle yang kita gunakan di mesin bensin, Diesel Cycle di mesin diesel, Carnot Cycle dan Organic Rankine Cycles pada mesin kalor, serta Brayton Cycle di mesin turbin.

Karena semua mesin-mesin ini ditemukan sebelum manusia peduli pada emisi CO₂, maka dampaknya adalah yang kita alami sekarang - hampir seluruh mesin yang bekerja dengan siklus-siklus tersebut menjadi sumber pencemaran emisi CO₂ di jaman ini.

Namun karena infrastruktur permesinan ini sudah tumbuh memasuki abad kedua yang sangat masif, akan menjadi pemborosan sumber daya yang luar biasa bila mesin-mesin ini ditinggalkan. Maka inilah yang kami usung, kita hanya perlu menambahkan siklus baru yang membuat mesin-mesin tersebut bebas emisi.

Bahkan siklus baru ini bukan hanya menghilangkan emisi CO₂, tetapi juga mencegah penurunan konsentrasi oksigen di atmosfer bumi yang hingga kini masih sangat jarang disadari oleh para stakeholder dekarbonisasi sekalipun. Padahal setiap 1 kilogram emisi CO₂ memasuki atmosfer bumi, 0.73 kg O₂ hilang dari atmosfer bumi ini.

Maka siklus baru yang saya perkenalkan ini saya beri nama Oxygen and Carbon Cycles atau disingkat OCCY. Dia bisa dipasangkan dengan mesin apapun yang mengeluarkan emisi untuk menyerap seluruh emisinya - yang mayoritas lebih dari 95%-nya adalah CO₂, dan merubahnya menjadi energi.

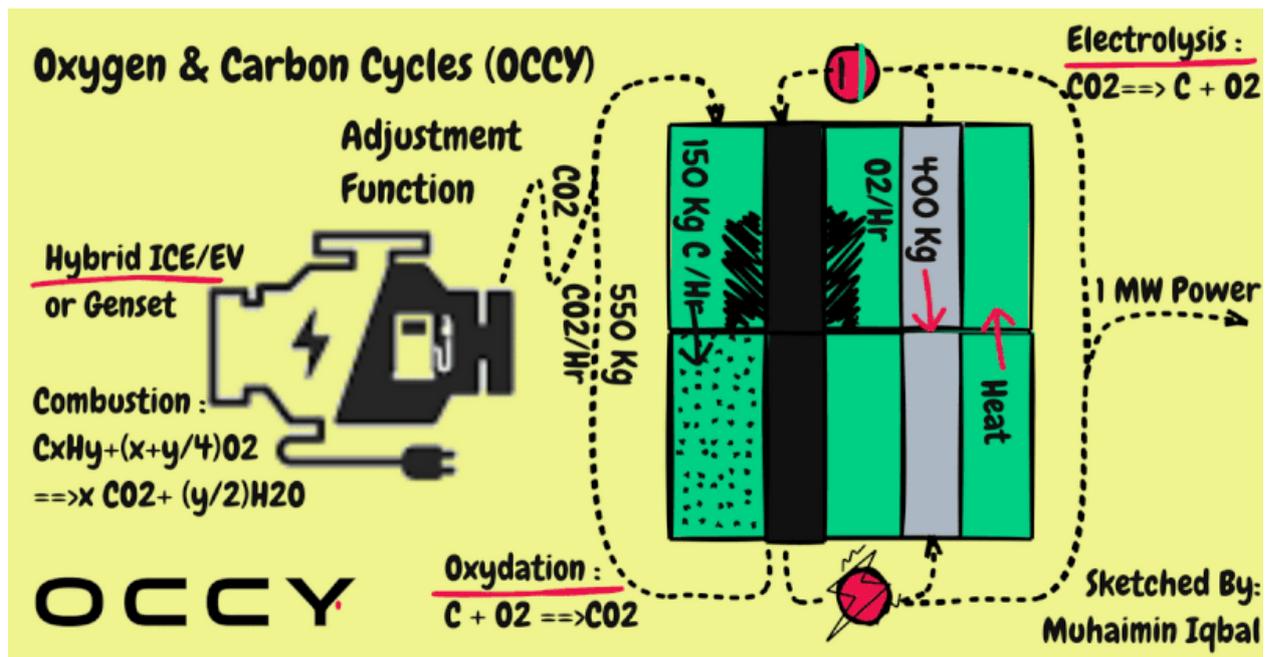
Bila seluruh siklus yang saya sebutkan diatas adalah siklus thermodynamics, OCCY adalah siklus electrochemicals. Dia gabungan dari reaksi elektrolisa dan oksidasi, CO₂ yang ditangkap dari mesin konvensional apapun dielektrolisa menjadi carbon (C) dan Oksigen (O₂).

Kemudian C dioksidasi untuk menghasilkan daya listrik, untuk ini butuh O₂ yang diambil dari proses sebelumnya yaitu elektrolisa. Oksidasi C dengan O₂ juga akan menghasilkan CO₂ - yang dikirim balik ke proses elektrolisa, begitu seterusnya sehingga mesin OCCY ini seharusnya tidak lagi butuh bahan bakar setelah dia berjalan.

Namun dari waktu ke waktu, mesin buatan manusia selalu tidak sempurna, pun demikian dengan OCCY. Maka disinilah peran mesin-mesin konvensional seperti mesin bensin, diesel, turbin, cerobong PLTU dan bahkan juga cerobong asap rumah tangga tetap dibutuhkan. Tetapi gunanya sudah bukan lagi penghasil daya utama, melainkan sekedar sebagai fungsi adjustment untuk menambah CO₂ baru bila CO₂ yang berputar di OCCY mulai berkurang.

Seperti ketika kita menambahkan air aki basah, kadang diperlukan tetapi sangat jarang. Demikianlah fungsi mesin-mesin konvensional yang ada sekarang - tetap dibutuhkan tetapi sangat jarang dipakai - karena sumber energi utama akan berasal dari reaksi electrochemicals yang ada di OCCY, dia tanpa emisi dan sangat jarang butuh tambahan bahan bakar(CO₂).

OCCY bahkan bisa digunakan oleh masyarakat daerah terpencil, hanya mengisinya dengan CO₂ dari hasil bakaran sampah atau limbah - mereka bisa punya listrik mandiri.



83. Opportunity In Clean and Flexible Fuels Power Generation

Pembangkit listrik itu kedepannya bisa menjadi sangat bersih karena bukan hanya tanpa emisi, dia juga bisa menyerap emisi. Dia bahkan bisa menyerap asap dari sumber apapun dan merubahnya menjadi listrik. Cara kerjanya menggunakan Oxygen and Carbon Cycles atau OCCY yang sudah saya share sebelumnya di sini : <https://lnkd.in/gyGFSRbD>

Bentuknya mirip accu kendaraan bermotor, bedanya dia tidak perlu dicharged - dia bukan sekedar menyimpan listrik tetapi dia memproduksi listrik. Dalam kondisi ideal dia hanya butuh bahan bakar sekali yaitu diawal penggunaan, selebihnya dia akan mensirkulasikan CO2 menjadi C dan O, menjadi listrik dan balik lagi menjadi CO2 begitu seterusnya secara terus menerus.

Namun karena tidak ada yang sempurna dari buatan manusia ini, dari waktu ke waktu - meskipun sangat jarang - dia perlu diisi bahan bakar untuk menjaga kapasitas produksi listriknya. Lantas apa bahan bakar yang bisa cocok untuk OCCY engine ini?

Bahan bakarnya bisa berupa carbon padatan, charcoal/biochar, activated carbon (AC) akan lebih baik, dan akan lebih baik lagi kalau berupa nano carbon seperti Nano Carbontubes (NCTs) dlsb. Bila bahan bakar sudah berupa carbon padatan - seperti bubuk halus, dia bisa langsung diproses di sisi oksidasi dari OCCY.

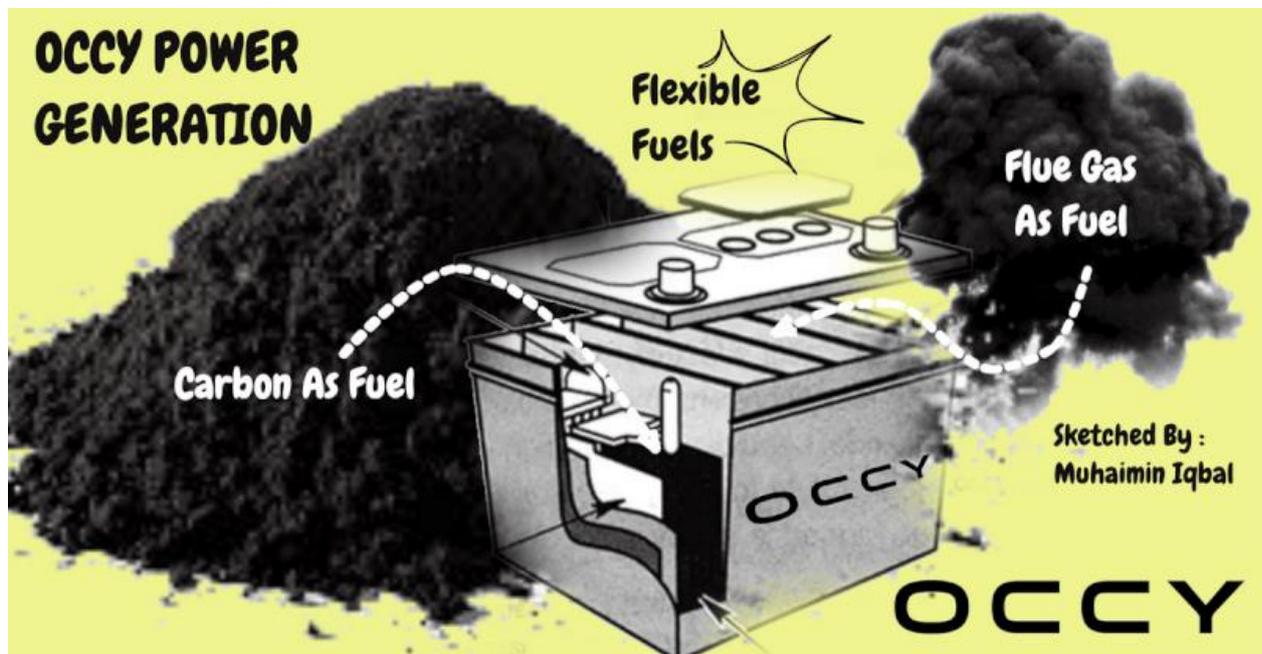
Setelah dioksidasi produknya akan berupa listrik dan panas, sedangkan limbahnya akan berupa CO2. Maka bahan bakar kedua yang bisa diterima oleh OCCY adalah CO2, bisa dari limbah oksidasi ini sendiri, atau CO2 yang diambil dari sumber flue gas lainnya. Umumnya flue gas kandungan utamanya lebih dari 95% adalah CO2, selebihnya NOx, SOx dan VOCs (Volatile Organic Compounds). Setelah dimurnikan, CO2 bisa masuk sebagai bahan bakar OCCY di bagian elektrolisa.

CO2 akan dielektrolisa menjadi C dan O2. Keduanya akan dikirim menuju bagian oksidasi untuk

kembali menghasilkan listrik, panas dan CO₂ lagi. Begitu sterusnya mesin ini akan bekerja tanpa henti menghasilkan listrik yang bebas emisi dan sangat sedikit membutuhkan masukan bahan bakar.

Hanya kadang-kadang sekali dia butuh carbon - dalam bentuk apa saja seperti yang saya sebutkan di atas. Mesin pengolah carbon dari biomassa apapun menjadi arangnya bahkan sudah mulai kami produksi. Demikian pula bila sumber daya yang mau digunakan untuk bahan bakarnya adalah flue gas atau gas buang dari cerobing asap apapun, mesin penangkap asapnya juga sudah kami demokan dan share video-videonya di [youtube.com/bursaide](https://www.youtube.com/bursaide) dengan teknologi yang kami sebut FlueTrap.

Walhasil, insyaAllah tinggal selangkah lagi untuk bisa mewujudkan mesin pembangkit listrik yang seksi dengan nama OCCY ini. Anda yang biasa mengulik teknologi battery insyaAllah bisa memproduksi mesin ini. OCCY project ini sedang mencari co-founders, CEO dan berbagai level C eksekutif lainnya. Andakah yang kami cari? Pabrikasinya belum tentu di sini, tetapi di salah satu negara di Asia-Pacific yang paling siap memproduksinya, tergantung dari pilihan investornya.



84. In-Situ Carbon Capture and Utilization

Dalam beberapa unggahan sebelumnya, saya share berbagai teknologi untuk menangkap carbon dari cerobong-cerobong pembangkit listrik dan pabrik-pabrik. Yang lebih besar sebenarnya adalah emisi carbon dari sektor transportasi, lebih sulit juga diatasi karena sumber emisinya bergerak dan menyebar. Namun tantangan untuk menangkap emisi carbon dari sumbernya untuk sektor transportasi ini malah bisa menjadi peluang tersendiri.

Ada setidaknya lima zat untuk carbon capture yang sudah kami kaji dan share. Pertama menggunakan reactant bila produk akhir yang dikehendaki pupuk dan sejenisnya, kedua adsorbent bila produk hasil penangkapan masih akan digunakan sebagai CO₂, ketiga solvent untuk menangkap gas yang tidak tertangkap oleh reactant atau adsorbent, keempat hydrogen bila CO₂ mau diubah menjadi liquid fuels, dan yang kelima adalah elektrolit - yaitu bila CO₂ mau

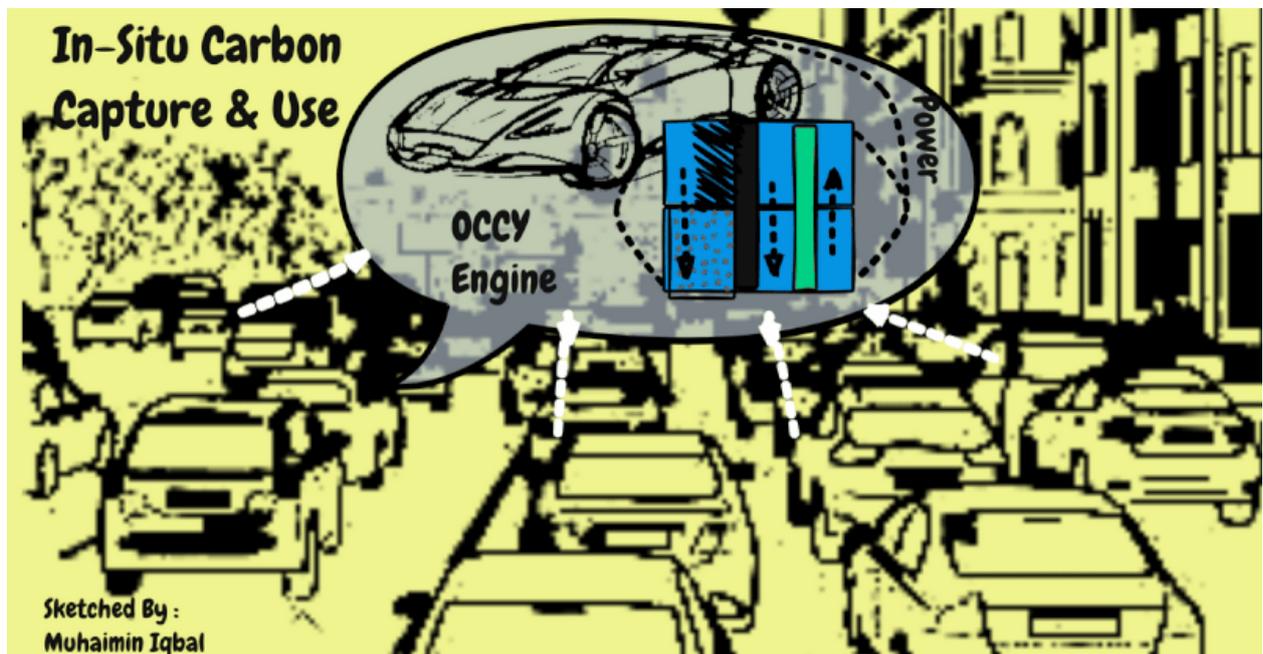
diolah secara electrochemical untuk langsung menghasilkan solid carbon materials atau juga daya listrik.

Yang terakhir tersebut bisa menjadi solusi in-situ carbon capture and utilisation untuk sektor transportasi. Teknologinya sudah saya perkenalkan kemarin yang kami beri nama OCCY - Oxygen and Carbon Cyclus. Intinya CO₂ ditangkap dan dielektrolisa menjadi unsur C dan O₂, untuk ini butuh elektrolit dari jenis molten carbonate.

Dari ruang eletrolisa C dan O₂ dikirim ke ruang oksidasi, cara kerjanya sama dengan Direct Carbon Fuel Cells (DCFC) yang juga sudah saya unggah sebelumnya. Oksidasi C oleh O₂ akan menghasilkan arus listrik, limbah panas dan CO₂. Ketiganya dikirim kembali ke ruang elektrolisa, CO₂ diuraikan kembali menjadi C dan O₂, untuk ini butuh panas - maka digunakan limbah panas dari proses oksidasi, dan butuh sedikit listrik menggunakan sebagian dari listrik yang dihasilkan di ruang oksidasi pula.

Hasil utama dari proses ini adalah listrik yang dapat digunakan sendiri oleh kendaraan hybrid yang dilengkapi dengan unit OCCY ini. Jadinya nanti akan ada kendaraan di jalan yang tidak butuh mengisi bahan bakar atau listrik, cukup memanen CO₂ dari emisi mobil-mobil yang ada di sekitarnya.

Semakin banyak mobil yang dilengkapi dengan OCCY ini akan semakin banyak CO₂ dari jalan yang terserap, sampai nantinya tidak ada lagi CO₂ yang bisa diserap secara cukup untuk menjalankan mobil OCCY ini - nice problem to have, saat itu jaan-jalan kita sudah menjadi bebas emisi. Dan tidak masalah juga untuk pemilik mobil OCCY, karena mobil OCCY bisa diumpani dengan asap apa saja, termasuk dari asap pembakaran sampah di incinerator. Jadi bukan hanya asap yang akan terserap habis, sampah-pun alan menjadi rebutan.



85. Perspektif : Kalau Saja Kita Kita Bisa Melihat Emisi CO2 Sebagai Peluang, Bukan Ancaman

Sebagai turunan dari produk Paris Agreement, Indonesia telah memperbaharui Nationally Determined Contribution (NDC) -nya menjadi 32% atau setara penurunan emisi 912 juta ton pada tahun 2030. Ini tugas berat yang menjadi janji kepada dunia yang sudah disetujui pemerintah kita untuk kita mampu mencapainya.

Janji ini kemudian akan diturunkan untuk menjadi kewajiban masing-masing sektor, hingga seluruh pelaku usaha - terutama bagi yang dalam aktivitasnya mengeluarkan CO2 dalam volume yang besar, seperti pembangkit listrik, pabrik semen, pabrik baja, produsen bahan bakar, pengelola lokasi komersial dan lain sebagainya, semua akan kena dampak ini.

Namun tergantung pada bagaimana perspektif kita melihat CO2 ini, bagi yang melihatnya sebagai masalah - maka ini akan menjadi beban berat bagi siapapun yang harus memikulnya, dua pemerintahan pasca 2024 harus bisa memikul beban berat ini untuk menjaga martabat janji kita kepada dunia.

Sebaliknya, bila kita bisa melihat CO2 sebagai sumber daya, maka ini bisa menjadi peluang pertumbuhan ekonomi kita yang terbesar bukan hanya sampai 2030 tetapi hingga 2050 setidaknya. Kita akan bisa benar-benar menjadi bangsa yang berperadaban maju bila kita mampu mengolah CO2, merubahnya dari beban menjadi aset, dari ancaman menjadi peluang.

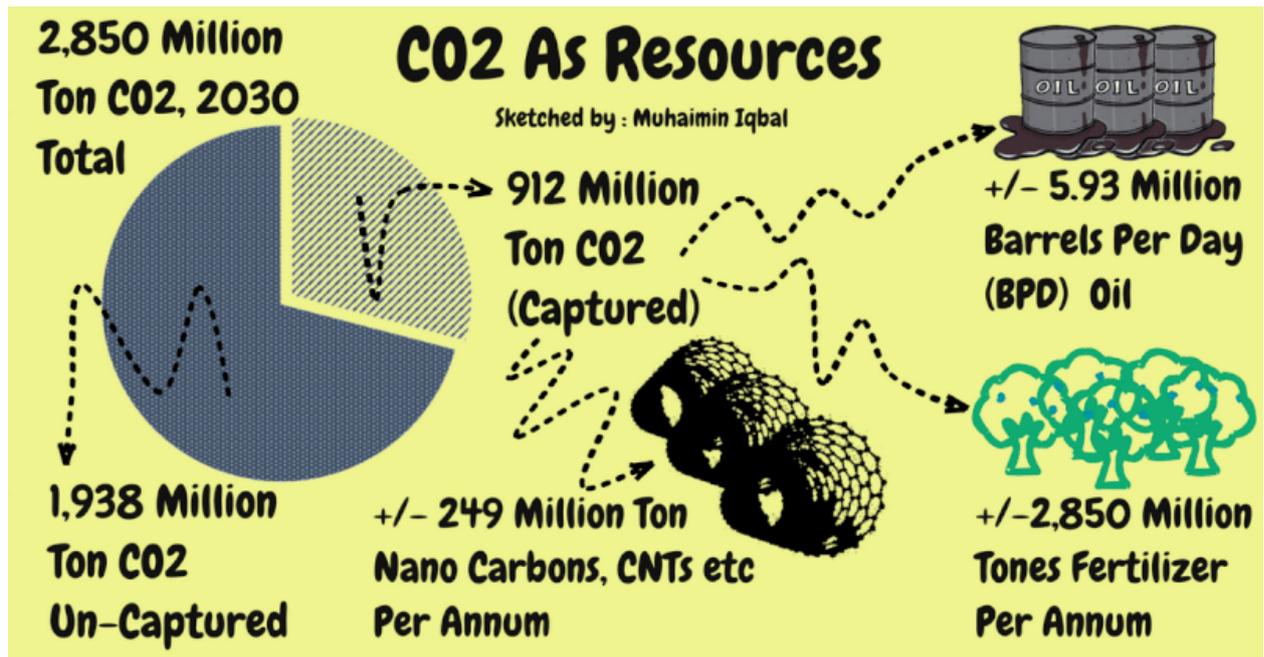
Untuk sekedar gambaran sebesar apa sih CO2 sebanyak 912 juta ton itu? Bila bisa kita tangkap seluruhnya dan diubah menjadi bahan bakar pengganti minyak bumi, itu setara 5.83 juta barrel per day (BPD) atau sekitar 9 kali rata-rata produksi minyak nasional kita hari ini.

Bila seluruhnya kita tangkap dan kita ubah menjadi slow released fertilizer, maka akan cukup untuk menghijaukan 14 juta hektar kita yang gersang plus menjaga kesuburan seluruh lahan pertanian yang ada di negeri ini, masih juga bisa bantu negeri-negeri MENA (Middle East and North Afrika) untuk menghijaukan gurun-gurunnya.

Bila kita tangkap dan ubah menjadi nano carbon seperti Carbon Nanotubes (CNTs) dlsb. kita akan memiliki produksi CNTs terbesar di dunia, sekitar 249 juta ton per tahun. Cukup untuk melipat gandakan industri material kita seperti semen dan besi-baja, untuk memproduksi lebih dari dua kali dari yang mereka targetkan untuk tahun 2030.

Hingga kini kita bisa membedakan negara maju dengan yang berkembang adalah dengan melihat apakah kota-kotanya bisa mengatasi masalah sampah, di negara maju kota-kotanya bersih, sebaliknya di negara berkembang tumpukan sampah di sudut-sudut kota dianggap lumrah. Nah menjelang tahun 2030 dan seterusnya, pembedanya akan bertambah satu lagi, yang maju akan mampu menangani emisi CO2 menjadi aset, sebaliknya yang berkembang akan terus tertatih-tatih memikulnya sebagai beban!

Semua teknologi insyaAllah sudah siap, tinggal perpektif kita yang harus mulai kita rubah, bahwa emisi CO2 adalah sumber daya yang ada di depan mata kita yang harus kita mulai olah.



86. Truly Blessing Circular Energy

Menurut James Prescott Joule - Fisikawan Inggris abad 19, energi itu tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, yang ada hanyalah perubahan bentuk dari energi yang satu ke bentuk energi lainnya. Maka kalau kita menguasai betul - mastering - perubahan-perubahan bentuk energi itu, kita akan selalu bisa memperoleh energi yang kita butuhkan.

Lebih dari itu kita akan bisa mengelola dari sumber energi yang sedikit, tetapi dimanfaatkan secara terus berulang sehingga menyelesaikan banyak kebutuhan energi. Di jaman modern ini orang menyebutnya circular economy atau karena khusus dalam bidang energi berarti circular energy. Dalam istilah agama, inilah yang disebut berkah - kemanfaatannya yang sangat banyak meskipun fisiknya sedikit.

Sketsa yang saya buat di bawah hanyalah mewakili sedikit pengelolaan energi secara sirkular yang bisa kita lakukan, mesin ASP dan Tetrigen adalah yang kami buat, selebihnya dibuat atau dirancang oleh pihak lain di dunia, ada yang sudah siap dibeli, dan ada yang masih perlu pemesanan secara khusus.

Bisa kita lihat dari garis-garis yang merah, bahan bakar apapun ujungnya akan kita gunakan menjadi dua jenis kebutuhan yaitu energi gerak (daya) dan listrik, untuk menghasilkan daya dan listrik ada limbah panas - yang bisa kita recover, dan semua bahan bakar menghasilkan limbah CO₂ - garis-garis hitam. Ada yang post combustion seperti pada mesin Internal Combustion Engine (ICE), ada yang pre-combustion seperti pada Steam Reforming untuk menghasilkan hydrogen.

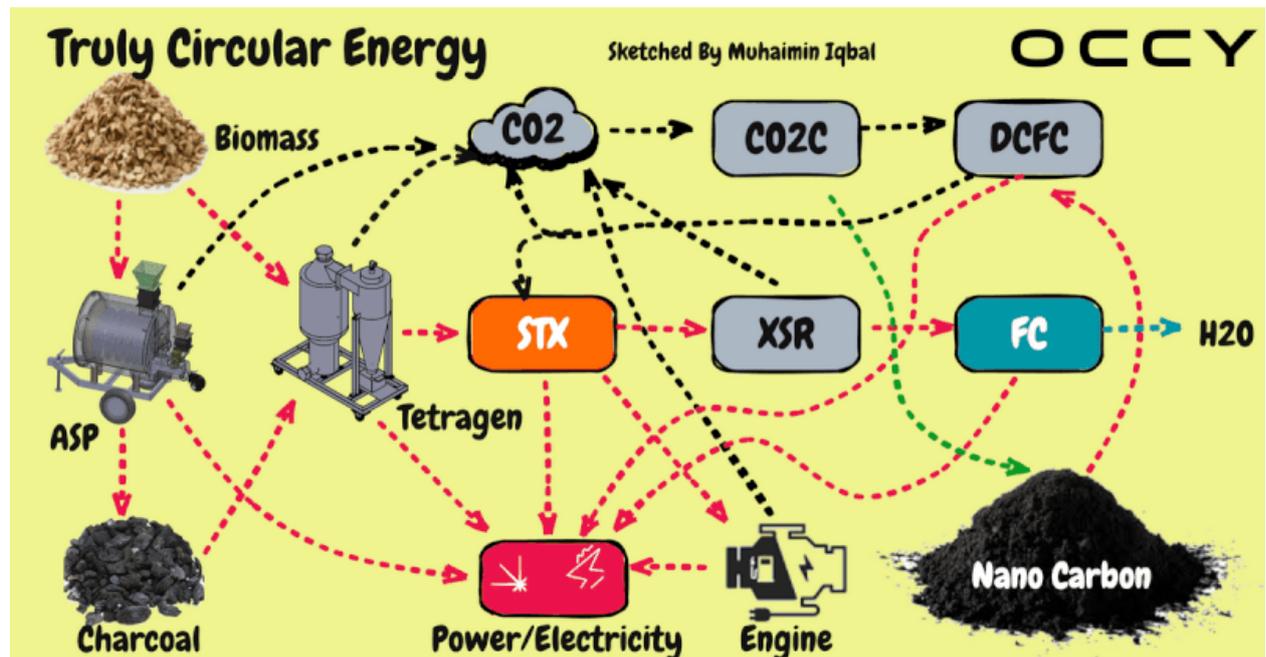
Pada CO₂ yang hingga kini masih dianggap momok bagi dunia tersebutlah tersimpan kunci dari circular energy ini, yaitu bila kita bisa mengambil energi dari CO₂ khususnya unsur C, maka kita akan memiliki sumber energi terus menerus dari emisi yang dibuang oleh orang lain.

Ada setidaknya tiga cara untuk menangkap CO₂ ini dan merubahnya menjadi energi. Pertama menggunakan adsorbent untuk mengikat CO₂, kemudian dilepas lagi tetapi langsung diolah

menjadi produk lain - misalnya dengan Reverse Water Gas Shift (RWGS) untuk merubah CO2 menjadi syngas, setelah itu bisa diolah menjadi bahan bakar apa saja.

Cara kedua adalah menangkap CO2 dan langsung dihidrogenasi menjadi bahan bakar oxygenate seperti Methanol, Ethanol dan DME. Bisa juga menjadi hydrocarbon seperti bensin, diesel dan LPG. Cara ketiga adalah menggunakan elektrolit untuk memecah CO2 menjadi C dan O2, C adalah bahan bakar padat yang bisa langsung menghasilkan listrik dengan teknologi Direct Carbon Fuel Cells atau DCFC.

