

TEKNIK KEBUMIHAN

— (Geoengineering) —

— hubungannya dengan Senjata Iklim —

HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail dan dst.



Oleh: Rudy C Tarumingkeng

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Oleh:

[Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD](#)

Guru Besar Manajemen NUP: 9903252922

Rektor, Universitas Cenderawasih, Papua (1978-1988, dan
Rektor, Kampus AGRO Manokwari sekarang Universitas Papua Manokwari)

Coordinator, CIDA/DIKTI SFU Burnaby BC Canada 1988-1991

Rektor, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta (1991-2000)

Ketua Dewan Guru Besar, IPB-University, Bogor (2005-2006)

AI - Data Analyst, dan Ketua Senat Akademik, IBM-ASMI, Jakarta 2024-

© RudyCT Academic Series

rudyct75@gmail.com

15 Maret 2026

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumian (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

TEKNIK KEBUMIAN (GEOENGINEERING) - HUBUNGANNYA DENGAN SENJATA IKLIM (HAARP, DEW, BLUE BEAM, CHEMTRAIL DAN DST.)

Topik ini perlu dijelaskan dengan sangat hati-hati, karena di dalamnya bercampur tiga hal yang sering disamakan padahal berbeda: **(1) teknik kebumian/iklim yang memang ada dalam sains, (2) modifikasi cuaca yang terbatas dan berskala lokal, dan (3) narasi “senjata iklim” yang sebagian berisi fakta historis, tetapi sebagian lain berkembang menjadi teori konspirasi tanpa dukungan bukti ilmiah yang memadai.** Geoengineering sendiri, menurut National Academies, IPCC, dan EPA, pada dasarnya merujuk pada upaya yang disengaja untuk mengubah sistem bumi—terutama untuk **mengurangi pemanasan atau mengeluarkan gas rumah kaca dari atmosfer**—bukan istilah otomatis untuk “senjata.” ([National Academies](#))

Secara akademik, **geoengineering** biasanya dibagi ke dalam dua rumpun besar. Pertama, **carbon dioxide removal (CDR)**, misalnya penyerapan karbon dari udara, reboisasi, biochar, atau direct air capture. Kedua, **solar radiation modification (SRM)** atau solar geoengineering, yaitu upaya memantulkan sebagian kecil radiasi matahari agar bumi sedikit lebih dingin. National Academies dan IPCC menempatkan dua rumpun ini sebagai isu riset iklim yang sangat sensitif, karena ada manfaat potensial tetapi juga risiko fisik, politik, etis, dan tata kelola yang besar. Dengan kata lain, geoengineering dalam pengertian ilmiah adalah **intervensi iklim**, bukan sinonim dari “perang cuaca.” ([National Academies](#))

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Di sini kita perlu membedakan lagi antara **modifikasi cuaca** dan **modifikasi iklim**. WMO menjelaskan bahwa weather modification biasanya berarti intervensi **lokal** pada atmosfer, terutama lewat **cloud seeding** untuk memengaruhi hujan, mengurangi hail, atau mengurai kabut. WMO juga menegaskan bahwa belum ada metode yang terbukti untuk mengendalikan tornado, banjir, petir, atau siklon tropis melalui cloud seeding. Jadi, dari sisi sains, ada perbedaan besar antara "menambah peluang hujan pada awan tertentu" dan "mengendalikan badai, gempa, atau iklim global seperti senjata." ([World Meteorological Organization](#))

Hubungan antara geoengineering dan gagasan **senjata iklim** sebenarnya muncul dari sejarah. Negara-negara memang pernah meneliti modifikasi lingkungan untuk kepentingan strategis. Contoh yang paling sering disebut adalah **Project Popeye** pada era Perang Vietnam, yang bertujuan meningkatkan curah hujan di jalur logistik lawan. Karena pengalaman historis seperti ini, masyarakat internasional kemudian menyusun **ENMOD Convention**, yang melarang penggunaan teknik modifikasi lingkungan untuk tujuan militer atau permusuhan yang efeknya luas, lama, atau berat. Jadi, istilah "senjata iklim" tidak lahir dari ruang kosong; ada akar historisnya. Tetapi dari sini tidak otomatis berarti semua teknologi atmosfer modern adalah senjata. ([Office of the Historian](#))

Sekarang mari kita bahas istilah-istilah yang Bapak sebutkan satu per satu.

HAARP sering menjadi pusat kecurigaan publik. Faktanya, HAARP adalah fasilitas riset nyata di Alaska yang dikelola untuk mempelajari **ionosfer**, yaitu lapisan atmosfer atas yang penting untuk komunikasi radio dan geofisika ruang angkasa. Situs resminya menjelaskan bahwa eksperimen HAARP menggunakan pemancar radio frekuensi tinggi untuk

memanaskan **wilayah kecil ionosfer** dan mengamati efeknya. Kampanye risetnya juga diumumkan secara terbuka. Bahkan ketika muncul klaim bahwa aurora besar tahun 2024 disebabkan HAARP, pihak HAARP menyatakan bahwa aurora itu berasal dari badai Matahari, bukan dari eksperimen mereka. Jadi, HAARP adalah fasilitas riset nyata—bukan sekadar mitos—tetapi bukti yang tersedia tidak mendukung klaim bahwa ia mengendalikan cuaca global, menciptakan badai, atau memicu bencana iklim sesuka hati. ([HAARP](#))

Mengapa HAARP mudah dikaitkan dengan “senjata iklim”? Karena ia menyentuh atmosfer dan memakai gelombang radio berdaya tinggi, sehingga bagi publik awam tampak misterius. Namun secara fisika, objek riset HAARP adalah **ionosfer**, sedangkan cuaca harian—awan, hujan, badai troposferik—terjadi terutama di **troposfer** yang jauh lebih rendah. Dari sini, inferensi ilmiah yang paling masuk akal adalah: walaupun HAARP dapat memodifikasi kondisi lokal di ionosfer untuk kepentingan eksperimen, itu sangat berbeda dari kemampuan untuk “mengendalikan iklim bumi” atau “menyerang negara lain dengan badai.” Posisi ini sejalan dengan definisi resmi fungsi HAARP dan dengan batasan kemampuan weather modification yang dijelaskan WMO. ([HAARP](#))

