



Kecelaruhan iklim global: Satu analisis awal

Noorazuan Md Hashim¹

¹Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Noorazuan Md Hashim (email: azwan@ukm.edu.my)

Abstrak

Sumbangan ilmu para saintis seperti John Tyndall, Svante Arrhenius dan juga Milutin Milankovitch di dalam merangsang kefahaman ilmu sains atmosfera tidak boleh dinafikan. Hasil penelitian mereka telah menimbulkan usaha masa kini untuk mengurangkan kesan gas rumah kaca terhadap pemanasan global berterusan. Namun, kegagalan program pengurangan karbon telah menimbulkan kecelaruhan dalam pengurusan adaptasi iklim global. Ada dalam kalangan pakar tidak melihat gas CO₂ sebagai bahan pencemar, malahan ianya dilihat sebagai bahan hayat penting untuk vegetasi dan kehidupannya. Kecelaruhan juga timbul apabila wujud jemaah pakar kajiiklim dunia yang mempersoalkan hasil penelitian IPCC terhadap kesensitifan iklim, pemodelan suhu dan juga kaitannya dengan bencana persekitaran. Kajian ini cuba membuktikan wujudnya kecelaruhan di dalam memahami aspek pemanasan global dan hubungkaitannya dengan kehadiran bencana persekitaran. Secara rasionalnya, terdapat penelitian saintifik berimpak tinggi yang berjaya memberi pandu arah kepada kefahaman asas yang benar, walaupun hasil berkenaan tidaklah selari dengan kemahuan penyelidikan arus perdana.

Katakunci: kecelaruhan iklim, kesensitifan iklim, pemanasan global, pengurangan karbon, perubahan iklim, penyelidikan iklim arus perdana

Global climatic confusion: A preliminary analysis

Abstract

The contribution by scientists such as John Tyndall, Svante Arrhenius and Milutin Milankovitch in stimulating the understanding of atmospheric sciences can not be denied as they have led to the current efforts to reduce the impact of greenhouse gases on global warming. However, the failure of carbon reduction programmes have led to confusion in the management of global climate adaptation. They are some experts who do not believe in the idea of CO₂ as a pollutant, and rather regard it as important for the life of vegetation. Confusion also arises among experts who question the IPCC research results especially with regard to climate sensitivity, its modeling and how all this could be associated with environmental disasters. This study brought to light some of the confusion existing in understanding global warming and its relation to environmental disasters. It proved that there were high-impact scientific researches that successfully did provide fundamental understanding of the truth of the matter but that their findings were not normally given the spotlight as they did not coincide with mainstream research understanding.

Keywords: carbon reduction, climate change, climatic confusion, climate sensitivity, global warming, mainstream climatic research

Pendahuluan

Kesan rumah kaca (*greenhouse effect*) dan hubungkaitannya dengan perubahan ketara suhu permukaan bumi bukan lagi suatu teori kontroversi yang mampu disanggah oleh mana-mana para saintis masa kini. Bermula daripada pemerhatian seorang saintis British, John Tyndall (1820-1893) yang membuktikan kebenaran dalam makmal tentang kuasa penyerapan dan penyerakan radian (haba) oleh gas karbon dioksida (ketika itu dirujuk sebagai 'asid karbonik') berbanding dengan pelbagai jenis gas lain yang wujud di atmosfera. Beliau telah membuktikan gas berkenaan sebagai penyerap radiasi haba 'terbaik' walaupun di dalam kandungan kepekatan yang sangat kecil (Fleming 1998). Penelitian beliau telah membawa kepada sains rumah kaca yang lebih sensasi dan kajian susulan yang mendalam terhadap atmosfera bumi.

John Tyndall yang bukan sahaja dirujuk sebagai pakar bidang sains atmosfera, malah beliau juga adalah Profesor di dalam bidang matematik dan geologi – pernah mengemukakan maklumat pemanasan setempat (*local warming*) pada waktu malam bandar London akibat daripada fenomena pulau haba pada tahun 1859. Daripadanya juga ide penyerapan radiasi haba oleh gas karbon dioksida telah dihubungkan secara tidak rasmi dengan fenomena pemanasan sedunia (*global warming*).

Namun, ide Tyndall telah diberi perhatian khusus oleh seorang saintis Sweden, Svante Arrhenius (1859-1927), sehingga menerbitkan hukum gas rumah kaca dengan mengatakan bahawa;

.....if the quantity of carbonic acid [CO₂] increases in geometric progression, the augmentation of the temperature will increase nearly in arithmetic progression (Arrhenius 1896)

Arrhenius telah menerbitkan teori ini lebih seratus tahun lamanya dan selama itu, sensitiviti iklim dunia terhadap perubahan gas rumah kaca (*greenhouse gases, GHG*) semakin diketahui umum di kalangan penyelidik iklim. Bermula daripada itu, wujudlah fenomena pemanasan sedunia yang dikaitkan dengan peningkatan GHG yang akhirnya membawa kita kepada aspek perubahan iklim. Arrhenius pernah bercita-cita untuk mengubah keadaan iklim ekstrim Sweden yang mempunyai musim sejuk bersalji yang panjang kepada iklim sederhana panas dengan memperbanyakkan aktiviti kebakaran CO₂. Namun, ianya hanyalah coretan ide di dalam jurnal penyelidikan beliau mengenai keupayaan GHG dalam mengubah suasana cuaca.

Selain Tyndall dan Arrhenius, Milutin Milankovitch (1879-1958) seorang lagi pakar astrofizik dari Serbia mengemukakan ide perubahan iklim yang lebih 'semulajadi' berbanding dengan kedua-dua pakar sebelum ini. Beliau menjelaskan perubahan sudut kecondongan paksi bumi dan variasi pergerakan bumi di paksi juga menyebabkan sistem atmosfera mencetuskan kepelbagaian iklim yang ketara dalam tempoh jangkamasa ribuan tahun (Hays et al. 1976). Perubahan anjakan paksi daripada 22.1 darjah kepada 24.5 darjah kepencongan menjadi faktor kehadiran musim yang ekstrim, iaitu musim panas yang kering dan musim sejuk yang terlalu basah di kedua-dua hemisfera bumi.