Bahan bakar apapun dari 3 cara tersebut di atas, ketika kita gunakan untuk menghasilkan daya atau listrik akan kembali menghasilkan limbah CO2 lagi. Maka CO2 ini harus kita tangkap kembali dan diproses ulang menjadi bahan bakar berikutnya. Begitu seterusnya sehingga yang sedikit dan terbatas bisa melayani kita tanpa batas - itulah berkah!



87. Energi Hijau Dari Fosil, Mungkinkah?

Tergantung definisi hijaunya, bila yang dimaksud energi hijau adalah energi yang tidak mencemari lingkungan, yang carbon-neutral, yang bisa diperbarui terus menerus - maka semua ini juga bisa dipenuhi oleh energi fosil, seperti minyak bumi, batu bara dlsb. Sketsa di bawah adalah untuk menggambarkan proses bagaimana minyak bumi dan batu bara menjadi energi hijau sesuai definisi tersebut di atas.

Awalnya energi fosil digunakan sebagaimana biasa, yang minyak digunakan untuk mesin-mesin yang selama ini membutuhkan bahan bakar minyak, demikian pula yang baru bara - digunakan untuk pembangkit daya atau listrik yang berbahan bakar batubara.

Perbedaannya terletak pada sesudah penggunaan yang konvensional ini, yaitu setelah di bakar atau post combustion. CO2 yang keluar dari pembangkit batubara bisa ditangkap dengan dua cara yaitu dengan teknologi FlueTrap yang sudah kami perkenalkan sebelumnya, dan videonya bisa disaksikan di [youtube.com/bursaide](https://www.youtube.com/bursaide). Atau bisa juga ditangkap melalui proses elektrolisa yang kami sebut CO2C (CO2 to Carbon). Melalui cara yang kedua ini emisi CO2 dielektrolisa

sepenuhnya terolah. Perjalanan lewat udara terlalu mahal, lapangan terbang kecil bahkan yang di pulau besar penduduk-pun masih banyak yang ngangkak. Perjalanan laut terlalu lama dan belum tentu tersedia bahan bakar di pulau-pulau kecil nan jauh.

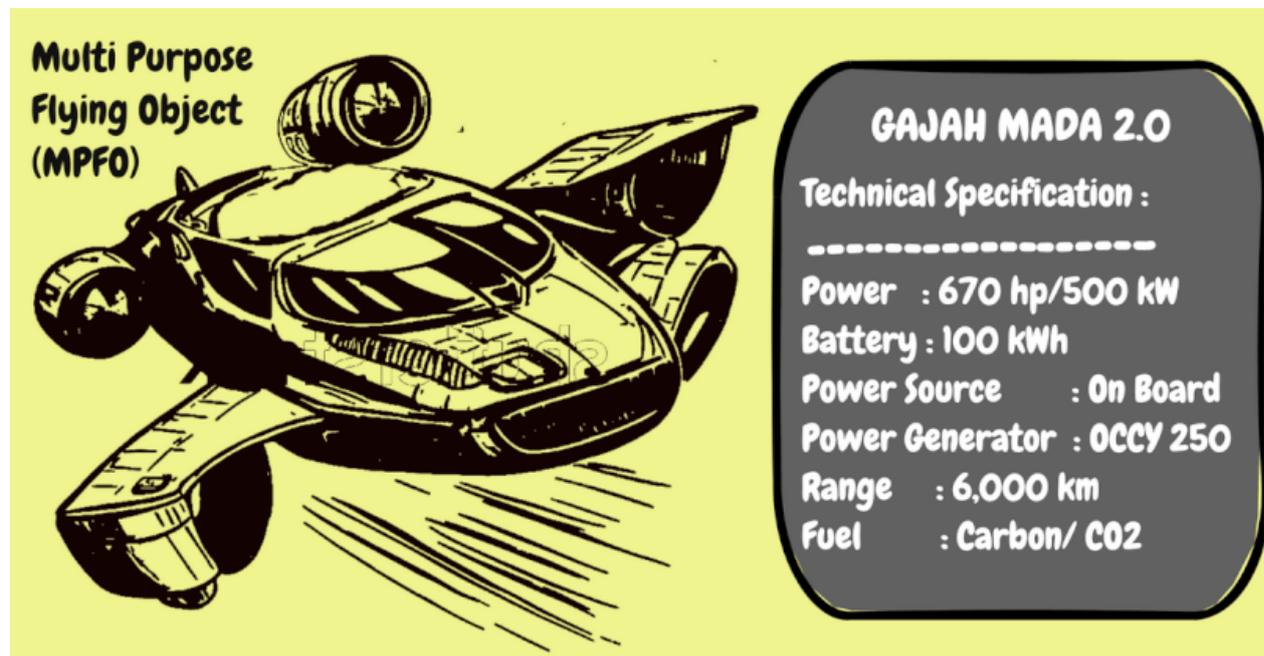
Maka bagian dari visi Gajah Mada yang kita perbarui - Gajah Mada 2.0, yang selain menjaga kesatuan NKRI juga harus bisa pemeratakan kemakmuran penduduknya, adalah menyelesaikan masalah transportasi ini dengan state of the art technology saat ini.

Alat transportasi yang saya sebut Benda Terbang Multiguna - Multi Purpose Flying Object (MPFO) dalam sketsa di bawah ini, agar dia bisa menjawab tantangan medan yang belum terpecahkan setelah 78 tahun merdeka, harus memenuhi kriteria sebagai berikut.

Dia harus mampu menempuh perjalanan yang sangat jauh, bisa diisi dengan bahan bakar apa saja yang ditemui di pulau terkecil sekalipun, tidak membutuhkan infrastruktur lapangan terbang maupun pelabuhan dan harus ramah lingkungan tentu saja.

Untuk memenuhi syarat ini, design luarnya bisa seperti apa aja seselera artis yang menggambarinya. Tetapi mesin yang ramah lingkungan itu bisa listrik pilihannya, hanya saja listriknya selain harus hijau juga harus bisa diproduksi sendiri oleh MPFO tersebut, dan harus cukup besar, karena butuh tenaga besar untuk bisa angkut barang dan peumpangnya.

Untuk bisa menempuh perjalanan yang sangat jauh dengan bahan bakar yang sesedikit mungkin ini hanya dimungkinkan bila pembangkit listrik yang dipasang on-board tersebut mampu mensirkulasikan gas buang menjadi energi kembali. Itulah pentingnya teknologi Oxygen and Carbon Cycle (OCCY) yang sudah saya unggah sebelumnya di sini <https://lnkd.in/gYGFSRbD> , dia bisa pemeratakan kemakmuran di seluruh penjuru negeri ini. InsyaAllah.



89. OCCY Hiring For Electrochemical Experts

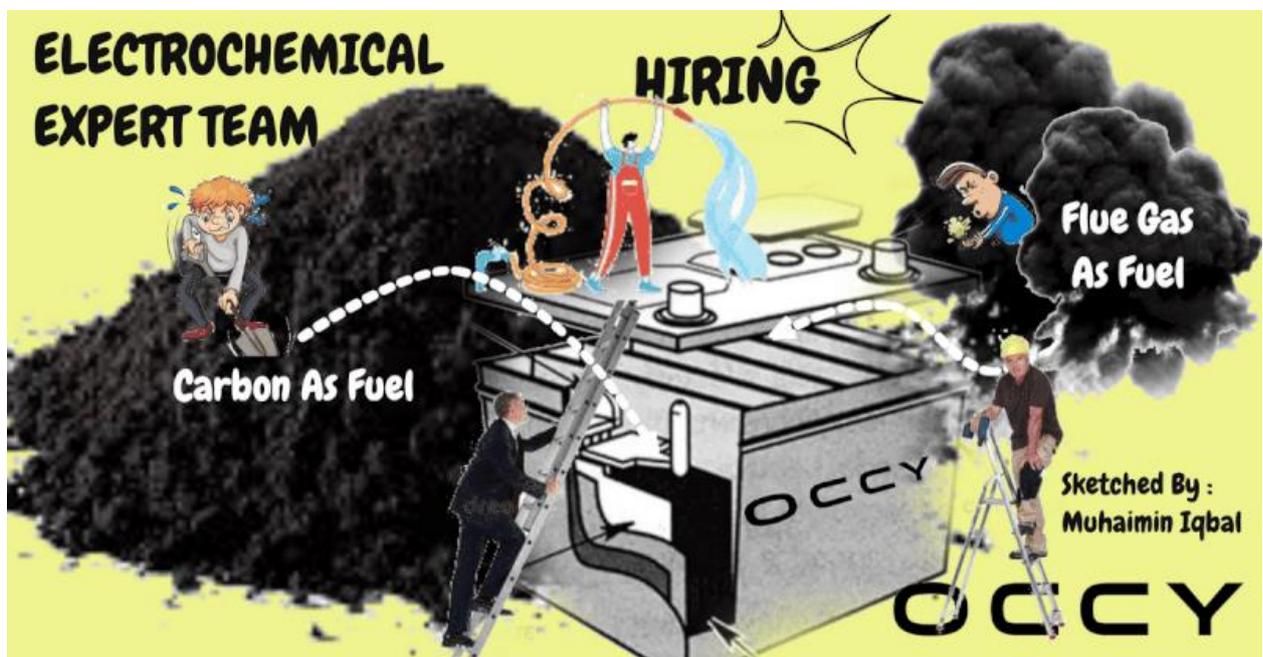
Ide tentang circular energy dengan konsep Oxygen and Carbon Cycles (OCCY) yang kami unggah beberapa waktu ini mengundang minat sejumlah pihak, diantaranya ada yang men-

challenge kami untuk bisa menurunkan CO2 dalam satuan juta ton CO2 sejak tahun pertama.

Tentu ini tidak mudah, tetapi tantangan besar juga bisa menjadi peluang besar bagi yang bisa menaklukkan tantangan tersebut. Meskipun kami sudah mendalami hingga sangat detail rancang bangun OCCY engine yang kami gagas ini, tetap saja kami masih membutuhkan tambahan sejumlah expert baru untuk lebih go deeper ke dalam setiap aspek dari mesin ini.

Untuk saat ini kami membutuhkan para ahli elektrokimia yang menguasai seluk beluk elektrolit dan elektroda, materialnya, proses sintesanya, produksinya, karakternya, termasuk bila perlu membuat composites khusus untuk anoda dan cathoda-nya bila dibutuhkan.

Bagi Anda yang memiliki keahlian ini dan tertarik bergabung menjawab tantangan dekarbonisasi tersebut dapat menghubungi kami di social media ini atau via email ke ceo@advancedrenewable.org. Untuk gambaran projectnya sendiri ada di beberapa unggahan kami sebelumnya, terutama ketika kami memperkenalkan konsep OCCY ini : <https://lnkd.in/gYFSRbD>



90. Carbon and Energy Solution, Inspired by the Nature

PetunjukNya itu kadang begitu dekat di depan mata tetapi sebagian besar kita belum mau melihatnya, padahal ayat-ayatNya itu ditulis di setiap benda di antara langit dan bumi dan di setiap peristiwa diantara malam dan siang (QS 3:190), artinya ada petunjukNya di setiap benda dan peristiwa, karena tidak ada benda yang tidak berada di antara langit dan bumi, dan tidak ada peristiwa yang tidak berada di antara malam dan siang.

Nah bagaimana kalau kita gunakan inspirasi benda diantara langit dan bumi, dan peristiwa silih bergantinya siang dan malam ini untuk kita jadikan pelajaran dalam menjawab dua masalah besar peradaban saat ini? yaitu emisi carbon dan energi? Ternyata contoh soal dan jawaban

yang diberikanNya itu begitu jelas, sejelas siang dan malam.

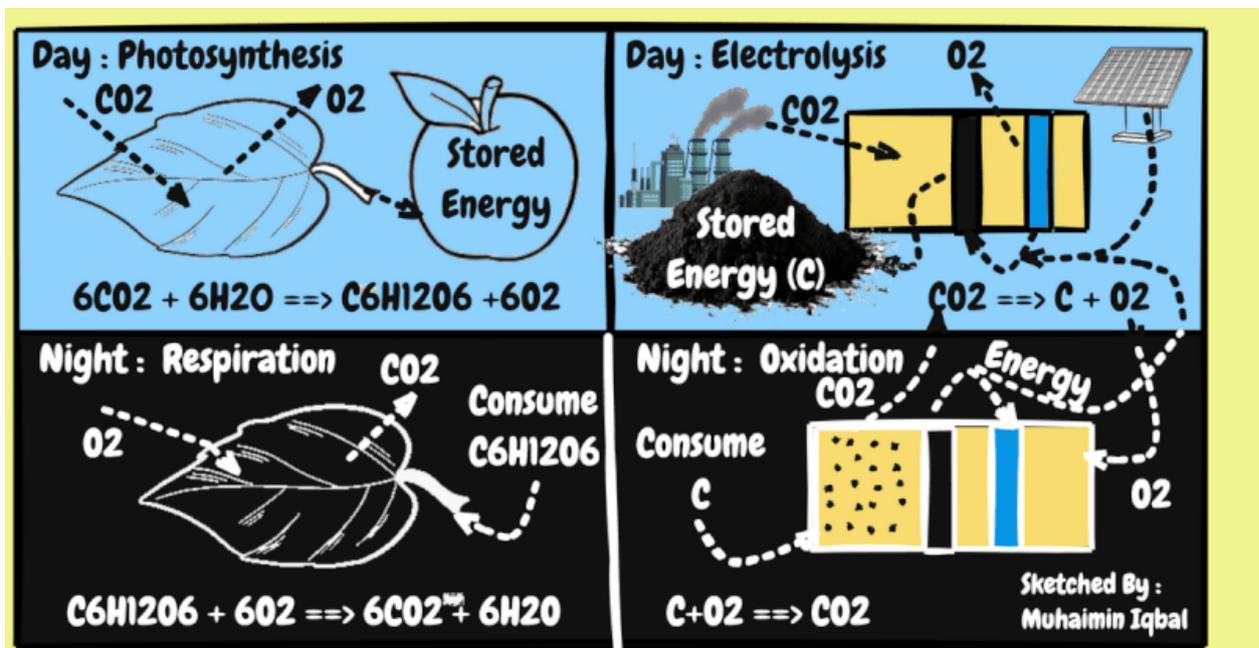
Sejak sekolah dasar kita belajar tentang pohon atau tanaman, apa yang dilakukan di siang hari? dia menangkap CO₂ dan menyerap air dari tanah. Dengan bantuan sinar matahari keduanya diproses dengan apa yang disebut fotosintesa. Hasilnya berupa energi yang tersimpan dalam bentuk buah, biji-bijian, umbi-umbian dlsb. yang kita butuhkan. Sambil menyimpan energi ini pohon juga mengeluarkan Oksigen di siang hari.

Sebaliknya, apa yang dilakukan pohon di malam hari? Dia tidak berfotosntesa, tetapi terus ber-respirasi. Untuk ini dia mngkonsumsi sebagian energi yang disimpannya dan butuh oksigen, hasilnya CO₂ dan air. Air dibutuhkannya untuk kehidupan pohon itu sendiri, pun demikian CO₂ yang dikeluarkannya akan diserap kembali esuk hari ketika matahari mulai menyinarinya, untuk ber-fotosintesa kembali. Begitu seterusnya, pohon dan tanaman surplus energi - yaitu yang menjadi hasil panen kita.

Maka apa yang terjadi pada pohon dan tanaman di saing hari dan malam hari ini, exactly bisa kita tiru untuk mengatasi emisi dan kebutuhan energi kita. Di siang hari emisi CO₂ dari cerobong asap pabrik-pabrik dan kendaraan bermotor bisa kita tangkap dan elektrolisa menjadi energi tersimpan (C) dan O₂ yang kita lepas ke udara. Untuk ini butuh energi, kita bisa ambil juga dari sinar matahari menggunakan solar cells kalau mau.

Di malam hari pabrik terus beroperasi, kendaraan-pun terus berseliweran, maka proses elektrolisa CO₂ tersebut tetap harus dilakukan. Hanya saja karena tidak ada sinar matahari di malam hari, bisa kita korbakan sebagian energi yang tersimpan (C) dari hasil elektrolisa, untuk proses oksidasi. Oksidasi C dengan O₂ (keduanya juga hasil elektrolisa), akan menghasilkan energi dan CO₂, energinya untuk melanjutkan proses elektrolisa dan CO₂-nya juga ditangkap kembali untuk dielektrolisa menjadi C dan O₂ lagi.

Begitu seterusnya, maka dengan meniru apa yang terjadi pada pohon di siang hari dan malam harinya ini, dua masalah besar akan terselesaikan sekaligus. Emisi carbon akan teratasi sepenuhnya, dan akan selalu cukup energi untuk seluruh penduduk bumi ini. InsyaAllah.



91. The Goodly Tree

Allah banyak sekali membuat perumpamaan di Al-Qur'an untuk menjelaskan segala sesuatu, dan diantara perumpamaan-perumpamaan tersebut beberapa diantaranya adalah tentang pohon. Untuk menjelaskan kalimat atau hal yang baik misalnya, Allah mengumpamakannya sebagai syajaratin thoyyibatin - pohon yang baik, akarnya kuat, cabangnya menjulang ke langit, berbuah sepanjang waktu atas ijinNya...(QS 14:24-25).

Pada kesempatan lain, Allah menggambarkan orang-orang terbaik - yaitu orang-orang yang bersama Nabi SAW, juga seperti pohon, seperti benih yang mengeluarkan tunasnya, kemudian tunas itu semakin kuat, lalu menjadi besar dan tegak lurus di atas batangnya; tanaman itu menyenangkan hati penanam-penanamnya (QS 48:29). Lantas bagaimana menjadikan pohon-pohon yang baik ini untuk pelajaran kita yang hidup di jaman perubahan iklim dan pemanasan global saat ini?

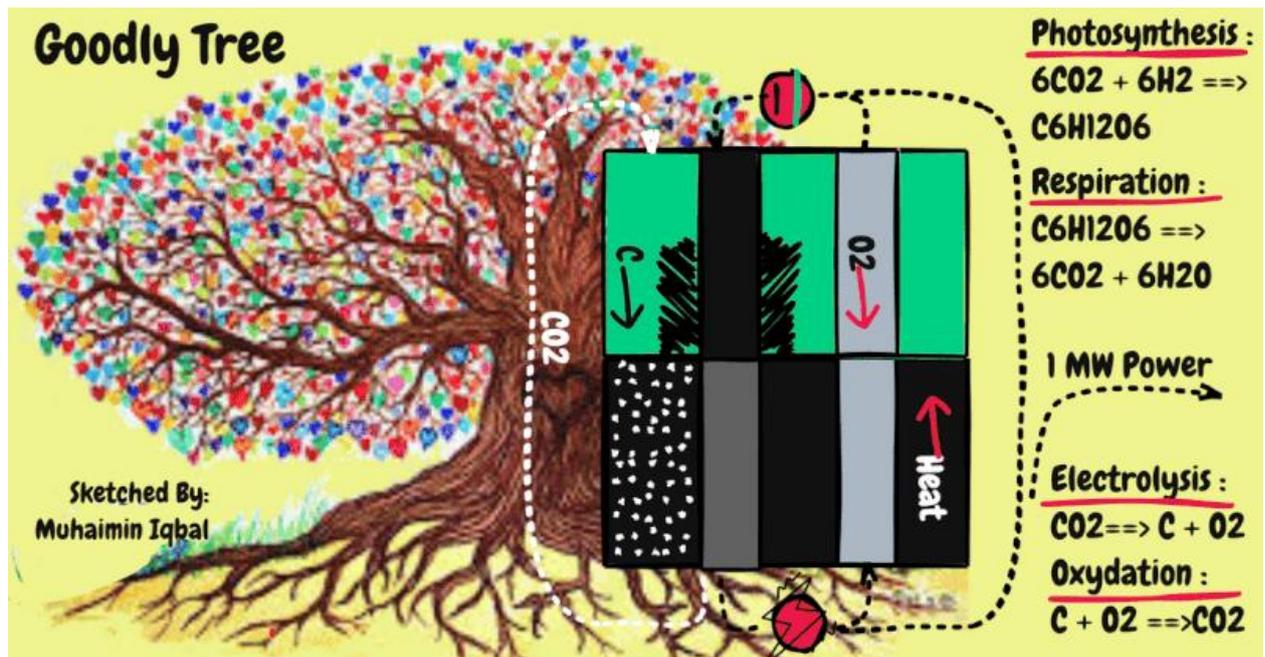
Pohon adalah produsen primer, dia mengolah CO₂ dan air dengan bantuan sinar matahari untuk menjadi cadangan energi, prosesnya dikenal sebagai fotosintesa. Hasilnya sebagian digunakan sendiri untuk aktivitas pertumbuhannya yaitu untuk respirasi sel, selebihnya berupa buah, batang, daun dan akarnya untuk manusia dan makhluk lain yang membutuhkannya.

Efektifitas pohon dalam menangkap CO₂ dan menjadikannya energi yang selalu lebih dari yang dibutuhkan sendiri oleh pohon inilah yang antara lain bisa menjadi role model kita dalam mengembangkan teknologi Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS). Teknologi CCUS yang kami kembangkan dengan nama OCCY (Oxygen Carbon Cycles) misalnya, dia bekerja persis seperti cara kerjanya pohon.

OCCY menangkap CO₂ dari udara, dari cerobong asap, dari knalpot mobil dlsb., kemudian dilarutkan dalam air elektrolit - larutan yang kami formulasikan khusus, kemudian kita gunakan energi matahari atau memanfaatkan sebagian dari energi yang sudah dihasilkan OCCY sendiri sebelumnya, untuk meng-elektrolisa CO₂ dalam larutan elektrolit tersebut menjadi padatan carbon (C) dan gas O₂.

Perisis seperti pohon pula, O₂ dilepas ke udara karena dibutuhkan untuk pernafasan manusia dan hewan yang hidup di planet ini, sedangkan padatan carbon (C) menjadi simpanan energi bagi siapa saja yang membutuhkannya. Sebagian kecil digunakan untuk kebutuhan energi mesin OCCY ini sendiri, dan selebihnya bisa diubah menjadi energi apa saja yang kita butuhkan.

Tetapi pohon bukan hanya menghasilkan energi, dia bisa juga digunakan untuk bahan bangunan, diambil seratnya untuk tekstile dlsb. Demikian pula padatan carbon yang dihasilkan oleh mesin OCCY tersebut, bisa untuk soil treatment, untuk serat carbon, nano composites materials dlsb. Untuk yang terakhir ini insyaAllah akan saya share dalam unggahan berikutnya.



92. Green Materials, Inspirasi Dari Rumah Terindah

Kalau ada rumah terindah di muka bumi, bisa jadi itulah rumah lebah. Lebah diberi wahyu oleh Allah untuk membuat rumahnya di gunung-gunung, pohon-pohon dan tempat-tempat yang dibuat manusia (QS 16:68). Dengan petunjukNya langsung ini lebah membuat rumah-rumahnya dengan sangat indahnya.

Struktur rumahnya dalam bentuk segi enam di masing-masing sel atau kamarnya, membuatnya sangat efisien tempat. Semua kamar-kamarnya menghadap alam terbuka - plong tidak ada yang pengap, menggantung indah dengan kuat, bebas banjir dan semuanya terlindung dari guyuran hujan yang sangat deras sekalipun. Di rumah-rumah tersebut lebah menyimpan cairan tetapi tidak bocor bahkan merembes.

Banyak sekali pelajaran yang bisa kita ambil dari rumah lebah ini, dari bentuk kamarnya yang segi enam - saya menyebutnya bentuk ilahiah - karena bentuk segi enam ini juga ditemukan di struktur material nano seperti Carbon Nanotubes (CNTs), Graphene dlsb., yang hanya nampak bila dilihat dengan mikroskop elektron. Kesamaan bentuk ini menunjukkan kesamaan Penciptanya yang Esa.

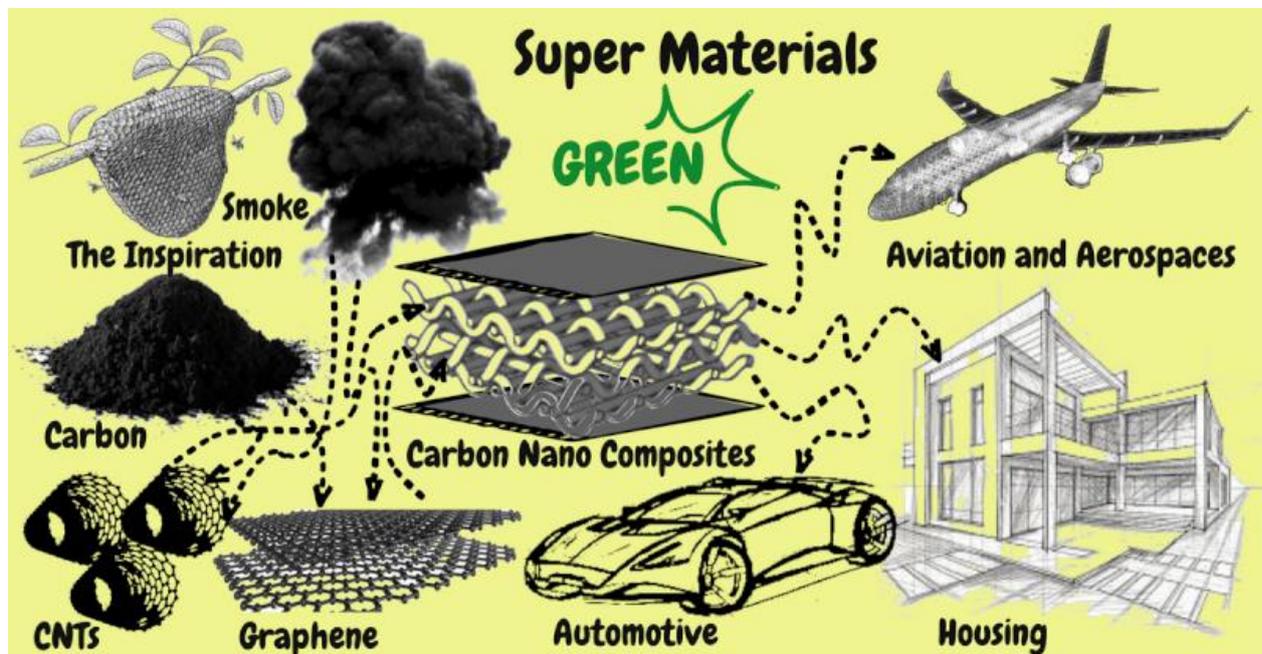
Pelajaran lain adalah sumber-sumber bahan yang digunakan lebah untuk membuat rumahnya, lebah selalu berhasil membuat rumah dengan material yang ada di sekitarnya. Lebah tidak perlu mengimpor bahan bangunan dari tempat yang jauh, radius terbangnya yang hanya sekitar 500 m, maka di radius inilah mereka menemukan semua bahan yang dibutuhkannya.

Ironinya manusia yang super cerdas ini - dibandingkan lebah, sering keliru dalam mencari material yang dibutuhkannya. Gunung dipangkas hingga nyaris tidak tersisa karena manusia mencari bahan semen dan hasil tambang untuk material-material yang dibutuhkannya. Pohon-pohon ditebang hingga daerah yang semula hijau-pun perlahan-lahan menjadi gurun melalui proses yang disebut desertification.

Dengan inipun jutaan orang masih belum memiliki rumahnya sendiri karena memang banyaknya miss kebijakan yang dilakukan manusia terkait dengan bahan bangunan dan material lainnya ini. Kalau saja kita mau belajar dari lebah, dan mengembangkan teknologi yang terstruktur, sistematis dan masif, maka kita akan selalu ketemu material yang kita cari tanpa perlu memangkas gunung dan memabat hutan.

Salah satu material terkuat di muka bumi ini bahannya selalu bisa kita cari tidak lebih dari 500 m radius dari lokasi kita - seperti yang dilakukan lebah. Biomassa apapun yang selama ini kita buang sebagai sampah, ketika dia diarangkan dan diolah lebih lanjut bisa menghasilkan apa yang disebut Nano Carbon, seperti Carbon Nanotubes (CNTs), Graphene dlsb.

Material dari sampah dan bahkan juga dari emisi carbon ini, bisa kita buat composites baik dengan campuran metal, polimer, chemical maupun bahan -bahan yang berasal dari biogenics juga. Hasilnya semua kebutuhan material kita untuk rumah, gedung bertingkat, pabrik, mobil, pesawat terbang - hingga pesawat antariksa semuanya bisa diturunkan dari arang biomassa dan/atau asap cemaran udara ini. Tertarik?



93. Onboard Carbon Cycles (OCCY)

Untuk menekan emisi di laut, industri maritim dunia sedang memperkenalkan apa yang mereka sebut Onboard Carbon Capture (OCC), yaitu serangkaian teknologi untuk menangkap emisi carbon selagi kapal berlayar. Bila penerapan OCC ini berhasil, industri maritime akan bisa memangkas emisi walau kualitas bahan bakarnya masih yang seperti sekarang.

Namun masih banyak pekerjaan rumah yang mereka harus selesaikan, diantaranya adalah penyimpanan CO₂ di kapal dan pemanfaatannya setelah ditangkap. Setiap ton bahan bakar yang digunakan di kapal, CO₂ yang dihasilkannya adalah 3.15 ton, jadi kalau CO₂ hanya

ditangkap dan disimpan di kapal hingga berlabuh - kapal akan bertambah berat hingga 3.15 kali bahan bakarnya!

Maka konsep yang kami usung ini insyaAllah jauh lebih baik dari konsep OCC tersebut di atas, konsep kami adalah Onboard Carbon Cycles (OCCY). CO2 bukan hanya sekedar ditangkap, tetapi langsung diproses dan disirkulasikan untuk kebutuhan kapal - atau kendaraan apapun - itu sendiri.