DEW (Directed Energy Weapons) berbeda lagi. Di sini kita masuk ke teknologi militer yang **nyata**. GAO, ONR, dan sumber pemerintah lain menjelaskan bahwa directed energy weapons memakai energi elektromagnetik terkonsentrasi—misalnya laser energi tinggi atau microwave berdaya tinggi—untuk merusak, menonaktifkan, atau menghancurkan target dengan presisi. Jadi, DEW bukan dongeng. Tetapi menghubungkan DEW dengan “senjata iklim” sering merupakan lompatan logika. DEW dirancang untuk menyerang target fisik atau elektronik tertentu; itu bukan sama dengan sistem pengendali atmosfer global. Ada klaim viral yang menghubungkan kebakaran besar atau bencana tertentu dengan DEW, tetapi fact-check AP berkali-kali tidak

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

menemukan dukungan bukti untuk klaim semacam itu. Secara analitis, DEW adalah **senjata energi**, bukan secara otomatis **senjata iklim**. ([GAO](#))

Penting juga dicatat bahwa DEW bisa saja berinteraksi dengan lingkungan—misalnya panas, cahaya, atau gangguan elektronik—tetapi itu belum cukup untuk menyebutnya alat pengendali iklim. Dalam kajian strategi militer, skala serangan terhadap drone, sensor, kapal kecil, atau sistem elektronik sangat berbeda dari skala manipulasi dinamika atmosfer bumi. Karena itu, ketika DEW dimasukkan ke dalam daftar “senjata iklim,” biasanya yang terjadi adalah pencampuran antara **senjata elektromagnetik nyata** dan **hipotesis konspiratif tentang kendali cuaca**. ([Office of Naval Research](#))

Project Blue Beam berada pada kategori yang berbeda dari HAARP dan DEW. Blue Beam bukan program ilmiah atau fasilitas riset yang diakui secara resmi, melainkan sebuah **narasi konspirasi** yang umumnya ditelusuri ke tulisan Serge Monast pada 1990-an. Intinya adalah dugaan bahwa teknologi proyeksi, UFO palsu, atau simulasi besar akan dipakai untuk kontrol massal. Reuters menjelaskan bahwa teori ini berulang kali dipakai untuk menafsirkan video-video palsu atau salah konteks. Dalam diskusi akademik, Blue Beam lebih relevan sebagai studi tentang **disinformasi, psikologi massa, dan budaya digital**, bukan sebagai teknologi iklim. Jadi hubungannya dengan geoengineering hampir tidak ada, kecuali pada level persepsi publik yang mencampur semua fenomena langit menjadi satu narasi besar tentang manipulasi. ([Reuters](#))

Chemtrail juga sangat sering disebut. Di sini sumber resmi cukup tegas. EPA menjelaskan bahwa contrails adalah **condensation trails**, yaitu jejak awan es yang terbentuk dari uap air dan partikel dalam gas buang pesawat pada ketinggian dingin. EPA juga menyatakan pemerintah federal tidak mengetahui adanya contrail yang sengaja dibentuk untuk geoengineering atau weather modification di AS, dan NASA menjelaskan

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

mekanisme fisiknya secara biasa: udara sangat dingin di ketinggian tinggi membuat uap air cepat mengembun lalu membeku menjadi kristal es. Memang benar bahwa contrails dapat berpengaruh pada iklim karena bisa memerangkap panas dalam kondisi tertentu, tetapi itu sangat berbeda dari klaim bahwa pesawat komersial rutin menyemprot bahan kimia rahasia untuk mengendalikan populasi atau cuaca. ([US EPA](#))

Jadi, dalam kasus chemtrail, ada satu bagian yang **ilmiah** dan satu bagian yang **konspiratif**. Bagian ilmiahnya: pesawat memang meninggalkan contrails, dan contrails memang punya efek radiatif tertentu terhadap iklim. Bagian konspiratifnya: belum ada bukti kuat yang mendukung klaim bahwa jejak itu adalah program penyemprotan rahasia global. Ini contoh bagus tentang bagaimana fakta fisika atmosfer dapat dibungkus ulang menjadi narasi politik yang jauh melampaui bukti. ([NASA Science](#))

Kalau Bapak bertanya, "apakah ada teknologi lain yang sering dimasukkan ke kategori senjata iklim?", jawabannya ada. Yang pertama adalah **cloud seeding**. Ini nyata, digunakan di berbagai negara, dan secara teknis termasuk weather modification. NOAA menegaskan cloud seeding adalah aktivitas modifikasi cuaca, sementara WMO menjelaskan praktik ini biasanya bertujuan lokal: menambah hujan, menekan hail, atau mengurai kabut. Namun dari sudut evidensi, efektivitasnya terbatas, sangat bergantung pada jenis awan dan kondisi meteorologis, serta tidak berarti manusia dapat menciptakan hujan kapan saja atau mengendalikan siklon besar sesuka hati. ([NOAA Library](#))

Yang kedua adalah eksperimen atau usulan **solar geoengineering**, misalnya injeksi aerosol stratosfer atau pencerahan awan laut. Ini bukan teori konspirasi; ini benar-benar dibahas dalam literatur dan lembaga kebijakan. National Academies pada 2021 bahkan merekomendasikan riset dan tata kelola yang ketat, sambil menekankan bahwa riset itu

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

bukan dorongan otomatis untuk deployment. EPA juga dalam 2025 menyoroti aktivitas sebuah startup yang melepaskan sulfur dioksida lewat balon untuk tujuan geoengineering, yang menunjukkan bahwa isu ini memang telah bergerak dari wacana akademik ke tindakan lapangan yang memicu pertanyaan hukum dan etika. Dengan demikian, ada bagian dari “rekayasa iklim” yang memang nyata dan kontroversial—tetapi itu berbeda dari klaim bahwa dunia diam-diam telah dikuasai oleh senjata cuaca omnipoten. ([National Academies](#))

