



PROCEEDINGS BOOK

ICRIPE

2024

**THE 4th INTERNATIONAL CREATIVE
AND INNOVATIVE PRODUCT EXHIBITION**

**PROCEEDINGS BOOK- ICrIPE2024
THE 4th INTERNATIONAL CREATIVE
AND INNOVATIVE PRODUCT EXHIBITION**

**Developing a Well- Being Society through Innovation
and Sustainability**

FEBRUARY 22-24, 2024



Persatuan Teknologi Malaysia

(Technological Association Malaysia)

47-3 Jalan USJ 9/5P Subang Business Centre

Subang Jaya 47620

Selangor Darul Ehsan.

Terbitan Pertama- 2024

Hak Cipta Terpelihara

Hak cipta buku ini adalah terpelihara. Setiap bahagian daripada penerbitan ini tidak boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau dipindah kepada bentuk lain, sama ada dengan cara elektronik, mekanikal, gambar, rakaman dan sebagainya, tanpa izin bertulis daripada *Technological Association of Malaysia (TAM)*.

Diterbitkan oleh:

Persatuan Teknologi Malaysia

(Technological Association of Malaysia -TAM)

Alamat: 47-3 Jalan USJ 9/5P Subang Business Centre

Subang Jaya 47620 Selangor Darul Ehsan.

e-ISBN 978-629-98791-1-4

Notes from Editor

Dear Participants and Readers,

It is our pleasure to present the Conference Proceedings of the International Creative and Innovative Product Exhibition 2024 (ICrIPE2024). This year's conference, held on January 22-24, 2024, brought together a wealth of knowledge under the overarching theme: "Developing A Well-Being Society Through Innovation and Sustainability."

A total of 72 papers were thoughtfully presented during the parallel sessions, covering a diverse range of subjects. These contributions are grouped into five distinct categories, each playing a pivotal role in the pursuit of societal well-being:

Engineering: This category delves into the innovative solutions and advancements that contribute to the betterment of our society, fostering growth and progress.

Design: Exploring the intersection of creativity and functionality, the Design category showcases how aesthetic and practical considerations can enhance the quality of life.

Education: Papers in this category discuss novel approaches to learning and knowledge dissemination, acknowledging the vital role of education in societal development.

Social Science: Addressing the complexities of human societies, this category highlights research that contributes to a deeper understanding of social dynamics and their impact on well-being.

Technology: The rapid evolution of technology plays a crucial role in shaping the future. The Technology category focuses on innovations that contribute to a more sustainable and technologically advanced society.

We extend our heartfelt gratitude to all the authors, presenters, and participants who have contributed to the success of ICrIPE2024. Your dedication to advancing knowledge and promoting innovation is truly commendable.

We hope that the insights shared in these proceedings will inspire further discussions, collaborations, and actions towards building a well-being society through continuous innovation and sustainability.

Thank you for being a part of ICrIPE2024.

Sincerely,

Dr. Zuraidah Ahmad
Editor
ICrIPE2024 Organizing Committee

Foreword from the Program Patron

With great pleasure and anticipation, I extend my warmest greetings to all participants, researchers, and enthusiasts associated with the International Creative and Innovative Product Exhibition 2024 (ICrIPE2024).

In the dynamic landscape of research and innovation, ICrIPE2024 stands as a platform that celebrates creativity, ingenuity, and the pursuit of cutting-edge solutions. As the Program Patron, I am honored to witness the convergence of brilliant minds from diverse fields, collectively contributing to the advancement of knowledge and the exploration of innovative ideas.

These Conference Proceedings encapsulate the wealth of research, insights, and discoveries presented during ICrIPE2024. Within these pages, you will find a testament to the dedication and hard work invested by scholars and experts who share a common goal – the pursuit of excellence in their respective domains.

I commend the organizers, researchers, and contributors for their commitment to fostering a collaborative environment that promotes the exchange of ideas and the cultivation of groundbreaking concepts. The diverse array of topics covered in these proceedings reflects the interdisciplinary nature of ICrIPE2024 and underscores the importance of a holistic approach to innovation.

May these Conference Proceedings serve as a source of inspiration, knowledge, and a testament to the collective spirit of innovation that defines ICrIPE2024. I express my gratitude to everyone involved and extend my best wishes for a successful and impactful conference.

Warm regards,

Supriyanto, SP.MSi
Head of Forum Kerjasama Pengajian Tinggi (FKTM)
Program Patron
ICrIPE2024 Organizing Committee

Foreword from the Program Director

It is with great pleasure and enthusiasm that I welcome you to the Conference Proceedings of the International Creative and Innovative Product Exhibition 2024 (ICrIPE2024). This collection encapsulates the wealth of knowledge, ingenuity, and groundbreaking ideas that emerged during our esteemed event.

ICrIPE2024 served as a dynamic platform, bringing together visionaries, practitioners, academics, and students from around the globe. Hosted by the Forum Kerjasama Pendidikan Tinggi Medan (FKPT), the Technological Association of Malaysia (TAM), and Andong National University, the exhibition aimed to transcend borders, fostering an environment that encourages the exchange of innovative ideas.

The theme, "Developing A Well-Being Society Through Innovation and Sustainability," underscored our collective commitment to exploring solutions that advance technological boundaries while contributing to the creation of a society rooted in well-being and sustainability.

Within these Conference Proceedings, you will find a diverse array of talents and ideas that reflect the remarkable contributions made during ICrIPE2024. The presented research, insightful discussions, and groundbreaking innovations encapsulated in these pages stand as a testament to the dedication and expertise of our contributors.

I extend my sincere gratitude to all participants, researchers, and collaborators who dedicated their time and expertise to make ICrIPE2024 a resounding success. Your collective efforts significantly contribute to the advancement of knowledge and the promotion of a global community committed to positive change.

May these Conference Proceedings be a source of inspiration, knowledge, and a record of the collective achievements that define ICrIPE2024. Wishing you an enriching experience as you delve into the wealth of ideas and innovations within these pages.