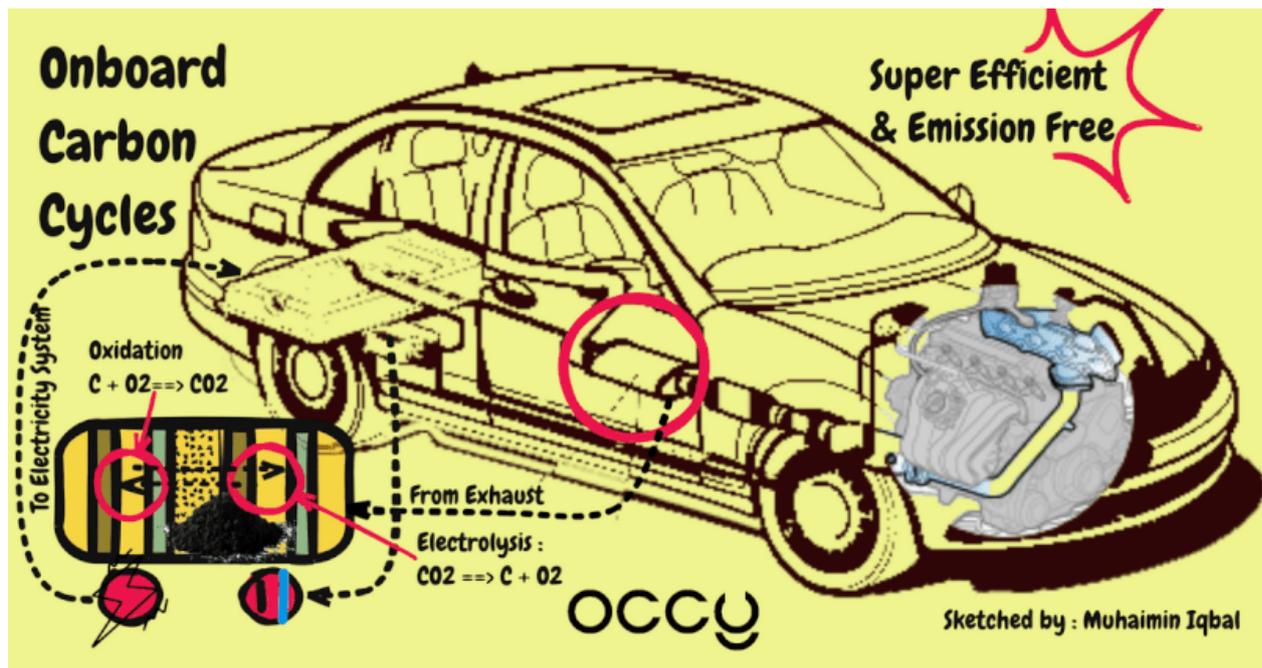
Begitu CO2 ditangkap, langsung dielektrolisa menjadi C dan O2, C kemudian dioksidasi lagi menghasilkan listrik, sedangkan O2nya dilepas untuk menjadi kontribusi udara bersih. Listrik tentu dibutuhkan untuk kapal atau kendaraan itu sendiri. Bahkan untuk mobil hybrid misalnya, listrik bisa menjadi energi utamanya.

Karena kita tidak perlu menyimpan carbon, maka tidak perlu tambahan ruangan di kapal atau kendaraan yang menyebabkannya juga bertambah berat. Untuk mobil hybrid misalnya, OCCY bisa ditambahkan secara seri atau juga bisa menggantikan kedudukan muffler di mobil. Muffler ini fungsinya untuk meredam suara keras dari ledakan pembakaran mesin, sedangkan OCCY bisa dirancang untuk keduanya sekaligus meredam suara dan men-sirkulasikan CO2.

InsyaAllah OCCY ini akan menjadi game changer di dunia transportasi darat, laut dan bahkan juga udara - tinggal siapa yang akan mengadopsinya dahulu, dia akan memperoleh segala benefits of the first mover. Ini juga kabar baik bagi industri energi fosil dan industri kendaraan Internal Combustion Engine, benzin maupun diesel.

Minyak, gas dan batubara tetap bisa terus digunakan, pun demikian kendaraan berbahan bakar bensin dan diesel - meskipun harus dimodifikasi menjadi hybrid, tetapi semua infrastruktur yang ada tetap bisa digunakan. Asal dipasang OCCY ini, kendaraan-kendaraan tersebut akan menjadi zero emission, dan akan menjadi sangat hemat bahan bakar karena gas buangnya disirkulasikan kembali menjadi energi yang digunakan sendiri.

Bagi yang sudah bisa melihat peluang yang terkait dengan OCCY ini dan ingin mengeksplorasinya lebih lanjut, Anda bisa menghubungi kami di media ini atau melalui email : ceo@advancedrenewable.org.



94. Super Powder

Kabar baik bagi para penggerak pengolahan sampah dan limbah, khususnya limbah pertanian tertentu seperti batok kelapa, cangkang kemiri, kulit mede, limbah bambu dlsb. Super powder seperti sketsa di bawah bisa dihasilkan dari sampah dan limbah tersebut.

Ini jenisnya arang aktif atau activated carbon (AC) sebenarnya, namun luas permukaannya bisa sangat tinggi, yang tertinggi di atas 9,000 m²/gram-nya, artinya area seluas satu lapangan bola lebih bisa dicover oleh kurang dari 1 gram super powder ini.

Lebih dari itu, gugus aktif di permukaan super powder ini bisa diatur sesuai kebutuhan, bisa dibuat basa untuk mengikat asam dan sebaliknya bisa dibuat asam untuk mengikat basa. Di era orang mengejar pertumbuhan yang berkelanjutan, transisi energi, ekonomi sirkular dan sebagainya, industri akan bisa sangat diuntungkan dengan adanya super powder ini.

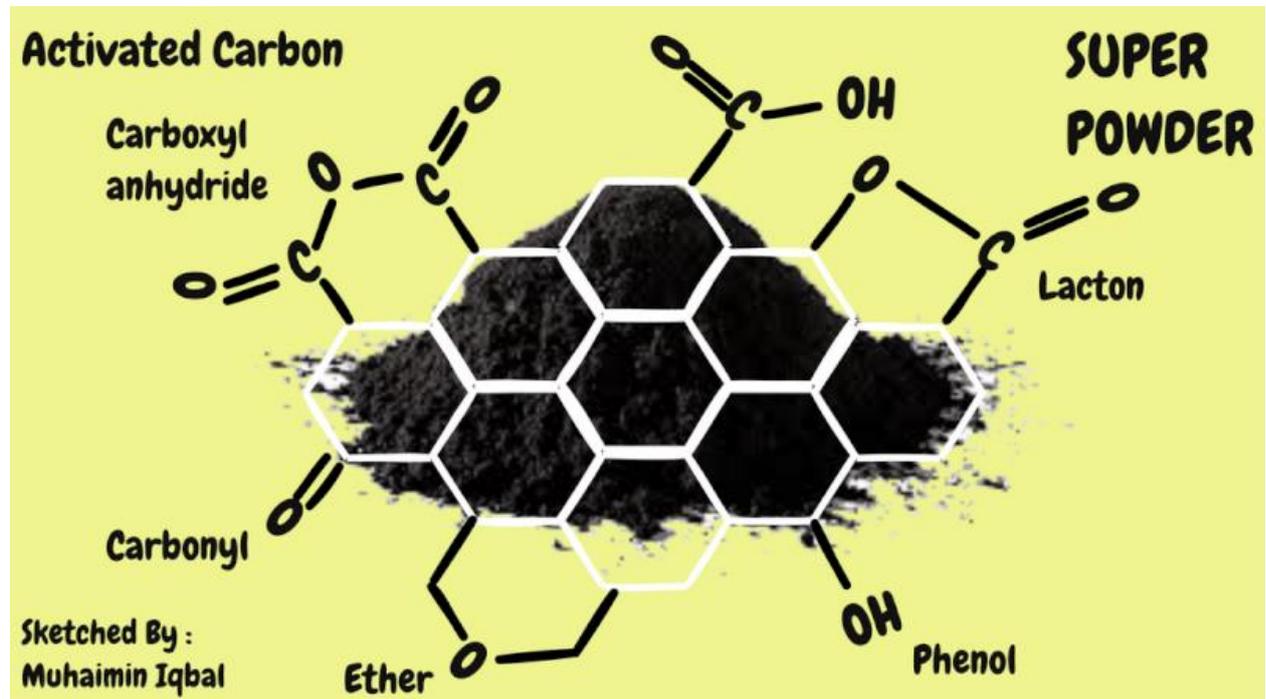
Lantas apa gunanya super powder ini? yang kebutuhannya akan sangat besar adalah untuk menangkap cemaran CO₂. Super powder ini bisa menangkap CO₂ hingga 40 kali beratnya sendiri! Inilah antara lain yang akan memungkinkan misalnya kita mengembangkan produk Onboard Carbon Cycles (OCCY) seperti yang saya unggah kemarin misalnya : <https://lnkd.in/gYNuunmm>

Tetapi super powder bukan hanya untuk menangkap CO₂, bisa juga untuk membersihkan air dengan sangat efektif, membersihkan minyak, membersihkan racun, dan perbagai proses lain yang dibutuhkan di industri pangan, farmasi dan lain sebagainya.

Di industri maritim yang selain harus melakukan decarbonization juga harus melakukan desulfurization, super powder ini bisa sangat membantu membersihkan marine fuel dari kandungan sulfur yang tinggi. Anda yang bergerak di bidang ini tentu lebih tahu pemanfaatan zat seperti super powder ini.

Karena fokus kami lebih kepada renewable energy dan decarbonization, Anda yang tertarik

mengembangkan produksi ataupun aplikasi dari super powder ini untuk bidang-bidang lainnya, bisa menghubungi kami di social media ini atau via email ke : ceo@advancedrenewable.org



95. Sama-sama Carbon Tetapi Beda Status

Bumi yang memanas dengan cepat mayoritas penyebabnya adalah emisi carbon, tetapi tidak semua emisi carbon menyebabkan pemanasan global ini. Nah dengan mastering pengelolaan carbon ini, insyaAllah kita bisa berkontribusi dalam menurunkan laju kenaikan suhu di bumi.

Ada tiga dampak yang berbeda dari penggunaan bahan bakar kita terhadap atmosfer bumi, selain karena faktor asal usul bahan bakar tersebut, juga terkait penanganan selanjutnya setelah bahan bakar digunakan. Mayoritas bahan bakar yang digunakan di dunia saat ini adalah dari fosil, dan tidak ada penanganan emisinya yang memadai - maka mayoritasnya menjadi emisi yang menyebabkan pemanasan global tersebut. Bahan bakar yang seperti inilah yang disebut carbon-positive, yaitu yang menambah konsentrasi CO₂ di atmosfer bumi.

Tetapi bahan bakar dari fosil sekalipun seperti batubara dan diesel, dia bisa tidak menambah konsentrasi CO₂ di atmosfer bumi bila setelah digunakan gas buangnya ditangkap dan ditanamkan di bumi. Inilah yang disebut sebagai carbon-neutral, dan cara penangkapannya sudah saya unggah sebelumnya antara lain dengan teknologi FlueTrap kami, teknologi elektrolisa dlsb.

Ada yang lebih hebat lagi, yaitu carbon yang justru menyerap CO₂ dari atmosfer bumi atau yang disebut carbon-negative. Yaitu dari biomassa yang kita tanam, selama hidupnya tanaman tersebut menyerap CO₂, ketika CO₂ ini tidak kita lepas lagi ke atmosfer bumi melainkan kita benamkan ke dalam tanah - maka serapan CO₂ dari atmosfer tersebut menjadi permanen - atau tidak lepas lagi ke atmosfer.

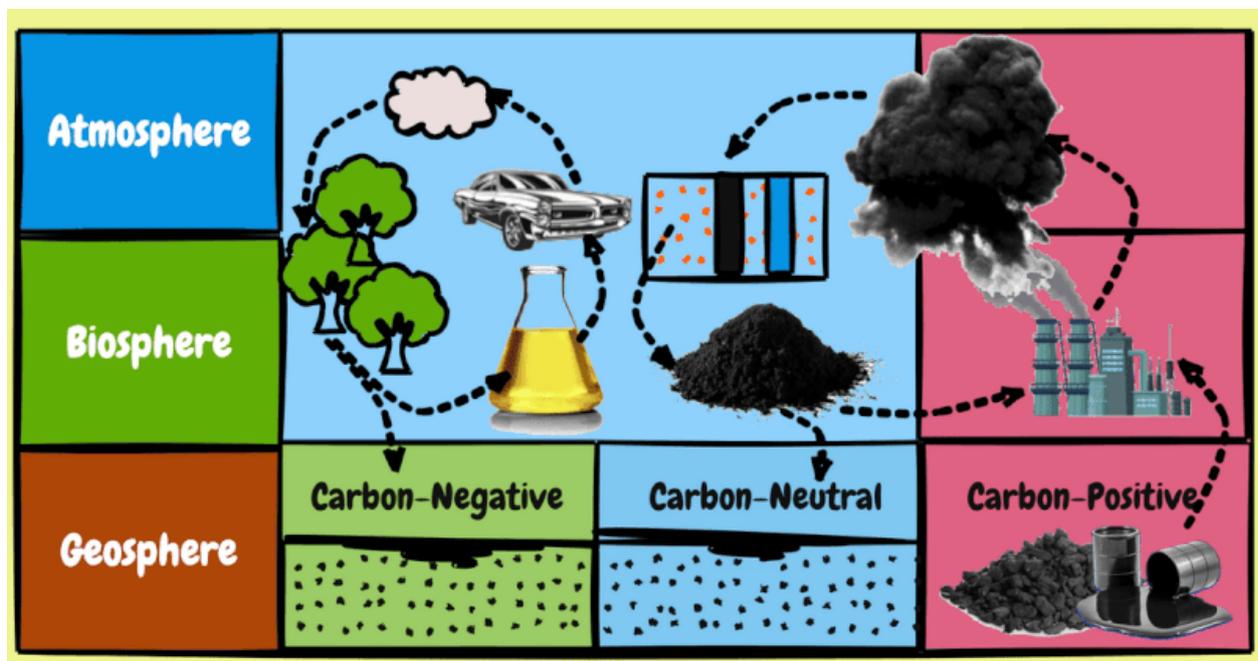
Inti dari teknologi-teknologi yang kami kembangkan di Advanced Renewable Organization (ARO)

adalah untuk menghadirkan carbon-neutral dan carbon-negative tersebut di atas. Untuk teknologi carbon-neutral misalnya ada FlueTrap untuk menangkap gas buang dari cerobong-cerobong asap, dan ada CO2CNT untuk merubah CO2 menjadi materials seperti Carbon Nanotubes (CNTs) dlsb.

Unruk teknologi carbon-negative adalah teknologi kami yang dua bulan lalu memenangkan Climate Impact Innovation Challenge (CIIC) ASEAN, yaitu mesin Autothermal Slow Pyrolysis (ASP). Inti mesin ini mengarangkan biomassa apa saja menjadi charcoal atau biochar dan tidak mengeluarkan asap atau flue gas selama proses pengarangannya.

Ketika produk ASP diarahkan menjadi charcoal untuk energi, maka dia mengikuti siklus carbon-neutral. Tetapi manakala produknya diarahkan menjadi biochar yang digunakan untuk menyuburkan tanah, maka hasilnya adalah carbon-negative. Mesin ASP ini mulai kami produksi atas dasar pesanan bagi yang sudah membutuhkannya.

Walhasil, climate action berupa aksi penurunan emisi CO2 dari atmosfer bumi itu kini benar-benar bisa kita mulai, Anda yang memiliki passion untuk ikut bebersih bumi ini bisa menghubungi kami di media ini atau via ceo@advancedrenewable.org



96. In Search For Food, Energy and Water Balance

Menjaga keseimbangan adalah tugas yang diembankan Sang Pencipta kepada wakilNya - yaitu manusia - di muka bumi ini (QS 55:9), maka sampai urusan pangan, energi dan air-pun kita harus jaga keseimbangannya. Ketiganya seperti sisi-sisi dari puzzle game, bila ada satu sisi yang salah - sisi yang lain akan ikut salah.

Bila keseimbangan pangan kita keliru, supply air dan energi akan ikut keliru, demikian sebaliknya. Maka Dia memberi petunjuk ke kita dengan begitu detilnya komposisi makanan kita yang seharusnya, biji-bijian, ternak/ produk ternak dan yang terbanyak kelompok buah, sayur dan rempah (QS 80:23-32).

Makanan kita yang mengandalkan beras - makan nasi banyak-banyak, dan juga memaksakan diri makan gandum banyak-banyak (mie, roti dlsb), membuat kita ketergantungan pada impor beras dan juga gandum. Pun demikian ketika kita memaksakan diri makan daging yang tidak sepenuhnya cukup kita produksi dalam negeri, membuat kita import daging yang sangat besar.

Kita lupa ada sumber protein di depan mata yang mudah ditumbuhkan di lahan kita, yaitu segala macam kacang-kacangan, koro dan sejenisnya. Pun demikian kekayaan rempah, buah dan sayur kita yang kaya nutrisi - belum menjadi makanan utama kita seperti kita makan nasi atau makan mie. Padahal inilah makanan kita yang sehat baik dari pandangan kesehatan yang juga sesuai petunjuknya tersebut di atas.

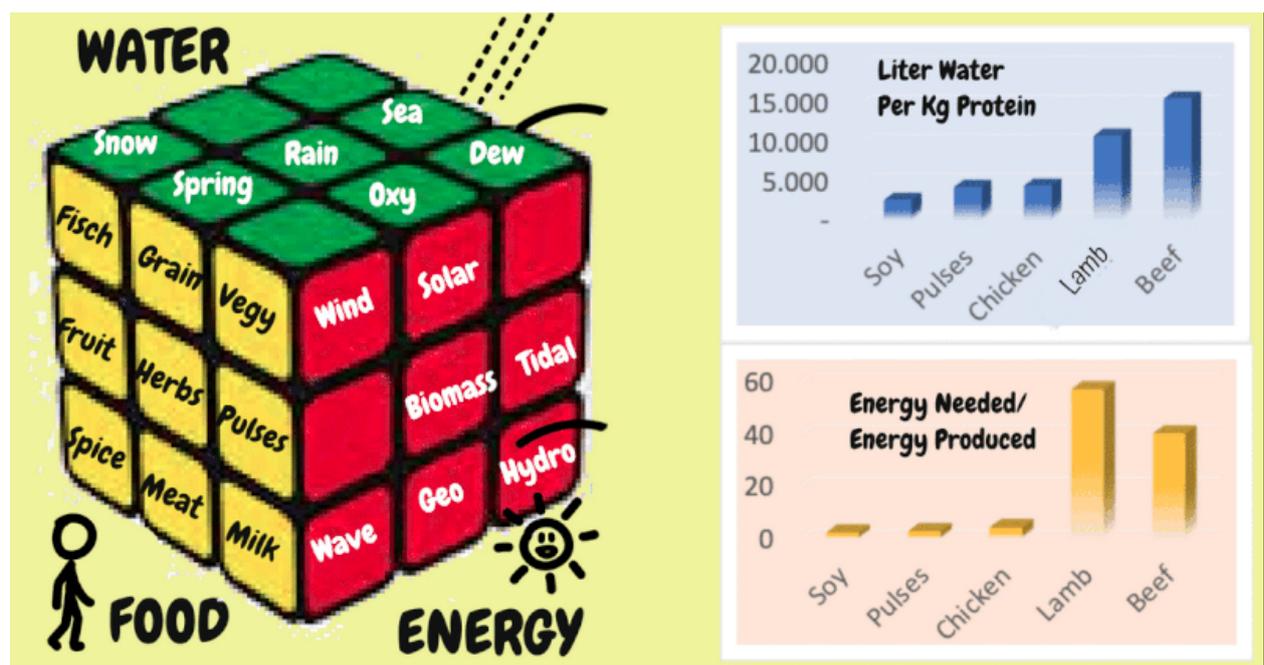
Bayangkan sekarang kalau kita bisa mulai mengoreksi makanan mengikuti petunjuknya tersebut di atas, dengan sedikit lahan dan sedikit air-pun kita bisa rame-rame memproduksi makanan kita sendiri. Kita bisa pilih sumber protein yang hemat air dan hemat energi seperti pada grafik di bawah.

Air yang sedikit dari hujan akan cukup bila air itu tidak kita serta merta buang ke laut atau langsung menguap kembali ke udara, air hujan harus sedapat mungkin ditahan di tanah kita. Salah satu cara yang sangat efektif adalah mengolah tanah kita dengan arang yang proven di Amazon/Brasil selama ribuan tahun.

Pengolahan lahan dengan arang yang dikenal sebagai terra preta itu selain arang bisa menyimpan air sangat banyak, juga menyimpan nutrisi, dia juga mencegah penguapan dan mengundang turunnya hujan melalui penurunan albedo yang sudah saya share sebelumnya.

Kalau produksi pangan dari tanaman kita sendiri meningkat, pun demikian limbah pertaniannya. Di era energi transisi limbah pertanian ini akan menjadi sumber energi baru terbarukan yang bernilai tinggi, tidak kalah dengan produk pangannya sendiri. Ketika kita bisa mandiri pangan dari tanaman kita sendiri, chance untuk bisa mandiri energi dengan energi bersih juga menjadi lebih tinggi.

Maka pintar-pinterlah kita untuk mengelola tiga sisi 'dadu' food, energy and water ini, agar daulat pangan, energi dan air kembali ada di tangan kita sendiri.



97. Daulat Energi Melalui BioDME

Mumpung lagi pada kampanye untuk bisa menjadi yang terbaik dalam memakmurkan negeri ini, maka ini tawaran terbuka saya kepada tiga pasangan calon atau para team suksesnya. Bahwa negeri ini bisa mandiri energi, menurunkan beban subsidi LPG dan diesel yang segede gajah, sekaligus menurunkan emisi - bila negeri ini menggunakan bahan bakar yang satu ini, yaitu Bio-Dimethyl Ether atau BioDME. Mengapa ini pilihannya?

Pertama bahan bakunya melimpah, bisa dari limbah pertanian, perkebunan, hutan hingga sampah perkotaan. Bahkan bahan bakunya bisa juga menggunakan CO₂ yang ditangkap dari cerobong-cerobong asap PLTU, PLTD dan berbagai industri yang mengeluarkan gas buang - yang umumnya mayoritas CO₂.

Bila dari biomassa prosesnya gasifikasi menjadi syngas, yaitu CO dan H₂, setelah itu masuk reaktor STD (Syngas to DME) untuk menjadi DME. Bila dari CO₂ bahannya, dia dihidrogenasi dengan H₂ untuk menjadi DME. Hidrogennya bisa dari elektrolisa air ketika load PLN lagi rendah, atau bisa dari waste-heat yang dikonversi menjadi listrik dan listriknya untuk elektrolisa air.

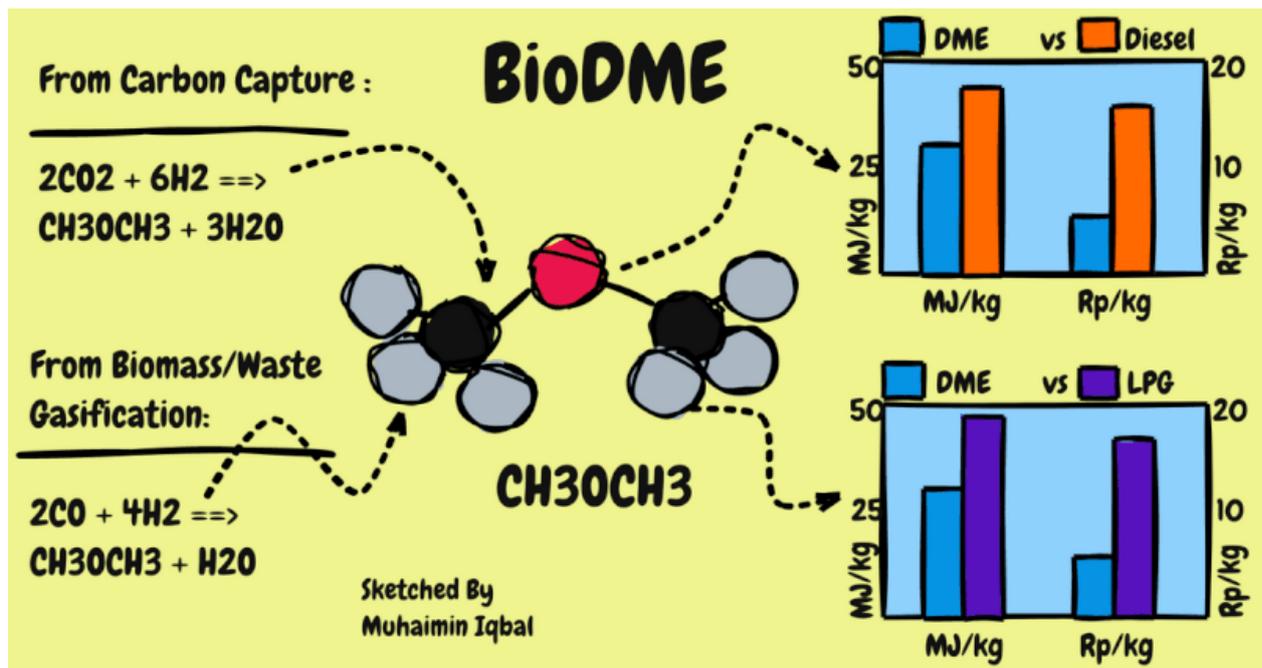
Alasan kedua adalah dampak dari bahan baku limbah yang murah, biaya jual produk hanya akan tergantung dengan biaya produksinya, pastinya juga bisa murah - karena 100% reaktor-reaktornya bisa kita buat sendiri. Estimasi saya, harga BioLPG ini hanya akan berkisar Rp 5,000/kg dengan kandungan kalori 28.8 MJ/kg. Artinya, dengan energi yang 64% dibandingkan diesel, harganya hanya 30%-nya, atau dengan energi yang 59% dari LPG - harganya hanya 28% dibanding harga LPG.

Alasan ketiga, baik dari tangkapan asap atau CO₂ maupun dari biomassa, proses pembuatan BioDME bisa dilakukan dalam skala yang tidak terlalu besar, sehingga pabrik-pabrik BioDME ini bisa ditebarkan ke seluruh pulau atau daerah tingkat II untuk bisa menekan biaya distribusi sekaligus menumbuhkan ekonomi setempat.

Alasan keempat, BioDME bisa langsung menggantikan LPG dan menggunakan seluruh tabung-tabung LPG yang sudah ada di masyarakat, masyarakat bisa menggunakannya langsung untuk kompor gas mereka. BioDME juga bisa menggantikan bahan bakar diesel hingga 97% (yang 3 % lagi adalah pelumas), artinya kapal-kapal nelayan hingga pulau paling terpencil sekalipun bisa terjamin ketersediaan bahan bakarnya.

Alasan kelima adalah DME bukan barang baru, sudah digunakan di sejumlah negara, industri otomotif besar seperti Mistubishi dan Volvo sudah lebih dari 10 tahun mencoba di kendaraan-kendaraan mereka. DME bisa dibuat dari fosil seperti batubara maupun reforming gas methane, hanya yang kita usulkan dibuat dari biomassa atau dari hasil tangkapan CO₂.

Alasan keenam adalah ada potensi CO₂ reduction yang luar biasa besar yang bisa dihadirkan dengan mengganti LPG dan Diesel kita dengan BioLPG ini. Penurunan emisi ini bisa menjadi dagangan baru yang menarik di carbon credit market. Bisa jadi nantinya BioDME ini digratiskan bila ongkos produksinya sudah tercover oleh pendapatan dari carbon tradingnya!



98. Low Cost Carbon Capture (LC3)

Di unggahan sebelumnya sudah saya share berbagai teknologi tentang penangkapan carbon dan pemanfaatannya, lengkap dengan kesiapan teknologi kita : <https://lnkd.in/g6cNBd3z> . Tetapi teknologi-teknologi canggih tersebut cukup njlimet karena melibatkan nano materials, fuel cells dlsb. Maka teknologi yang satu ini bisa menjadi pilihan paket hematnya.

Teknologi reaktor ini kami sebut Low Cost Carbon Capture (LC3) Reactor, dua fungsi reaktor gasifikasi dan regenerasi katalis yang kami satukan. Inputan LC3 adalah hasil tangkapan CO₂ yang hendak dijadikan perbagai produk energi, arang dan steam. Butuh bahan bakar arang untuk menghasilkan panas yang digunakan untuk produksi steam dan untuk regenerasi katalis.

Selain sebagian kecil arang yang digunakan untuk menghasilkan energi panas tersebut, sebagian besar arang digunakan juga untuk menghasilkan syngas melalui reaksi yang disebut Water Gas Reaction (WGR). Arang dibutuhkan pula untuk mereaksikan CO₂ menjadi CO melalui reaksi yang disebut Boudouart Reaction (BR).