Namun, ketiga-tiga ide perubahan iklim ini tidak pernah sekali-kali mengaitkan fenomena pemanasan global dan perubahan iklim dengan bencana persekitaran (*environmental catastrophe*). Apakah wujud elemen sains di dalam kenyataan berkenaan? Adakah kepelbagaian bencana persekitaran yang dihadapi oleh manusia sejagat pada hari ini berpunca daripada aspek pemanasan sedunia yang kini menunjukkan tren sebaliknya (*global dimming*)? Bagaimanakah kecelaruan iklim ini boleh terhasil dan kenapakah wujudnya komuniti sedunia yang secara mudah terkesan impaknya hanya dengan suatu kenyataan yang semakin terserlah keralatannya?

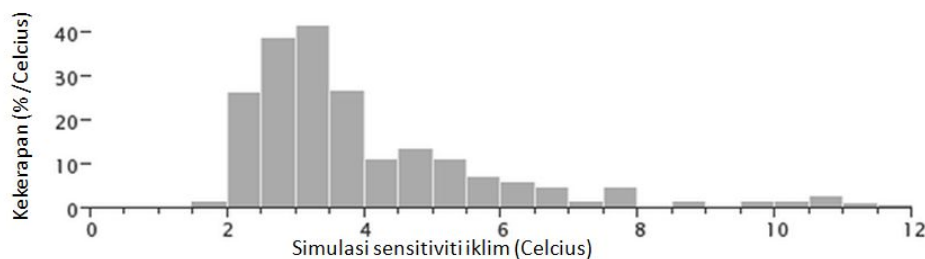
Artikel ini cuba mengemukakan suatu pandangan alternatif yang konkrit mengenai pemanasan global, perubahan iklim dan kesannya terhadap kehadiran cuaca ekstrim yang sering melanda di seluruh pelusuk muka bumi akhir-akhir ini. Hampir 18 tahun dunia kita telah 'berhenti' (*pause*) mengalami peningkatan suhu (berdasarkan data pemerhatian sebenar) (Monckton et al 2015), walaupun jumlah CO₂ telah menjunam naik setiap tahun. Buat kali pertama dalam laporan (ke lima) *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) terkini (IPCC 2013) telah memasukkan aspek '*natural variability*' sebagai salah satu *radiative forcing* (RF) yang meningkatkan nilai bersih pemanasan dunia (*net warming*) selain peranan elemen GHG.

Buat pertama kalinya juga pihak IPCC telah mengunjurkan tahap ketidakpastian (*uncertainty level*) bagi pelepasan CO₂ antropogenik yang lebih rendah berbanding dengan tahap ketidakpastian kesan aerosol terhadap awan sebagai salah satu punca *radiative forcing* yang membawa kepada aspek penyejukan global (*net cooling*). Analisis terhadap peranan aerosol kepada penyejukan global bakal menjadi tema penyelidikan pada masa hadapan, berbanding pengawalan dan pengurusan reduksi karbon. Dalam kata lain, kajian reduksi karbon sudah tidak lagi bersifat kontroversial berbanding kajian terhadap kesan penyejukan atmosfera oleh aerosol.

Kecelaruhan juga timbul apabila wujud jemaah pakar kajiiklim dunia mempersoalkan hasil penelitian IPCC terhadap sensitiviti iklim, pemodelan suhu dan juga kaitannya dengan bencana persekitaran. Antaranya Lindzen dan Choi (2009), Spencer (2014), Monckton et al (2015), Akasofu (2010), Chou dan Lindzen (2005), Donohue et al. (2013), Cazenave et al (2009) dan Labohm (2007), sekadar menyenarai pendek beberapa penulisan hasil pakar yang pernah diterbitkan dalam jurnal tersohor dunia. Justeru, artikel ini akan menjuruskan perincian mengenai sensitiviti iklim dan kegagalan pengurusan reduksi karbon oleh pihak Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB), di samping mengetengahkan aspek geokejuruteraan iklim yang bakal menjadi tindakan populis berbanding usaha pengurusan reduksi karbon oleh masyarakat dunia.

Sensitiviti iklim dan pengurusan reduksi karbon

Sensitiviti iklim adalah merujuk kepada perubahan di dalam keseimbangan suhu dunia kesan atau respons daripada perubahan *radiative forcing* (RF) sedunia. Analisis terhadap sensitiviti iklim dirujuk oleh IPCC sebagai *Equilibrium Climate Sensivity* (ECS). Keseluruhan analisis ECS oleh sains moden dibantu dengan kajian pemodelan berangka yang begitu kompleks yang terdedah dengan pelbagai jenis ralat dan keralatan. Bermula daripada analisis tradisi ECS oleh Arrhenius pada 1896 menjangkakan ECS sebanyak 5° Celcius (C) sehinggalah kepelbagaian data ECS yang dikemukakan oleh pihak yang mendokong agensi IPCC yang sering berubah-ubah dari 1995 sehinggalah hari ini dengan julat yang sangat besar iaitu di antara 1.5 °C hinggalah kepada 11 °C (IPCC 2007 ; IPCC 2013; Hansen 2013; Lindsey 2010) (Rajah 1).