Best Regards,

Ts. Siva a/l Muthusamy
Technological Association Malaysia
Program Director
ICrIPE2024 Organizing Committee

List of Reviewers

No	Name	Institution
1	Prof. Ir. Dr. Chan Chee Ming	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
2	Dr. Nor Hazelah binti Kasmuri	Universiti Teknologi MARA (UiTM) Shah Alam
3	Dr. Mohamad Ikhwan bin Jamaludin	Universiti Teknologi Malaysia
4	Dr. Muhamad Afzamiman bin Aripin	Universiti Teknologi Malaysia
5	L.Ar. Dr. Noor Hayati Ismail	Universiti Sains Islam Malaysia
6	Ts. Dr. Noor Aina binti Misnon	Universiti Pertahanan Nasional Malaysia
7	Dr. Halim Razali	Universiti Kebangsaan Malaysia
8	Dr. Salvinder Singh Karam Singh	Universiti Kebangsaan Malaysia
9	Dr. Umawathy Techanamurthy	Universiti Kebangsaan Malaysia
10	Lt. Kol. Bersekutu (PA). Ts. Ir. Dr. Muhamad Razuhanafi Mat Yazid	Universiti Kebangsaan Malaysia
11	Prof. Madya Dr. Harwati Hashim	Universiti Kebangsaan Malaysia
12	Dr. Intan Shafina binti Suid	Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
13	Dr. Hj. Zunuwanas bin Mohamad	Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
14	Dr. Noreen binti Kamarudin	Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
15	Dr. Salwa Amirah binti Awang	Politeknik Sultan Azlan Shah
16	Dr. Annafatmawaty bt Ismail	Politeknik Sandakan Sabah
17	Dr. Mohamad Siri bin Muslimin	Politeknik Port Dickson
18	Dr. Nurulyasmin binti Ju @ Ju Ahmad	Politeknik Port Dickson
19	Dr. Zarina binti Yusof	Politeknik Port Dickson
20	Dr. Zuraidah binti Ahmad	Politeknik Port Dickson
21	Ts. Dr. Norhanani binti Abd Rahman	Politeknik Port Dickson
22	Dr. Faraziah Hassan	Politeknik Nilai
23	Ts. Dr. Muhammad Sufyan Safwan bin Mohamad Basir	Politeknik Mukah Sarawak
24	Dr. Norazlina binti Ahmad	Politeknik Metro Johor Bahru
25	Dr. Nur Zakiah Hani bte Kamarolzaman	Politeknik Kuching Sarawak
26	Dr. Pajuzi Awang	Institut Pendidikan Guru Malaysia, Kampus Datok Razali Ismail

CONTENTS

NOTE FROM EDITOR	i
FOREWORD FROM PATRON	ii
FOREWORD FROM PROGRAM DIRECTOR	iii
LIST OF REVIEWERS	iv

NO	ID	TITLE	PAGE
1	Icripe24-J002	Sustainable Design of Green Engineering: Application and Implication	1
2	Icripe24-J030	Development of Flakiness Index Test Kit	9
3	Icripe24-J034	Development of Sustainable Water Control for Smart Incubator Pleurotus Ostretus	20
4	Icripe24-J011	The Attitude of English 3 ESL Students towards Code-switching in the English Language Classroom at Politeknik Merlimau, Melaka	29
5	Icripe24-J017	Analisis Ujian Rintis Programme Educational Objective (PEO) bagi Program Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Pembuatan)	39
6	Icripe24-J025	Automated Mini Forklift for Lifting Gas Cylinder	48
7	Icripe24-J036	Kesan Projek Pelajar Akhir terhadap Tahap Pemikiran Kritikal dalam Kalangan Pelajar Politeknik Metro Betong Sarawak	57
8	Icripe24-J040	Kebolegunaan Aplikasi Pembelajaran Mobil KALAM Dalam Kursus Pendidikan Islam di Kolej Komuniti Arau	63
9	Icripe24-J045	Gabungan Teknik Akronim (PMAT), Gerak Tangan & Quizziz dalam Penguasaan Mitosis bagi Pelajar KV (Basic M)	72
10	Icripe24-J048	The Impact of Gamified Learning on Vocabulary Retention in Community College Students	83
11	Icripe24-J055	Kemahiran Teknik ‘Bed Making’ dalam Kalangan Pelajar Program Certificate in Room Division bagi Kursus “Introduction to Room Division”	92
12	Icripe24-J057	Digital Storytelling Production using Pixton: Exploring Teachers’ Experience in Teaching Autism Students in PeSTeC	110
13	Icripe24-J063	Keberkesanan Inovasi MikroP-AR Augmented Reality Sebagai Alat Bantu Mengajar Bagi Pembelajaran Amali Kursus Asas Mikropemproses	121
14	Icripe24-J067	Significant of Sketching in Designing for Final Year Project	131
15	Icripe24-J068	Pengaruh Penggunaan Peranti Mudah Alih terhadap Kesedaran Belia dalam Kursus TVET	139
16	Icripe24-J073	Penghasilan SPoE (Supply Power Over Ethernet) Trainer bagi Amali Kursus ‘Computer Networking Fundamentals’	149
17	Icripe-MT-04	Kajian Tinjauan Persepsi Pelajar terhadap Penggunaan Kalkulator Saintifik dalam Menyelesaikan Soalan Persamaan Polinomial	160

NO	ID	TITLE	PAGE
18	Icripe-MT-13	Tahap Keberkesanan Program Selamatkan Aku terhadap Pelajar Kejuruteraan Elektrik Sesi Dis 18, Politeknik Port Dickson	169
19	Icripe-MT-15	Kajian Tahap Kefahaman dan Kesedaran Pensyarah Terhadap Stesen Kerja Ergonomik di Jabatan Kejuruteraan Elektrik Politeknik Port Dickson	180
20	Icripe24-J009	Rekabentuk Semula Cangkuk Pemberat bagi Unit Pemesongan Rasuk melalui Pengaplikasian Teknologi 'Rapid Prototyping'	191
21	Icripe24-J014	Pembangunan PLC Trainer with Small-scale Application Kit sebagai Alat Bantu Mengajar (ABM) bagi Kursus DJV30023	198
22	Icripe24-J015	Kertas Ulasan berkenaan Geokejuruteraan Solar Mengurangkan Kesan Perubahan Iklim	208
23	Icripe24-J019	Pembangunan Inovasi Tanda Keluar Mesra Pengguna bagi Orang Buta dan Pekak	219
24	Icripe24-J020	Development and Evaluation of a PV Solar Trainer with Integrated Cooling System for Enhanced Practical Training	228
25	Icripe24-J031	Satisfaction Level of Tengku Ampuan Afzan Hospital Kuantan Pahang Clinical Waste Services	238
26	Icripe24-J041	Kajian Penalaan dan Kesan Perubahan Nilai PID keatas Mini Drone	245
27	Icripe24-J075	Penggunaan Kabel Ethernet (UTP) agar Berkeupayaan Mengalirkan Daya Elektrik ke Peranti Tanpa PoE dalam Rangkaian Komputer	255
28	Icripe24-J006	A Study on Safety of Workers and Road User during the Road Maintenance Work	266
29	Icripe24-J010	Leveraging Artificial Intelligent through Quillbot Application to Enhance an Academic Writing Quality	278
30	Icripe24-J021	Memahami Jenayah Dan Keselamatan Siber	286
31	Icripe24-J024	A Study of Water Quality in the Private Swimming Pool at Homestay Merlimau	299
32	Icripe24-J033	Keberkesanan menggunakan Platform YouTube sebagai Medium Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) untuk Kursus Computer Aided Electrical Drawing DEE30061 di Kalangan Pelajar Diploma Kejuruteraan Elektrik di PSMZA	308
33	Icripe24-J056	Analisa Implikasi SPAk Di Politeknik METrO Betong Sarawak	318
34	Icripe24-J004	New Cartridge Tester Kits for Portable Water Filter System	327
35	Icripe24-J007	Sistem Pengurusan MyDEPJKE	335
36	Icripe24-J016	Analisis Voltan, Arus Minimum dan Masa bagi Menghidupkan 4G TD-LTE Wi-Fi Router	343
37	Icripe24-J042	The Effectiveness of Aquatic Plan in Treating Contaminated Water	352
38	Icripe24-J044	Prototype Piezoelectric Floor And Solar For Energy Harvesting	383