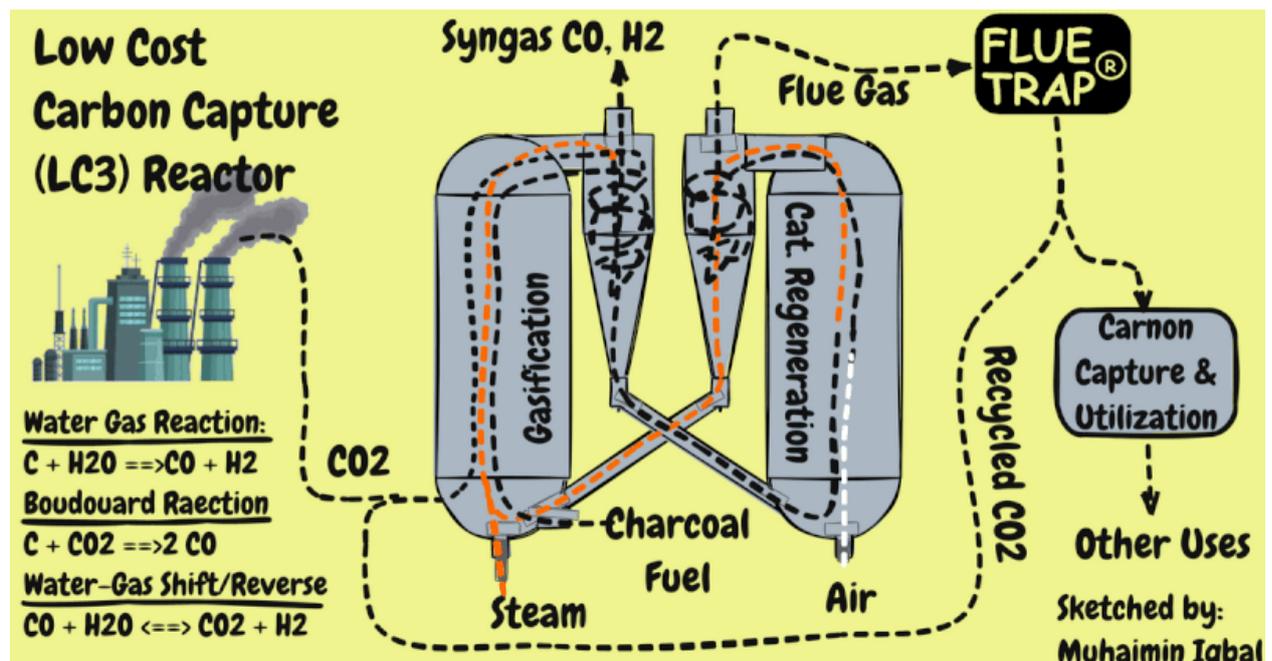
Reaksi ketiga yaitu yang disebut (Reverse) Water Gas Shift (R/WGS) berfungsi untuk mengatur komposisi syngas, yaitu rasio H₂:CO yang dikehendaki sesuai dengan target penggunaan syngas yang dihasilkan oleh LC3 ini. Bila syngas hendak digunakan untuk produksi diesel, bensin, jet-fuel dlsb misalnya, akan butuh rasio H₂:CO minimal di angka 2, maka reaksi R/WGS di dorong ke arah kanan untuk menghasilkan H₂ yang lebih banyak.

Jadi secara keseluruhan LC3 ini untuk menangkap emisi CO₂ dan merubahnya menjadi energy building blocks yang paling dasar dan fleksibel yaitu syngas (CO dan H₂). Setelah CO₂ berubah menjadi syngas, segala jenis bahan bakar dan listrik bisa dengan mudah dihasilkan dengan menggunakan syngas ini.

Adapun limbah dari proses ini bisa ditangkap dengan teknologi lain yang juga sudah saya perkenalkan sebelumnya yaitu FlueTrap, dari sini bisa disirkulasikan kembali dalam proses LC3 sendiri atau digunakan untuk produk yang lainnya seperti pupuk, pestisida dlsb.

Sedangkan kebutuhan energi utama untuk proses ini, yaitu untuk menghasilkan suhu di kisaran 700-800 derajat Celsius, kami gunakan arang karena inilah yang paling murah, bisa dibuat dari sampah dan limbah organik apa saja. Selain itu arang sendiri juga sebagian besarnya menjadi produk utama yaitu syngas tersebut di atas.

Dengan adanya LC3 ini, kita semua sekarang bisa mengatasi emisi gas buang dari pabrik-pabrik dengan cara yang murah, bahkan merubah emisi CO2 yang semula liability yang pada waktunya nanti akan terkena carbon tax, menjadi aset - yaitu sumber energi dan feedstocks murah yang sudah ada di halaman rumah kita sendiri.



99. Peradaban Carbon

Umur umat manusia bila ditinjau dari material peradaban yang digunakan bisa jadi hanya bertahan 3 zaman. Zaman pertama adalah sejak Nabi Adam AS diturunkan ke bumi, material yang digunakan untuk peradabannya - untuk berburu hewan dlsb. terbuat dari batu, kita menyebutnya sebagai zaman batu.

Peradaban yang kedua mulai muncul sekitar 10 ribu tahun lalu, ketika Allah mengajarkan Nabi Daud AS untuk menaklukkan besi. Nabi Daud-lah yang diajari Allah langsung bagaimana melunakkan besi dan membentuknya menjadi pakaian perang, senjata dlsb.

Zaman besi ini terus berlangsung hingga kini, meskipun besi dalam pengertian unsur Ferrum (Fe) sudah dicampur Nickel (Ni) dlsb. untuk menjadikannya besi baja yang lebih kuat, tetap disebutnya besi. Maka ketika 14 abad silam turun ayat "...dan Aku turunkan hadiid yang memiliki kekuatan yang sangat dasyat dan bermanfaat bagi manusia..." (QS 57:25), hadiid disitu diterjemahkan sebagai besi.

Kita yang hidup di zaman ini sesungguhnya berada pada zaman peralihan, ketika penggunaan 'besi' mulai digantikan oleh sesuatu yang diturunkan oleh Allah dari langit, yang memiliki kekuatan dasyat - jauh lebih kuat dari besi, itulah carbon.

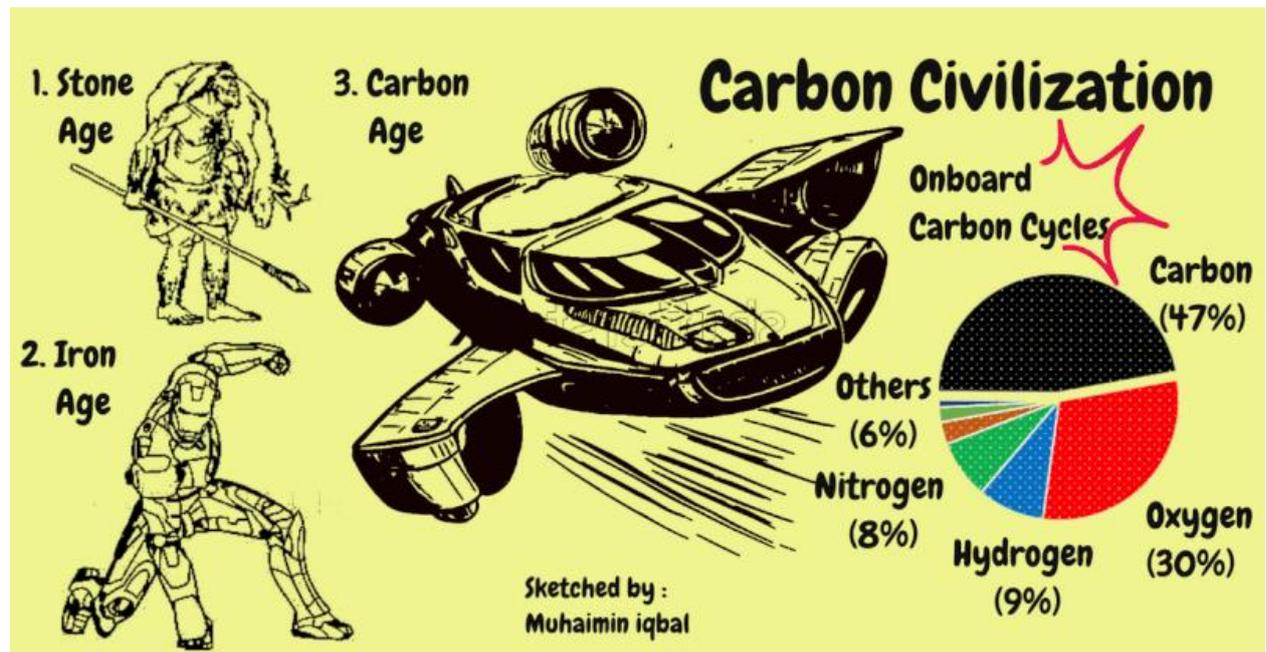
Lebih dari sekedar untuk membuat perkakas, dari yang sederhana seperti rangka sepeda hingga kendaraan mutakhir untuk menjelajah planet lain, carbon juga menjadi energy carrier yang paling efektif hingga state of the art technology saat ini.

Sebagai energy carrier - carbon tidak harus dibakar - bisa untuk membawa hydrogen dalam formula DME misalnya (CH_3OCH_3), setelah hydrogen-nya diambil dan digunakan untuk menghasilkan energi bersih, CO_2 -nya disirkulasikan kembali untuk mengantarkan DME berikutnya.

Atau bisa juga carbon ini dibakar untuk menghasilkan energi, namun hasil pembakarannya berupa CO_2 dipisahkan lagi C dan O_2 -nya, C kembali menjadi bahan bakar dan O_2 -nya menjadi unsur yang kita butuhkan untuk pernafasan kita.

Enabler dari zaman besi adalah tungku-tungku untuk melelehkan besi dan kemudian besi yang meleleh membara bisa dibentuk sesuai kebutuhan kita. Adapun zaman carbon enabler-nya adalah mesin penangkap CO_2 dari cerobong-cerobong asap, mesin elektrolisa yang memisahkan C dan O_2 dari CO_2 , dan mesin gasifikasi yang bisa merubah benda apapun yang asalnya dari carbon kembali menjadi CO , dan H_2 - yaitu building blocks yang bisa kita susun kembali menjadi carbon materials dan bahan bakar apapun.

Allah menjadikan planet bumi ini 47%-nya adalah carbon, maka tidak mungkin carbon ini sia-sia. Persepsi kita saja yang bisa jadi keliru selama ini, yang memandang carbon sebagai sumber masalah, padahal sesungguhnya dialah solusi untuk berbagai urusan kehidupan kita. Selamat datang di peradaban carbon!



100. The Bright Side of Carbon

Warnanya memang hitam dan selama ini selalu dikaitkan dengan hal yang seram-seram, global warming, perubahan iklim dlsb. itulah CO_2 yang lebih dikenal dengan nama salah satu unsurnya yaitu carbon. Itu semua benar adanya, dan nasib planet ini memang menjadi menyeramkan bila

emisi CO₂ ini tidak terkendali.

Namun seperti dua sisi kehidupan pada umumnya, demikian pula dengan carbon. Dibalik sisi gelapnya, ada sisi yang sangat terang untuk kehidupan kita bila kita pandai-pandai mengelola carbon ini. Sketsa dibawah adalah sisi terang dari carbon bila kita olah dengan teknologi-teknologi yang sudah siap saat ini.

Pertama, emisi carbon ini kudu bisa kita tangkap. Setidaknya ada 4 cara yang kami kembangkan untuk menangkap carbon ini. Bisa dengan reactant bila carbon yang ditangkap hendak dijadikan pupuk, dengan menggunakan adsorbent bila carbon akan diambil lagi dan hendak digunakan untuk menghasilkan bahan bakar, ditangkap dengan eletrolit bila carbon hendak dijadikan solid material seperti Carbon Nanotubes (CNTs), dan yang terakhir dengan Low Cost Carbon Capture (LCC) reactor - bila carbon hendak ditangkap dan diproses in-situ. Yang terakhir ini sudah saya share khusus detailnya di sini : <https://lnkd.in/gnuw45Th>

Di era transisi energi hingga tahun 2050, produk-produk turunan carbon yang akan moncer antara lain adalah produk energi, soil and water treatment, materials dan financial. Di industri energi, carbon yang disirkulasikan bisa menjadi bahan bakar untuk pembangkit listrik - khususnya yang berteknologi tinggi seperti Direct Carbon Fuel Cells (DCFC), carbon juga bisa digunakan untuk memproduksi segala jenis bahan bakar yang ada saat ini.

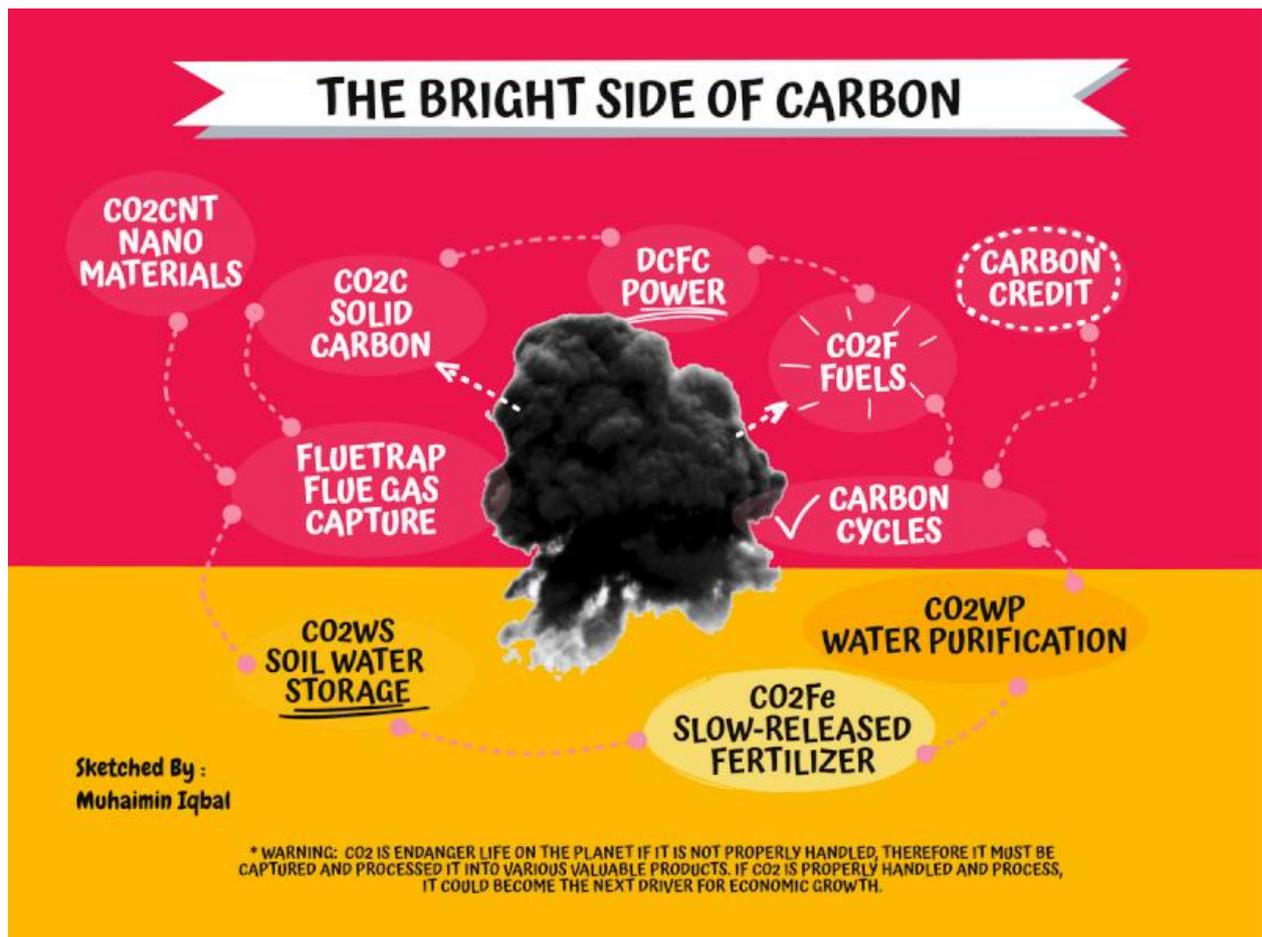
Di sisi soil and water treatment, carbon yang kita tangkap bisa digunakan untuk recovery lahan-lahan kritis bahkan juga gurun dengan apa yang disebut slow-released fertilizer. CNTs juga bisa digunakan dengan sangat efektif untuk soil water storage maupun water purification.

Di bidang materials, carbon dalam bentuk CNTs adalah potensi untuk menjadi materials serbaguna masa depan untuk mengurangi ketergantungan kita pada besi/baja, semen, plastik dan berbagai jenis serat yang sangat kuat.

Dan yang tidak kalah menarik adalah industri financial berbasis carbon yang akan tumbuh sangat pesat khususnya dalam 7 tahun ini. Di dunia carbon trading, harga carbon credit di Indonesia masih di kisaran \$2/ton CO_e. Di Uni Eropa harga saat ini sudah mendekati US\$ 100/ton CO_e.

Menjelang tahun 2030 ketika negara-negara di dunia berburu carbon credit untuk mencapai NDC-nya masing-masing (Nationally Determined Contribution), disparitas harga carbon credit yang sangat jauh tersebut akan menyempit jaraknya, artinya harga carbon credit di Indonesia berpotensi naik berlipat ganda.

Maka inilah the bright side of carbon yang ada di depan mata kita, dia bisa menjadi sumber efisiensi baru, driver untuk pertumbuhan ekonomi baru, dan menjadi solusi masalah energi, air, emisi dan lingkungan sekaligus.



101. Introducing Artificial Photosynthesis (AP)

Di jaman super modern ini peradaban manusia sudah sampai pada kemampuan membuat Artificial Intelligence (AI) yang sangat cerdas, yang mestinya bisa untuk perbagai kemaslahatan kehidupan manusia. Maka tidak kalah pentingnya adalah kita juga harus bisa meniru bagaimana tanaman memproduksi/menyimpan energi dan oksigen untuk menjaga kelangsungan kehidupan di planet ini.

Makanan atau energi dan oksigen adalah dua hal yang sangat vital untuk kehidupan ini, ketika produksi dari keduanya terganggu maka demikian pula kehidupan ini. Memproduksi makanan selain dari tanaman atau yang dikenal sebagai produsen primer - ilmu kita belum sampai, apapun makanan yang kita makan, termasuk daging dari hewan - ujung-nya ada di produsen primer tersebut.

Bagaimana produsen primer memproduksi makanan atau energi kita? itulah yang dikenal dengan photosynthesis, ketika CO_2 dari atmosfer dan air dengan bantuan sinar matahari diproses untuk menghasilkan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ atau glukosa dan O_2 . Glukosanya adalah energi tersimpan untuk manusia dan hewan, pun demikian O_2 -nya untuk keperluan pernafasan seluruh kehidupan yang ada di bumi.

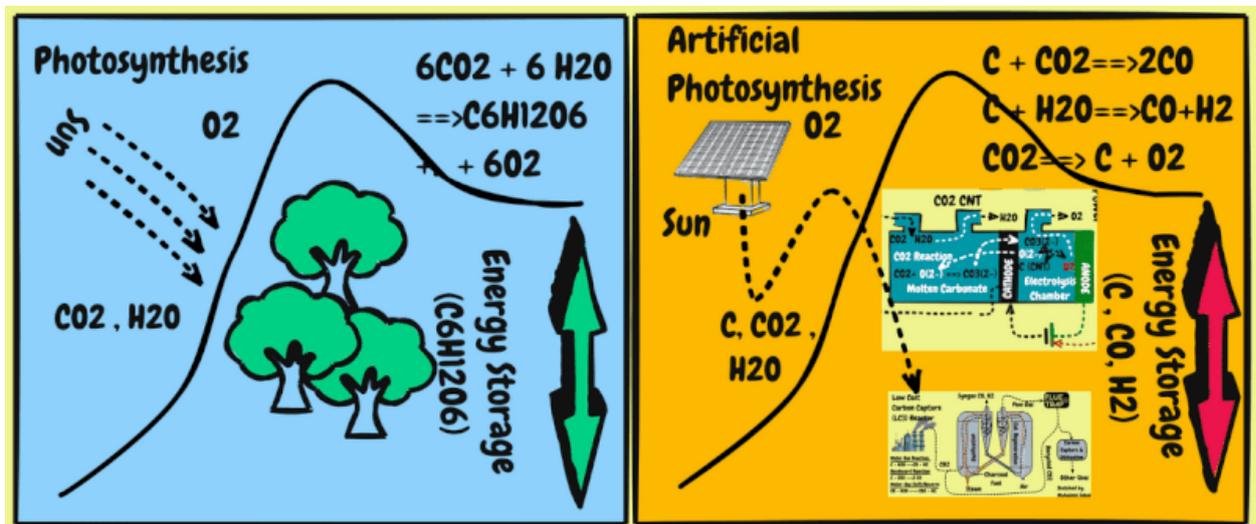
Maka dengan meniru proses photosynthesis inilah kita akan bisa terus meningkatkan produksi energi sekaligus oksigen di planet ini, dan pada saat yang bersamaan juga menyerap cemaran

CO2 yang hingga kini masih menjadi momok peradaban ini. Proses meniru photosynthesis yang ada di tanaman inilah yang kita perkenalkan sebagai Artificial Photosynthesis (AP).

Namanya juga tiruan, tentu tidak secanggih dan sebaik karya asli Sang Pencipta, tetapi insyaAllah sudah akan sangat membantu menjaga keberlangsungan kehidupan ini. Dengan dua teknologi yang kami padukan, yaitu teknologi gasifikasi dan elektrolisa, kita bisa meniru proses photosynthesis ini. Sedikit perbedaannya antara lain pada tiga hal ini.

Photosynthesis yang asli hanya butuh CO2, H2O dan sinar matahari sebagai input, yang tiruan (AP) butuh tambahan carbon (C). Yang asli outputnya C5H12O6 dan O2, yang tiruan produksinya C, CO, H2 plus O2 juga. Kandungan energi C6H12O6 adalah sekitar 16.7 MJ/kg, yang tiruan tergantung komposisinya, masing-masingnya adalah C (30), CO(10.5) dan H2 (120) MJ/kg.

Dengan AP ini kita akan bisa menjaga sustainability ketersediaan energi dan O2 untuk kehidupan di bumi ini dan pada saat yang bersamaan menjaga kesimbangan CO2 pada konsentrasi yang idealnya di alam. Namun demikian dengan AP ini pula kita kudu terus mengagungkan Sang Pencipta kita, karena dengan teknologi setinggi apapun - manusia tetap tidak bisa memproduksi hal yang nampak sederhana, yaitu makanan kita sendiri, karena meskipun hasil dari AP berupa energi - dia tidak bisa dimakan!



102. RetroCar : Super Efficient and Zero Emission Internal Combustion Engine

Sebelumnya sudah saya unggah Supercar yang nyaris tanpa perlu bahan bakar : <https://lnkd.in/gMpb8z9N>, hal yang sama bisa dilakukan dengan mobil-mobil standar berbahan bakar bensin atau diesel, dan juga mobil kuno sekalipun. Inspirasi teknologinya bahkan sebagian dari teknologi gasifikasi yang sudah dipakai pada era PD II.

Ketika bahan bakar langka di masa PD II, banyak mobil mengggendong tabung-tabung gasifikasi besar, untuk menggantikan bahan bakar cair dengan gas yang disebut wood gas, atau yang kita kenal sekarang sebagai synthetic gas (syngas) - yaitu produk gasifikasi biomassa.

Tentu versi retro-nya yang saya buat sketsa-nya ini tidak perlu lagi mobil-mobil tersebut

menggendong tabung gasifikasi yang besar. Meskipun sama-sama mengguakan bahan bakar carbon padat, carbon di retrocar ini berupa nano carbon hasil tangkapan gas buang CO2 yang dielektrolisa menjadi C dan O2.

Fungsi elektrolisa ini hanya digunakan bila produksi CO2 hasil emisi lebih dari yang dibutuhkan langsung untuk menjalankan mesin Internal Combustion Engine (ICE) ini. Bila dibutuhkan langsung untuk sumber tenaga, maka CO2 langsung digasifikasi - bersama cadangan carbon sebelumnya.

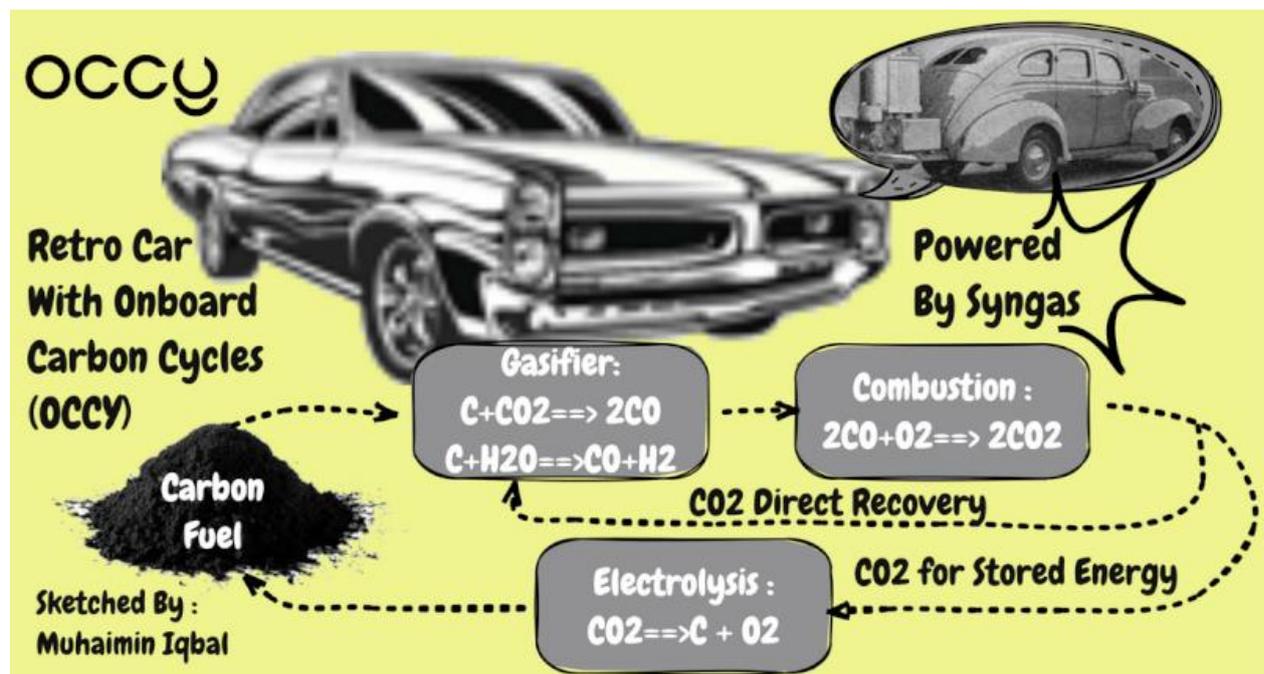
Di zaman ini, pengaturan berapa banyak CO2 yang langsung diproses gasifikasi dan yang hendak disimpan dahulu sebgai bahan bakar padat berupa carbon, dapat dilakukan melalui menggunakan control berbasis artificial intelligence (AI), sehingga menjadi sangat akurat.

Bukan hanya efisiensi bahan bakar yang sudah murah karena hasil emisi sendiri, retrocar yang dilengkapi Onboard Carbon Cycles (OCCY) ini juga akan zero emission, karena seluruh emisinya ditangkap kembali melalui dua cara tersebut di atas.

Teknologi OCCY yang versi sederhana ini, insyaAllah bisa menjadi game changer bagi ikhtiar dekarbonisasi sektor transportasi. Bila mobil-mobil listrik butuh menunggu tahun 2060 untuk mencapai net zero emission - nunggu listriknya mnecapai net zero emission dahulu, mobil-mobil ICE baik besin maupun diesel yang dipasang teknologi OCCY sudah bisa langsung net zero sejak OCCY dipasang.

Pertanyaannya adalah kapan teknologi OCCY ini akan tersedia? dari sisi teknologi kita sudah siap karena bahkan sebagian teknologinya dari zama PD II tersebut di atas. Hanya untuk ide ini bisa jalan, dibutuhkan sulthon yang lain - yaitu kekuatan penunjang seperti permodalan, kebijakan publik dls. Tetapi mestinya menghadirkan sulthon ini bisa jauh lebih cepat - dari target net zero kita yang tahun 2060.

Bahkan teknologi OCCY yang versi ini sudah bisa dicoba dibuat bersama kami, bila ada insinyur-insinyur yang hobby ngulik teknologi permesinan dan elektrokimia yang tertarik dengan konsep ini. Bukan sekedar untuk efisiensi energi dan dekarbonisasi semata, teknologi OCCY ini juga dibutuhkan untuk energy survival seperti pada PD II tersebut di atas.



103. Waste To Energy Miniplant

Ini adalah contoh pengolahan sampah menjadi pellet arang, dalam rangkaian lengkap menjadi sebuah miniplant. Kapasitas pengolahan sampahnya adalah 1 ton per jam, dan produksi pellet arang sekitar 330 kg/jam.

Dibandingkan dengan pellet biomassa pada umumnya, pellet arang memiliki kandungan kalori yang jauh lebih tinggi. Bila pada pellet biomassa kalori berkisar antara 3,800 - 4,600 kcal/kg, pellet arang berada di kisaran 7,000 - 8,000 kcal/kg.

Kelebihan lain dari pellet arang adalah bahan bakunya yang sangat fleksibel. Bila untuk pellet biomassa orang berebut bahan baku yang baik seperti serbuk gergajian - yang semakin langka, pellet arang bisa menggunakan apa saja termasuk limbah pertanian, perkebunan, hutan hingga sampah padat perkotaan baik dipilah organik- anorganik, maupun dicampur - tidak masalah. Hanya saja bila bahannya sampah kota yang bercampur plastik dlsb. yang tidak dipilah, pelletnya tidak bisa diklaim sebagai energi hijau yang sepenuhnya carbon-neutral.

Unit pengolahan lengkap dari sampah atau limbah menjadi pellet ini sengaja kami buat dalam skala miniplant, agar mudah ditempatkan di sentra-sentra penghasil sampah atau limbah - ketika sampah atau limbah belum menjadi sampah yang beraroma kurang sedap karena munculnya air lindi dlsb.

Idealnya mesin ini ada di setiap perumahan, kompleks komersial, pasar, pabrik-pabrik, perkebunan, lahan pertanian, ada di masyarakat pinggir hutan dlsb. Dengan mengolah sampah menggunakan mesin ini, sampah yang semula beban langsung berubah menjadi aset pada hari yang sama - yaitu pellet arang berkalori tinggi yang nilai jualnya mestinya juga 2 kali dari harga pellet biomassa.

Unit ini siap digandakan, dan kami siap bekerja-sama dengan siapa saja yang membutuhkannya, baik dari sisi pengolahan sampah atau limbahnya maupun pengguna produk pellet arang yang berkalori tinggi tersebut di atas.