Sumber: Lindsey (2010)

Rajah 1. Taburan frekuensi sensitiviti iklim berdasarkan simulasi model

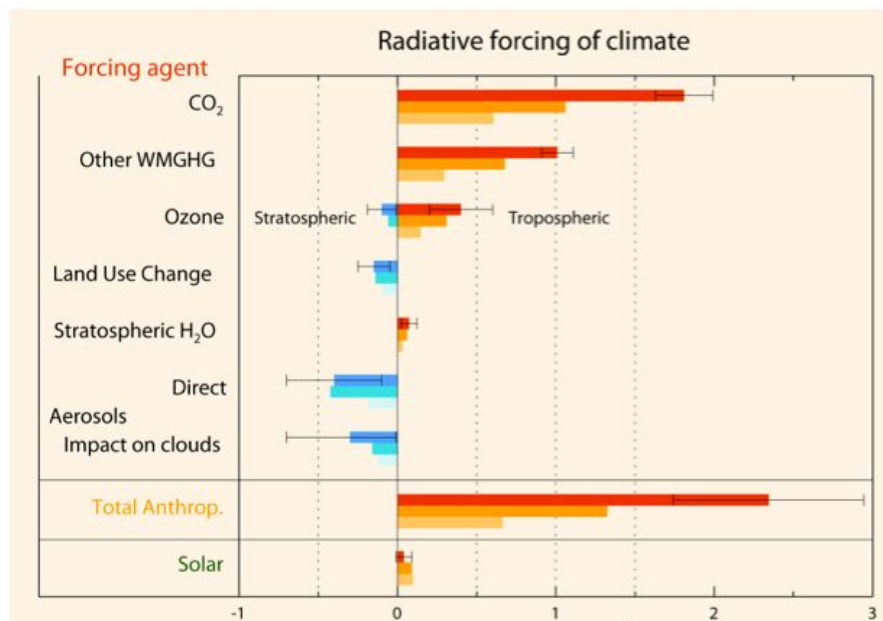
Simulasi terhadap sensitiviti iklim dilihat sangat pelbagai hasilnya, sehinggakan pihak awam terkeliru samada iklim dunia kita mempunyai daya suabalik (*feedback*) sensitiviti yang rendah (*low*) atau tinggi (*high*). Terdapat kepelbagaian dalam nilai sensitiviti iklim yang digunakan oleh pihak IPCC, antaranya penyelidikan yang telah dijalankan oleh Frame et al (2005), Forest et al (2002) dan Annan dan Hargreaves (2006). Rata-rata hasil penelitian mereka tidak menjurus kepada jawapan mengenai persoalan asas mengenai tahap sensitiviti iklim dunia kita. Sejauhmana sensitifnya iklim kita, sehingga tahun ini ianya masih menjadi titik persoalan utama di IPCC mahupun di kalangan pakar kajiiklim dunia.

Variasi tahap sensitiviti iklim sangat tinggi dan kebolehpercayaannya dipersoalkan. Pengetahuan dan kesedaran mengenai tahap sensitiviti iklim dunia adalah sangat kritikal di dalam menentukan sejauhmana

kesan peningkatan RF yang diasaskan oleh elemen GHG terhadap adaptasi dan normaliti atmosfera kita. Selagi mana persoalan mengenai tahap sensitiviti iklim dunia menjadi ‘duri dalam daging’, selagi itulah kemampuan manusia sejagat melihat keseimbangan di antara tenaga radiasi matahari (radiasi gelombang pendek) dan tenaga radiasi bumi (radiasi gelombang panjang) akan terbantut. Justeru, penilaian terhadap peningkatan ataupun penurunan RF sedunia mungkin tidak lagi tepat penggiraannya dan akhirnya usaha mengadaptasikan iklim sedunia menjadi semakin sukar, jika tidak mustahil.

Usaha pengurangan atau reduksi karbon sudahpun berkubur, jika tidak terbuntu. Bermula daripada Konvensyen di Stockholm pada 1972, Konferensi di Rio (1992), diulangi di New York dan Kyoto (1997), Bali pada 2007 dan yang terkini di Copenhagen. Kesemua negara yang berikrar mengurangi emisi karbon tidak dapat menunaikan janji manis berkenaan. Negara Kanada yang termasuk di dalam negara elit, bukan sahaja gagal mengurangkan emisi malah meningkatkan lagi jumlah pelepasan karbon melebihi kadarnya. Sasaran dunia supaya emisi karbon di bawah 450 ppm semakin tersasar.

Kajian Parry et al. (2008) mencadangkan sekiranya masyarakat dunia berkeinginan untuk mengurangkan risiko daripada perubahan iklim, maka sebanyak 80 peratus daripada emisi karbon harus dikurangkan pada abad ini. Pandangan ini dianggap mustahil untuk dilaksanakan memandangkan keperluan setiap negara menjalankan aktiviti ekonomi masing-masing secara normal dan teratur. Matlamat pengurangan reduksi karbon dilihat sebagai melalui jalan kegagalan. Teknologi yang diperkenalkan menerusi pengurangan emisi karbon seperti *Bio-energy with carbon capture and storage*, atau ringkasnya BECCS, penggunaan Biochar, penciptaan pokok palsu (*artificial trees*) nampaknya tidak banyak membantu program pengurangan emisi karbon dunia (Akasofu 2010 ; Chou dan Lindzen 2005).



Rajah 2. Komponen utama pemacu RF sedunia (IPCC, 2013)