Yang ketiga adalah warisan eksperimen modifikasi badai seperti **Project STORMFURY**, ketika NOAA pernah meneliti apakah cloud seeding dapat melemahkan hurricane. Fakta historis ini penting karena menunjukkan bahwa gagasan memengaruhi cuaca ekstrem memang pernah dipikirkan secara serius. Tetapi sejarah yang sama juga menunjukkan keterbatasan besar ilmu tersebut. WMO saat ini menegaskan tidak ada bukti yang diterima secara umum bahwa siklon tropis dapat dimodifikasi secara andal. Jadi sejarah riset atmosfer dan sejarah konspirasi publik sering bertemu di satu titik: keduanya sama-sama mengakui manusia pernah ingin mengubah cuaca, tetapi hanya satu pihak yang menerima betapa terbatas dan tidak pastinya kemampuan itu. ([AOML](#))

Dari sudut pandang ilmu manajemen risiko dan tata kelola global, topik ini menarik karena memperlihatkan **kesenjangan antara kemampuan teknis, persepsi publik, dan regulasi internasional**. Ketika masyarakat mendengar istilah HAARP, aerosol, cloud seeding, laser, atau satelit, semua itu mudah disatukan ke dalam imajinasi tentang “senjata iklim.” Tetapi lembaga-lembaga internasional justru menekankan perbedaan kategoris: mana riset ionosfer, mana modifikasi cuaca lokal, mana intervensi iklim global, mana senjata energi terarah, dan mana klaim yang tidak didukung bukti. Ketiadaan perbedaan inilah yang melahirkan kepanikan, disinformasi, dan polarisasi. ([HAARP](#))

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumian (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Geoengineering adalah payung ilmiah untuk intervensi sistem bumi; “senjata iklim” adalah istilah politik-populer yang mencampur sejarah nyata modifikasi lingkungan dengan berbagai klaim yang tingkat evidensinya sangat berbeda-beda. HAARP adalah fasilitas riset nyata, tetapi bukan bukti kendali cuaca global. DEW adalah teknologi senjata nyata, tetapi tidak sama dengan pengendali iklim. Blue Beam lebih tepat dipahami sebagai teori konspirasi. Chemtrail tidak didukung bukti sebagai program penyemprotan rahasia, walaupun contrails sendiri nyata dan punya efek atmosferik. Cloud seeding nyata, tetapi terbatas. Dan sejarah seperti Project Popeye menunjukkan bahwa pemanfaatan lingkungan untuk tujuan permusuhan pernah ada, sehingga lahir larangan internasional melalui ENMOD. ([United Nations Treaty Collection](#))

Dengan demikian, hubungan antara **Teknik Kebumian (Geoengineering)** dan **Senjata Iklim** dapat dipahami sebagai berikut. Geoengineering memberikan bahasa ilmiah dan teknologi dasar bagi upaya memengaruhi sistem bumi. Sebagian teknologi atau gagasan dalam wilayah itu dapat menimbulkan kekhawatiran keamanan nasional, penyalahgunaan, atau kompetisi geopolitik. Namun tidak semua yang menyentuh atmosfer adalah senjata, dan tidak semua yang tampak aneh di langit adalah bukti operasi rahasia. Pendekatan akademik yang sehat adalah memakai **hirarki evidensi**: membedakan mana yang terbukti, mana yang masih diteliti, mana yang pernah dipakai secara historis, dan mana yang terutama hidup sebagai mitos digital. ([National Academies](#))

Bahasan Akademik

Teknik Kebumian (Geoengineering) dan Hubungannya dengan "Senjata Iklim": Kajian Kritis atas HAARP, DEW, Blue Beam, Chemtrail, dan Narasi Sejenis

Abstrak

Makalah ini bertujuan menjelaskan secara kritis hubungan antara **teknik kebumian (geoengineering)** dan gagasan populer tentang "**senjata iklim**" yang sering dikaitkan dengan HAARP, directed energy weapons (DEW), Project Blue Beam, chemtrail, cloud seeding, dan teknologi sejenis. Dalam ruang publik, istilah-istilah tersebut kerap dicampuradukkan tanpa pembedaan yang memadai antara sains iklim, modifikasi cuaca, teknologi militer elektromagnetik, serta teori konspirasi digital. Berdasarkan telaah pustaka terhadap sumber-sumber primer dan otoritatif—termasuk IPCC, National Academies, WMO, EPA, NOAA, GAO, AARO, dokumen sejarah pemerintah Amerika Serikat, dan United Nations Office for Disarmament Affairs—makalah ini menunjukkan bahwa geoengineering dalam pengertian ilmiah terutama merujuk pada dua rumpun intervensi: **carbon dioxide removal (CDR)** dan **solar radiation modification (SRM)**. Sementara itu, weather modification seperti cloud seeding adalah praktik nyata namun terbatas skalanya, dan tidak terbukti mampu mengendalikan badai, tornado, atau sistem iklim global secara andal. Sejarah memang mencatat adanya penggunaan modifikasi lingkungan untuk tujuan militer, seperti Project Popeye pada Perang Vietnam, yang kemudian mendorong lahirnya **ENMOD Convention**. Namun, dari fakta historis itu tidak dapat ditarik kesimpulan bahwa semua fasilitas atmosferik modern merupakan "senjata iklim." HAARP adalah fasilitas riset ionosfer yang nyata, DEW adalah teknologi persenjataan nyata berbasis energi elektromagnetik terkonsentrasi, tetapi Project Blue Beam dan chemtrail terutama hidup

sebagai narasi disinformasi yang menempel pada fenomena teknis yang nyata, seperti UFO palsu, contrails, dan eksperimen atmosfer. Kesimpulan utama makalah ini adalah bahwa hubungan antara geoengineering dan “senjata iklim” harus dianalisis melalui hirarki evidensi: membedakan antara teknologi ilmiah yang terdokumentasi, aplikasi cuaca terbatas, sejarah militerisasi lingkungan, dan klaim konspiratif yang tidak didukung bukti kuat. (IPCC)

Kata kunci: geoengineering, solar radiation modification, carbon dioxide removal, weather modification, HAARP, directed energy weapons, chemtrail, Blue Beam, ENMOD, senjata iklim

1. Pendahuluan

Perdebatan tentang perubahan iklim pada abad ke-21 tidak hanya melahirkan diskursus ilmiah tentang mitigasi dan adaptasi, tetapi juga memunculkan imajinasi politik dan budaya yang kuat tentang kemungkinan manusia “mengendalikan bumi.” Di satu sisi, ilmu iklim modern memang membuka ruang bagi berbagai gagasan intervensi terhadap sistem bumi, mulai dari penghilangan karbon dioksida sampai upaya memantulkan sebagian radiasi matahari. Di sisi lain, perkembangan teknologi radar, satelit, gelombang elektromagnetik, drone, dan platform digital membuat publik semakin mudah mempercayai bahwa cuaca, bencana, bahkan persepsi massal dapat direkayasa sebagai alat dominasi. Dalam konteks itulah istilah **geoengineering** sering dipertemukan—secara benar maupun keliru—dengan istilah “**senjata iklim.**” (IPCC)