104. Tantangan Untuk Menembus Batas Langit Dan Bumi

Allah menantang dua makhluk-nya yang diberi akal dan nafsu, yaitu jin dan manusia untuk menembus batas langit dan bumi "Wahai golongan jin dan manusia! Jika kamu sanggup menembus batas langit dan bumi, maka tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya kecuali dengan sulthon" (QS 55:33). Mengapa kita disuruh untuk berfikir menembus batas langit?

Sunatullah-nya kalau kita bisa mengerjakan pekerjaan yang sulit, maka yang tidak sulit akan lebih memungkinkan untuk dikerjakan. Dengan ilmu pengetahuan dan teknologi dan juga tentu pendanaan dan kekuatan lainnya (sulthon), manusia saat ini sudah bisa menembus batas langit yang kasat mata, dimungkinkan di masa depan manusia untuk melakukan perjalanan yang lebih jauh lagi. NASA misalnya sudah ber-ancang-ancang untuk mengirimkan orang ke Mars.

Lantas apa yang lebih mudah dari perjalanan ke Mars yang bisa kita lakukan? Bisa menembus batas seluruh penjuru negeri ini sehingga seluruh wilayah bisa diidentifikasi sumber daya-nya dan bisa dimakmurkan, maka yang ini pasti lebih mudah dari perjalanan ke Mars, lebih do-able.

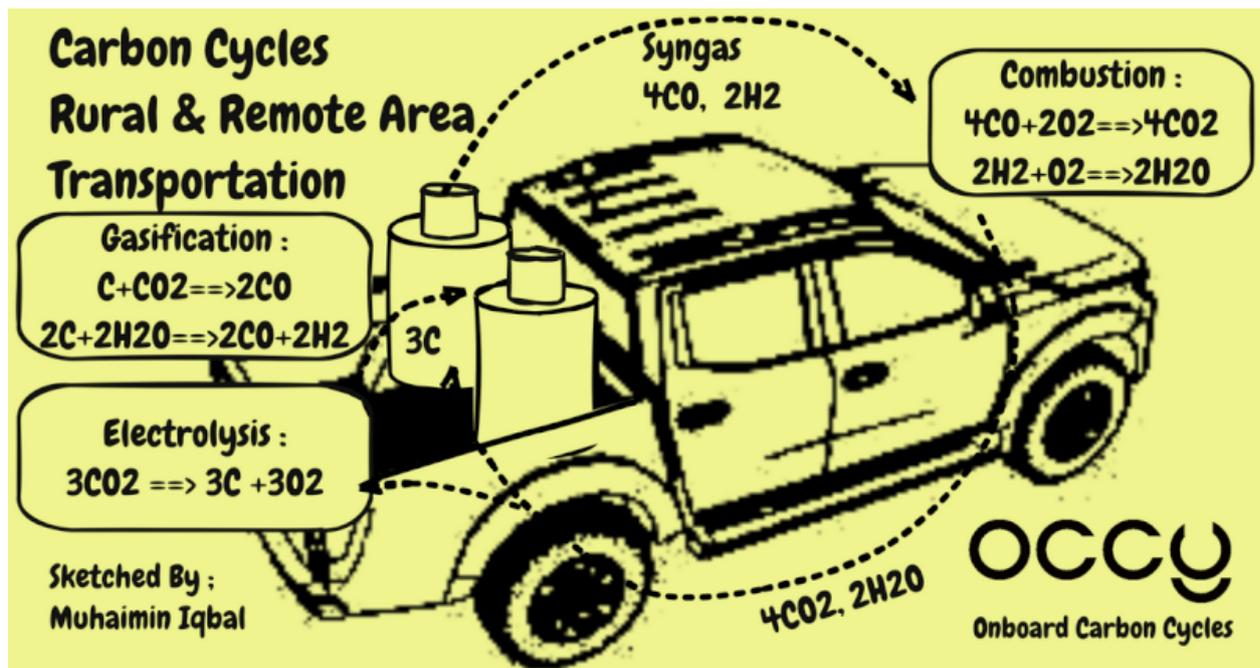
Perjalanan ke Mars butuh material yang sangat kuat, yang sudah saya share sebelumnya. Juga membutuhkan bahan bakar yang sangat efisien, bukan hanya cukup untuk sampai ke sana, tetapi juga cukup untuk pulangnya. Kalau pikiran kita membayangkan menggunakan bahan bakar yang sekali pakai, akan sangat banyak bahan bakar yang perlu dibawa untuk pergi dan pulang dari perjalanan yang menurut estimasi NASA butuh 21 bulan pergi pulang ini.

Maka seandainya saya yang merancang pesawat antariksanya, saya akan gunakan konsep bahan bakar yang di-recycles, apapun pilihan unturnya harus bisa di-recycles. Dengan konsep re-cycles inilah pesawat antariksa tidak perlu membawa beban bahan bakar yang berat, sedikit-pun akan cukup karena terus digunakan secara berulang.

Dan ini menurut hukum kekekalan energi bahwa energi tidak bisa diciptakan maupun dihilangkan, dia hanya berubah bentuk dari satu ke yang lainnya - maka ini juga dimungkinkan. Asal kita mastering perubahan bentuk energi, mampu merubah energi ke bentuk asalnya setelah digunakan, kita akan bisa me-recycle energi ini.

Tetapi kita kan tidak harus melakukan perjalanan ke Mars? disitulah relevansi tantangan dari Allah tersebut di atas. Bahwa kalau perjalanan ke Mars-pun bisa kita pikirkan detilnya, menjelajah seluruh penjuru negeri ini - tanpa harus khawatir kekurangan bahan bakar dimanapun kita berada - pasti lebih memungkinkan.

Sketsa dibawah adalah bahan bakar yang kita bisa gunakan untuk menjelajahi negeri ini tanpa harus beli bensin dan diesel yang belum tentu ada di tempat tujuan kita. Kita hanya perlu mastering dalam men-sirkulasikan carbon. Ketika carbon dibakar selain menjadi tenaga dia juga memproduksi CO₂, CO₂-nya yang satu bagian langsung kita proses gasifikasi, yang tiga bagian di elektrolisa menjadi C dan O₂. C hasil elektrolisa inilah yang menjadi cadangan energi berikutnya.



105. Food Challenge

Dikala dunia ramai membicarakan perubahan iklim dan pemanasan global, fokusnya seolah hanya pada penurunan emisi dan energi transisi menuju Net-Zero 2050. Ketahanan pangan yang seharusnya mendapatkan top priority - meskipun sudah mendapatkan perhatian - masih kurang maksimal, padahal manusia bisa bertahan hidup lebih lama dalam krisis energi ketimbang dalam krisis pangan.

Produksi pangan dunia seharusnya tumbuh 60% dari sekarang untuk bisa memenuhi kebutuhan pangan 10 Milyar orang tahun 2050. Padahal tanah di bumi tidak bertambah luas, dan supply air tawar-pun tidak bertambah banyak. Jadi apa yang bisa kita lakukan? Ada tiga hal yang bisa kami kontribusikan bagi dunia dalam mengamankan kebutuhan pangan jangka panjang ini.

Pertama adalah yang sudah sering saya unggah sebelumnya, yaitu recovery lahan-lahan kritis dan sangat kritis. Di Indonesia kita memiliki 14 juta hektar lahan kritis dan sangat kritis ini, di Turki ada 51 juta hektar, tidak terhitung jumlahnya di Middle East and North Africa (MENA), Afrika Tengah, Asia Selatan dan bahkan juga di Australia.

Salah satu cara recovery-nya adalah menggunakan biochar untuk perlakuan tanah-tanah gersang tersebut. Biochar akan dapat menyimpan air dan nutrisi, mendorong pertumbuhan mikrobium dan dalam jangka panjang akan mengundang hujan untuk turun melalui perubahan albedo - yaitu menurunkan pantulan cahaya matahari melalui perubahan warna dan tekstur permukaan tanah.

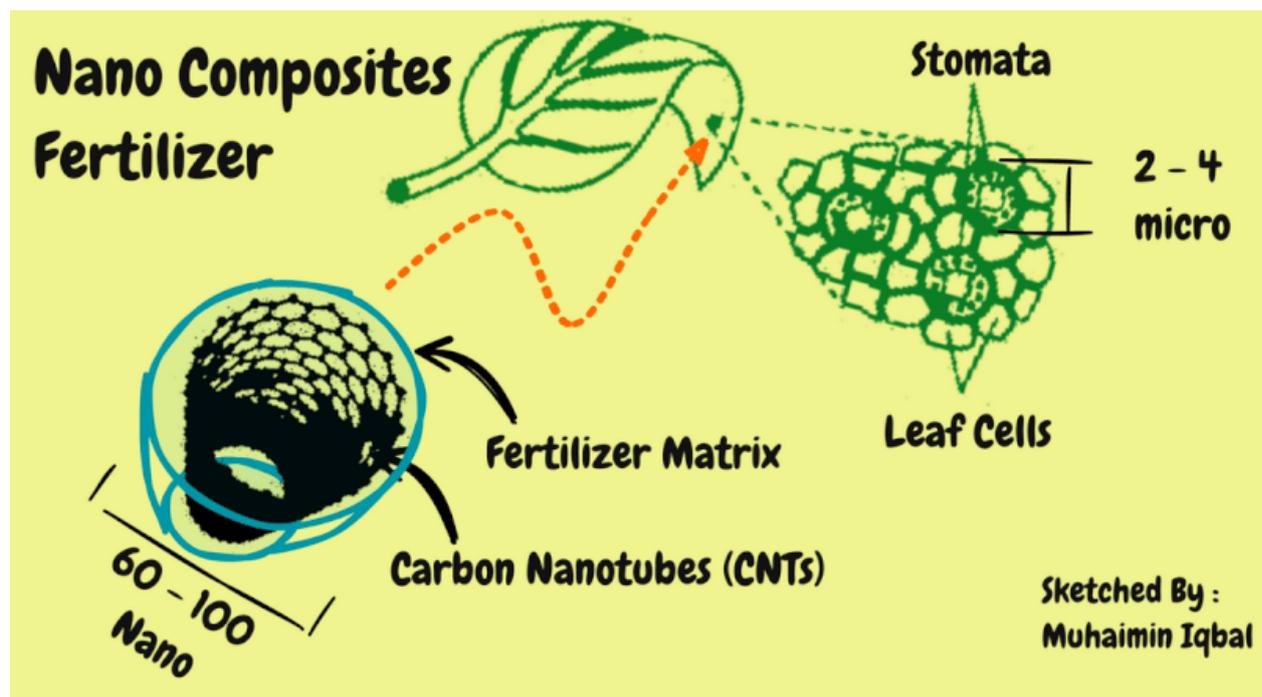
Kedua adalah melalui diversifikasi produk pangan, lahan-lahan kritis ini setelah direcovery-pun tidak bisa diharapkan untuk produksi padi misalnya, karena produksi padi butuh air yang sangat banyak. Namun bila untuk produksi buah, sayur dan kacang-kacangan mestinya sangat memadai. Jadi komponen makanan dari buah sayur dan kacang-kacangan inilah yang bisa menjadi diversifikasi pangan kita kedepan.

Ketiga adalah meningkatkan produksi pangan per satuan luas lahan, namun ini tidak bisa

dilakukan dengan membanjiri lahan pertanian dengan pupuk kimia - karena akan justru berdampak pada kerusakan lahan dan lingkungan, seperti dampak pemupukan yang masif di sentra-sentra produksi padi kita sejak tahun 1980-an.

Maka dalam urusan pupuk ini-pun harus ada inovasi yang luar biasa untuk mendorong produksi pangan tanpa dampak kerusakan lingkungan tersebut di atas. Salah satunya adalah penggunaan pupuk daun yang berskala nano, pupuk yang berukuran sangat kecil - lebih kecil dari diameter stomata atau mulut daun ini - akan langsung masuk ke metabolisme tanaman, pupuk yang sedikit-pun akan cukup karena dia sangat efektif.

Baik biochar maupun pupuk nano ini bisa diproduksi sebagai produk turunan pengolahan sampah organik yang miniplant-nya saya perkenalkan kemarin <https://lnkd.in/guHEfprm> . Jadi insyaAllah kita bisa berkontribusi untuk ketahanan pangan untuk negeri maupun bumi ini.



106. Agar Ayam Tidak Mati Di Lambung Padi

Peribahasa ayam mati di lambung padi itu menjadi realita bagi petani yang membutuhkan banyak energi untuk pengairan, pengolahan lahan, penggilingan padi dlsb. Di depan mata mereka segudang energi baru terbarukan yang carbon-neutral, tetapi mereka justru membuang yang ini dan harus membeli energi kotor nan mahal.

Bukan hanya emisi dan harga saja yang menjadi masalah dengan energi fosil yang mereka gunakan selama ini , juga ketersediaannya. Petani yang butuh solar misalnya, mereka tidak boleh menggunakan solar subsidi - harus menggunakan solar industri. Padahal di lokasi mereka tidak ada solar industri ini, sehingga tidak aneh bila ada petani yang harus berurusan dengan polisi karena menggunakan solar subsidi untuk traktor mereka.

Maka solusi dalam sketsa ini salah satunya untuk para petani tersebut, mesin apapun yang berbahan bakar solar atau bensin dapat digantikan dengan berbahan bakar arang dengan tambahan unit yang kami sebut OCCY (Onboard Carbon Cycles) gasifier ini. Carbonnya bisa

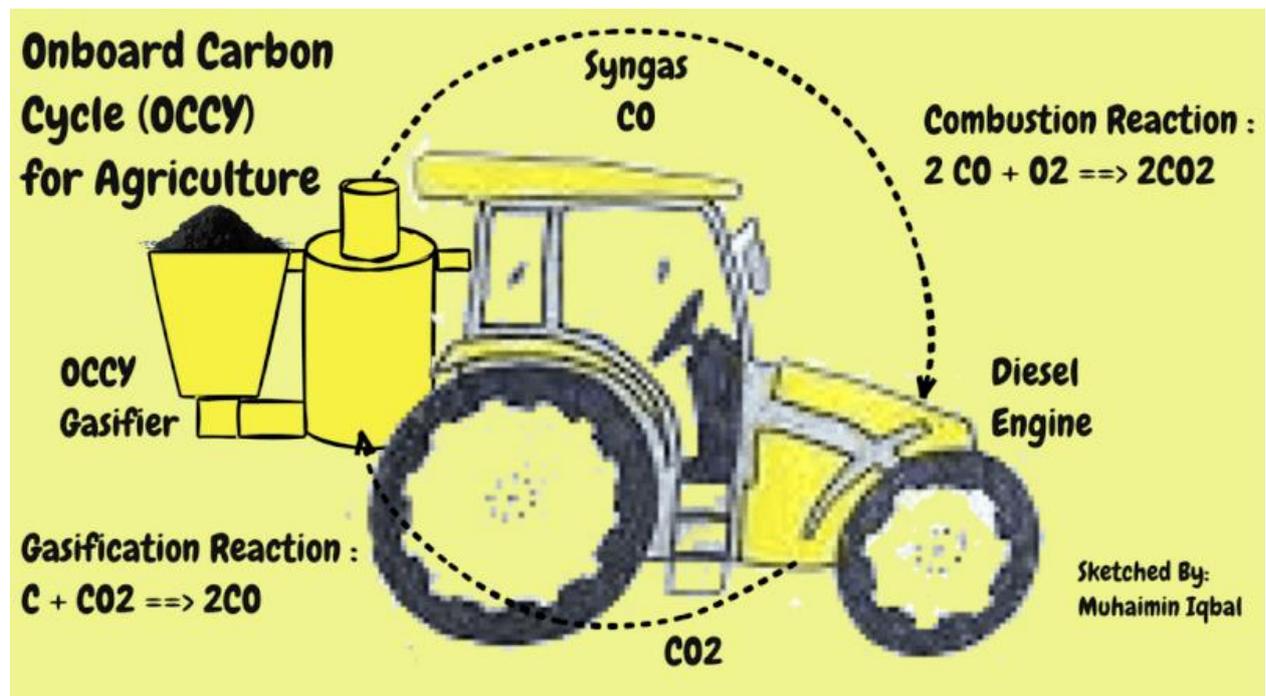
diproduksi sendiri oleh para petani dari sekam, tongkol jagung, jerami dan biomassa apapun yang ada di ladang mereka.

Bahkan bukan hanya carbon-neutral, emisi yang keluar dari pembakaran syngas untuk mesin para petani ini di-recovery lagi menjadi energi menggunakan reaksi yang disebut Boudouard reaction, yaitu ketika CO₂ direaksikan dengan C (dari arang) pada suhu gasifikasi - akan menghasilkan 2 CO yang mengandung kalori 10.5 MJ/kg.

Dengan tambahan energi dari CO₂ yang disirkulasikan ini, tentu konsumsi arang-pun menjadi sangat efisien dan mesin-mesin pertanian kita menjadi bebas emisi. MVP (Minimum Viable Product) dari konsep OCCY Reactor ini dapat disaksikan di video kami yang ini :<https://lnkd.in/gxUQRNhZ> .

OCCY reactor versi perdana ini memang masih sangat sederhana tetapi sudah bisa serve the purpose, berbahan bakar arang biomassa dan dapat mensirkulasikan CO₂ untuk menjadi energi kembali. Bukan hanya untuk petani saja yang membutuhkan konsep OCCY ini, tetapi juga seluruh mesin diesel atau bensin yang dibutuhkan untuk daerah atau project terpencil.

Untuk masyarakat perkotaan nantinya butuh yang lebih compact rancangannya karena untuk dipasang di mobil dlsb, dan tidak harus menggunakan reaktor - bisa menggunakan konsep elektrolisa dan oxidasi fuel cells yang sudah saya share dalam beberapa unggahan sebelumnya.



107. Carbon Capture and Energy Storage (CCES)

Di dunia decarbonization orang sudah familiar dengan Carbon Capture and Storage (CCS), Carbon Capture and Utilization (CCU), dan bahkan juga Carbon Capture, Usage and Storage (CCUS). Namun kami perkenalkan konsep baru yang lebih tepat guna, yaitu Carbon Capture and Energy Storage (CCES). Di industri energy, baik produsen bahan bakar maupun listrik,

CCES inilah yang dibutuhkan.

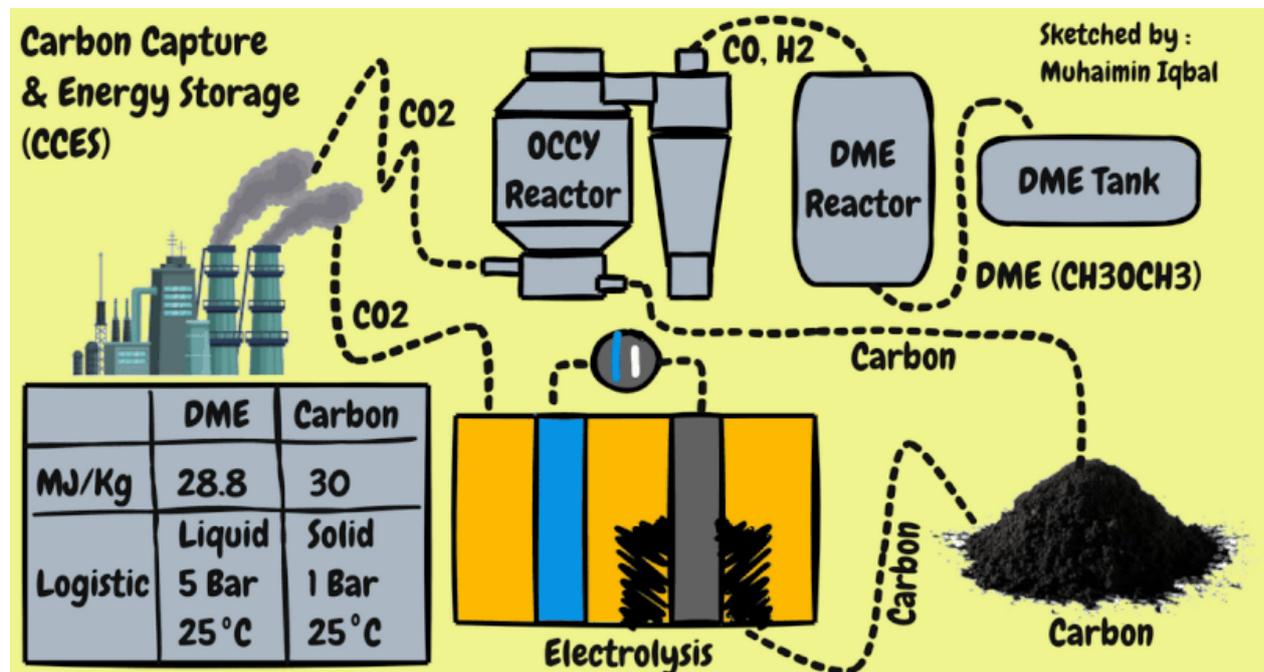
Industri pembangkit listrik khususnya yang berbahan bakar fosil punya dua problem yaitu emisi dan fluktuasi beban, ketika beban penggunaan listrik lagi rendah - kelebihan daya tidak mudah disimpan. Maka CCES mengatasi kedua masalah ini sekaligus.

Intinya CCES menggunakan dua pendekatan yaitu Onboard Carbon Cycle (OCCY) reactor dan elektrolisa. OCCY reactor berfungsi menangkap emisi sepanjang waktu baik ketika beban tinggi maupun beban rendah - karena pembangkit terus beroperasi, jadi sepanjang waktu keluar emisi.

Sedangkan elektrolisa hanya difungsikan pada saat beban rendah, kelebihan daya yang tidak dipakai digunakan untuk menangkap dan meng-elektrolisa sebagian CO₂ menjadi cadangan carbon. Carbon ini diumpankan balik ke OCCY reactor untuk Boudouard reaction dimana C + CO₂ akan menjadi CO, yaitu unsur utama syngas.

Karena menyimpan syngas butuh tekanan tinggi dan boros tempat, maka bentuk simpanan energi yang lebih efektif adalah syngas diproses lagi menjadi Dimethyl Ether atau DME. DME bisa digunakan kapan saja untuk menggantikan diesel, LPG dan bisa digunakan sebagai hydrogen carrier.

Jadi dengan system CCES ini kita punya dua produk energi tersimpan yang berasal dari emisi dan kelebihan daya sekaligus, yaitu berupa carbon dan berupa DME yang masing-masing punya kelebihanannya sendiri. Carbon lebih mudah dihandle karena berupa padatan pada suhu ruangan dan tekanan 1 bar. Sedangkan DME, lebih fleksibel dan langsung bisa digunakan di mesin atau alat standar seperti genset diesel maupun bensin, juga bisa menggantikan langsung LPG untuk rumah tangga dan industri.



108. Sajarotin Thoyyibatin

Ini adalah inspirasi dari kalimatullah untuk menjelaskan kalimat atau hal-hal yang baik, dia seperti sajarotin thoyyibatin - pohon yang baik yang disifati dengan tiga hal, yaitu akarnya yang

sangat kuat, cabangnya yang menjulang ke langit dan berbuah sepanjang waktu dengan ijinNya (QS 14:24-25). Bagaimana kalau perumpamaan ini kita aplikasikan pada penanganan sampah, limbah dan emisi atau yang kita singkat SALEM ini?

Akarnya yang sangat kuat, begitu banyak sumber bahan-baku yang bisa kita olah dari SALEM tersebut. Masing-masing jenis bahan baku juga mewakili volume yang sangat besar - selalu ada bahan baku yang cukup untuk siapa saja yang mau mengolahnya. Bila bahan baku ini habis, negeri ini pasti sudah sangat maju - tidak ada lagi limbah dan sampah yang tidak terolah, tidak ada lagi emisi yang tidak tertangani.

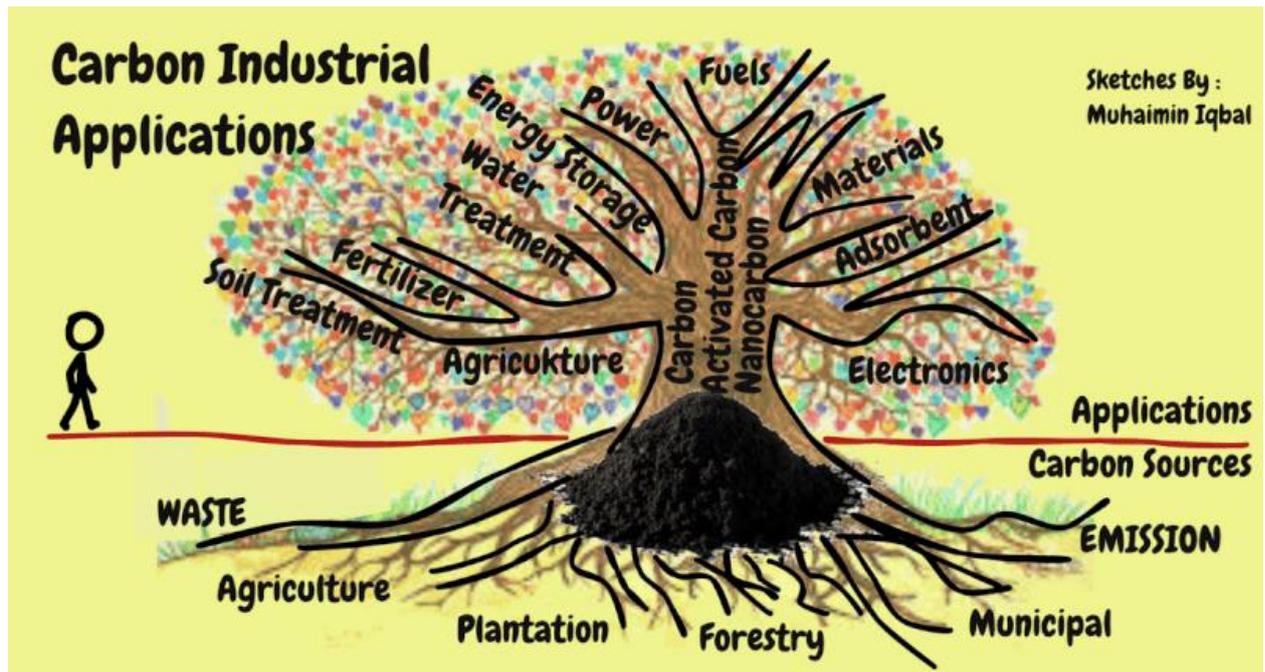
Bahan baku yang begitu banyak tersebut dengan diarangkan saja sudah menjadi aset yang berharga, stabil dan mudah disimpan di tempat terbuka sekalipun, dia sudah berubah dari liability menjadi aset. Bisa juga arang ini ditingkatkan kualitasnya dengan mudah menjadi activated carbon yang bernilai tinggi, bahkan bisa juga menjadi nano carbon yang bernilai jauh lebih tinggi lagi.

Cabangnya yang menjulang ke langit, semua sektor industri bisa memanfaatkan carbon ini dalam berbagai bentuknya. Di industri pertanian bisa digunakan untuk recovery lahan gersang, untuk soil water/nutrition storage dan microbiome growth, bahkan bisa juga digunakan untuk composites reinforcement pada nano fertilizer yang sangat efektif.

Di dunia energi, dia bisa digunakan sebagai penyimpan energi, pembangkit listrik dan sebagai bahan universal untuk segala jenis bahan bakar yang kini kita gunakan. Arang bisa menjadi bahan baku untuk produksi renewable hydrocarbon seperti green-diesel dan biogasoline, oxygenates seperti ethanol dan methanol, bahkan juga bisa menjadi hydrogen carrier melalui molekul DME (Dimethyl Ether) - yaitu methanol yang didehidrasi.

Di dunia material, carbon dan turunannya seperti nano carbon berpotensi menggantikan segala jenis bahan yang kita gunakan saat ini. Bisa menggantikan besi baja dengan nano carbon composites yang bahkan jauh lebih kuat dari besi baja yang digantikannya, bisa menggantikan semen dengan kekuatan yang lebih kuat tetapi jauh lebih ringan, juga menggantikan bahan-bahan yang digunakan di dunia elektronik seperti transistor, microprocessor maupun logam konduktor seperti tembaga - dengan konduktivitas yang jauh lebih tinggi.

Berbuah sepanjang waktu, dengan 'akar' yang sangat kuat dan 'cabang' yang menjulang ke langit tersebut, dengan ijinNya pasti pohon carbon ini akan terus berbuah sepanjang waktu. Akan selalu ada yang bisa kita petik dan nikmati, dan karena 47% material di bumi ini adalah carbon - hampir setiap kebutuhan kita akan memerlukan unsur carbon ini, jadi jangan disia-siakan dia, dia hanya menjadi masalah kalau tidak kita olah, mencemari planet bumi bisa kita tidak tangani.



109. Jalur Akselerasi Untuk Dekarbonisasi dan Efisiensi Energi

Rencana dunia untuk menurunkan emisi hingga mencapai Net-Zero Emission 2050 adalah terlalu lambat, sebagian kita tidak akan bertahan hidup hingga 2050 dan sebelum itu-pun bumi ini sudah mendidih kepanasan. Harus ada insentif untuk bisa melakukan dikarbonisasi itu secepat mungkin.

Insentif ini tidak bisa datang dari pemerintah di dunia, karena disamping tidak ada anggarannya - sebagian pemerintahan dunia yang saat ini kaya justru berkepentingan untuk mempertahankan energi yang ber-emisi tinggi, karena pendapatan mereka yang significant datang dari tambang minyak, gas dan batubara ini. Insentif itu harus datang dari para pengguna energi sendiri - bila kita dapat sangat berhemat dalam menggunakan energi, dengan sendirinya proses dekarbonisasi yang cepat akan terjadi.

Dan saat ini teknologi untuk dapat menggunakan energi secara super efisien ini sudah siap dicoba, sambil terus disempurnakan. Teknologi ini kami sebut Onboard Carbon Cycles (OCCY). Ada tiga pilihan teknologi untuk ini, dua diantaranya sudah kami coba dan hasilnya menggembirakan, yang ketiga masih menunggu resources yang cukup - para jawara electrochemical yang masih kami cari.