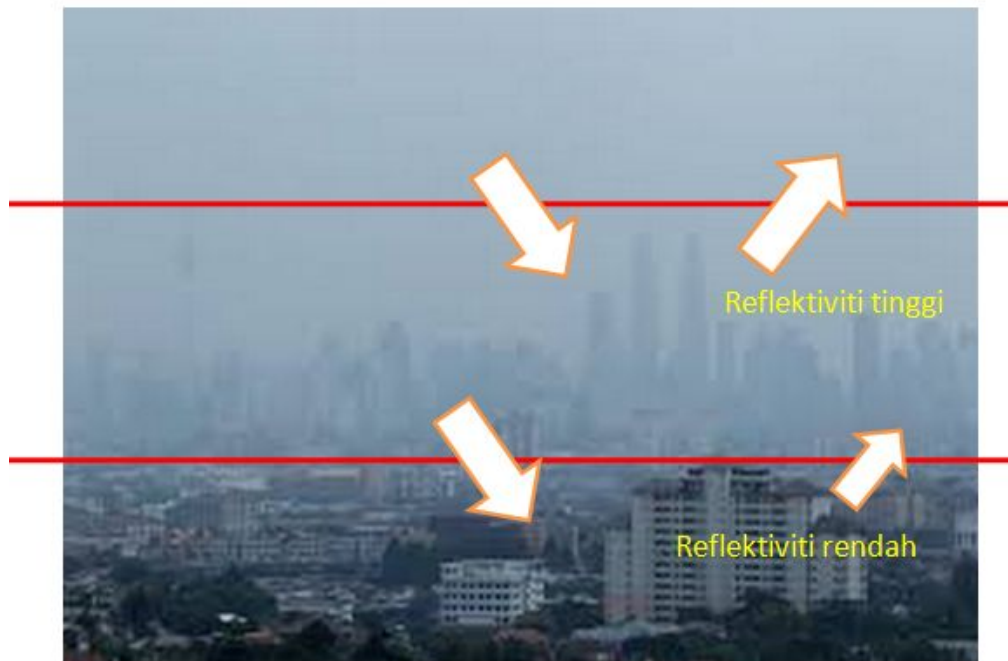
Rajah 2 menunjukkan hasil kajian terkini oleh IPCC terhadap komponen utama pemacu RF sedunia. Didapati sebanyak empat pemacu utama RF sedunia yang dianggap sebagai punca dari antropogenik dan hanya satu pemacu RF adalah daripada sumber semulajadi iaitu sinaran radiasi solar. Empat agen RF antropogenik utama termasuklah CO₂, gas GHG selain CO₂, ozon dan wap air di lapisan stratosfera. Keseluruhan RF ini membawa kepada nilai *net warming* sebanyak 2.5 W/m². Rajah 2 juga membuktikan tahap ketidakpastian (diwakili dengan *error bar*) oleh negatif RF (kesan aerosol terhadap pembentukan awan) adalah lebih besar daripada tahap ketidakpastian CO₂.

Hasil analisis IPCC juga masih mengetengahkan peranan CO₂ dalam menentukan nilai RF dan *net warming* yang berlaku ke atas atmosfera kita. Kegagalan dalam program CDR (*Carbon Dioxide Removal*)

telah menambahkan lagi kecelaruan dalam pengurusan adaptasi iklim global pada masa ini. Apa yang tidak dijangka daripada kegagalan program CDR ini adalah wujudnya skim pengurusan baru yang bertentangan dengan kehendak CDR. Ianya dinamakan sebagai geokejuruteraan (*geoengineering*) iklim yang berasaskan kepada SRM (*Solar Radiation Management*, SRM). Namun, apakah skim yang baru ini bakal berakhir dengan kegagalan seperti CDR? Atau adakah ianya (SRM) menambahkan lagi tahap kecelaruan dan huru-hara iklim, jauh daripada menyelesaikan permasalahan yang dialami oleh masyarakat dunia?

Asas perlaksanaan geokejuruteraan iklim yang berdasarkan kepada kaedah SRM sebenar agak praktikal dilaksanakan. Bagaimanapun, adakah mudah untuk memahami konsep SRM berkenaan? Bagaimanakah ianya dapat dilaksanakan? Rajah 3 dan Rajah 4 masing-masing sebenarnya menunjukkan contoh visualisasi *net cooling* (rujuk Rajah 2) yang terhasil daripada impak terus (*direct impact*) daripada partikel/aerosol terhadap reflektiviti sinaran radiasi matahari (Rajah 3) dan juga impak aerosol terhadap awan (Rajah 4). Peristiwa pembakaran biomas besar-besaran yang berlaku di Indonesia pada awal September 2015 dijadikan contoh visualisasi berkenaan.

Pembakaran biomas di Indonesia baru-baru ini telah menghasilkan kepekatan partikel PM_{10} yang melangkaui sempadan antarabangsa. Semasa lensa kamera memfokuskan imej berkenaan (Rajah 3), terdapat dua tona keterangan imej (*image clarity*) yang berbeza akibat tahap reflektiviti yang berbeza. Kepekatan partikel PM_{10} di kawasan lebih tinggi menyebabkan serakan radiasi menjadi lebih tinggi, menyebabkan wujudnya kekaburan imej berkenaan. Ini adalah bukti bagaimana kesan atau impak terus partikel (PM_{10}) terhadap lapisan udara bandar. Natijahnya, wujud apa yang dirujuk oleh IPCC sebagai *net cooling* akibat impak terus daripada aerosol.



Rajah 3. Kesan impak terus (*direct*) jerebu pada 12 September 2015 di Kuala Lumpur

Rajah 4 menunjukkan bagaimana pengaruh aerosol terhadap pembentukan awan di kawasan perbandaran. Dengan mengambil satu contoh kontras imej yang jelas (awan gelap dan awan cerah), kandungan awan gelap yang mempunyai jumlah partikel atau aerosol yang tinggi akan membentuk lebih banyak gabungan molekul titisan air berbanding dengan awan yang lebih cerah. Awan cerah yang mempunyai daya reflektiviti yang tinggi dan mudah untuk diserakkan kembali ke luar angkasa. Namun, awan yang lebih gelap akan menyerap lebih banyak radiasi masuk dan akhirnya mengurangkan penetrasi

radiasi ke permukaan bumi. Justeru, ini menghasilkan penyejukan di permukaan bumi secara tidak langsung.