Masalah utamanya bukan sekadar benar atau salah, melainkan **tercampurnya kategori analitis.** Banyak orang menempatkan cloud seeding, HAARP, laser militer, contrails pesawat, program UFO, dan teori

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Blue Beam dalam satu keranjang yang sama, seolah semuanya merupakan bagian dari satu infrastruktur rahasia pengendali iklim dunia. Padahal, sumber-sumber ilmiah dan kelembagaan menunjukkan bahwa masing-masing memiliki status ontologis, teknis, dan evidensial yang berbeda. Ada yang merupakan bidang riset sah dalam ilmu kebumihan, ada yang merupakan teknologi militer nyata namun tidak berhubungan langsung dengan iklim, ada yang merupakan eksperimen cuaca lokal, dan ada pula yang lebih tepat dipahami sebagai narasi konspiratif yang tumbuh melalui budaya digital. ([US EPA](#))

Karena itu, makalah ini mengambil posisi kritis: bukan menolak begitu saja seluruh kekhawatiran publik, tetapi juga tidak menerima secara mentah semua klaim populer. Pendekatan yang dipakai adalah **klarifikasi konseptual, pembacaan historis, dan evaluasi evidensi**. Tujuan akhirnya ialah menunjukkan hubungan yang sesungguhnya antara geoengineering dan "senjata iklim": di mana titik temu historis dan strategisnya, di mana batas ilmiahnya, dan di mana wilayah yang lebih tepat disebut disinformasi. Pendekatan seperti ini penting bukan hanya untuk literasi publik, tetapi juga bagi tata kelola teknologi, etika global, dan kebijakan negara-negara berkembang yang rentan terdampak narasi kepanikan teknologi. ([World Meteorological Organization](#))

2. Pendekatan Kajian dan Dasar Sumber

Makalah ini disusun sebagai **kajian konseptual-kritis berbasis telaah pustaka**. Sumber utama yang digunakan adalah lembaga ilmiah dan kebijakan yang memiliki otoritas di bidang iklim, cuaca, pertahanan, dan hukum internasional. Untuk geoengineering dan SRM, rujukan utama berasal dari **IPCC, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine**, serta **laporan Gedung Putih/OSTP**. Untuk weather modification digunakan bahan dari **WMO, EPA, dan NOAA**. Untuk

Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) - hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail dan dst.)

teknologi militer digunakan sumber **GAO**. Untuk sejarah militerisasi cuaca dipakai dokumen resmi **Office of the Historian, U.S. Department of State** dan bahan hukum **United Nations Office for Disarmament Affairs** mengenai ENMOD. Untuk klaim UFO/Blue Beam digunakan **AARO** dan laporan verifikasi **Reuters**. Pemilihan sumber seperti ini penting agar pembahasan tidak bertumpu pada blog, rumor, atau kanal sensasional. ([IPCC](#))

Secara metodologis, analisis dilakukan melalui empat langkah. Pertama, membedakan secara terminologis antara **geoengineering, weather modification, environmental modification**, dan **directed energy weapons**. Kedua, menelusuri sejarah penggunaan modifikasi lingkungan dalam konteks militer. Ketiga, mengevaluasi objek-objek yang paling sering disebut dalam wacana "senjata iklim": HAARP, DEW, Blue Beam, chemtrail, dan cloud seeding. Keempat, menyusun sintesis normatif mengenai implikasi etika, hukum, dan komunikasi sains. Dengan cara ini, makalah tidak terjebak pada dikotomi sederhana antara "semua hoaks" versus "semua benar," melainkan membangun skala penilaian yang lebih proporsional. ([Disarmament UNODA](#))

3. Geoengineering dalam Literatur Ilmiah Kontemporer

Dalam literatur iklim modern, geoengineering tidak dipahami sebagai proyek tunggal, melainkan sebagai payung bagi intervensi yang disengaja terhadap sistem bumi. Namun, IPCC sendiri cenderung **menghindari penggunaan istilah "geoengineering" sebagai istilah umum**, dan lebih memilih membedakan dua rumpun utama: **carbon dioxide removal (CDR)** dan **solar radiation modification (SRM)**. IPCC menjelaskan bahwa CDR merujuk pada teknologi, praktik, dan pendekatan yang mengeluarkan serta menyimpan CO₂ secara tahan lama dari atmosfer, sedangkan SRM mencakup proposal untuk meningkatkan pemantulan radiasi matahari kembali ke angkasa.

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Pemisahan ini penting, karena CDR dan SRM berbeda sangat jauh dalam hal mekanisme, risiko, reversibilitas, tata kelola, dan legitimasi politik.

([IPCC](#))

CDR umumnya dipandang sebagai intervensi yang lebih dekat dengan logika mitigasi. Bentuknya meliputi reboisasi, pengayaan karbon tanah, biochar, bioenergy with carbon capture and storage, direct air capture, hingga bentuk-bentuk penyimpanan geologis. CDR tidak mendinginkan bumi dengan “mengurangi sinar matahari,” melainkan dengan menurunkan konsentrasi gas rumah kaca. Karena itu, meskipun tetap menghadapi pertanyaan biaya, skala, keadilan, dan permanensi penyimpanan, CDR secara normatif masih relatif lebih dekat dengan paradigma transisi iklim yang diterima luas. IPCC bahkan menempatkan CDR sebagai salah satu komponen penting dalam banyak skenario pembatasan pemanasan global, meskipun bukan pengganti pengurangan emisi secara langsung. ([IPCC](#))