No	ID	TITLE	PAGE
39	Icipe24-J060	Analisis Item Penilaian DBM30043 Menggunakan Model Pengukuran Rasch: Kajian Kes di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah	389
40	Icipe24-J069	MoS2 Layer Effect on the Charge Carrier Transport in CZTS Thin Film Solar Cells by SCAPS	399
41	Icipe24-J059	A Review on Cu ₂ ZnSnS ₄ (CZTS) Thin Film Solar Cell Performance Analysis Using SCAPS	409
42	Icipe24-J070	Peningkatan Pendidikan Sepanjang Hayat: Pelajar Diploma Pengurusan Peruncitan Melalui Retail Simulation Store (RSS)	418
43	Icipe24-J026	Enhancing Blood Donation Awareness through a Mobile App Appreciation System	424
44	Icipe24-J062	Tahap Pencapaian Pelajar terhadap Penggunaan Business Model Canvas (BMC) dalam Penghasilan Product Pitching bagi Kursus Keusahawanan (MPU 22012) di Kalangan Pelajar Program Diploma Akauntasi, Politeknik Port Dickson	434
45	Icipe24-J076	Penggunaan Kad Dealer bagi Subjek Business Accounting dan Financial Accounting 1	446
46	Icipe24-J027	The Impact Resistor Tester for Quick Identification of Electrical Resistor Experiments	456
47	Icipe24-J058	Laboratories Access Management System Using a One-Stop Centre Key Box with RFID Technology	472
48	Icipe24-J038	Kerangka Model Konseptual Penjajaran Program Politeknik dengan Menggunakan Model Penilaian CIPP Stufflebeam	482
49	Icipe24-J022	Determining The Relationship Between Student Skills and Their Understanding of Technical Concepts Using ChatGPT in TVET	489
50	Icipe24-J023	Analisa Tahap Kepuasan Kerja Staf PMBS	499
51	Icipe24-J035	Effectiveness of eNotes Mobile Application: Introduction to Network	511
52	Icipe24-J050	Unveiling the Educational Impact: Real Architecture Projects and Their Influence on Students' Academic Performance and Learning Outcomes	521
53	Icipe24-J054	The Influence of Green Technology on Architectural Design Complexity for Students	533
54	Icipe24-J074	Pembangunan Reka Bentuk Antaramuka Pembelajaran Tunakerna Berasaskan Permainan: AG4HIL	544
55	Icipe24-J018	Kajian Penilaian Prestasi bagi Sistem Penghawa Dingin Terbantu Terma-Suria Jenis Serapan	553
56	Icipe24-J037	The Development of eNote: Web Design Technology	562
57	Icipe24-J077	Kajian Keberkesanan Aplikasi Let Learn Computer System Architecture (LLCSA)	572

No	ID	TITLE	PAGE
58	Icipe24-J049	Development of Coral Reef Shelf by Using Industrialized Building System (IBS) Technology	579
59	Icipe24-J047	Factors Influencing Customer Service Satisfaction in Automotive Dealership	588
60	Icipe24-J051	The Effectiveness of Using Mudball for The Treatment of Sungai Buloh, Selangor	602

Kertas Ulasan Berkenaan Geokejuruteraan Solar Mengurangkan Kesan Perubahan Iklim

Suyani Arifin¹, Aniza binti Md Latiff² dan Norsilawati binti Jaminam³

^{1, 2, 3} Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Muadzam Shah

26700 Muadzam Shah, Malaysia

suyani@pms.edu.my

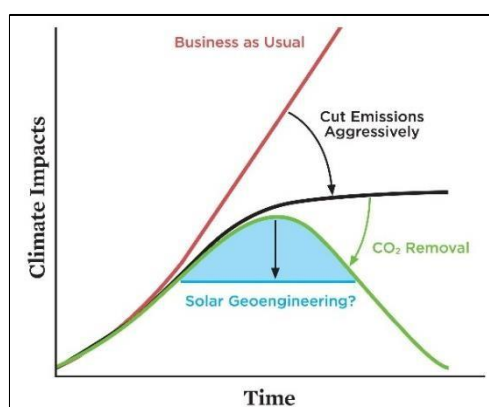
Abstrak

Pada masa sekarang, dunia sedang berdepan dengan perubahan iklim yang semakin meruncing. Pelbagai strategi inovatif untuk mengurangkan pemanasan global yang akan memberi impak kepada perubahan iklim telah menarik perhatian yang besar dalam bidang penyelidikan. Antara pendekatan-pendekatan ini, geokejuruteraan solar muncul sebagai konsep yang kontroversi namun menarik, yang bertujuan untuk sengaja memanipulasi sistem iklim bumi. Geokejuruteraan solar atau pengurusan radiasi solar adalah pendekatan untuk meredakan kesan pemanasan global dengan memantulkan semula tengaga solar ke ruang angkasa. Dua strategi utama iaitu *Marine Cloud Brightening* (MCB) dan *Stratospheric Aerosol Injection* (SAI) sedang dikaji untuk memantulkan cahaya matahari dan menurunkan suhu bumi. Kertas ini merungkai peluang geokejuruteraan solar sebagai cara untuk mengurangkan impak perubahan iklim, khususnya dengan memantulkan sebahagian daripada tenaga matahari jauh dari planet ini. Ketika komuniti global bergelut dengan kecemasan menangani cabaran iklim, pemahaman akan implikasi, risiko, dan potensi faedah geokejuruteraan solar menjadi penting. Kertas ini bertujuan menyumbang kepada perbincangan berterusan dengan meneliti asas saintifik, pertimbangan etika, dan isu-isu pemerintahan yang melibatkan geokejuruteraan solar dan peranannya dalam meredakan kesan perubahan iklim. Kesimpulannya, geokejuruteraan solar dapat menjadi alternatif untuk meredakan perubahan iklim, tetapi pelaksanaannya memerlukan penelitian lanjut dan pertimbangan yang cermat terhadap risiko dan implikasinya.