Rajah 4. Perbezaan kandungan aerosol dan titisan wap air dalam awan

Kedua-dua kesan aerosol atau partikel terhadap awan dan atmosfera menghasilkan nilai RF yang negatif dan membawa kepada aspek penyejukan atmosfera. Adakah kebaikan daripada kesan aerosol ini boleh memandu kita keluar dari kemelut perubahan iklim global? Mampukah perancangan program SRM ini mampu menyejukkan suhu global dengan efektif? Ini semuanya terletak kepada keberkesanan R&D aspek SRM di dunia selama ini.

Geokejuruteraan atau intervensi iklim global?

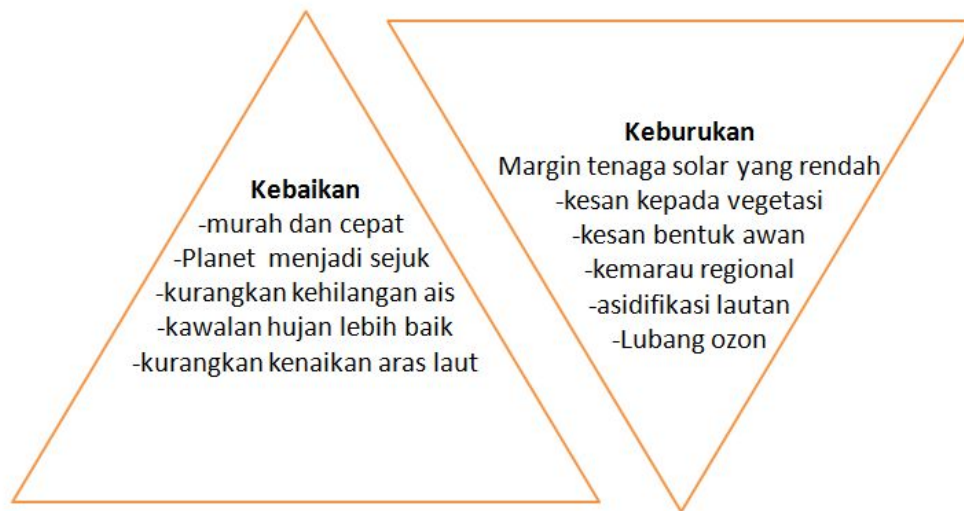
Aspek kejuruteraan iklim sebenarnya menjadi asas kepada program SRM di dunia. Program SRM bukanlah perkara baru. Pihak pentadbiran Amerika Syarikat pernah menerbitkan suatu laporan lebih 40 tahun yang lampau berkaitan dengan perubahan iklim serta intervensi yang perlu dilakukan terhadapnya. Laporan berkenaan pernah menyebut;

The climatic changes that may be produced by the increased CO₂ content could be deleterious from the point of view of human beings. The possibilities of deliberately bringing about countervailing climatic changes therefore need to be explored. A change in the radiation balance in the opposite direction to that which might result from the increase of atmospheric CO₂ could be produced by raising the albedo, or reflectivity of the earth. Such a change in albedo could be brought about, for example, by spreading very small reflecting particles over large oceanic areas. (White House 1965)

Kepercayaan partikel atau aerosol dalam mengawal perubahan iklim sebagai usaha meningkatkan albedo atau reflektiviti adalah suatu sains yang berasaskan aspek geokejuruteraan iklim. Menurut Robock (2014) dan Crutzen (2006), penyejukan atmosfera menerusi teknik SRM ini sebenarnya adalah berdasarkan pengalaman manusia terhadap sejarah ejsi gunung berapi Pinatubo pada 1992 yang meletus di Filipina. Letusan berkenaan telah mengeluarkan sebanyak 15Tg SO₂ di lapisan stratosfera sehinggakan membawa penyejukan global sebanyak 2^oC (Crutzen 2006).

Kandungan partikel dan gas Pinatubo telah menyelitupi atmosfera bumi dan 'berjaya' mengurangkan radiasi masuk ke permukaan bumi. Menurut ramai pengkaji yang menyokong aspek SRM ini (Keith et al. 2010; Royal Society 2009; Morgan 2010; Victor et al. 2009; Matthews & Calderia 2007), sekadar menyenarai pendek pengkaji di dunia, bagaimanapun ianya masih memerlukan masa untuk kajian lebih mendalam sebelum ia mampu menggantikan program CDR yang telah lama gagal. Robock (2014) pernah mencadangkan ejsi partikel buatan (seolah-olah seperti proses pembenihan awan) dilakukan ke atas lapisan stratosfera bagi mengurangkan impak pemanasan global. Namun, beliau sendiri masih skeptikal terhadap kejayaan SRM berkenaan (Robock 2014).

Rajah 5 menunjukkan ringkasan kemungkinan kebaikan dan keburukan SRM yang bakal dihadapi oleh masyarakat sejagat berdasarkan penelitian Robock (2014) dan juga Matthews & Calderia (2007). Impak negatif daripada perlaksanaan SRM sebenarnya lebih bersifat jangka panjang dan mungkin memberi kesan negatif yang lebih besar terhadap pertumbuhan populasi manusia serta jaminan kelangsungan hayatnya. Gangguan terhadap normaliti pertumbuhan vegetasi berasaskan makanan bijirin seperti padi, jagung, barli dan kacang soya sudah pasti akan menurun disebabkan kesan buruk amalan SRM.