Teknologi yang pertama relatif sederhana, beroperasi berdasarkan Boudouard reaction, yaitu emisi CO₂ kita tangkap langsung dan direaksikan dengan carbon - arang yang kami produksi dari sampah dan limbah. CO₂ yang direaksikan dengan arang pada suhu tinggi di dalam ruang gasifikasi akan menghasilkan syngas.

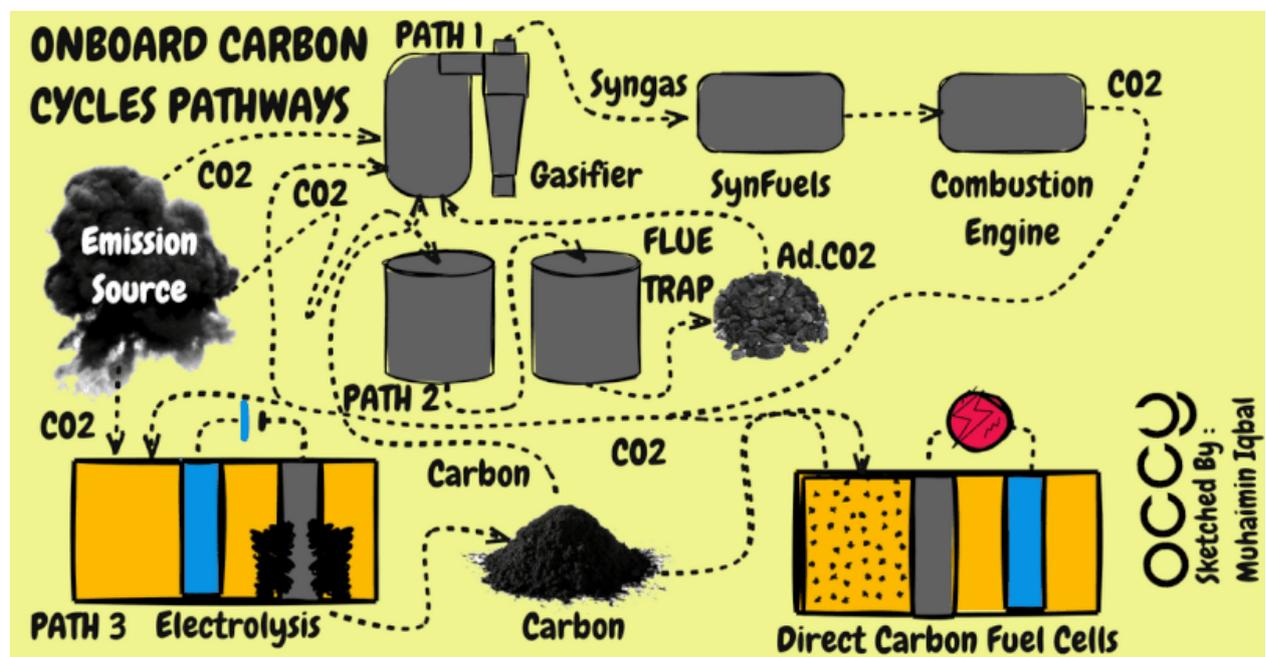
Syngasnya bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik dan kebutuhan energi lainnya, atau diproses menjadi advance biofuels, baru digunakan untuk bahan bakar. Hasil pembakarannya akan keluar CO₂ dan ditangkap kembali untuk disirkulasikan

melalui reaksi Boudouard dari reaktor gasifikasi yang sama. Kebutuhan C untuk reaksi Boudouard ini bisa dari arang yang kita produksi baru, bisa juga carbon dari produk teknologi kedua atau ketiga berikut.

Teknologi kedua adalah apa yang kami sebut FlueTrap, yaitu emisi CO₂ kita capture dengan adsorbent tertentu. Hasilnya berupa CO₂ yang terikat pada adsorbent (Ad.CO₂), yang bisa kita umpangkan sebagai bahan bakar di teknologi pertama, dan hasil pembakaran bahan bakarnya ditangkap lagi dst. Percobaan FlueTrap ini sudah kami share videonya dan bisa disaksikan di sini : <https://lnkd.in/gbK8xe7D>

Teknologi ketiga membutuhkan kepakaran khusus di bidang elektrokimia, untuk proses elektrolisa CO₂ menjadi C dan O₂, selanjutnya C diumpangkan ke Direct Carbon Fuel Cells (DCFCs) untuk menghasilkan listrik. DCFCs akan mengeluarkan emisi CO₂ yang terkonsentrasi - dan ini yang kemudian dielektrolisa untuk mejadi C dan O₂ kembali.

Maka teknologi manapun yang kita pilih, pengguna akan mendapatkan insentif berupa efisiensi energi yang luar biasa tinggi - sedangkan penurunan emisi hanyalah buah dari efisiensi energi ini, tidak lagi ada emisi CO₂ karena CO₂ digunakan sebagai energi kembali.



110. Paru-Paru Peradaban Carbon

Salah satu organ penting dalam tubuh kita adalah paru-paru, fungsinya untuk men-distribusikan oksigen dan membersihkan CO₂ dari sistem pernafasan kita. Sistem ini ditiru oleh para urban planner dengan menanam hutan di tengah kota, mereka menyebutnya adalah paru-paru kota, fungsinya sama - yaitu menyerap CO₂ dari udara kota dan menggantikannya dengan oksigen dari hasil fotosintesa tanaman di hutan kota tersebut.

Sayangnya sistem yang baik pada tubuh kita tersebut, yang juga sudah ditiru dalam perencanaan kota - belum ditiru lebih lanjut untuk penyerapan emisi industri dan pengelolaan energi pada umumnya. Maka melalui unggahan ini saya share konsep paru-paru peradaban carbon yang prototype-nya sudah kami buat.

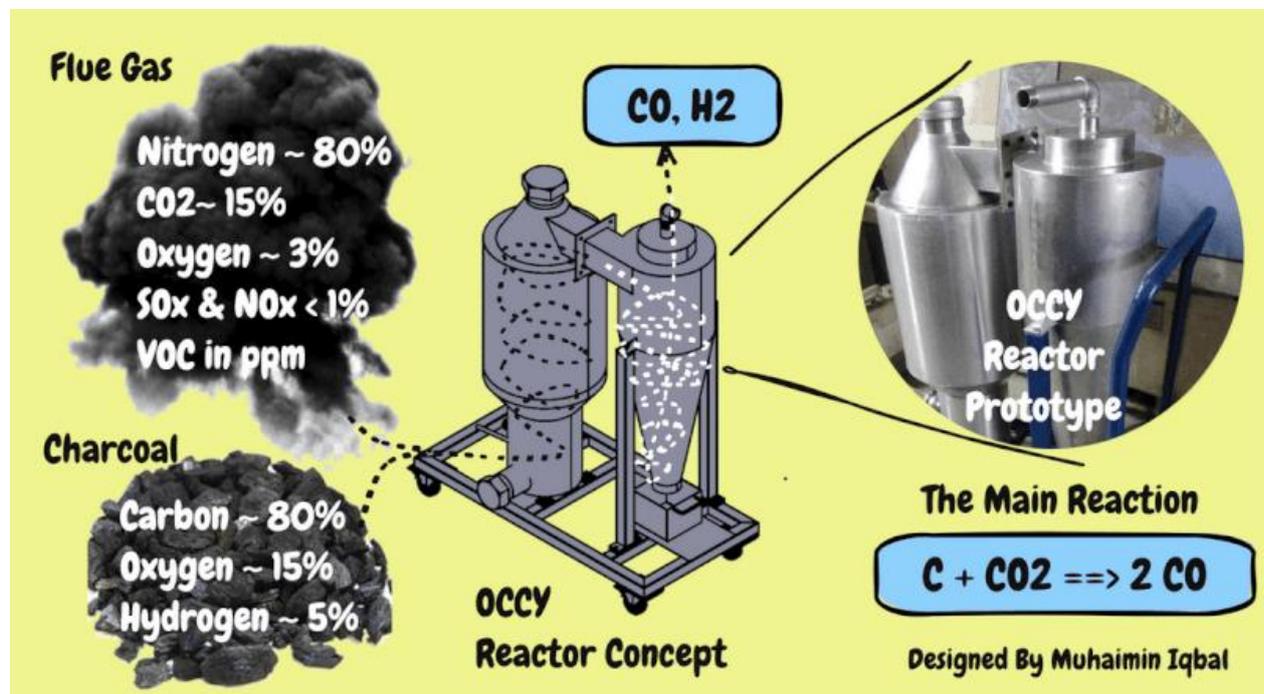
Fungsinya sama dengan paru-paru pada tubuh kita dan paru-paru kota tersebut di atas, yaitu menyerap flue gas yang cemarannya terbesar adalah CO₂, dan merubahnya menjadi energi baru berupa synthetic gas atau syngas, yang unsur utamanya adalah CO dan H₂. Syngas ini adalah building blocks paling dasar dan universal, yang selain bisa digunakan langsung sebagai bahan bakar juga bisa diproses lebih lanjut menjadi berbagai bentuk bahan bakar yang kita gunakan saat ini.

Bisa dibayangkan apa jadinya ketika tubuh kita tanpa paru-paru? ada paru-paru saja bila dia sakit - usia manusia mejadi tidak bisa bertahan lama. Apa pula jadinya bila kota tidak memiliki paru-paru kota? kota tersebut akan gersang dan tidak nyaman untuk dihuni.

Demikianlah kita selama ini, peradaban fosil ini membakar begitu banyak energi tanpa berusaha maksimal untuk membersihkan gas buangnya, akibatnya bumi menjadi kepanasan dan terus menurun kelayakannya untuk tempat tinggal yang nyaman. Maka sebelum memburuk lebih lanjut, di setiap sumber emisi harus segera terpasang 'paru-paru' yang menyerap emisi tersebut dan merubahnya menjadi energi bersih kembali.

Dua manfaat sekaligus dari pemasangan 'paru-paru' yang kami sebut sebagai Onboard Carbon Cycle (OCCY) ini. Pertama emisi kita akan terserap sepenuhnya, dan kedua kita akan memperoleh sumber energi baru yang tidak perlu berebut dengan siapapun dan apapun, yaitu CO₂ yang kita proses menjadi syngas dengan OCCY reactor ini.

Tentu saja inovasi ini perlu penyempurnaan terus-menerus dari waktu ke waktu, tetapi at least kita telah sungguh-sungguh memulai peradaban baru - peradaban carbon ini, yaitu ketika emisi carbon (CO₂) kita olah kembali, dan salah satunya menjadi energi bersih yang carbon neutral ini. Yang tertarik untuk melakukan uji coba penerapan konsep ini dapat menghubungi kami di media ini, atau via email : ceo@advancedrenewable.org



111. Apapun Mobilnya, Arang dan Asap Bahan Bakarnya

Di musim para calon birokrat berebut hati rakyat untuk mau memilihnya, konon ada yang menjanjikan bahan bakar atau energi gratis bagi rakyat bila mereka terpilih kelak. Apakah mungkin energi itu digratiskan? Secara teori dimungkinkan, apalagi bila para birokrat yang terpilih nanti memang mau serius menindak lanjutinya dengan para teknokrat.

Skenarionya kurang lebih begini, di unggahan sebelumnya (<https://lnkd.in/gY-UVsU7>) telah saya share bahwa sambil menangkap emisi CO2 kita bisa memproduksi segala bentuk bahan bakar yang bersih dan murah. Untuk ini hanya perlu bahan baku tambahan berupa arang biomassa, yang bisa diperoleh dari mengolah limbah dan sampah.

Walhasil, bahan bakar bersih itu bisa diproduksi dari sampah, limbah dan emisi (SALEM) yang memang seharusnya dibersihkan. Ketika sambil bebersih darat, laut dan udara ini kita menghasilkan bahan bakar apapun yang bisa disintesa dari syngas (C dan H₂), maka sangat mungkin kita menggratiskan bahan bakar itu. Lha wong dia sebenarnya hanya produk samping dari bebersih bumi kok.

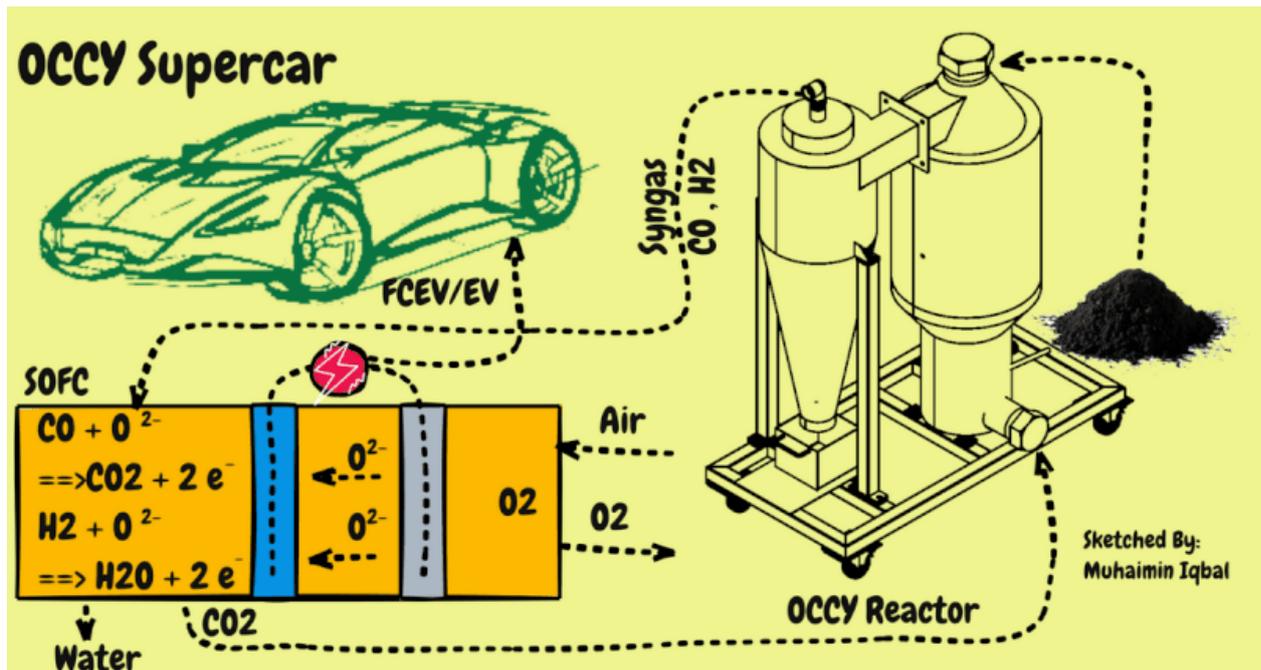
Well bagaimana kalau setelah kita pilih ternyata pada ingkar janji - lupa dengan rakyat yang telah serius memilihnya? mungkin memang kita sebaiknya tidak terlalu berharap pada janji kampanye, karena siapapun yang terpilih biasanya mudah lupa ketika bener-bener menjabat.

Tetapi bahan bakar atau energi murah berbasis SALEM itu memang sangat mungkin diwujudkan oleh rakyat sendiri. Separuh perjalanannya sudah kami tempuh dengan memuat mesin yang mampu mengarangkan semua biomassa, kemudian asap yang biasanya keluar dari proses pengarangan-pun bisa ditangkap untuk bahan bakar berikutnya. Bila asap dari reaktor yang kami sebut OCCY (Onboard Carbon Cycles) reaktor inipun kurang, sangat banyak yang perlu dibantu 'membuang' gas buang-nya, yang kandungan terbesarnya setelah nitrogen adalah CO₂.

Arang dan asap yang kita proses menggunakan OCCY reactor akan menghasilkan syngas, yang dari sinilah segala bentuk bahan bakar yang ada di pasar saat ini seperti desel, bensin, jet-fuel, LPG, methanol, ethanol, DME dan hidrogen bisa dihasilkan.

Bahkan bila kendaraan Anda sudah begitu canggihnya, tidak lagi menggunakan internal combustion engine (ICE) seperti bensin dan diesel, tetapi menggunakan electric vehicle (EV) atau bahkan fuel cells electric vehicle (FCEV), tidak masalah juga - karena dengan state of the art teknologi fuel cells saat ini - kita bisa langsung menghasilkan listrik dari syngas (CO dan H₂) dengan menggunakan apa yang disebut Solid Oxide Fuel Cells (SOFC). Malah jalurnya lebih pendek, tidak harus merubah syngas menjadi bahan bakar cair atau gas dahulu.

Jadi jalan untuk menggratiskan energi itu ada masuk akal nya, setidaknya dengan kebijakan yang proper - bahan bakar dan listrik itu bisa diproduksi dengan sangat murah. Di masa mendatang yang tidak terlampaui jauh, apapun kendaraan kita akan bisa diberi bahan bakar dari arang dan asap!



112. In-situ and In-Time Green Hydrogen

Bila green hydrogen menjadi bahan bakar masa depan yang diidolakan dunia, itu karena ketika terbakar dia hanya mengeluarkan limbah berupa air, yang juga kita butuhkan. Masalahnya adalah memproduksi green hydrogen ini atau bahkan grey hydrogen sekalipun masih terkendala banyak hal, yaitu prosesnya sendiri yang mahal, mengeluarkan banyak sekali CO₂ (untuk yang grey), dan logistiknya juga sangat mahal karena butuh tekanan hingga 700 bar.

Maka sketsa saya dibawah ini bisa menjadi solusi untuk seluruh permasalahan terkait produksi dan logistik hydrogen tersebut di atas. Intinya ini hanya terdiri dari tiga proses utama, yaitu gasifikasi, water gas shift dan separasi. Ketiga teknoloinya matang di TRL (Technology Readiness Level) 7-8 minimal, dan bisa menjadi TRL 9 begitu diproduksi massal.

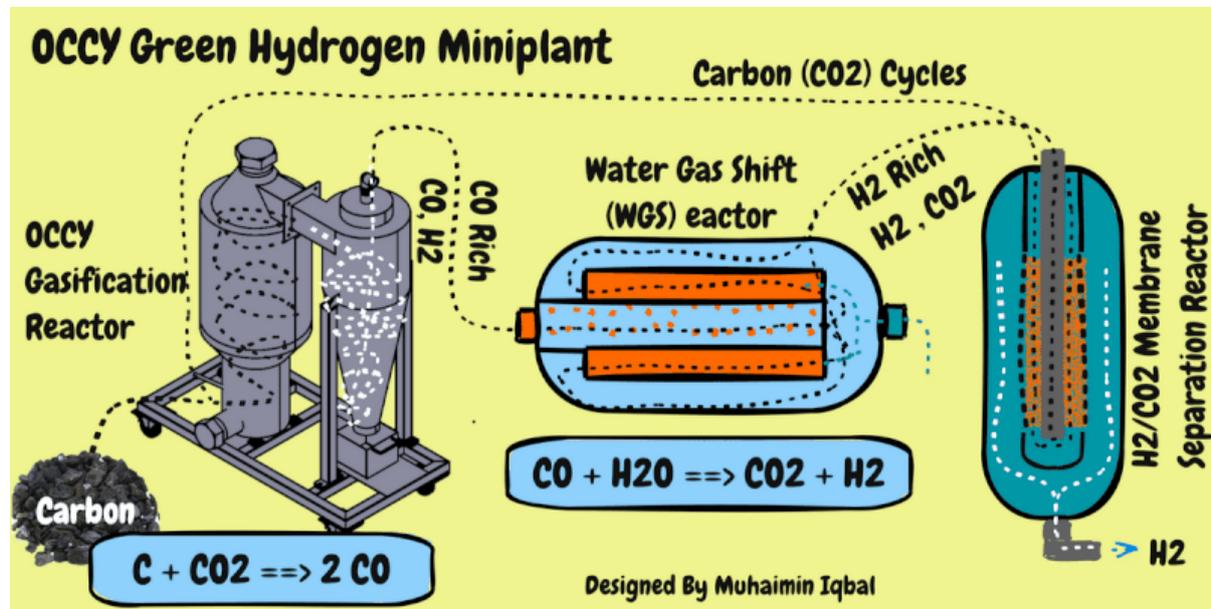
Gasifikasi yang saya pilih adalah menggunakan reaktor yang saya sebut OCCY (Onboard Carbon Cycles) reactor, agar bisa menggunakan bahan bakar dari arang biomassa apapun dan CO₂ hasil tangkapan di ujung proses produksi green hydrogen ini sendiri. Keluaran dari OCCY reactor ini adalah syngas yang kaya CO karena faktor bahan bakunya tersebut. Ada sedikit H₂ dari arang karena standar arang memang mengandung hydrogen sekitar 5%.

Syngas yang kaya akan CO ini kemudian diproses di Water Gas Shift (WGS) reactor. CO yang direaksikan dengan steam akan menghasilkan H₂ dan CO₂. Keduanya kemudian dipisahkan di reaktor ketiga yaitu membrane reactor. Hasilnya berupa hydrogen murni, sedangkan limbah CO₂ dikembalikan ke proses pertama untuk menjadi bahan baku kembali. Jadi selain efisiensi bahan baku juga menghilangkan emisi CO₂ pada produksi green hydrogen ini.

Karena sederhananya proses ini, green hydrogen dengan konsep OCCY ini bisa dibuat dalam skala kecil - miniplant atau bahkan microplant. Dengan cara ini maka green hydrogen bisa dihadirkan in-situ dan in-time, yaitu diproduksi di tempat green hydrogen ini dibutuhkan dan pada saat dia dibutuhkan saja, dengan demikian dia akan menghilangkan kebutuhan logistik hydrogen - baik berupa penyimpanan maupun transportasi hydrogen yang sangat mahal.

Selama dalam penyimpanan dan transportasi, 'stock hydrogen' akan berupa arang atau carbon dan CO₂ yang terikat pada adsorbent-nya (Ad.CO₂). Keseluruhan biaya logistik akan menjadi sangat murah dibandingkan logistik hydrogen yang konvensional.

Selain dibutuhkan untuk bahan bakar yang carbon-free, hydrogen juga dibutuhkan untuk berbagai proses industri - termasuk bila kita hendak memproduksi Advanced Biofuels dari segala jenis biomassa, selalu butuh green hydrogen ini.



113. Green Hydrogen Power Plant For Extreme Situations

Dalam unggahan saya sebelumnya, emisi CO₂ dapat kita tangkap dan kita jadikan green hydrogen. Hanya saja rancangan sebelumnya tersebut dibuat untuk Indonesia dalam kondisi normal, banyak biomassa dari sampah dan limbah, air melimpah dan udara masih bisa diambil oksigennya tanpa batas. (<https://lnkd.in/g-mU4JPg>)

Tetapi bagaimana bila rancangan hydrogen mini/micro-plant tersebut hendak digunakan di situasi yang ekstrem, misalnya di gurun yang biomassa dan air langka, di kapal-kapal selam dan pesawat antariksa yang semuanya langka, baik biomassa, air maupun oksigen? Masihkah konsep green hydrogen ini bisa berjalan? jawabannya insyaAllah bisa!

Adalah hukum kekekalan energi dasarnya, bahwa dalam isolated system - seperti kapal selam dan pesawat antariksa, energi tidak bisa diciptakan maupun dimusnahkan, dia hanya berubah bentuk dari satu bentuk energi ke bentuk lainnya. Jadi kita kudu mastering perubahan bentuk energi ini, asal kita bisa mengembalikan bentuk energi yang telah berubah karena kita pakai ke bentuk awalnya - maka energi ini akan selalu tersedia.

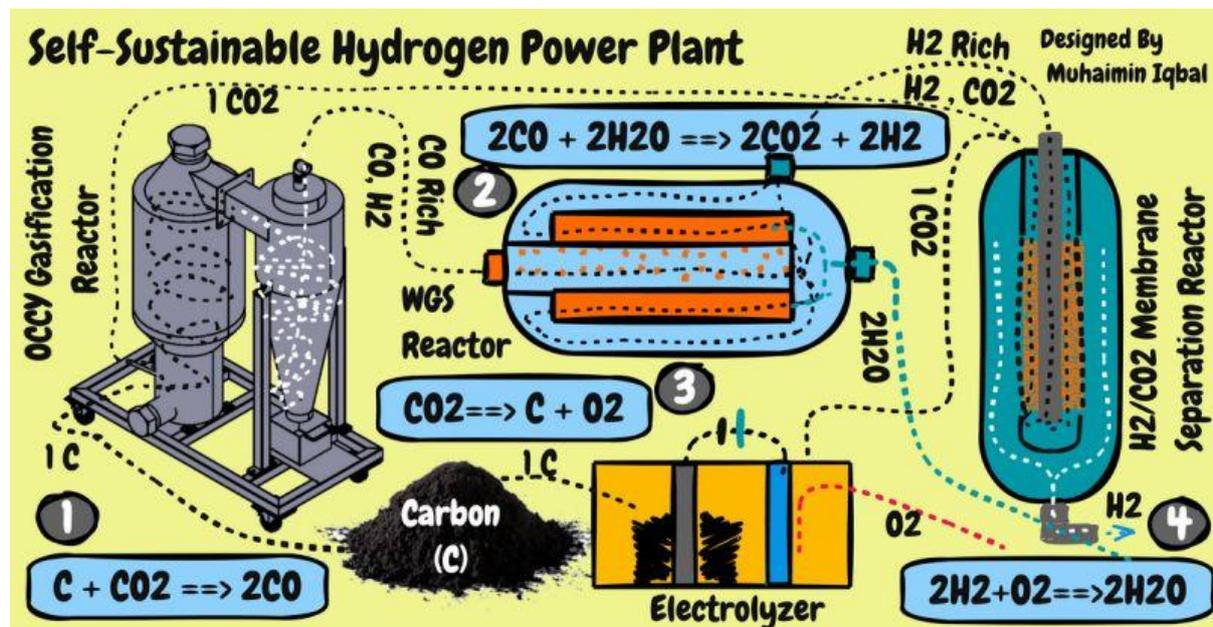
Untuk ini sebagai contoh masih saya gunakan rancangan saya yang kemarin, hanya karena di situasi ekstrem - kita buat tidak ada masukan carbon dari biomassa, tidak ada oksigen dari udara dan tidak ada air yang bisa dibawa kecuali sedikit saja. Yang saya tambahkan dari sistem sebelumnya hanya mesin elektrolisa CO₂ menjadi C dan O₂. Maka keseimbangan materi dan

energi akan menjadi seperti berikut :

Bahan bakar hanya dibutuhkan di awal mesin bekerja, setelah itu CO₂ ditangkap dan dibagi dua. Satu bagian untuk dielektrolisa dan satu bagian untuk langsung ke gasifikasi. OCCY (Onboard Carbon Cycles) gasifier (1) beroperasi atas dasar Boudouard reaction, butuh 1 C dan 1 CO₂ untuk menghasilkan 2 CO. Dua molekul CO ini kemudian direaksikan dalam reaktor Water Gas Shift atau WGS (2) untuk menghasilkan masing-masing 2 molekul CO₂ dan hydrogen.

Setelah keduanya dipisahkan di membrane reactor, CO₂ direcovery lagi melalui dua jalan, yaitu 1 bagian langsung kembali ke OCCY gasifier (1) dan 1 bagian ke mesin electrolizer (3) untuk dipisahkan C-nya dari O₂. Satu atom C ini akan mendampingi 1 molekul CO₂ memulai siklus barunya lagi, sedangkan O₂ digunakan untuk meng-oksidasi 2 molekul hydrogen menjadi energi (4). Selain energi, hasil oksidasi ini juga berupa 2 molekul H₂O yang dikirim ke WGS reactor untuk merubah 2 molekul CO hasil gasifikasi menjadi 2 molekul CO₂ dan 2 molekul H₂ lagi. Begitu seterusnya sistem ini akan bekerja menghasilkan energi tanpa henti.

Default-nya mesin ini tidak butuh lagi bahan bakar setelah dia beroperasi, hanya saja mesin buatan manusia tentu tidak pernah sempurna, dari waktu ke waktu perlu diisi bahan bakar kembali karena faktor in-efisiensi - hanya sangat jarang dan sangat sedikit butuh bahan bakar. Mesin energi yang dirancang untuk pesawat antariksa dan kapal selam ini, tentu juga bisa digunakan di bumi yang normal.



114. Carbon Cycles for Cold, Heat, Power and Fuels (CHPF)

Komoditi baru di era transisi energi yang akan sangat dominan dalam 7 hingga 27 mendatang adalah carbon, yaitu ketika negara-negara dunia mengejar target NDC-nya (Nationally Determined Contribution) masing-masing menjelang 2030, dan mengejar target Net Zero Emission 2050. Dunia akan bersedia membayar mahal untuk bisa 'menghilangkan' emisi CO₂-nya. Di sisi lain teknologi Onboard Carbon Cycles (OCCY) yang kami perkenalkan, bukan sekedar 'menghilangkan' carbon dengan memindahkan ketempat lain, tetapi merubah CO₂

menjadi energi yang kita butuhkan.

Berbeda dengan konsep Carbon Capture and Utilization (CCU) lainnya, yang biasanya terkait proses yang mahal menangkap CO₂-nya, kemudian transportasinya juga mahal karena harus menggunakan suhu yang sangat rendah atau tekanan yang tinggi, mahal pula proses berikutnya sebelum akhirnya digunakan kembali, di OCCY semua proses mahal tersebut dihilangkan.