Berbeda dari CDR, SRM lebih kontroversial karena bekerja dengan memodifikasi neraca radiasi, bukan akar penyebab konsentrasi gas rumah kaca. National Academies dan laporan Gedung Putih 2023 menyoroti bentuk-bentuk SRM seperti **stratospheric aerosol injection (SAI)** dan **marine cloud brightening (MCB)** sebagai pendekatan yang paling banyak dibahas. Laporan-laporan ini tidak menyatakan bahwa SRM harus diterapkan; justru sebaliknya, mereka menekankan perlunya penelitian yang berhati-hati, tata kelola yang kuat, dan kesadaran bahwa intervensi ini mengandung risiko atmosferik, ekologis, politik, dan etis. Bahkan National Academies menegaskan bahwa modifikasi albedo pada skala yang cukup untuk mengubah iklim **tidak seharusnya dideploy saat ini**, dan setiap agenda riset harus dirancang untuk memahami prospek serta keterbatasannya, bukan untuk mendorong implementasi otomatis. ([The Center for Climate & Security](#))

Dengan demikian, dari sudut pandang sains kebumihan, geoengineering memang nyata sebagai **wilayah riset dan perdebatan kebijakan**, tetapi belum dapat diidentikkan dengan "senjata iklim." Sebuah intervensi iklim belum tentu bersifat militer, dan sebuah teknologi militer belum tentu merupakan instrumen pengendali iklim. Justru di sinilah pentingnya disiplin analitis: geoengineering adalah kategori ilmiah-kebijakan yang membahas intervensi terhadap sistem bumi, sedangkan "senjata iklim" adalah label politis-populer yang sering memuat ketakutan atas penyalahgunaan teknologi tersebut. Ada hubungan di antara keduanya, tetapi tidak identik. ([IPCC](#))

4. Weather Modification: Antara Praktik Nyata dan Batasan Fisik

Salah satu sumber kebingungan terbesar dalam diskursus publik adalah pencampuran antara **weather modification** dan **climate engineering**. Weather modification biasanya mengacu pada upaya mengubah fenomena cuaca tertentu pada skala lokal atau regional, terutama melalui **cloud seeding**. WMO secara eksplisit menyatakan bahwa aktivitasnya di bidang ini bertujuan mendorong proyek yang ilmiah dan praktik terbaik. NOAA Library juga menjelaskan bahwa cloud seeding diklasifikasikan sebagai weather modification activity, dan aktivitas seperti itu harus dilaporkan. Ini berarti modifikasi cuaca bukan fantasi; ia merupakan bidang nyata, meskipun terbatas secara ilmiah dan administratif. ([World Meteorological Organization](#))

Namun, pengakuan akan keberadaan weather modification tidak sama dengan pengakuan akan kemampuan tanpa batas. WMO menyatakan bahwa **tidak ada bukti yang diterima secara umum** bahwa siklon tropis dapat dimodifikasi secara andal, dan **tidak ada metode yang terbukti** untuk memodifikasi tornado, bahaya sambaran petir, banjir, dan fenomena cuaca buruk lainnya melalui cloud seeding. Dengan kata lain, klaim yang mengatakan manusia sudah dapat menciptakan atau

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

mengendalikan badai besar, topan, atau bencana atmosfer global sesuka hati, tidak didukung oleh posisi ilmiah kelembagaan saat ini. ([World Meteorological Organization](#))

Di sini kita melihat satu pola penting. Banyak teori "senjata iklim" lahir karena publik menyadari bahwa manusia memang pernah dan masih mencoba memengaruhi cuaca. Dari fakta ini kemudian muncul lompatan logika: bila hujan dapat "dirangsang," maka badai, kekeringan, bahkan gempa pun pasti dapat dikendalikan. Padahal transisi dari intervensi awan lokal menuju kontrol sistem bumi berskala planet bukanlah perpanjangan linear, melainkan lompatan besar yang tidak didukung bukti ilmiah operasional. Secara naratif, ini mirip dengan seseorang yang melihat bahwa dokter dapat memengaruhi detak jantung melalui obat, lalu menyimpulkan bahwa manusia pasti sudah bisa sepenuhnya mengendalikan kehidupan biologis. Realitas ilmiahnya jauh lebih kompleks. ([World Meteorological Organization](#))

5. Sejarah Militerisasi Lingkungan dan Lahirnya ENMOD

Walaupun banyak klaim publik terlalu jauh, sejarah memang mencatat bahwa lingkungan pernah dipikirkan sebagai medium strategis.

Dokumen resmi **Project Popeye** dari Office of the Historian menunjukkan bahwa Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada masa Perang Vietnam menginginkan curah hujan yang cukup di jalur infiltrasi Vietnam Utara dan Laos Selatan untuk mengganggu lalu lintas truk logistik. Tujuan ini memperlihatkan bahwa modifikasi cuaca pernah ditempatkan secara eksplisit sebagai alat operasi militer. Fakta ini sangat penting, sebab ia menjadi landasan historis mengapa istilah "senjata iklim" terdengar masuk akal bagi sebagian orang. ([Office of the Historian](#))

Masalahnya, dari fakta historis yang sah ini sering ditarik generalisasi yang berlebihan. Project Popeye adalah operasi spesifik, berbasis cloud

seeding, dalam konteks perang tertentu, dengan sasaran logistik tertentu. Ia bukan bukti bahwa negara-negara telah menguasai mesin pengendali iklim global. Meski demikian, operasi tersebut cukup serius untuk mendorong lahirnya rezim hukum internasional. **ENMOD Convention** kemudian melarang penggunaan teknik modifikasi lingkungan untuk tujuan militer atau permusuhan yang memiliki dampak luas, berkepanjangan, atau berat. UNODA menjelaskan bahwa environmental modification techniques mencakup perubahan, melalui manipulasi sengaja atas proses alam, terhadap dinamika, komposisi, atau struktur bumi, termasuk atmosfer. Rumusan ini sangat luas, dan justru memperlihatkan bahwa masyarakat internasional sejak lama menyadari potensi penyalahgunaan teknologi terhadap lingkungan. ([Disarmament UNODA](#))

Dari sini tampak satu hubungan yang sah antara geoengineering dan "senjata iklim": **keduanya bertemu pada isu kemampuan manusia memanipulasi proses alam.** Namun, hubungannya bukan dalam arti bahwa semua geoengineering adalah militer, melainkan dalam arti bahwa setiap kemampuan memodifikasi sistem bumi selalu memiliki dimensi keamanan, geopolitik, dan tata kelola. Semakin besar skala intervensi, semakin besar pula pertanyaan mengenai siapa yang memutuskan, siapa yang menanggung risiko, dan bagaimana membedakan intervensi damai dari tindakan bermusuhan. Di sinilah sejarah perang, hukum internasional, dan etika teknologi saling bersinggungan. ([Disarmament UNODA](#))