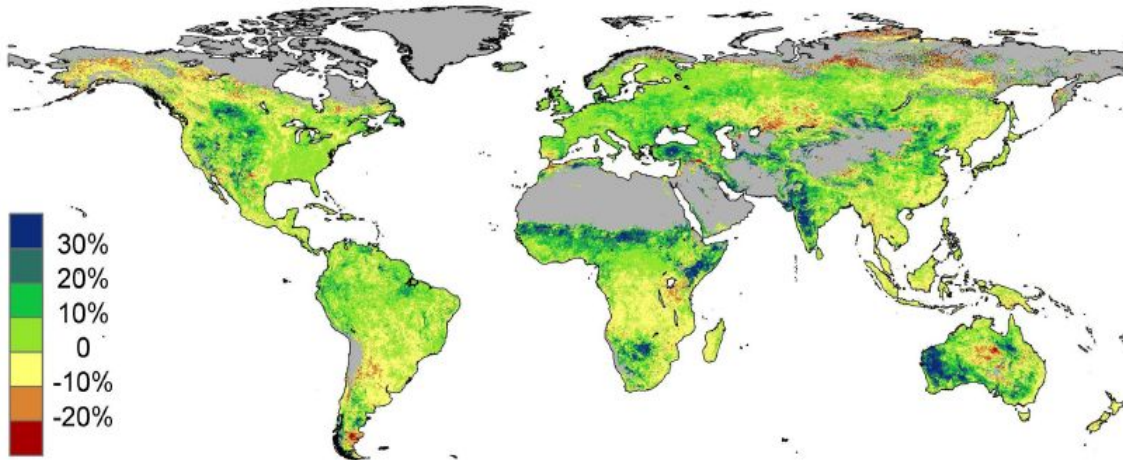


Rajah 5. Kebaikan dan keburukan SRM

Sekali lagi, malah siklus kecelaruan iklim ini akan semakin rancak diperdebatkan oleh masyarakat akademik dengan kemasukan SRM sebagai 'ide perubahan iklim' yang nampaknya seperti '*masuk akal*', tetapi '*keluar asap*' dan tidak ketahanan daya tahan ide ini terhadap pandangan skeptikal samada boleh menjadi penyelamat atau pemusnah kepada sistem iklim dunia. Yang menjadi persoalan lebih penting kini ialah kenyataan diantara perubahan iklim serta pemanasan global dan kesannya kepada bencana kemusnahan (*catastrophe*) dunia.

Ramai di kalangan pakar tidak melihat elemen GHG terutamanya gas CO₂ dilihat sebagai bahan pencemar (*pollutant*). Gas berkenaan dilihat sebagai gas semulajadi dan bahan hayat penting untuk vegetasi dan kehidupannya. Kajian *carbon dating* terhadap batuan pernah membuktikan ribuan tahun dahulu kepekatan gas CO₂ adalah seribu kali lebih tinggi daripada apa yang ada sekarang, namun tidak wujud peningkatan suhu permukaan bumi (Monckton et al 2015).

Menurut kajian oleh Donohue et al (2013) yang berjaya menerbitkan hasil kajian mereka ke dalam jurnal berprestij iaitu *Geophysical Research Letters* (*Impact Factor 4.196, Ranking 9/175 Geosciences*) impak CO₂ sebagai *fertilization effect* telah menyebabkan dunia kita semakin bertambah hijau (*global greening*), bukti daripada pemerhatian satelit global (Rajah 6). Menurut kajian mereka, pertambahan sebanyak 14 peratus gas CO₂ (di antara 1982-2010) telah mempertingkatkan lagi 10 peratus litupan hijau di bumi kita!

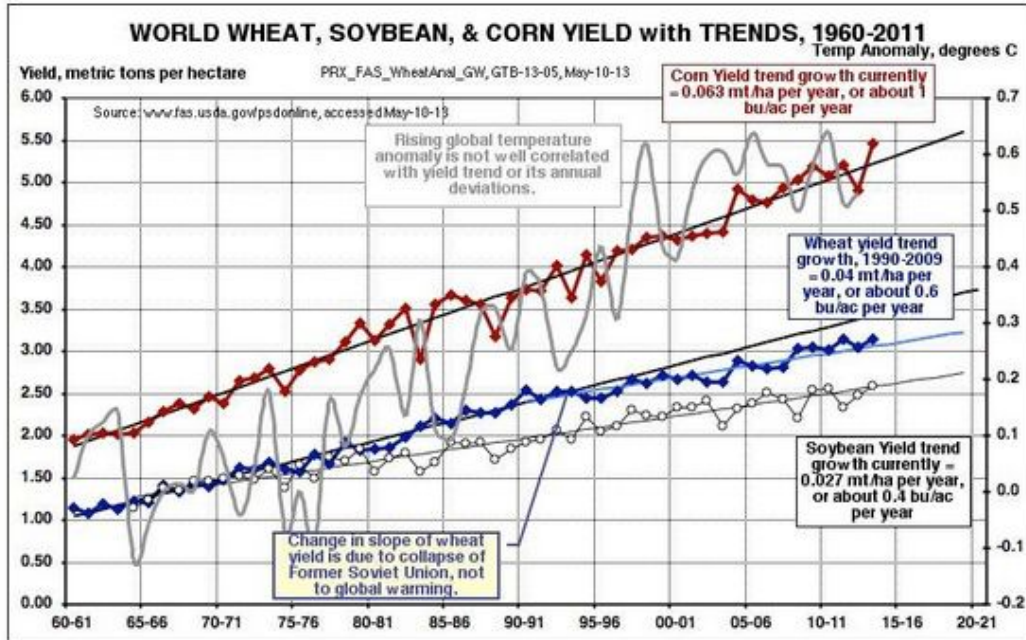


Sumber: Donohue et al. (2013)

Rajah 6. Peningkatan foliaj hijau global akibat peningkatan CO₂ sebagai fertilization effect

Nah, dimanakah kebenaran dan kesahihan IPCC yang menegaskan perubahan iklim dan pemanasan global membawa kepada kemusnahan persekitaran dunia seperti kemarau regional? Apakah kita pernah terfikir bahawa kajian Donohue et al (2013) ini mungkin salah dan tidak berasaskan kepada maklumat yang tepat? Dan bagaimana mungkin *reviewers* dari jurnal berprestij berkenaan boleh terlepas pandang ralat berkenaan? Setakat pada hari ini (September 2015), belum ada pengkaji lain yang menyuarakan pandangan skeptikal mereka terhadap kajian Dr Randall Donohue, saintis tersohor dari agensi *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), Australia.