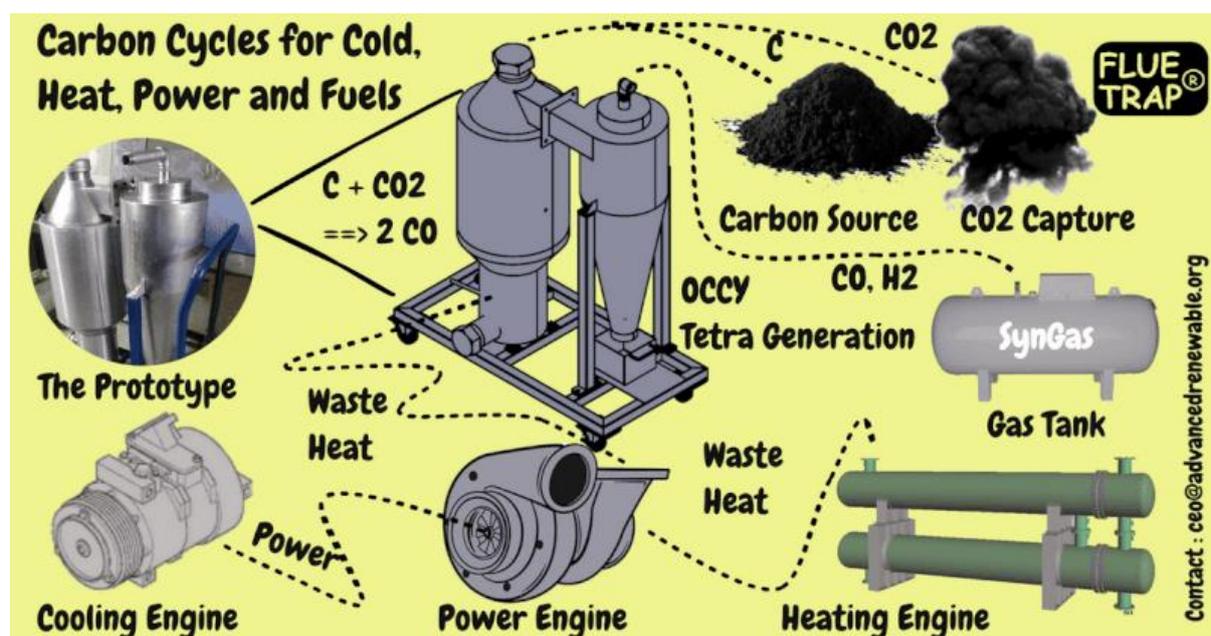
CO₂ tidak perlu ditransportasikan karena akan langsung dirubah menjadi energi dan digunakan kembali di tempat asal CO₂ tersebut - inilah yang kami sebut 'Onboard' karena tidak perlu off board atau keluar/pindah ke tempat lain. Kemudian juga tidak perlu pendinginan atau proses bertekanan karena akan langsung digunakan. Lantas digunakan untuk apa CO₂ yang berhasil ditangkap kembali ini?

Yang pasti dibutuhkan dalam skala besar dan terus menerus adalah untuk energi kembali, maka selain teknologi FlueTrap yang sudah saya perkenalkan sebelumnya di media ini, jantung dari Onboard Carbon Cycles (OCCY) adalah reaktor gasifikasi yang kami sebut OCCY Tetra Generation . Tetra dalam bahas latin artinya 4, karena dari CO₂ yang kita proses ini akan menjadi empat jenis energi.

Pertama adalah limbah panas dari OCCY reactor yang bersuhu tinggi antara 800-1000 derajat Celsius, bisa langsung dikonversikan menjadi daya atau listrik menggunakan apa yang kami sebut Waste Heat Gas Turbine (WHGT). Untuk pendingin bahkan putaran sumbu turbin dan kompresor bisa langsung untuk menggerakkan kompresor pendingin ruangan tanpa perlu menjadi listrik dahulu - sehingga ini menjadi sistem pendingin yang sangat efisien.

Kedua, exhaust gas yang keluar dari turbine masih bersuhu tinggi dan dapat langsung digunakan sebagai energi panas dengan menggunakan heat exchanger yang sesuai. Ketiga adalah sumbu turbine/kompresor yang disambungkan ke generator listrik akan menghasilkan tenaga listrik yang murah karena berasal dari limbah panas tersebut, listrik bukan produk utama tetapi produk dari limbah.

Keempat adalah produk yang bisa dihasilkan dari syngas-nya sendiri, ini bisa menjadi bahan bakar apapun yang kita butuhkan saat ini. Bisa dari jenis hydrocarbon seperti bensin, diesel, jet-fuel dan LPG, bisa dari jenis oxygenates seperti methanol, ethanol dan DME, dan bahkan bisa menjadi bahan bakar yang bebas carbon, yaitu ketika carbon hanya digunakan untuk hydrogen carrier.



115. Green Electricity With Micro Gas Turbine

Selama listrik kita masih mayoritasnya menggunakan energi fosil khususnya batubara, kendaraan listrik yang saat ini mulai memasyarakat belum akan benar-bener bebas emisi. Tetapi ada jalan pintas agar kendaraan-kendaraan listrik tersebut lebih cepat bebas emisi, yaitu bila pengisian listriknya menggunakan listrik hijau. Dari mana listrik hijau ini ?

Bahan bakar yang hijau dan carbon-neutral sesungguhnya melimpah di negeri ini, baik di kota, di desa dan bahkan di tengah hutan dan di pulau terpencil sekalipun. Di kota bahan tersebut adalah sampah organik perkotaan, di desa adalah limbah pertanian atau perkebunan dan di hutan dan pulau terpencil adalah limbah hutan.

Banyak cara untuk melakukannya, yang sudah umum dengan pembangkit listrik tenaga sampah atau biomassa. Tetapi ini biasanya harus dilakukan dalam skala besar untuk bisa efisien, masih memiliki masalah lain yaitu memobilisasi biomassa yang bulky dengan kandungan energi yang rendah - juga tidak jadi murah listrik yang dihasilkannya.

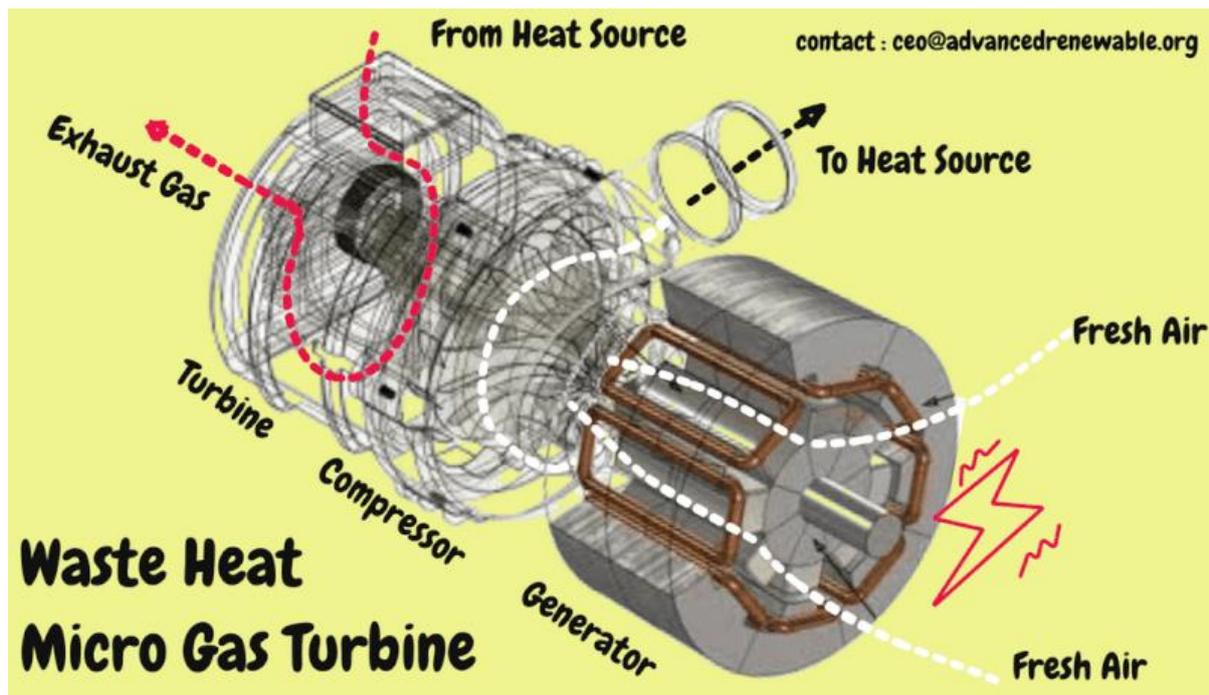
Namun kini ada cara lain untuk menghasilkan listrik hijau dalam skala kecil, dalam satuan puluhan hingga ratusan kilowatt, sehingga cukup disuply dengan biomassa setempat - yang tidak perlu diangkut ke tempat yang jauh. Enabler untuk ini sudah saya perkenalkan sebelumnya, yaitu reaktor gasifikasi OCCY Tetrageen : <https://lnkd.in/gm8C6sxs>

Produk utama OCCY Tetrageen adalah syngas yang bisa diproses menjadi berbagai bahan bakar apapun yang kita butuhkan, yang akan kita gunakan untuk menghasilkan listrik hanyalah limbah panas dari reaktor tersebut. Karena reaktor ini bersuhu tinggi di kisaran 800-1000 derajat Celsius, maka limbah panasnya bisa sangat banyak dan berkualitas tinggi - jadi sangat berpotensi untuk dikonversi menjadi tenaga listrik yang handal.

Untuk state of the art teknologi saat ini, mesin yang paling efisien untuk konversi limbah panas ini menjadi listrik yang kami pilih adalah Micro Gas Turbine (MGT). Selain efisien MGT ini sangat reliable, simple dan mudah dibuat maupun dirawat. Intinya hanya satu komponen yang bergerak, yaitu as beserta komponen yang melekat padanya.

Dari ujung kiri pada sketsa di bawah, as diputar oleh hembusan udara panas tekanan tinggi yang berasal dari limbah panas OCCY reactor. Udara panas bertekanan tinggi ini semula berasal dari komponen di tengah yaitu kompresor yang menyedot udara luar dan mengkompresnya, udara terkompresi ini begitu terekspos limbah panas OCCY akan mengembang sangat kuat dan keluar memutar komponen pertama atau turbin tersebut.

Karena as turbin dan kompresor sama, maka ketika turbin berputar pun demikian kompresor, artinya sedotan udara luar kedalam zona panas OCCY dan selanjutnya menggerakkan turbin ini akan terus menerus beroperasi tanpa henti - selama OCCy tetap menghasilkan panas. Pun demikian rotor di generator yang tersambung langsung dengan as yang sama, dia akan ikut terus berputar dan menghasilkan listrik hijau yang sustainable.



116. Introducing the New Oil : CO2 Oil

Bila cadangan minyak bumi hanya dikuasai oleh segelintir negara kaya di dunia, tidak demikian dengan minyak baru yang satu ini - semua negara memilikinya, jadi tidak akan ada lagi satu negara yang bergantung pada negara lain untuk kebutuhan minyaknya. Tambang minyak baru itu adanya di cerobong-cerobong asap pabrik dan pembangkit listrik, cerobong asap kapal, gas buang pesawat dan kendaraan , dari apa saja yang selama ini mengeluarkan emisi CO2.

Maka minyak baru ini kami sebut CO2 Oil, bisa diproduksi oleh siapa saja yang memiliki resources-nya, tidak harus raksasa energy dunia yang melakukannya, usaha tingkat menengah di daerah-pun bisa melakukannya. Mayoritas teknologinya-pun matang, hanya ada satu saja teknologi yang harus kami kembangkan sendiri karena belum tersedia di pasar.

Teknologi yang kami kembangkan sendiri itu yang di pojok kiri atas dari sketsa di bawah. Teknologi ini kami sebut Onboard Carbon Cycles (OCCY) Reactor, fungsinya menangkap CO2 dan merubahnya menjadi CO mengikuti reaksi Boudouard. Setelah menjadi CO, sebagian digunakan untuk menghasilkan hydrogen melalui Water Gas Shift (WGS) Reactor, sebagian lain langsung ke Fischer-Tropsch Synthesis reactor (FTS).

FTS ini teknologi matang yang sudah digunakan dalam skala industri besar sejak PD II, fungsinya untuk memproses CO dan H2 untuk menjadi Synthetic Crude Oil (Syncrude), kurang lebih seperti minyak bumi tetapi yang ini renewable. Dari syncrude inilah segala bahan bakar hydrocarbon yang kita pakai sekarang bisa diproduksi, bisa berupa diesel, jet-fuel, bensin maupun LPG.

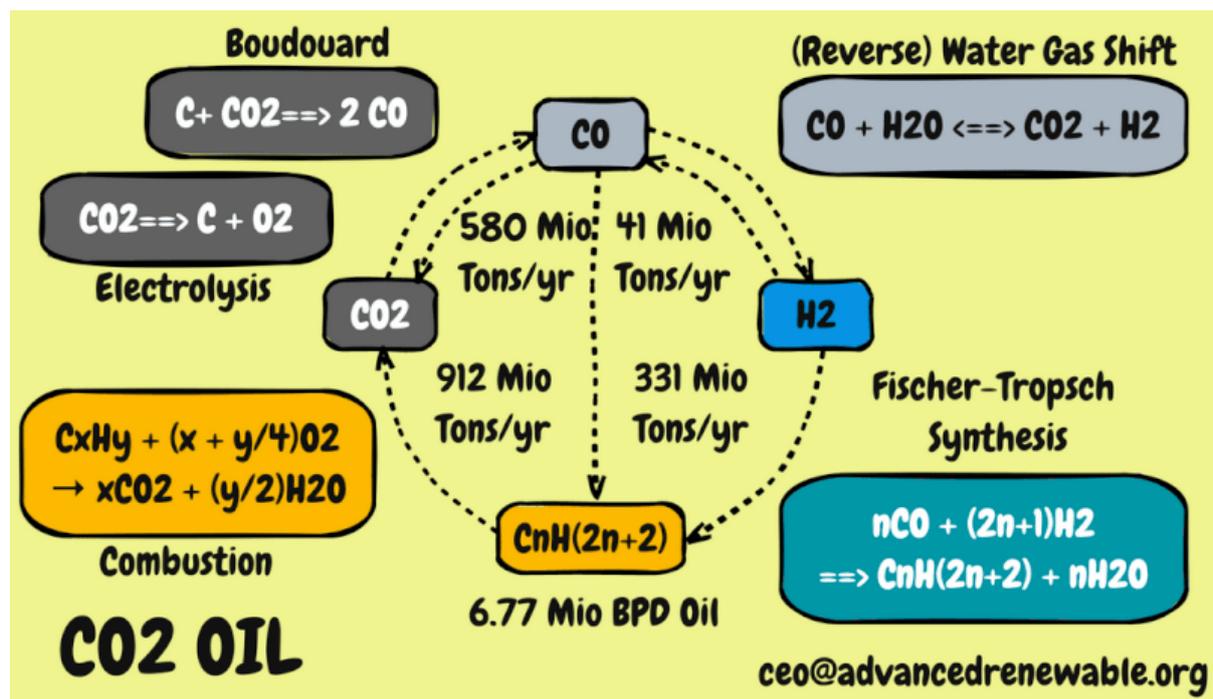
Ketika bahan bakar tersebut digunakan, dia akan dibakar dan akan menghasilkan CO2 lagi, CO2 ini bisa kita tangkap kembali dengan berbagai teknologi FlueTrap yang kami kembangkan. Dari sini CO2 akan kembali mengawali siklus berikutnya dengan proses OCCY tersebut diatas.

Bisa dibayangkan sekarang kalau negara-negara menggunakan teknologi ini, semuanya akan

memiliki kesempatan dan akses yang sama terhadap minyak, kitapun tidak perlu lagi mengimpor minyak maupun bahan baku LPG. Namun seberapa besar potensinya?

Ambil contoh kasus Indonesia, dalam skema NDC (Nationally Determined Contribution), kita telah berkomitmen untuk menurunkan 32% emisi CO₂ kita dari Business As Usual tahun 2030, ini setara 912 juta ton CO₂e per tahun. Bayangkan kalau yang sudah kita committed untuk mengurangi ini saja yang kita olah menjadi minyak mentah terbaru (syncrude), ini akan setara produksi 6.77 juta barrel per hari (BPD). Kurang lebih ini setara 10 kali kapasitas produksi harian minyak mentah kita saat ini!

Kita akan kembali menjadi negeri pengekspor minyak lagi bila kita yang melakukannya duluan, atau setidaknya menjadi sawsembada minyak - bila negeri-negeri lain juga melakukan hal yang sama.



117. Integrasi Teknologi Untuk Sampah, Limbah dan Emisi

Karena kompleksitas sampah, limbah dan emisi, tidak ada satupun teknologi yang bisa fit for all untuk ketiganya. Maka yang dibutuhkan adalah menggintegrasikan seluruh teknologi yang ada, agar semua masalah tersebut teratasi dengan maksimal. Lebih dari itu dengan intergrasi ini juga akan terbangun proses peningkatan nilai atau valorisasi yang fleksibel sesuai kebutuhan.

Ada setidaknya 3 kelompok teknologi yang kami kaji, yaitu thermochemical, biochemical dan electrochemical. Yang pertama yang sudah paling banyak kita coba dan hasilnya kita share di sini, karena yang pertama ini yaitu thermochemical yang relatif mudah, dan jenis sampah yang bisa diolah sangat banyak. Semua sampah padat perkotaan, limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan - semuanya bisa diproses menggunakan teknologi thermochemical ini.

Diantara yang masuk kelompok thermochemical ini adalah reaksi gasifikasi, Boudouard reaction,

Water Gas Shift Reaction, Reforming hingga Fischer-Tropsch Synthesis untuk memproses sampah atau limbah padat menjadi produk akhir bahan bakar cair seperti bensin, diesel, bio-jet dan LPG.

Yang kedua adalah biochemical, contohnya adalah kalau kita hendak menangani limbah cair industri, maka salah satu pilihannya adalah dengan anaerob digester (AD), hasilnya akan berupa gas yang disebut biogas. Kandungan terbesarnya adalah gas metan (CH₄) dan CO₂. Karena pemanfaatan biogas ini terbatas, sedangkan kalau mau disimpan atau ditransportasikan butuh biaya yang mahal, apalagi bila mau diimurnikan dan dikompres, maka yang kami sarankan direformed mejadi CO dan H₂ atau syngas.

Biogas yang telah direformed menjadi syngas ini bisa diproses dengan teknologi yang pertama, khususnya FTS untuk menjadi bahan bakar cair, seperti contoh tersebut di atas.

Teknologi ketiga adalah elektrochemical, kita bisa manfaatkan untuk menangkap emisi CO₂, kemudian merubahnya menjadi carbon dan oksigen melalui elektrolisa, carbonnya bisa diubah lagi menjadi bahan bakar cair melalui teknologi yang pertama, sedangkan oksigennya dilepas untuk menambah konsentrasi O₂ di atmosfer bumi. Atau sebaliknya, menggunakan arang hasil teknologi pertama untu merubahnya menjadi listrik langsung melalui Direct Carbon Fuel Cells (DCFC).

Dengan merangkai tiga teknologi tersebut, sampah dan limbah apapun, padat ataupun cair dan bahkan juga gas CO₂, akan selalui bisa kita rubah menjadi bahan bakar cair, listrik maupun carbon materials. Akan selalu bisa dipilih jalan yang paling efektif untuk menjadikan sampah, limbah dan emisi ini menjadi produk yang bernilai maksimal yang kita butuhkan.



118. Energi Bersih Di Antara Kotoran Dan Limbah

Pelajaran langsung dari Dia Sang Pencipta dari Yang Maha Tahu itu kadang begitu jelas dan nyata, tetapi selama ini kita gagal memahaminya meskipun ratusan kali membacanya. Salah

satunya adalah bunyi ayat ini : "Sungguh untukmu dari binatang ternak itu benar-benar ada pelajaran, Kami memberimu minum dari apa yang ada di perutnya, dari antara kotoran dan darah, susu murni yang mudah dicerna bagi yang meminumnya" (QS 16:66)

Pelajaran apa yang dimaksud? salah satunya adalah bahwa sesuatu yang sangat murni dan bersih itu, bisa jadi berasal dari sesuatu yang di mata kita kotor dan menjijikkan. Susu yang dicontohkanNya tersebut bisa langsung diminum dan menyehatkan, padahal asalnya dari dalam perut hewan, dia tidak bercampur dengan kotoran maupun darah hewan tersebut.

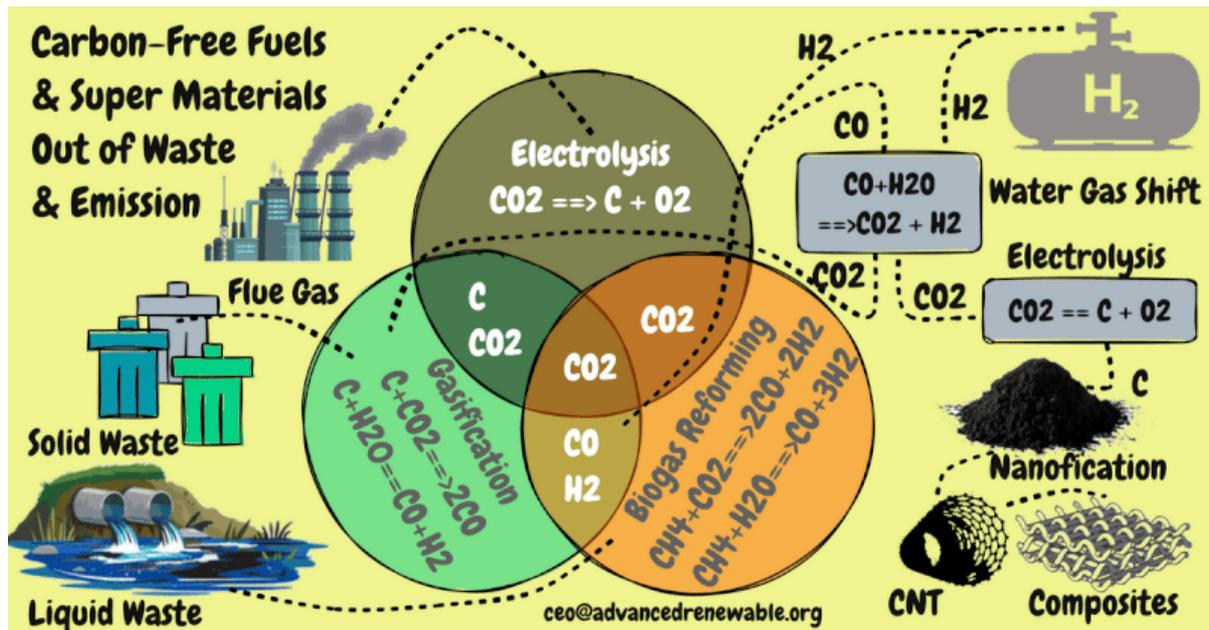
Nah sekarang kita tinggal mengaplikasikan untuk kebutuhan kita yang lain, kita tidak bisa membuat susu seperti yang Allah ciptakan, tetapi kita disuruh mengambil pelajaran dari proses lahirnya susu bersih tersebut. Kita butuh energi bersih saat ini, energi yang tidak mencemari lingkungan, tidak menambah CO₂ di atmosfer bumi, dan energi ini bisa datang dari tempat kotoran, sampah dan limbah, bahkan juga dari kotoran udara atau emisi.

Maka sketsa di bawah adalah cara kita untuk bisa mengambil energi bersih yang bahkan bebas carbon, dari sampah padat, limbah cair dan dari emisi gas di udara. Bila dia dari limbah padat prosesnya adalah gasifikasi untuk menghasilkan syngas (CO dan H₂), bila dari limbah cair hasilnya biogas (CH₄ dan CO₂) yang bisa di-reformed juga untuk menjadi CO dan H₂. Bila dia dari cemaran udara, bisa dielektrolisa dahulu menjadi C dan O₂, atau langsung digasifikasi bersama carbon juga untuk menghasilkan CO dan H₂.

CO dan H₂ inilah kandidat bahan bakar yang sangat bersih itu, H₂-nya bisa langsung dipisahkan menjadi stok hydrogen, sedang CO-nya bisa dipakai untuk memproduksi hydrogen juga dengan reaksi Water Gas Shift (WGS). Dari reaksi ini hasil H₂ digabungkan dengan H₂ yang dipisahkan dari syngas sebelumnya, sedangkan CO₂ mempunyai tiga opsi baru berikutnya.

Opsi pertama dielektrolisa lagi untuk kembali menjadi C dan O₂, C-nya adalah bahan bakar baru dan O₂-nya menjadi sumber udara bersih. Opsi kedua, CO₂ langsung digasifikasi bersama carbon atau arang untuk menghasilkan CO dan H₂ kembali, dan opsi ketiga carbon dijadikan bahan baku material masa depan seperti Carbon Nanotubes, kemudian menjadi Carbon Nano Composites dst.

Jadi setelah kita berhasil memproduksi bahan bakar yang bebas carbon berupa H₂ tersebut di atas, limbahnya berupa CO₂ juga masih akan terus bisa dipakai secara berulang untuk proses menghasilkan H₂ berikutnya, atau ketika dikeluarkan dari siklus carbon - hydrogen-carbon, dia akan menjadi material baru yang sangat ringan namun sangat kuat, material masa depan yang bisa menggantikan hampir keseluruhan material yang ada saat ini. Bila ada yang bersih dan melimpah, mengapa terus berburu yang kotor?



119. Potensi Energi Baru Terbesar : Energy Regeneration

Begitu besar sumberdaya dikerahkan untuk berburu energi baru, hingga kini belum ada konsensus global tentang apa energi baru yang ideal untuk masa depan itu. Bisa jadi ini karena kita salah mencarinya, kita mencari 'apa', padahal jawabannya bukan pada 'apa', tetapi ada pada 'bagaimana'.

Bila kita bayangkan energi baru itu adalah yang renewable seperti biomassa misalnya, di abad 16 Inggris telah mengalami krisis kayu bakar. Energi yang renewable sekalipun bila hanya digunakan sekali habis, maka dia tidak akan pernah mencukupi kebutuhan manusia yang terus tumbuh. Lantas apa jawabannya?

Pencipta kita memberitahu kita untuk membaca ayatNya di bumi dan pada tubuh kita sendiri (QS 51:20-21), bagaimana kehidupan di bumi bisa eksis selama berjuta tahun, bagaimana tubuh kita yang ringkih - tidak sekuat besi atau baja- namun bisa bertahan hingga 60 tahun lebih tanpa karatan. Bagaimana sel-sel kulit kita yang mati setiap 2-3 pekan, tetapi para artis mukanya tetap kinclong hingga 60 tahun lebih dst. Apa kesamaan dari itu semua?

Adalah sistem regenerasi yang Allah ciptakan, dia ada di alam, pada tanaman, hewan ternak, makhluk yang paling kecil sekalipun yang ber-sel tunggal, pada umat manusia dalam bentuk utuhnya mauun dalam bentuk bagian-bagian tubuhnya seperti kulit dan tulang, semua memiliki sistem regenerasinya masing-masing.

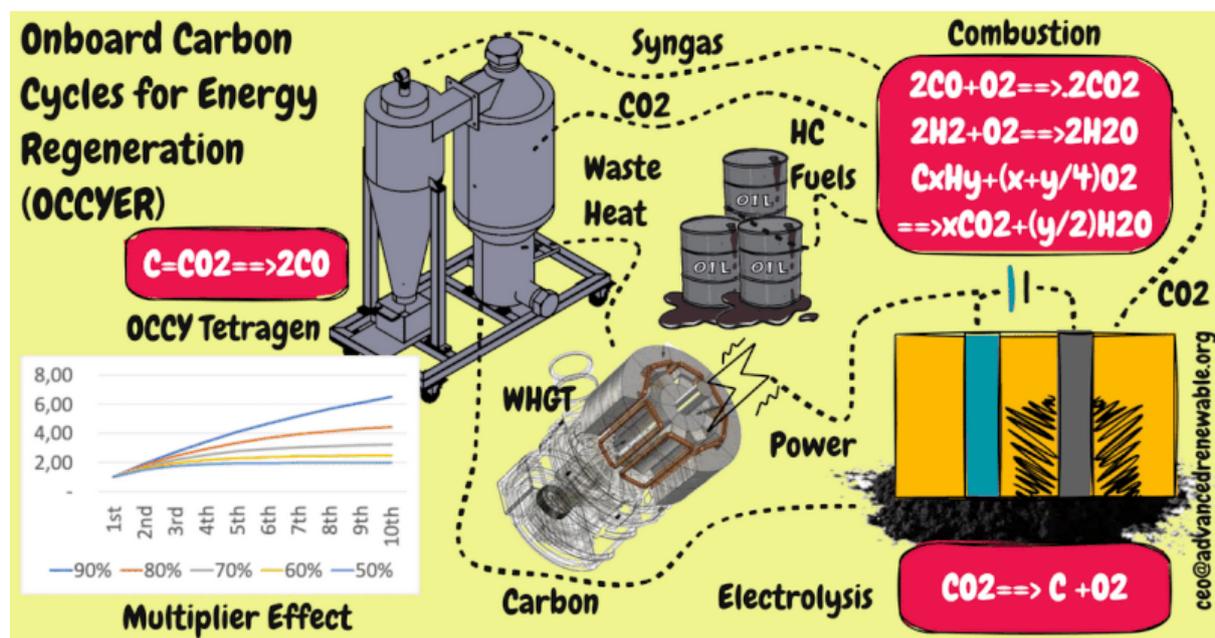
Dan ini juga Allah ungkapkan ke kita dalam ayatnya yang kauliyah " Bukankah Dia yang menciptakannya kemudian mengulanginya? (QS 27:64), bahkan menngulangi atau regenerasi ciptaanNya itu lebih mudah, " Dan Dialah yang memulai penciptaan, kemudian mengulanginya kembali, dan itu lebih mudah bagi-Nya" (QS 30:27).

Jadi kunci kecukupan energi bagi dunia itu bukan masalah apa energi yang kita gunakan, tetapi adalah bagaimana kita menggunakannya. Bila kita bisa menggunakan energi itu secara terus

menerus berulang, dengan membuat sistem regenerasinya, maka energi yang terbatas seperti minyak bumi dan gas-pun akan bisa digunakan terus menerus tanpa habis. Karena dia hanya digunakan untuk awalnya, selebihnya yang berlaku adalah energy regeneration, yaitu proses menghasilkan energi baru dari penggunaan energi sebelumnya.