6. HAARP: Riset Ionosfer, Bukan Bukti Kendali Iklim Global

HAARP adalah salah satu contoh terbaik tentang bagaimana teknologi nyata dapat dibaca sebagai ancaman supra-ilmiah. Secara resmi, HAARP adalah program untuk mempelajari **ionosfer**, yakni lapisan atmosfer atas yang penting bagi komunikasi radio dan fisika ruang angkasa. Cuplikan

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

resmi HAARP menyebut program ini sebagai upaya ilmiah yang ditujukan untuk mempelajari sifat dan perilaku ionosfer. EPA juga menyatakan bahwa HAARP adalah pemancar frekuensi tinggi bertenaga besar yang digunakan untuk mempelajari ionosfer, bukan program rahasia yang tersembunyi dari publik. ([HAARP](#))

Kecurigaan terhadap HAARP bertambah karena sejarah pendanaannya memang pernah melibatkan Angkatan Udara dan Angkatan Laut Amerika Serikat. Sebuah dokumen Air Force menyebut ketertarikan militer pada HAARP berhubungan dengan kemampuan fasilitas itu untuk melakukan riset dasar tentang interaksi gelombang radio di ionosfer dan menilai dampaknya terhadap komunikasi, radar, dan sistem pengawasan. Artinya, ada dimensi strategis yang nyata, tetapi itu masih berada dalam ranah **komunikasi, radar, dan studi ionosfer**, bukan otomatis menjadi kemampuan menciptakan gempa, badai, atau mengendalikan musim secara global.

Bukti publik terbaru juga memperkuat pemisahan itu. Ketika aurora besar pada Mei 2024 memicu spekulasi bahwa HAARP menjadi penyebabnya, University of Alaska Fairbanks menegaskan bahwa kampanye ilmiah HAARP pada 8–10 Mei **tidak memiliki hubungan** dengan badai Matahari yang menghasilkan aurora tersebut. Direktur HAARP menyatakan eksperimen itu difokuskan pada mekanisme deteksi sampah antariksa, dan waktunya kebetulan berdekatan dengan badai geomagnetik. Peristiwa ini penting karena menunjukkan pola tipikal disinformasi: dua kejadian yang berdekatan dalam waktu—eksperimen HAARP dan aurora—diperlakukan seolah-olah berhubungan sebab-akibat, padahal penjelasan fisiknya berbeda sama sekali. ([University of Alaska Fairbanks](#))

Secara inferensial, HAARP memang dapat mengubah kondisi lokal pada bagian kecil ionosfer untuk kepentingan riset, tetapi dari situ tidak

Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)

otomatis mengikuti kemampuan untuk memanipulasi cuaca troposferik, apalagi iklim global. Cuaca yang kita alami sehari-hari terutama terjadi di troposfer, sedangkan HAARP beroperasi pada domain ionosfer. Dalam bahasa sederhana, menyamakan HAARP dengan mesin pengendali badai global sama seperti menyamakan laboratorium saraf dengan kemampuan mengendalikan seluruh perilaku manusia di muka bumi. Ada hubungan tematik—sama-sama menyentuh sistem kompleks—tetapi tidak ada bukti operasional yang menjembatani klaim tersebut. ([HAARP](#))

7. Directed Energy Weapons (DEW): Senjata Nyata, tetapi Bukan Sinonim “Senjata Iklim”

Berbeda dari Blue Beam atau chemtrail, **directed energy weapons (DEW)** bukan mitos. GAO menjelaskan bahwa DEW menggunakan energi elektromagnetik terkonsentrasi untuk melawan target dan aset musuh. Kategori ini mencakup high-energy lasers, high-power microwave, dan sistem elektromagnetik lain yang dapat menonaktifkan elektronik, mengganggu sensor, atau merusak target fisik. Dengan demikian, DEW jelas merupakan teknologi persenjataan yang sah secara konseptual dan nyata secara institusional. ([GAO](#))

Akan tetapi, menyebut DEW sebagai “senjata iklim” biasanya merupakan penyederhanaan yang tidak tepat. Sasaran utama DEW adalah target militer atau elektronik tertentu, bukan pengaturan neraca radiasi bumi, pembentukan awan, atau sirkulasi atmosfer global. Bahkan ketika DEW beroperasi melalui spektrum elektromagnetik, itu tidak berarti ia mampu memanipulasi iklim. Perbedaan skalanya fundamental. Laser yang membakar drone atau microwave yang melumpuhkan elektronik bekerja dalam logika taktis dan operasional; sedangkan iklim adalah sistem bumi yang melibatkan interaksi samudra, atmosfer, radiasi, aerosol, permukaan darat, dan umpan balik biologis dalam skala planet. ([GAO](#))

Mengapa DEW lalu sering masuk ke daftar “senjata iklim”? Karena dalam budaya digital, istilah “energi” sering diperlakukan secara magis. Banyak orang menganggap bahwa jika sebuah sistem menggunakan energi sangat besar dan tak terlihat, maka ia pasti mampu mempengaruhi langit, awan, atau kebakaran dari jauh. Padahal logika saintifik menuntut pembuktian yang jauh lebih ketat. Hingga kini, sumber-sumber resmi yang tersedia mendeskripsikan DEW sebagai senjata melawan ancaman seperti drone dan misil, bukan sebagai instrumen kendali cuaca global. Karena itu, posisi akademik yang lebih hati-hati adalah: **DEW itu nyata sebagai kategori senjata**, tetapi klaim yang memperluasnya menjadi pengendali iklim perlu diperlakukan sebagai hipotesis yang belum dibuktikan, bukan sebagai fakta. ([GAO](#))