Kata kunci: Geokejuruteraan solar, climate change

1. Pengenalan

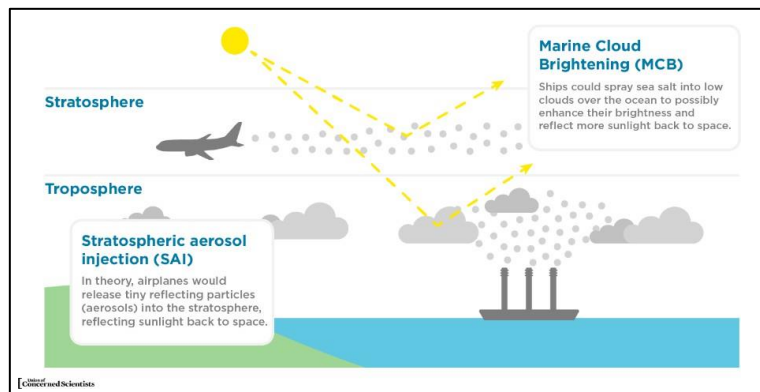
Istilah "geoekjuruteraan" merujuk kepada usaha manusia untuk mencampuri atau mengubah sistem alam bumi dengan tujuan mengatasi atau mengurangkan kesan perubahan iklim. *Solar Radiation Management (SRM)* adalah salah satu pendekatan geoekjuruteraan yang disarankan. Kaedah geoekjuruteraan yang dipanggil SRM bertujuan untuk mengurangkan kadar radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi. Perisian, cermin, atau aerosol boleh digunakan untuk mengembalikan sebahagian daripada sinar matahari ke angkasa, yang merupakan salah satu cara yang dicadangkan dalam SRM. Tujuannya adalah untuk mengurangkan jumlah sinar matahari yang diserap oleh bumi, yang akan membantu menyejukkan suhu planet. Pelepasan gas rumah hijau atau peningkatan paras laut adalah antara punca utama perubahan iklim yang tidak dibincangkan dalam geoekjuruteraan solar. Oleh itu, ia bukanlah penyelesaian yang sempurna. Untuk mencapai matlamat Perjanjian Paris, untuk mengekalkan suhu global pada 1.5° negara-negara mesti terus berusaha untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau. Kesihatan awam, keselamatan makanan, perumahan, bekalan air, dan keselamatan negara adalah bahaya tambahan yang berkaitan dengan perubahan iklim. Sementara beberapa tempat, seperti Terumbu Karang Great Barrier Reef di Amerika Syarikat dan Terumbu Karang Great Barrier Reef, sedang menjalankan kajian kecil mengenai geoekjuruteraan solar, kajian yang lebih besar yang membawa risiko yang minimum kepada manusia dan alam sekitar harus diutamakan dan dibincangkan secara meluas. Penggunaan segera seperti penggunaan aerosol stratosfera kemungkinan besar memerlukan sokongan jangka Panjang mungkin selama sekurang-kurangnya lima puluh tahun untuk menguruskan kesan geoekjuruteraan solar secara antarabangsa (*Geoengineering - Carbon Removal, Climate Solutions, Mitigation* / *Britannica*, n.d.).



Rajah 2: Potential relationship between different Responses to climate change
Source: (*What Is Solar Geoengineering?* / *Union of Concerned Scientists*, n.d.)

Geoekjuruteraan solar ialah istilah yang merujuk kepada kaedah yang bertujuan untuk memantulkan radiasi solar kembali ke angkasa untuk membantu menyejukkan Bumi. *Stratospheric aerosol injection (SAI)* dan *marine cloud brightening (MCB)* adalah dua pendekatan utama yang sedang dikaji. Kesatuan Saintis Prihatin menentang pelaksanaan geoekjuruteraan solar kerana ia membawa risiko. Sebaliknya, *Union Concerned Scientists (UCS)* menyokong penyelidikan pemodelan berterusan, kajian pengamatan, dan penyertaan

awam yang kuat dan inklusif dalam membuat keputusan sama ada dan bagaimana penyelidikan lanjut harus termasuk eksperimen luar kecil. (*What Is Solar Geoengineering? | Union of Concerned Scientists*, n.d.). Terdapat perbezaan antara geokejuruteraan solar dan geokejuruteraan karbon apabila kedua-duanya tidak mengambil kira faktor yang menyebabkan perubahan iklim. Tujuan geokejuruteraan cahaya matahari adalah untuk menyejukkan planet dengan memantulkan sebahagian kecil cahaya matahari kembali ke angkasa atau meningkatkan jumlah radiasi matahari yang melarikan diri kembali ke angkasa (*Geoengineering | Harvard's Solar Geoengineering Research Program*, n.d.). Jumlah radiasi yang dihantar oleh matahari ke Bumi adalah konsisten (*What Is Geoengineering? Definition and Impact*, n.d.).



Rajah 1: Bagaimana geokejuruteraan solar menyejukkan bumi

Sumber: (*What Is Solar Geoengineering? | Union of Concerned Scientists*, n.d.)

Perhatian yang diberikan kepada geokejuruteraan mengambil kira potensi dan kekangan semasa tindak balas perubahan iklim serta usaha yang tidak berjaya sehingga kini untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau. Geokejuruteraan ini melibatkan peningkatan zarah berkilauan di stratosfera yang menurunkan purata suhu global dengan memantulkan cahaya matahari (IPCC, 2021). Geokejuruteraan adalah teknologi pelepasan negatif seperti bioenergi dengan penangkapan dan penyimpanan karbon atau penangkapan dan penyimpanan karbon udara langsung. Pelaksanaan geokejuruteraan solar akan melambat atau menghentikan proses kenaikan suhu purata global (IPCC, 2021). Oleh kerana itu, beberapa pendapat menyatakan bahawa geokejuruteraan solar terlalu mahal walaupun ia melambatkan kenaikan suhu purata global. Sebagai contoh, geokejuruteraan dijangka akan menghalang usaha untuk membasmi malaria bagi kira-kira satu bilion orang yang berisiko menjelang 2070 (Carlson et al., 2016).