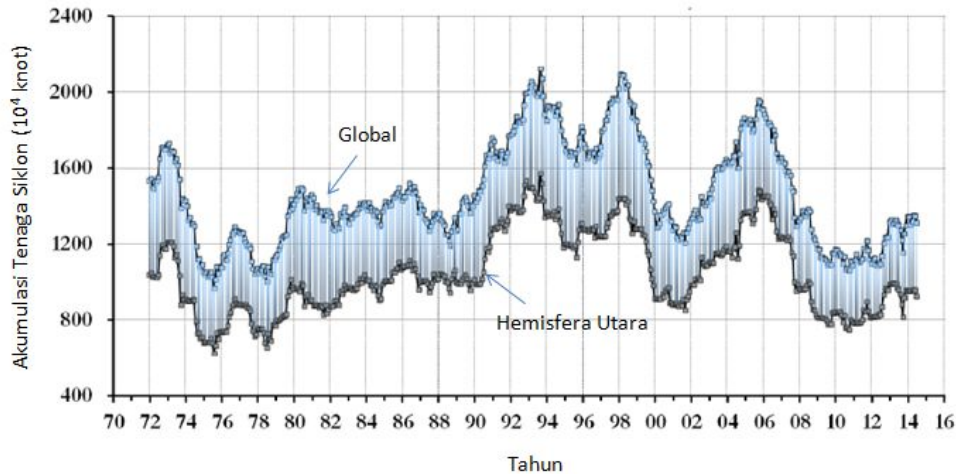
Satu lagi kajian yang di luar daripada jangkaan IPCC ialah hasil penelitian oleh pihak kerajaan Amerika Syarikat berkenaan dengan pengeluaran makanan berasaskan bijirin dunia diantara tahun 1960 sehingga 2011 (Rajah 7). Kajian oleh Dr Roy Spencer (Spencer 2014) benar-benar telah menunjukkan CO₂ sebagai *fertilization effect* ini bukan sahaja menambahkan foliaj vegetasi dunia, malahan jumlah pengeluaran makanan (berasaskan bijirin) juga meningkat secara signifikan! Secara sinikalnya, boleh kita katakan bahawa pemanasan global telah membantu meningkatkan jaminan makanan jangka panjang kepada masyarakat dunia.



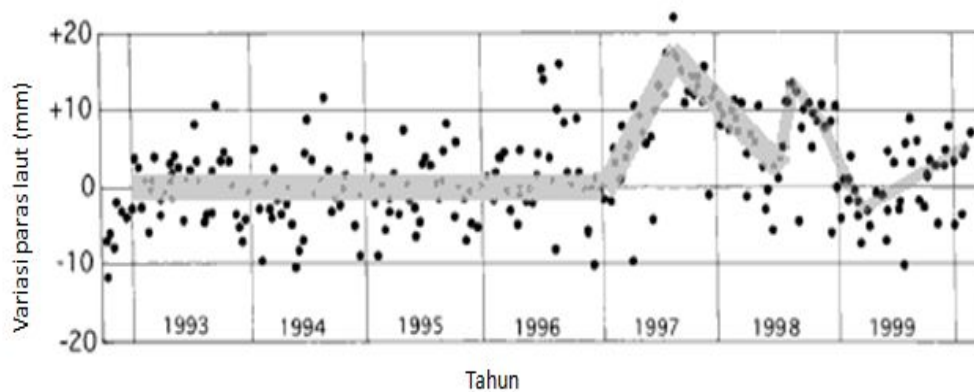
Rajah 7. Peningkatan pengeluaran makanan bijirin dunia (Spencer, 2014)

Secara rasional, (berbantuan maklumat pemodelan iklim yang pelbagai, lebih 20 jenis pempragaan yang telah melalui validasi ketat) pihak IPCC telah menyarankan penambahan atau peningkatan suhu lautan di dunia bakal menyebabkan budget tenaga akan berlebihan di hidrosfera bumi. Justeru, ianya akan meningkatkan lagi kemungkinan pembentukan cuaca yang lebih buruk (*severe weather*). Ini termasuklah peningkatan dalam aktiviti hurikan, siklon dan juga taufan bukan sahaja di tropika malah di seluruh lokasi dunia.

“*Global warming causes increased storminess*” – ini adalah *tagline* berita yang terlalu biasa kedengaran dalam tahun ini. Namun kajian oleh Ryan Maue (Maue 2011) telah membuktikan sebaliknya yang berlaku (Rajah 8). Jumlah frekuensi dan magnitud siklon dunia semakin berkurangan bermula pada tahun 2006. Yang lebih pelik dan luar jangkaan adalah hasil pemerhatian tolok ukur air pasang-surut utama dan analisis terkini menerusi satelit altimetri lautan TOPEX/POSEIDON juga membuktikan tiada peningkatan aras laut yang signifikan khususnya dalam tempoh 2000 sehingga 2007 (Rajah 9) (Morner 2007). Sekali lagi persoalan timbul mengenai tahap kesahan dan kebolehpercayaan hasil sedemikian yang sangat bertentangan dengan penelitian badan dunia mengenai perubahan iklim.



Rajah 8. Purata tahunan akumulasi tenaga siklon global dan Hemisfera Utara (Maue, 2011)



Rajah 9. Variasi aras laut berdasarkan data tolok ukur pasang-surut dan satelit TOPEX/POSEIDON (Morner, 2007)

Kesimpulan

Artikel ini telah membuktikan bahawa wujudnya kecelaruan di dalam memahami aspek perubahan pemanasan global dan hubungkaitannya dengan kehadiran bencana persekitaran. Secara rasionalnya, terdapat penelitian saintifik berimpak tinggi yang berjaya memberi pandu arah kepada kefahaman asas yang benar, walaupun ianya tidaklah didalam kelompok penyelidikan arus perdana. Namun, adakah disebabkan faktor isolasi penyelidikan terpencil ini maka masyarakat dunia menolak penemuan mereka secara sinikal dan skeptikal?