8. Project Blue Beam: Narasi Konspirasi dan Politik Persepsi

Jika HAARP dan DEW masih berangkat dari infrastruktur atau teknologi nyata, maka **Project Blue Beam** lebih tepat dipahami sebagai narasi konspirasi tentang manipulasi persepsi massal melalui simulasi fenomena langit, UFO palsu, atau representasi religius palsu. Dalam praktik digital kontemporer, Blue Beam sering dipakai untuk menafsirkan video atau fenomena langit yang sebenarnya salah konteks, CGI, atau hasil gim simulasi. Reuters, misalnya, memverifikasi bahwa sebuah klip yang dipakai untuk memicu narasi Blue Beam tentang UFO di Nevada sebenarnya berasal dari permainan simulasi Digital Combat Simulator, bukan bukti peristiwa nyata. ([Reuters](#))

Klaim-klaim Blue Beam sering beririsan dengan kepercayaan bahwa pemerintah menyembunyikan teknologi alien atau sedang mempersiapkan peristiwa besar untuk kontrol global. Namun laporan historis **AARO** pada 2024 menyatakan tidak ditemukan bukti bahwa penampakan UAP mewakili aktivitas ekstraterestrial, dan tidak ditemukan bukti bahwa pemerintah AS atau industri swasta pernah memiliki akses

pada teknologi luar angkasa. Laporan itu juga mencatat bagaimana sebagian besar kasus historis memiliki penjelasan biasa atau berhubungan dengan salah identifikasi. Temuan ini tidak secara langsung “membantah Blue Beam” sebagai teks budaya, tetapi menutup salah satu fondasi utamanya, yakni gagasan bahwa ada basis bukti resmi untuk rekayasa UFO super-rahasia yang menandai konspirasi global.

[\(U.S. Department of War\)](#)

Karena itu, hubungan Blue Beam dengan geoengineering pada dasarnya sangat lemah. Keduanya hanya bertemu pada level **imajinasi sosial tentang kendali atas langit**. Geoengineering berbicara tentang intervensi iklim atau sistem bumi; Blue Beam berbicara tentang manipulasi persepsi simbolik dan psikologis. Dalam kajian komunikasi, Blue Beam lebih berguna dianalisis sebagai gejala ekologi informasi era digital: ketika citra langit, UFO, dan otoritas negara digabungkan menjadi narasi yang menjanjikan penjelasan total atas ketidakpastian. Dalam konteks inilah Blue Beam bukan persoalan meteorologi, melainkan persoalan **kepercayaan, media, dan disinformasi**. [\(Reuters\)](#)

9. Chemtrail: Ketika Contrails yang Nyata Ditarik ke Narasi Rahasia

Di antara semua istilah populer, **chemtrail** mungkin yang paling dekat dengan pengalaman visual sehari-hari: orang melihat garis putih di langit lalu bertanya, “apa yang sedang disemprotkan?” EPA menjelaskan bahwa contrails adalah **condensation trails** atau awan buang berbentuk garis yang terlihat di belakang pesawat jet. Contrails terbentuk ketika uap air dan partikel dalam gas buang pesawat berinteraksi dengan udara dingin pada ketinggian tinggi sehingga terbentuk kristal es. NASA memberikan penjelasan serupa dan menambahkan bahwa contrails yang bertahan lama dapat menyebar menjadi awan cirrus. Jadi, fenomena visual yang dilihat publik itu nyata, tetapi penjelasan dasarnya adalah fisika atmosfer biasa. [\(US EPA\)](#)

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

Yang menarik, sains tidak menyangkal bahwa contrails memiliki dampak iklim. EPA menyebut model saat ini menunjukkan contrail persisten dapat memiliki **efek pemanasan bersih kecil**, dan NASA juga menjelaskan bahwa contrails dapat mengurangi radiasi matahari yang mencapai permukaan sekaligus meningkatkan penyerapan radiasi inframerah oleh atmosfer. Artinya, ada hubungan nyata antara lalu lintas udara, contrails, dan iklim. Namun justru di sinilah sering terjadi salah baca: karena contrails punya efek iklim, sebagian orang menganggap semua contrails pasti merupakan operasi geoengineering rahasia. Padahal keberadaan dampak iklim yang tidak disengaja tidak sama dengan bukti adanya program penyemprotan rahasia global. ([US EPA](#))

EPA cukup tegas mengenai istilah "chemtrails." Menurutnya, istilah ini digunakan oleh sebagian orang untuk secara tidak akurat mengklaim bahwa contrails dari lalu lintas udara rutin sesungguhnya adalah pelepasan sengaja bahan kimia atau agen biologis berbahaya untuk tujuan jahat, termasuk pengendalian populasi, mind control, atau upaya geoengineering. EPA juga menyatakan pemerintah federal tidak mengetahui adanya contrail yang sengaja dibentuk di Amerika Serikat untuk tujuan geoengineering atau weather modification. Bila ada penyemprotan bahan kimia dari pesawat, itu umumnya untuk tujuan yang terdokumentasi jelas, seperti pemadaman kebakaran atau pertanian, dan dilakukan oleh pesawat rendah, bukan jet ketinggian tinggi. ([US EPA](#))

Dengan demikian, chemtrail adalah contoh klasik bagaimana fenomena nyata—contrails—dipadukan dengan ketidakpercayaan terhadap negara dan teknologi, lalu diubah menjadi narasi total tentang operasi rahasia. Dalam kajian epistemologi publik, chemtrail menunjukkan bahwa **keberadaan objek visual yang nyata tidak cukup untuk membenarkan interpretasi konspiratif**. Yang menentukan bukan hanya

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

"apa yang dilihat," tetapi juga kualitas bukti yang menghubungkan pengamatan itu dengan kesimpulan tertentu. ([US EPA](#))

10. Cloud Seeding, STORMFURY, dan Batas Kemampuan Manusia Mengintervensi Atmosfer

Untuk memahami mengapa masyarakat mudah percaya pada "senjata iklim," penting melihat bahwa manusia memang telah lama bereksperimen dengan atmosfer. NOAA mencatat **Project STORMFURY** sebagai program ambisius riset modifikasi badai tropis dari 1962 sampai 1983, dengan teknik penyemaian silver iodide di luar eyewall untuk mencoba melemahkan angin badai. Program ini menunjukkan bahwa ambisi untuk memodifikasi hurricane pernah dianggap layak diuji secara ilmiah. Namun sejarah STORMFURY sekaligus mengajarkan pelajaran penting: banyak perubahan yang semula dianggap sebagai hasil penyemaian ternyata juga terjadi secara alami pada badai yang tidak disemai. Karena itu, keberhasilan program ini akhirnya dipertanyakan. ([AOML](#))