2. Metodologi

Perlaksanaan untuk geokejuruteraan solar melibatkan pelbagai teknik yang dicadangkan untuk modifikasi sistem iklim Bumi dengan matlamat utama untuk memantulkan sebahagian daripada tenaga matahari menjauh dari planet ini. Walaupun teknik-teknik ini masih secara besar-besaran bersifat teori dan menghadapi cabaran saintifik, etika, dan pemerintahan yang signifikan, para penyelidik telah meneroka beberapa pendekatan berpotensi. Berikut adalah beberapa metodologi utama yang dicadangkan untuk geokejuruteraan solar seperti *Stratospheric Aerosol Injection* (SAI) dan *Marine Cloud Brightening* (MCB). Kedua-dua SAI dan MCB sedang dikaji secara aktif sebagai teknik geokejuruteraan solar yang berpotensi,

tetapi pelaksanaannya memerlukan penyelidikan teliti, penilaian risiko, dan kerjasama antarabangsa kerana potensi impak global dan melibatkan sempadan.

2.1 Stratospheric Aerosol Injection (SAI)

Stratospheric Aerosol Injection (SAI) adalah kaedah geokejuruteraan solar yang melibatkan penyuntikan zarah aerosol reflektif seperti aerosol sulfat ke dalam stratosfera iaitu lapisan atmosfera kedua di atas permukaan bumi. Matlamat utama SAI adalah untuk mencipta lapisan yang reflektif yang menyebarkan sebahagian dari cahaya matahari yang masuk kembali ke angkasa, dengan mengurangkan jumlah radiasi solar yang sampai ke permukaan bumi. Ini meniru proses semulajadi yang berlaku selepas letusan gunung berapi besar di mana zarah sulfat dilepaskan ke dalam stratosfera dan menyumbang kepada penyejukan sementara planet. Proses SAI melibatkan pelepasan zarah-zarah reflektif ini dari pesawat yang terbang tinggi atau sistem penghantaran lain. Antara teknik penghantaran seperti penggunaan kapal terbang awam atau tentera yang diubahsuai dan penggunaan belon altitude tinggi. Setelah dilepaskan ke dalam stratosfera, zarah-zarah ini kekal di ketinggian untuk jangka masa yang panjang, memantulkan cahaya matahari dan berpotensi menyebabkan kesan penyejukan. Walau bagaimanapun, kelemahan yang berpotensi termasuk ketidakpastian tentang impak iklim serantau dan global, gangguan potensi kepada corak presipitasi, dan risiko penipisan lapisan ozon. SAI adalah salah satu kaedah geokejuruteraan solar yang lebih kontroversi dan kompleks, membangkitkan kebimbangan etika, alam sekitar, dan pemerintahan yang signifikan. Kesimpulannya, Panel Antara Kerajaan Mengenai Perubahan Iklim menyatakan bahawa geokejuruteraan solar adalah kaedah yang paling banyak dikaji, dengan persetujuan yang tinggi bahawa ia boleh menghadkan pemanasan kepada kurang daripada 1.5 °C (2.7 °F).

2.2 Marine Cloud Brightening (MCB)

Marine Cloud Brightening (MCB) adalah teknik geokejuruteraan solar lain yang bertujuan untuk meningkatkan reflektiviti awan marin terutamanya awan stratokumulus. Awan ini memainkan peranan penting dalam mengawalimbangan tenaga bumi. MCB melibatkan penyuntikan zarah kecil, seperti garam laut atau aerosol lain, ke dalam atmosfera marin untuk bertindak sebagai inti kondensasi awan. Zarah-zarah ini menyediakan permukaan tambahan untuk pembentukan titisan air, meningkatkan jumlah titisan kecil dan menjadikan awan lebih reflektif. Awan yang reflektif hasil daripada MCB akan menyebarkan lebih banyak cahaya matahari kembali ke angkasa dan mengurangkan jumlah radiasi solar yang sampai ke permukaan bumi. Kaedah ini melibatkan penghasilan semburan halus garam dari air laut dan penghantaran ke awan stratokumulus marin yang dituju dari kapal. Ini memerlukan teknologi yang boleh menghasilkan zarah garam laut dengan saiz optimum dan menghantarnya dengan daya yang mencukupi untuk menembusi awan rendah. Kabut semburan harus sentiasa dihantar ke atas laut. John Latham dan Stephen Salter mencadangkan sebuah armada kapal rotor tanpa pemandu untuk menyemburkan titisan air laut pada kadar 50 meter padu setiap saat. Walau bagaimanapun, kecekapan pengangkutan berlaku jika penggunaan berskala besar sahaja. Oleh yang demikian, kapal-kapal standard digunakan untuk pengangkutan. MCB dianggap sebagai pendekatan yang lebih terlokalisasi dan diarahkan berbanding dengan kaedah geokejuruteraan solar yang lain. Walau bagaimanapun, cabaran termasuk ketidakpastian tentang keberkesanan proses ini, kesan sampingan potensi terhadap corak cuaca serantau, dan pertimbangan etika dalam memodifikasi sistem awan semulajadi.

3. Hasil dan dapatan

Geoengineering solar bukan sahaja menangani kebimbangan yang mungkin timbul daripada perubahan iklim tetapi ia juga meningkatkan risiko fizikal lain yang meningkatkan kerentanan terhadap perubahan dalam sistem fizikal. Perjanjian bukan penggunaan (*non-use agreement*) dicadangkan oleh sesetengah pihak kerana mereka bimbang bahawa negara-negara yang paling terancam oleh bahaya tindak balas geoengineering solar tidak diwakili dengan memadai dalam sebuah organisasi antarabangsa yang mempunyai kuasa. (Biermann et al., 2016). Walau bagaimanapun, jika ancaman iklim meningkat maka sokongan popular terhadap geoengineering solar kemungkinan akan meningkat juga (Andrews et al., 2018), dan tadbir urus yang baik perlu mengambil kira bahaya global yang mungkin timbul daripada tindak balas ini.