Walaupun, dilihat kesan kecelaruan iklim global telah menghasilkan pentas baru bagi penelitian di masa hadapan khususnya dalam bidang geokejuruteraan iklim dan SRM, namun hasil penemuan yang di luar jangkaan ini haruslah diambil kira di dalam perancangan pembangunan global di masa hadapan. Ini termasuklah pengurusan persekitaran global yang mampu mengadaptasi kepada sebarang 'perubahan' positif ataupun negatif di dalam sistem iklim bumi.

Walaupun penelitian terhadap kecelaruan iklim global sebegini begitu sukar menembusi ruang pembiayaan penyelidikan (lantaran sifat kontroversi dan skeptikal terhadap sains masa kini), di samping ianya tidak dianggap penyelidikan yang bersifat arus perdana, namun penulis sangat berharap 'perbincangan seperti ini' berupaya dilakukan secara *desktop analysis*, santai, tanpa biaya dan mampu diteruskan sehingga titisan pena yang terakhir.

Rujukan

- Akasofu S (2010) On the recovery from the Little Ice Age. *Natural Science* **2** (11), 1211-1224.
- Annan JD, Hargreaves JC (2006) Using multiple observationally-based constraints to estimate climate sensitivity. *Geophysical Research Letters* **33** (6), L06704.
- Cazenave A, Dominh K, Guinehut S, Berthier E, Llovel W, Ramillien G, Ablain M, Larnicol G (2013) Sea level budget over 2003–2008: A reevaluation from GRACE space gravimetry, satellite altimetry and Argo Global and Planetary Change **65** (1–2), 83–88.
- Chou M-D, Lindzen RS (2005) Comments on “examination of the decadal tropical mean ERBS nonscanner radiation data for the iris hypothesis”. *J. Clim.* **18**, 2123–2127, doi:10.1175/JCLI3406.1.
- Crutzen P (2006) Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: A contribution to resolve a policy dilemma? An Editorial Essay. *Climatic Change* **77**, 211–219
- Donohue RJ, Roderick ML, McVicar T, Farquhar G (2013) Impact of CO₂ fertilization on maximum foliage cover across the globe’s warm, arid environments. *Geophysical Research Letters* **40**, 1–5, doi:10.1002/grl.50563.
- Fleming JR (1998) *Historical Perspectives on Climate Change*. Oxford University Press, Oxford, 194 pp.
- Forest CE, Stone PH, Sokolov AP, Allen MR, Webster MD (2002) Quantifying uncertainties in climate system properties with the use of recent observations. *Science* **295** (5552)
- Frame DJ, Booth BBB, Kettleborough JA, Stainforth DA, Gregory JM, Collins M, Allen MR (2005) Constraining climate forecasts: The role of prior assumptions. *Geophysical Research Letters* **32** (9).
- Hays N, John Imbrie, Shackleton NJ (1976) Variations in the earth orbit: Pacemaker of the ice ages, *Science* **194** (4270), 1121-1132.
- Hansen J et al. (2013) Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide. *Royal Society Publishing* **371**. doi:10.1098/rsta.2012.0294
- IPCC (2007) 2.3 Climate sensitivity and feedbacks. In Pachauri RK, Reisinger A (eds) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. [Cited 3/7/2010].
- IPCC (2013) 10.8.2 Constraints on Long-Term Climate Change and the Equilibrium Climate Sensitivity (pdf). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis - IPCC Working Group I Contribution to AR5*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. [Cited 2/4/2014].
- Keith DW, Parson E, Morgan M (2010) Research on Global Sun Block Needed Now. *Nature* **463**(28), 426-427.
- Labohm H (2007) *What is Wrong with the IPCC?* Science and Public Policy Institute.
- Lindsey R (2010) What if global warming isn’t as severe as predicted? *Climate Q&A: Blogs*, NASA Earth Observatory, part of the EOS Project Science Office, located at NASA Goddard Space Flight Center
- Lindzen RS, Choi Y (2009) On the determination of climate feedbacks from ERBE data *Geophysical Research Letters* **36**, L16705, doi:10.1029/2009GL039628.
- Matthews HD, Caldeira K (2007) Transient Climate-carbon Simulations of Planetary Geoengineering. *PNAS* **104**, 9949-9954.
- Maue RN (2011) Recent historically low global tropical cyclone activity *Geophys. Res. Lett.* **38** (14).
- Monckton C, Willie W-H, Legates L, Briggs W (2015) Why models run hot: Results from an irreducibly simple climate model. *Science Bulletin* **60**(1), 122-135.
- Morner NA (2007) Claim That Sea Level Is Rising Is a Total Fraud. *EIR Economics* **33**.
- Morgan M (2010) Why Geoengineering? *Technology Review* pp.14-15, January/February 2010.
- Parry M et al. (2008) Squaring up to reality. *Nature Reports: Climate Change*. pp 68-71.
- Robock A (2014) Stratospheric Aerosol Geoengineering Issues in Environmental Science and Technology, 38 Geoengineering of the Climate System. In: Hester RE, Harrison RM (eds) *The Royal Society of Chemistry 2014*. Published by the Royal Society of Chemistry.

- Royal Society (2009) *Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty*, 82pp. September 2009.
- Svante Arrhenius (1896) On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (fifth series)*, April 1896. Vol 41, pp. 237–275.
- Spencer R (2014) What Do We Really Know about Global Warming? Keynote address on ICCC, Wednesday morning July 9th the Ninth International Conference on Climate Change (#ICCC9), New York.
- Victor DG, Morgan M, Jay Apt, Steinbruner J, Ricke K (2009) The Geoengineering Option. *Foreign Affairs* **88**(2), 64-76.
- White House (1965) Restoring the quality of our environment. Report United States. President's Science Advisory Committee. Environmental Pollution Panel. Washington.