Sketsa di bawah adalah contoh energy regeneration system yang kami sebut Onboard Carbon Cycles for Energy Regeneration (OCCYER). System ini hanya butuh tiga teknologi, pertama adalah OCCY reactor yang kami buat, kedua Electrolyser yang sudah ada di pasar, pun demikian dengan mesin ketiga yang kami sebut Waste Heat Gas Turbine (WHGT).

Setiap kali energi digunakan- umumnya dia menghasilkan panas dan CO2, panasnya kita recovery menjadi energi baru melalui WHGT, sedangkan CO2 bisa direcovery melalui dua cara, yaitu langsung dengan OCCY Reactor menjadi syngas baru, atau melalui electrolyser menjadi carbon baru. Keduanya adalah building blocks segala bentuk energi, energi dan bahan bakar apapun bisa diproduksi dari syngas (CO, H2) dan carbon (C) ini.



120. Karbonisasi Untuk Dekarbonisasi

Sepertinya paradox, tetapi inilah mesin-mesin dekarbonisasi yang kami kembangkan di Sanggar WastoE (Waste To Energy), mesin-mesin tersebut siap didemokan untuk institusi atau korporasi yang membutuhkan teknologi ini untuk program dekarbonisasinya.

Pertama dalam foto ada mesin yang kami sebut Autothermal Slow Pyrolysis (ASP), gunanya untuk melakukan karbonisasi sampah atau limbah apapun. Setelah diproses menjadi karbon atau arang, sampah atau limbah volumenya akan menyusut tinggal sekitar 1/3 dari volume semula. Arang ini sudah tidak berbau, tidak bisa keluar lindi dan metan - dua cemaran utama sampah dan limbah, dan kandungan energinya melonjak dua kalinya menjadi di atas 7,000 kcal/kg. Arang adalah bentuk bahan bakar padat yang bisa dikonversi menjadi bahan bakar apapun.

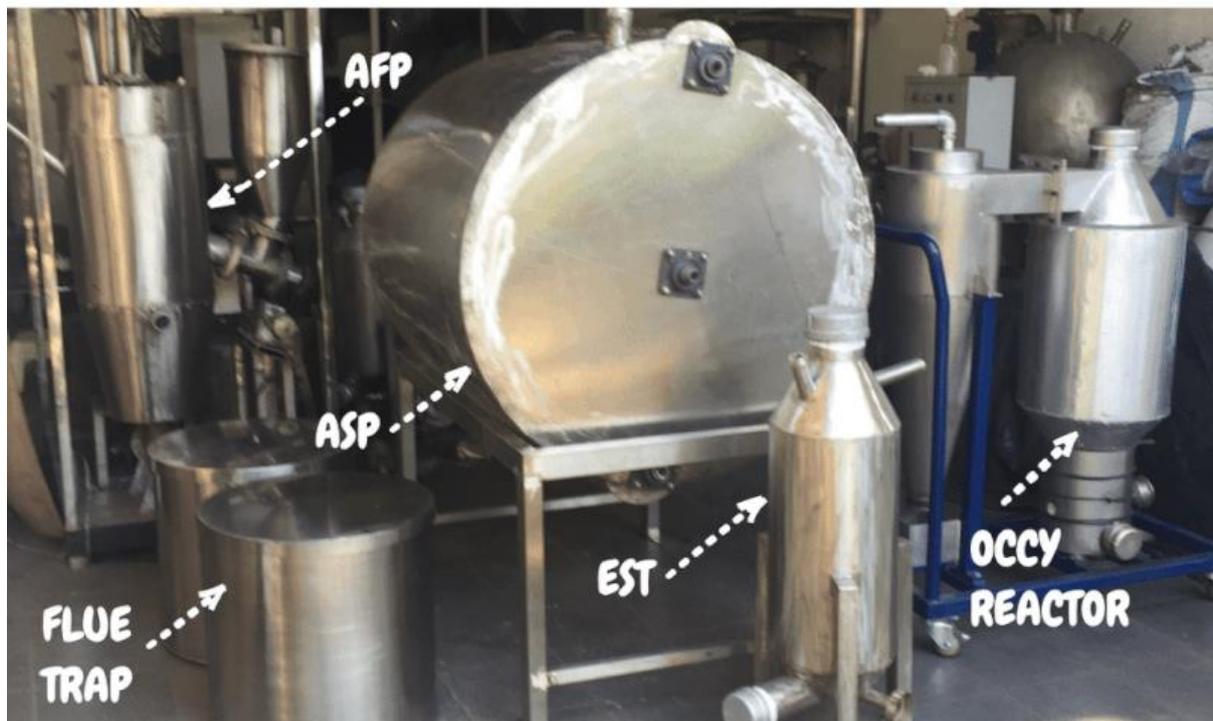
Kedua adalah mesin FlueTrap, selain berfungsi menghilangkan asap pada proses pembuatan arang di mesin pertama, FlueTrap juga memiliki produk-produk sampingnya sendiri, yang jenis

produknya bisa diatur dengan menyesuaikan larutan yang kita pakai untuk menangkap gas buang dari mesin ASP. Bila produk samping yang kita kehendaki adalah pupuk, maka larutannya adalah berupa reaktan. Bila yang kita kehendaki bahan bakar lagi, maka larutannya adalah adsorbent. Bila yang kita butuhkan pestisida, maka larutannya adalah solvent. Dan bila yang kita butuhkan materials seperti Carbon Nanotubes (CNTs), maka larutannya adalah elektrolit.

Ketiga adalah yang kita sebut Ecogas SmartTube (EST), gunanya untuk merubah arang menjadi synthetic gas atau syngas. Syngas ini bisa langsung digunakan sebagai energi, menggantikan diesel, bensin, maupun LPG. Keempat adalah yang kami sebut OCCY Reactor yang merupakan penyempurnaan dari EST, selain bisa melakukan fungsi seperti EST - OCCY ini bisa langsung memproses CO2 menjadi syngas, OCCY juga dilengkapi instrumen penangkapan waste heat untuk dikonversi langsung menjadi listrik melalui Waste Heat Gas Turbine (WHGT).

Dan yang kelima adalah mesin Autothermal Fast Pyrolysis (AFP), mirip dengan ASP hanya kecepatan reaksinya yang sangat tinggi. Mesin ini gunanya untuk merubah biomassa dari sampah atau limbah langsung menjadi Bio-Oil sesuai standar ASTM D 7544.

Mesin-mesin ini adalah bagian dari 100+ Sketsa Teknologi Untuk Peradaban, yang bukunya sudah bisa didownload di www.advancedrenewable.org. Jadi selain 5 mesin yang saya tampilkan di sini, insyaAllah nantinya akan ada 95+ mesin lagi yang bisa kita buat untuk memperbaiki peradaban ini, dari peradaban yang merusak bumi - menjadi peradaban yang memakmurkannya.



121. Menghadirkan Mata Air Di Gurun

Sejak menciptakan wakilNya di muka bumi yaitu manusia, Allah menghendaki ciptaanNya yang satu ini cerdas dan mampu mengatasi segala tantangan zamannya. Sejak 1,400 tahun lalu kita sudah ditantang untuk menembus penjuru langit dan bumi (55:33), kita juga disuruh membaca ayatNya (petunjukNya) untuk menghadirkan mata air di bumi yang mati seperti di gurun (36:33-

34).

Bisa jadi kita belum perlu melakukan perjalanan menembus penjuru langit dan kedalaman bumi, belum perlu pula hidup di padang pasir yang nyaris tiada kehidupan, tetapi ketika kita terus menerus memikirkan yang ekstrem semacam ini, berbagai solusi masalah kehidupan di bumi yang normal akan lebih mudah teratasi.

PetunjukNya tentang cara menghadirkan mata air di gurun tersebut misalnya, dengan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sudah sangat mungkin dilakukan. Di sejumlah ayatNya yang lain, ketika Allah hendak menghidupkan bumi dengan tanaman-tanaman biasanya didahului dengan ayat tentang turunnya hujan. Tetapi tidak di Surat Yaasin 33 tersebut di atas, ujug-ujug biji-bijian tumbuh di bumi yang mati. Bagaimana bisa tanpa ada air? Disitulah kita disuruh berpikir!

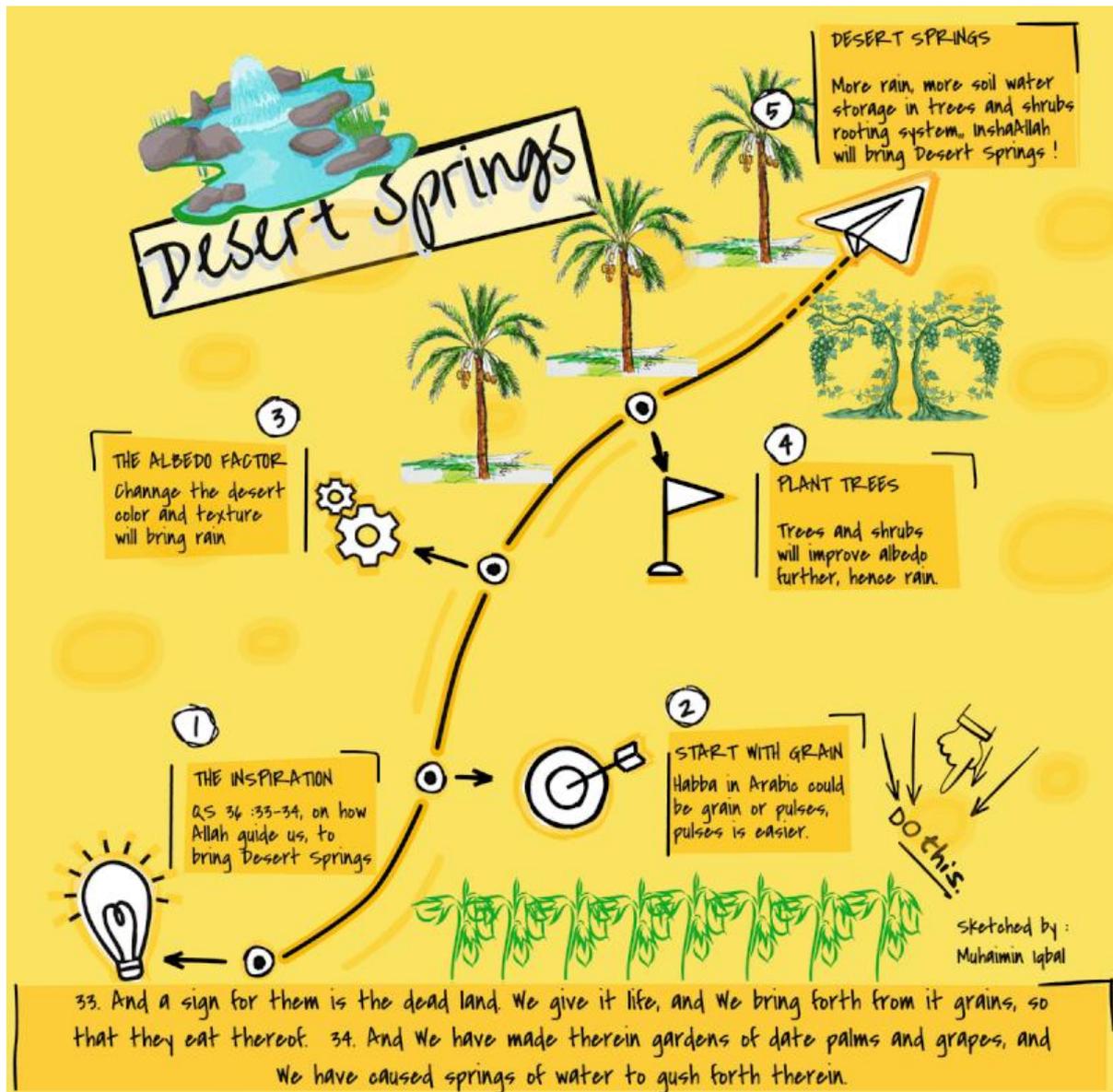
Kita harus bisa memecahkan masalah air ini sebelum bisa menanam di gurun. Dengan teknologi Capacitive De-Ionization (CDI) misalnya- saat ini sudah memungkinkan melakukan desalinasi air laut secara massal dan murah. Dengan kombinasi drip irrigation dan terra-preta (bertani di tanah hitam atau arang), bertani bisa dilakukan dengan air yang sangat sedikit karena arang akan bisa menyimpan air sedikit tersebut, sehingga tidak mudah hilang oleh run-off ataupun evaporasi.

Dengan arang yang diaktivasi kemudian di-nanofikasi, kita akan bisa memproduksi pupuk daun dalam ukuran nano (nano-fertilizer) yang sangat efektif, disemprotkan ke mulut daun dan langsung terserap - tidak sempat menguap di gurun yang panas.

Kombinasi tanah gurun yang telah diolah dengan teknik terra-preta dan tanaman biji-bijian yang mudah tumbuh dengan cepat, akan serta merta merubah warna dan tekstur gurun. Perubahan ini akan menurunkan albedo - yaitu pantulan sinar matahari yang mengenai permukaan bumi. Ketika albedo turun, awan yang terbentuk di atmosfer gurun-pun akan sempat menggumpal menjadi besar dan akhirnya turun hujan.

Saat itulah kita akan bisa mulai menanam tanaman yang lebih besar, semak, perdu dan bahkan pohon seperti kurma. Sistem perakaran pada tanaman ini akan membantu menyimpan air hujan yang turun sehingga secara bertahap akan menghadirkan cadangan air di tanah, dan pada waktunya akan memancar sebagai mata air.

Jadi berdasarkan petunjukNya tersebut di atas, yang kemudian kita jabarkan dengan teknologi kekinian untuk implementasinya, insyaAllah kita bisa menghadirkan mata air di gurun sekalipun. Nah, kalau di gurun-pun kita bisa, yang di negeri tropis banyak hujan ini kita kudu bisa minimal mempertahankan mata air yang ada, dan bahkan dalam jangka panjang kudu bisa menghadirkan mata air-mata air baru.



122. Waste Heat Gas Turbine in The Making

Bila insyaAllah mesin yang kami buat berdasarkan sketsa sebelumnya di sini ini (<https://lnkd.in/gH46Ekv9>) , dia akan menjadi yang pertama di dunia untuk jenisnya.

Dari sisi jenisnya dia adalah Gas Turbine, tetapi tidak membutuhkan bahan bakar khusus, karena limbah panas dari sumber panas apapun bisa dirubah menjadi listrik. Dari sisi pembakaran, dia external combustion - sumber panas di tempat lain, tetapi tidak membutuhkan heat exchanger khusus, tidak juga butuh fluida penghantar panas.

Dan yang lebih penting dari itu semua, ini akan menjadi cara baru menghadirkan green electricity dimana saja, kapan saja secara murah. Para pemilik mobil listrik di perkotaan dapat menjadikan mobilnya benar-benar bebas emisi. Sementara masyarakat di pulau terpencil juga memiliki

akses listrik yang sama. Selamat datang anggota keluarga baru Gas Turbine, si Waste Heat Gas Turbine (WHGT)!



123. Low Cost Sustainable Aviation Fuel (SAF)

Oleh-oleh dari pertemuan saya dengan pemain inti dan terbesar di industri penerbangan dunia adalah potensi yang ada di negeri ini. Dunia penerbangan hanya akan bisa mencapai Net-Zero Emission pada tahun 2050 (dunia) atau 2060 (Indonesia), bila mereka mengganti bahan bakarnya dengan apa yang disebut Sustainable Aviation Fuel (SAF). Dengan SAF inilah dunia penerbangan akan bisa menurunkan 80% emisinya dibanding fosil fuel, sisa yang 20% baru dicari dari sumber penurunan emisi lainnya.

SAF Intinya adalah bahan bakar bio tetapi yang tidak berebut dengan pangan seperti minyak goreng sawit kita. Yang diperkenankan adalah limbah pertanian, kehutanan, limbah padat organik perkotaan, tanaman energi dan tanaman yang tumbuh sangat pesat seperti microalgae. Jadi solusi untuk menuju penerbangan yang hijau itu sudah jelas, lantas apa masalahnya?

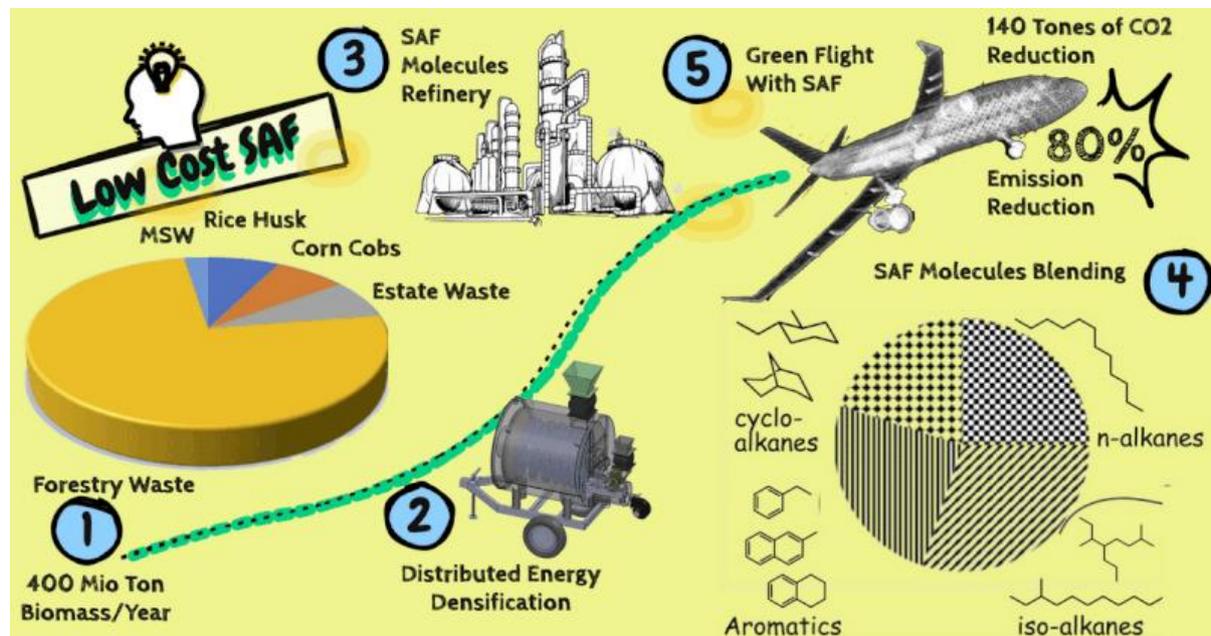
Saat ini setidaknya ada dua masalah utama yaitu supply dan harga. Dari sisi supply, saat ini di dunia baru tersedia sekitar 1 % dari kebutuhan pasar untuk mengganti bahan bakar pesawatnya dengan SAF ini. Sedangkan dari sisi harga, saat ini harga SAF masih sekitar 2.5 kali lebih mahal dari bahan bakar pesawat biasa.

Maka inilah potensi bagi kita yang saya sebutkan di atas, tanpa harus menanam energy crops ataupun microalgae sekalipun - kita punya sekitar 400 juta ton biomassa setiap tahun yang nyaris belum kita olah. Terbesarnya adalah dari limbah hutan berupa ranting dan dedaunan yang jatuh, yang bila tidak diambil juga malah menjadi potensi kebakaran, bila diambil dan diolah menjadi SAF bisa menjadi potensi pertumbuhan ekonomi baru di negeri ini. Selebihnya dalam jumlah yang lebih kecil adalah limbah perkebunan, pertanian dan sampah padat perkotaan.

Tantangannya adalah bagaimana mengumpulkan biomassa yang begitu besar, bulky dan mengandung kalori yang rendah ini? Di sinilah peran teknologi kami! Seperti rangkain lengkap mesin yang saya sajikan di unggahan sebelumnya di sini (<https://lnkd.in/guHEfprm>), rangkaian mesin tersebut fungsinya untuk densifikasi energi ini. Dari biomassa yang bulky dan kalori rendah, menjadi pelet arang yang padat dan kalori tinggi.

Pelet arang ini sudah sangat kompetitif untuk dikirimkan ke industri pengolahan di manapun dan siap untuk dijadikan molekul-molekul bahan bakar pesawat. Dari arang melalui gasifikasi dan Fischer-Tropsch Synthesis akan menjadi n-alkana dan iso-alkana, yaitu separtuh dari SAF blend, separuh lagi berupa aromatics dan cyclo-alkana dapat diproses melalui pyrolysis dan diupgrade dengan Fluidized Catalytic Cracking (FCC). Para pemilik merek dan pemegang pasar kemudian bisa menge-blend molekul-molekul tersebut menjadai SAF standard yang mereka jual.

Karena bahannya yang murah dari limbah dan sampah, prosesnya-pun sederhana, mestinya SAF dari negeri ini yang diproses dengan jalur tersebut bisa besaing di pasar global. Bila Anda adalah investor yang kami cari, ini peluang besar yang bisa kita eksplorasi bersama.



124. Industrialisasi Arang

Kerika orang-orang lain berlibur, team kami di sanggar Waste To Energy (WastoE) menargetkan penyelesaian mesin yang sangat penting di industri biomassa. Mesin yang kami sebut

Autothermal Slow Pyrolysis (ASP) ini akan menjadi faktor pemungkin (enabler) untuk pemanfaatan biomassa dari sampah dan limbah menjadi bahan baku berbagai industri yang bernilai tinggi hingga sangat tinggi.

Value proposition ASP ini adalah mengolah biomassa dari sampah dan limbah menjadi arang, tanpa menimbulkan masalah baru seperti asap. Setelah menjadi arang sampah dan limbah yang umumnya bulky, berkalori rendah dan kadang juga menjijikkan, beraroma yang tidak sedap dlsb., menjadi ringkas dengan volume yang hanya 1/3 dari biomassa semula, tidak beraroma, bersih, mudah disimpan dan ditransportasikan, serta memiliki kalori yang tinggi, diatas 7,000 kcal/kg.

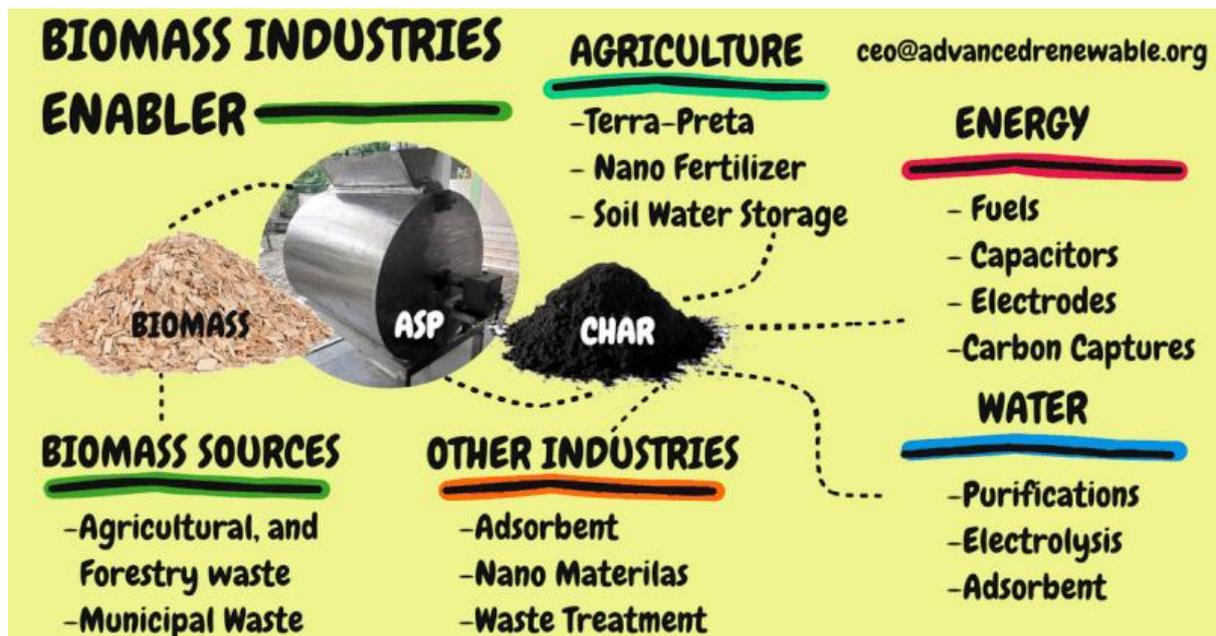
Setelah menjadi arang, apalagi bila dipelletkan juga untuk menjadi standard bahan baku industri - maka pellet arang bisa dikirimkan kemanapun di dunia untuk diolah lebih lanjut sesuai dengan industri yang menggunakannya. Di Industri energi, selain bisa diolah menjadi bahan bakar apa saja, seperti diesel, bio-jet, gasoline, LPG, methanol, ethanol, DME dan hydrogen carrier, arang juga bahan yang efektif untuk menjadi super capacitors untuk energy storage.

Di industri pertanian, arang terbukti menyuburkan lahan selama ribuan tahun di masyarakat Amacon - Brasil dengan apa yang mereka sebut terra preta, tanah hitam. Arang bisa menjadi carrier untuk pupuk daun nano fertilizer yang sangat efektif. Arang juga bisa menjadi instrumen soil water storage untuk pertanian di lahan gersang dan bahkan juga gurun. Project untuk negeri-negeri gurun yang kami sebut Desert Springs Projecs (DSPs) adalah juga menggunakan arang ini untuk awal recovery lahannya.

Di Industri air minum, arang selain efektif untuk menjadi bahan baku pemurnian air setelah dia dibuat arang aktif, juga menjadi kandidat paling memungkinkan dari sisi availability dan biaya - untuk menghadirkan proses desalinasi air laut yang paling murah dan rendah energi. Melalui teknologi Capacitive De-Ionization (CDI) inilah nanti dengan bantuan arang - masyarakat-masyarakat yang kini kesulitan air bisa memperoleh air tawar yang murah. Bahkan pertanian di gurun seperti dalam DSPs tersebut di atas, juga dimungkinkan setelah air tawar bisa diperoleh dari desalinasi air laut melalui teknologi CDI ini.

Selain untuk industri energi, pertanian dan air bersih, arang dalam perbagai bentuknya juga dibutuhkan untuk industri lain seperti pangan, farmasi, kimia dlsb. Bahkan di industri material, arang setelah dinanofikasi akan menjadi bahan baku industri material yang ringam, sangat kuat dan tidak bergantung pada hasil tambang.

Semua industri-industri tersebut di atas akan segera bisa mengakses bahan baku yang murah berupa arang dan perbagai produk turunannya ini, dengan hadirnya mesin ASP yang insyaAllah akan menjadi enabler industrialisasi berbasis arang ini.



125. Ultimate Energy Efficiency and Decarbonization With OCCYER

Tahun baru datang, setahun lebih dekat lagi dunia menuju tahun SDGs 2030 dan tahun Net Zero Emission 2050. Dunia akan semakin panik dengan target dekarbonisasi, sekaligus juga dihantui dengan ketidak pastian harga dan ketersediaan bahan bakar. Namun kabar baik di akhir tahun ini adalah mesin yang kami siapkan untuk mengatasi keduanya kini siap untuk diuji pada tingkat industri.

Mesin itu kami beri nama OCCYER, dari bahasa Inggris yang bila diterjemahkan dalam bahasa Indonesia berarti penjaga, dan dalam bahasa Arabnya Muhaimin yaitu nama yang merancang mesin ini! Namun OCCYER sesungguhnya adalah singkatan dari Onboard Carbon Cycles for Energy Regeneration. Mesin ini akan menjadi alat untuk efisiensi energi sekaligus juga carbon capture and utilization yang paripurna. Cara kerjanya seperti pada sketsa di bawah.

Saya gunakan model aplikasinya diesel genset dengan kapasitas 1MW, maka dalam operasi beban penuh - normalnya diesel ini akan butuh 310 kg diesel per jam. Selain menghasilkan daya 1 MW, genset ini juga akan keluar emisi CO2 sebesar 837 kg CO2 per jam.

Nah CO2 inilah yang kita tangkap dengan OCCYER, yang beroperasi berdasarkan Boudouard Reaction, dalam reaksi ini CO2 akan direaksikan dengan unsur C pada suhu tinggi (kisaran 800-1000 derajat Celsius). Maka untuk reaksi ini butuh sumber panas dan butuh C sebagai reactant, keduanya bisa kita ambilkan dari sumber yang sama yaitu arang. Maka untuk kedua kebutuhan ini OCCYER yang digunakan untuk mengolah CO2 dari diesel genset tersebut di atas akan butuh arang sekitar 228 kg/jam.

Keluaran OCCYER akan berupa CO dengan kandungan energi sekitar 10.5 MJ/kg. Dengan output 1.065 kg CO, ini berarti setara dengan 3.11 MW energi atau kurang lebih setara 80% dari bahan kandungan energi pada bahan bakar diesel yang dibutuhkan oleh genset tersebut, bila berjalan normal tanpa energy regeneration dengan OCCYER.

Dengan kata lain, melalui penggunaan OCCYER ini bahan bakar diesel yang dibutuhkan oleh genset 1 MW tersebut akan turun tinggal 20%, dan selebihnya dipenuhi dari CO hasil penangkapan dan sirkulasi CO2. Untuk ini memang butuh arang sebagai reactant, tetapi harga arang jauh lebih murah dari diesel, hanya sekitar 20% dari diesel per kg-nya.

Selain penghematan bahan bakar yang sangat significant ini, emisi sebesar 837 kg CO2 menjadi nol karena terserap sepenuhnya oleh mesin OCCYER, dan diubahnya menjadi energi baru dan terbarukan tersebut di atas.

Maka OCCYER punya dua target pasar sekaligus, yaitu pasar industri yang membutuhkan efisiensi energi dan industri yang butuh dekarbonisasi, atau keduanya. OCCYER selain bisa dipasang pada mesin diesel genset, juga pada mesin pembakaran apapun yang mengeluarkan gas buang yang mengandung CO2.

Kami mencari mitra untuk produksi, pemasaran hingga investasi untuk OCCYER ini di seluruh dunia, yang tertarik bisa menghubungi kami di media ini atau melau email yang tercantum pada sketsa di bawah.