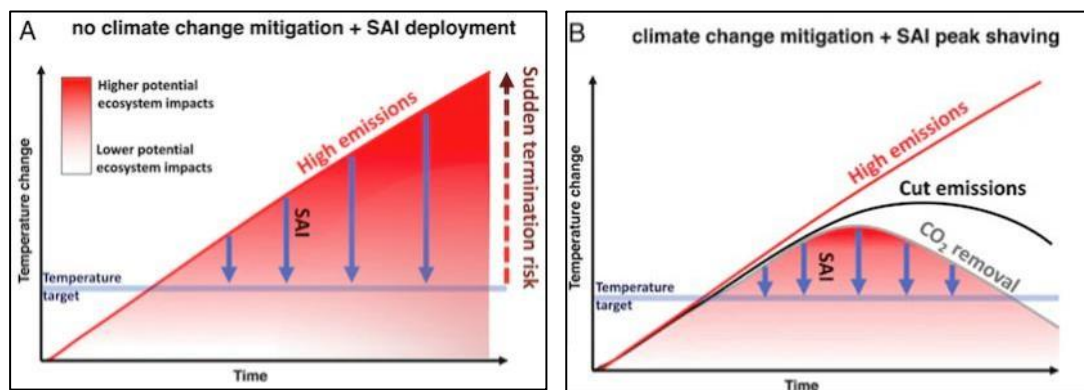
3.1 Risiko geoengineering solar

Kajian PNAS mendapati bahawa kemungkinan buruk geoengineering solar pada masa ini lebih banyak daripada kemungkinan baik. Antaranya adalah (*1 Big pro and 4 Cons of Solar Geoengineering*, n.d.):

3.1.1 Kesan negatif terhadap alam sekitar jika berhenti secara tiba-tiba

Walaupun geoengineering solar mempunyai keupayaan untuk menyejukkan bumi, penghentian tiba-tiba boleh menyebabkan kesan yang memudaratkan.

Satu kajian pada 2018 yang diterbitkan dalam *Ekologi & Evolusi* menyatakan bahawa penamatan tiba-tiba geoengineering solar boleh menyebabkan pemanasan global sepuluh kali lebih cepat daripada jika kita tidak pernah menggunakan teknologi ini. Suhu yang meningkat dengan cepat boleh memusnahkan ekosistem dan menyebabkan kepupusan besar-besaran.



Rajah 3: Kajian yang menunjukkan perubahan suhu yang mungkin berlaku sepanjang masa untuk dua senario SAI (geoengineering solar) yang berbeza. Kawasan berwarna merah di bawah dua kurva tersebut menunjukkan risiko keseluruhan yang mungkin bagi sistem ekologi disebabkan oleh peningkatan suhu dan pelaksanaan SAI.

Sumber: (*1 Big pro and 4 Cons of Solar Geoengineering*, n.d.)

3.1.2. Isu perubahan iklim menjadi lebih teruk

Geokejuruteraan solar tidak membalikkan kesan perubahan iklim dengan mengeluarkan emisi gas rumah hijau dari atmosfera berbeza dengan penangkapan karbon. Ia hanya memantulkan cahaya matahari untuk menurunkan suhu Bumi.

Menurut kajian baru-baru ini, geokejuruteraan solar mungkin tidak secara langsung menghentikan semua kesan gas rumah hijau. Walau bagaimanapun, ia mungkin memberi kesan kepada fotosintesis tumbuhan dan menghadkan bilangan habitat haiwan yang sesuai untuk iklim yang lebih sejuk. Jika ia tidak digunakan bersama dengan langkah-langkah lain untuk mengurangkan emisi gas rumah hijau, geokejuruteraan solar juga boleh menyebabkan perubahan iklim yang besar dan cepat dengan impak yang mungkin merugikan dan tidak dapat dipulihkan ke atas sistem ekologi darat.

3.1.3 Menjejaskan ekosistem tertentu

Selain itu, kajian menunjukkan bahawa penggunaan tenaga suria boleh mengurangkan hujan global sehingga 10% di beberapa tempat di seluruh dunia. Ini secara semula jadi akan memberi kesan kepada habitat tempatan.

Secara khusus, pertumbuhan ekosistem tropika dan hutan hijau bergantung pada hujan. Geokejuruteraan solar boleh menyebabkan perubahan hujan, yang memberi kesan kepada flora dan fauna lain.

3.1.4. Tidak kepastian pengetahuan

Ketidakpastian tambahan termasuk bagaimana geokejuruteraan solar boleh mempengaruhi pendekatan lain dalam melawan perubahan iklim. Ramai yang bimbang bahawa kaedah ini akan merosakkan perasaan kecemasan yang memotivasikan sokongan terhadap inisiatif mitigasi dan adaptasi yang penting lain kerana ia menanggukkan timbulnya bencana iklim tanpa menangani punca asas mereka (Markusson et al., 2016). Malah, sebagai reaksi terhadap kajian mengenai taktik geokejuruteraan, penurunan sokongan yang kontra-intuitif terhadap strategi mitigasi lain sering dirujuk sebagai "bahaya moral" telah diteorisasikan (Bellamy et al., 2016). Apabila dikaji secara berasingan, satu bahaya atau, dalam kes geokejuruteraan solar, satu tindak balas iklim, mengabaikan risiko mungkin. Apabila tindak balas berinteraksi dengan pelbagai sistem fizikal dan sosial, contoh geokejuruteraan solar berfungsi sebagai ilustrasi terhadap kesan yang mungkin meluas. Walau bagaimanapun, cara kita bertindak balas terhadap bahaya iklim tidak boleh dilihat secara berasingan.

3.2 Tindakan yang diambil untuk menilai bahaya perubahan iklim

3.2.1 Tindak Balas Iklim yang Tidak Pasti

Kaedah geokejuruteraan solar mungkin mempunyai kesan tidak diingini, dan ia juga mungkin mempunyai perbezaan geografi. Tindak balas iklim yang tidak dapat diramalkan, seperti perubahan kepada corak hujan, perubahan kepada suhu serantau, atau kesan biologi yang tidak dijangka, boleh berlaku akibat perubahanimbangan tenaga Bumi.

3.2.2 Kelemahan teknologi

Penggunaan geokejuruteraan solar secara global akan memerlukan kemajuan saintifik yang besar, kos yang besar dan kerjasama multilateral. Masih tidak jelas sama ada mungkin menggunakan penyalur berdasarkan ruang atau menyebarkan zarah aerosol dengan berkesan di stratosfera.

3.2.3 Geokejuruteraan solar menimbulkan isu etika

Seperti yang berkaitan dengan tanggungjawab, kesetaraan di antara generasi, dan kemungkinan bahaya moral. Ia boleh mengalihkan tumpuan dan sumber dari inisiatif penting untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau dan bersedia untuk kesan perubahan iklim.

4. Perbincangan dan Cadangan

Untuk mengatasi ketidakpastian sains yang berkaitan dengan geokejuruteraan solar, beberapa strategi boleh digunakan antaranya penyelidikan dan penilaian jangka masa Panjang, kerjasama antarabangsa penilaian risiko dan pertimbangan etika serta penglibatan awam. Pembiayaan penyelidikan yang meningkat dan kerjasama antara bidang ilmu adalah penting untuk meningkatkan pemahaman kita mengenai teknik geokejuruteraan solar dan kesan potensinya. Ini termasuk menjalankan eksperimen makmal, ujian lapangan, dan simulasi komputer untuk lebih mengukur risiko dan ketidakpastian yang terlibat (Caldeira, K., & Myhrvold, N. P., 2013). Pelaksanaan sistem pemantauan untuk mengesan kesan campur tangan geokejuruteraan solar terhadap iklim, kimia atmosfera, dan ekosistem boleh membantu mengesan sebarang kesan tidak diingini dan memberikan maklum balas untuk penyelidikan berterusan dan penyempurnaan teknik (Lawrence, M. G., & Crutzen, P. J., 2010). Berkongsi data, penemuan penyelidikan, dan alat pemodelan di kalangan komuniti saintifik dan institusi penyelidikan antarabangsa boleh memudahkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai geokejuruteraan solar dan menggalakkan usaha kerjasama dalam menangani ketidakpastian (Bracmort, K., Lattanzio, R. K., & Barbour, E. K., 2016). Melakukan penilaian risiko yang teliti yang mengambil kira pelbagai skenario dan ketidakpastian adalah penting. Ini dapat membantu pembuat dasar dan penyelidik membangunkan kerangka tadbir urus yang kukuh dan proses membuat keputusan berdasarkan pengetahuan saintifik dan perbincangan yang bijak (Robock, A., & Bunzl, M., 2015). Mengakui kepentingan penglibatan awam dan pertimbangan etika adalah penting dalam menangani ketidakpastian sains. Terlibat dengan pihak berkepentingan, termasuk komuniti yang terkesan, pembuat dasar, dan masyarakat madani, boleh memberikan pelbagai pandangan dan memastikan bahawa proses penyelidikan dan pembuat keputusan dipandu oleh ketelusan, inklusiviti, dan pertimbangan etika (Mercer, A. M., & Keith, D. W., 2014).

Mengurangkan jumlah radiasi solar yang mencapai permukaan Bumi dan mendinginkan dunia adalah objektif utama geokejuruteraan solar. Walaupun geokejuruteraan solar adalah subjek yang kontroversi dan rumit, pihak yang menyokong menganggapnya mempunyai beberapa kelebihan iaitu pengurangan suhu, tindak balas pantas, keberkesanan kos, kawalan iklim serantau dan meredakan bencana. Keupayaan geokejuruteraan solar untuk menurunkan suhu global adalah kelebihan utamanya. Ia boleh menangani kesan pemanasan gas rumah hijau dengan memantulkan sebahagian tenaga solar yang masuk ke atmosfera kembali ke angkasa. Suntikan aerosol stratosfera (SAI) antara pendekatan geokejuruteraan solar lain telah menjadi tumpuan beberapa penyelidikan yang telah memodelkan kesannya dan membuktikan

keberkesannya dalam menurunkan suhu dunia (Kravitz, B., et al., 2013). Ahli akademik yang menyiasat keberkesanan geokejuruteraan solar sebagai penyelesaian iklim di Harvard, Universiti Washington, dan Institut Emmett UCLA tentang Perubahan Iklim dan Alam Sekitar, antara lain telah memberi tumpuan kepada komponen teknikal teknologi tersebut. Penyelidik Universiti California, San Diego, berusaha untuk menyiasat implikasi terhadap dasar dan ekonomi. Kesan sosioekonomi empat skenario masa depan dimodelkan dalam kajian mereka, yang diterbitkan dalam *Nature Communications* iaitu jika tidak ada lagi perubahan iklim dan kita kekal pada suhu semasa atau jika suhu global meningkat melalui geokejuruteraan solar walaupun peningkatan gas rumah hijau dan jika suhu global terlalu sejuk, turun sekitar 3.5°C (*Solar Geoengineering Could Have Big Benefits (and Also Big Risks)*, n.d.). Geokejuruteraan solar boleh menawarkan penyelesaian cepat untuk meredakan perubahan iklim, berbanding dengan pengurangan pelepasan gas rumah hijau, yang mengambil masa untuk dilaksanakan dan mempunyai faedah jangka Panjang (Keith, D. W., et al., 2004). Jika dilaksanakan, ia boleh segera menghentikan trend pemanasan global dan memberikan kesan daripada suhu panas, cuaca buruk, dan kesan-kesan iklim lain. Apabila dibandingkan dengan teknik mitigasi iklim lain, geokejuruteraan solar telah dicadangkan sebagai strategi yang berpotensi keberkesanan dari kos. Sebagai contoh, satu kajian oleh Ricke et al. (2018) meramalkan bahawa menggunakan aerosol stratosfera akan agak murah, menjadikannya sebagai alternatif yang dapat diakses secara kewangan (Ricke, K. L., et al., 2018). Geokejuruteraan solar mempunyai kelebihan untuk menyasarkan kawasan tertentu atau mengurangkan kesan perubahan iklim di tempat-tempat tertentu. Kajian telah menunjukkan bahawa geokejuruteraan solar, sebagai contoh, boleh membantu mengembalikan corak monsun yang melemah, mengurangkan kemarau di kawasan sensitif (Singh, D., et al., 2020). Dengan menurunkan suhu global, geokejuruteraan solar mungkin dapat mengurangkan keparahan keadaan cuaca buruk seperti taufan, gelombang panas, dan kemarau, memberikan lega sementara usaha pengurangan pelepasan jangka panjang dijalankan.

Kerana sesetengah kawasan mungkin mendapat manfaat lebih daripada yang lain, geokejuruteraan solar menimbulkan kebimbangan mengenai pengagihan kesan secara saksama. Keputusan mengenai pelaksanaannya juga sepatutnya merangkumi pandangan kumpulan yang terkesan dan melibatkan penyertaan awam. Pembangunan geokejuruteraan solar menimbulkan kepelikan etika, termasuk keperluan untuk memberi keutamaan kepada pengurangan karbon, kesetaraan antara generasi, dan kesan yang mungkin tidak dijangka terhadap ekosistem dan biodiversiti. Bagi memastikan keterbukaan, akauntabiliti, dan pembuatan keputusan yang baik, rangka kerja tadbir urus antarabangsa untuk geokejuruteraan solar perlu dibangunkan. Cabaran utama adalah menyelesaikan konflik geopolitik dan menyeimbangkan kepentingan pelbagai negara. Penyelidikan mengenai geokejuruteraan solar harus dijalankan dengan berhati-hati bersama pelan mitigasi dan adaptasi menyeluruh sambil memahami dengan lebih mendalam bahaya dan faedah potensinya. Memberi keutamaan kepada pengurangan pelepasan, pembangunan mampan, dan penyelesaian yang adil yang mengambil kira faktor sosial, ekonomi, dan alam sekitar harus menjadi tumpuan dalam dasar-dasar ini. Akhirnya, geokejuruteraan solar tidak seharusnya dilihat sebagai penyelesaian tunggal tetapi sebagai subjek kajian dan perdebatan berterusan dalam kerangka usaha untuk mengurangkan dan menyesuaikan diri dengan perubahan iklim.

5. Kesimpulan

Geokejuruteraan solar boleh dilaksanakan untuk mengurangkan kesan perubahan iklim dengan mengubah atau mengimbangkan tenaga bumi. Walau bagaimanapun, terdapat halangan politik, sosial, etika, dan sains yang besar terhadap penerapannya. Keperluan segera untuk pengurangan pelepasan, pembangunan mampan, dan kaedah penyesuaian tidak seharusnya terlupakan oleh keperluan untuk kajian lebih lanjut, walaupun penting untuk memahami bahaya dan ketidakpastian yang berkaitan dengan geokejuruteraan solar. Sebarang pertimbangan terhadap geokejuruteraan solar sebagai taktik untuk meredakan perubahan iklim harus dijalankan dengan berhati-hati, dengan menilai dengan teliti kelebihan, risiko, dan isu-isu etika. Kesimpulannya, penyelidikan geokejuruteraan solar memerlukan analisis menyeluruh terhadap interaksinya dengan respons iklim, penilaian risiko, kepentingan tempatan, pembuatan dasar, dan penglibatan silang-generasi. Penubuhan pusat penyelidikan iklim di seluruh dunia dan penyediaan dana tanpa sekatan untuk penyelidikan tindakan iklim, termasuk geokejuruteraan solar, boleh mendorong penyelidikan dan inovasi secara antara disiplin. Pelaburan dalam pembiayaan tindakan iklim dan penyelidikan berorientasikan misi adalah pelaburan penting dalam menangani bahaya perubahan iklim.

Acknowledgment

Saya mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua yang telah menyumbang kepada kejayaan penyediaan kertas penyelidikan ini mengenai "Geokejuruteraan Solar Mengurangkan Kesan Perubahan Iklim." Usaha ini tidak akan mungkin berjaya tanpa sokongan dan bantuan dari pelbagai individu dan institusi. Saya bersyukur kepada Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Muadzam Shah kerana menyediakan sumber-sumber yang diperlukan dan persekitaran yang kondusif untuk penyelidikan. Fasiliti dan sumber perpustakaan telah menjadi penting dalam menjalankan kajian yang teliti dan menyeluruh. Saya berhutang budi kepada rakan sekerja yang dengan murah hati berkongsi pengetahuan dan pengalaman mereka, memperkaya perbincangan dan dapatan yang dikemukakan dalam kertas ini. Usaha bersama ini benar-benar telah meningkatkan kedalaman dan keluasan penyelidikan. Kepercayaan anda terhadap keupayaan saya telah menjadi sumber motivasi yang berterusan. Saya berharap agar penulisan ini menyumbang, sekurang-kurangnya, kepada usaha kolektif untuk meredakan impak perubahan iklim melalui geokejuruteraan solar. Terima kasih kepada semua kerana menjadi sebahagian penting dalam perjalanan ini.

Rujukan

- 1 big pro and 4 cons of solar geoengineering*. (n.d.). Retrieved December 29, 2023, from <https://www.inverse.com/science/solar-geoengineering-pros-and-cons>
- Andrews et al., 2018. High-risk high-reward investments to mitigate climate change *Nat. Clim. Chang.*, 8 (2018), pp. 890-894, 10.1038/s41558-018-0266-y
- Biermann et al., 2016. Solar geoengineering: the case for an international non-use agreement. *Wiley Interdisciplinary Rev.: Climate Change* (2022), p. e754, 10.1002/WCC.754
- Bellamy et al., 2016. Deliberative Mapping of options for tackling climate change: citizens and specialists 'open up' appraisal of geoengineering. *Public Underst. Sci.*, 25 (2016), pp. 269-286, 10.1177/0963662514548628
- Bracmort, K., Lattanzio, R. K., & Barbour, E. K. (2016). *Geoengineering: Governance and technology policy*. Congressional Research Service.
- Caldeira, K., & Myhrvold, N. P. (2013). Projections of the pace of warming following an abrupt increase in atmospheric carbon dioxide concentration. *Environmental Research Letters*, 8(3), 034039.
- Carlson, C.J., Colwell, R., Hossain, M.S., Rahman, M.M., Robock, A., Ryan, S.J., Alam, M.S., Trisos, C.H., 2016. Solar geoengineering could redistribute malaria risk in developing countries. *Nat. Commun.* 13 (1), 1–9. doi: 10.1038/s41467-022-29613-w.
- Geoengineering - Carbon Removal, Climate Solutions, Mitigation | Britannica*. (n.d.). Retrieved December 28, 2023, from <https://www.britannica.com/science/geoengineering/Carbon-removal-proposals>
- Geoengineering | Harvard's Solar Geoengineering Research Program*. (n.d.). Retrieved December 28, 2023, from <https://geoengineering.environment.harvard.edu/geoengineering>
- IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Keith, D. W., et al. (2004). A temporary, moderate, and responsive scenario for solar geoengineering. *Nature*, 432(7017), 824-827.
- Kravitz, B., et al. (2013). The Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP). *Atmospheric Science Letters*, 14(4), 224-229.
- Lawrence, M. G., & Crutzen, P. J. (2010). Monitoring and potential control of unintended greenhouse gas emissions from geohydroengineering. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(13), 6471-6483.
- Mercer, A. M., & Keith, D. W. (2014). Public understanding of solar radiation management. *Environmental Research Letters*, 9(4), 044006.
- Robock, A., & Bunzl, M. (2015). Ethical issues in stratospheric geoengineering. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 71(5), 38-50.

Solar geoengineering could have big benefits (and also big risks). (n.d.). Retrieved December 29, 2023, from <https://www.fastcompany.com/90450942/solar-geoengineering-could-have-big-benefits-and-also-big-risks>

What Is Geoengineering? Definition and Impact. (n.d.). Retrieved December 28, 2023, from <https://www.treehugger.com/what-is-geoengineering-5112441>

What Is Solar Geoengineering? | Union of Concerned Scientists. (n.d.). Retrieved July 8, 2023, from <https://www.ucsusa.org/resources/what-solar-geoengineering>

Proceedings Book- ICRIPE2024: The 4th International Creative and Innovative Product Exhibition

e ISBN 978-629-98791-1-4



9 786299 879114

Persatuan Teknologi Malaysia

(online)

ICRIPE 2024
4TH INTERNATIONAL CREATIVE AND INNOVATIVE PRODUCT EXHIBITION