Pelajaran STORMFURY sejalan dengan posisi WMO saat ini: tidak ada bukti yang diterima secara umum bahwa siklon tropis dapat dimodifikasi secara andal. Ini menunjukkan perbedaan mendasar antara **keinginan teknologis** dan **kapasitas efektif**. Manusia bisa membayangkan dan menguji banyak hal, tetapi tidak semua yang dapat dibayangkan menjadi kemampuan operasional. Dalam bahasa manajemen teknologi, kemampuan eksperimental tidak boleh disamakan dengan kapasitas deployment yang konsisten, terukur, dan dapat direplikasi. Kegagalan membedakan dua level ini merupakan salah satu sumber utama mengapa wacana senjata iklim terus membesar. ([AOML](#))

Sementara itu, cloud seeding tetap eksis sebagai praktik modifikasi cuaca lokal, dan laporan-laporan NOAA/EPA menunjukkan bahwa aktivitas semacam itu memang dilaporkan secara administratif di

Amerika Serikat. Bahkan EPA pada 2025 menyatakan NOAA melacak weather modification activities melalui kewajiban pelaporan WMRA, dan bahwa ada konsekuensi potensial dari weather modification dan cloud seeding, termasuk dampak di luar area sasaran serta kekhawatiran kesehatan dan lingkungan. Fakta ini penting: teknologi atmosfer bukan nol, tetapi juga bukan omnipoten. Ia berada pada ruang antara kemungkinan teknis terbatas dan kompleksitas lingkungan yang tinggi. ([US EPA](#))

11. Geoengineering Modern dan Munculnya Aktor Non-Negara

Perdebatan menjadi lebih rumit ketika geoengineering tidak lagi hanya menjadi tema akademik. EPA pada 2025 mengumumkan bahwa mereka meminta informasi dari startup **Make Sunsets**, yang meluncurkan balon berisi sulfur dioksida dengan klaim melakukan geoengineering planet dan menjual "cooling credits." Peristiwa ini sangat penting secara analitis karena menunjukkan bahwa SRM bukan lagi semata-mata diskusi seminar, melainkan telah disentuh oleh eksperimen privat dan logika pasar. Artinya, pertanyaan tentang geoengineering kini bukan hanya "apakah mungkin secara fisik," tetapi juga "siapa yang boleh mencoba," "siapa yang mengawasi," dan "siapa yang terdampak." ([US EPA](#))

Dari sudut geopolitik, perkembangan ini menambah alasan mengapa publik mudah percaya pada narasi "senjata iklim." Ketika startup atau aktor privat dapat mengklaim mengubah radiasi matahari dengan balon sulfur dioksida, batas antara eksperimen, bisnis, aktivisme, dan potensi ancaman menjadi kabur. Laporan National Academies dan Gedung Putih justru menggarisbawahi perlunya riset dan governance yang kuat sebelum intervensi skala besar dipertimbangkan. Jadi, kekhawatiran publik tentang penyalahgunaan teknologi tidak seluruhnya absurd; yang bermasalah adalah ketika kekhawatiran yang sah itu segera diisi oleh

narasi total tanpa diferensiasi evidensi. ([The Center for Climate & Security](#))

12. Hubungan Sebenarnya antara Geoengineering dan “Senjata Iklim”

Setelah memeriksa kategori-kategori di atas, hubungan antara geoengineering dan “senjata iklim” dapat dirumuskan pada empat tingkat. **Pertama**, ada hubungan **konseptual**, karena keduanya sama-sama berbicara tentang intervensi manusia terhadap proses alam. **Kedua**, ada hubungan **historis**, karena penggunaan modifikasi lingkungan untuk tujuan militer memang pernah terjadi, seperti pada Project Popeye. **Ketiga**, ada hubungan **geopolitik**, sebab setiap teknologi yang dapat mengubah lingkungan—atau bahkan hanya dipersepsikan dapat mengubahnya—berpotensi menjadi objek kecurigaan strategis. **Keempat**, ada hubungan **kultural**, karena masyarakat digital cenderung menggabungkan semua teknologi langit, radar, laser, satelit, dan awan ke dalam satu imajinasi besar tentang kendali rahasia. ([Disarmament UNODA](#))

Namun, hubungan itu bukanlah identitas. Tidak semua geoengineering adalah senjata, tidak semua weather modification adalah perang, dan tidak semua teknologi elektromagnetik adalah mesin pengendali iklim. Dalam perspektif akademik, yang dibutuhkan adalah **hirarki evidensi**. Pada tingkat evidensi paling kuat terdapat CDR, SRM sebagai agenda riset, cloud seeding, STORMFURY, Project Popeye, dan DEW sebagai kategori teknologi nyata yang terdokumentasi. Pada tingkat evidensi menengah terdapat dugaan potensi penyalahgunaan atau perlunya regulasi ketat. Pada tingkat evidensi lemah atau tidak terbukti terdapat klaim bahwa HAARP mengendalikan bencana global, bahwa chemtrails adalah penyemprotan massal rahasia dari jet komersial, atau bahwa Blue Beam adalah program operasional yang sedang dijalankan. ([IPCC](#))

Secara naratif, persoalan ini mirip dengan dunia manajemen risiko teknologi. Ketika organisasi memiliki alat yang kuat, masyarakat dapat merespons dengan dua ekstrem: kepercayaan berlebihan atau ketakutan berlebihan. Keduanya sama-sama bermasalah. Kepercayaan berlebihan membuat kita meremehkan risiko tata kelola geoengineering; ketakutan berlebihan membuat kita menelan teori yang tidak didukung bukti. Sikap akademik yang matang justru berada di tengah: mengakui kapasitas teknologis yang nyata, mengakui sejarah penyalahgunaan yang nyata, tetapi tetap memisahkan dengan tegas antara kemungkinan, eksperimentasi, deployment, dan mitologi digital. ([The Center for Climate & Security](#))

13. Implikasi Etis, Hukum, dan Geopolitik

Terdapat sekurang-kurangnya tiga implikasi besar dari pembahasan ini. Pertama adalah **implikasi etis**. Geoengineering, khususnya SRM, menyangkut distribusi risiko yang tidak merata. Sebuah intervensi yang mungkin mengurangi suhu global rata-rata dapat sekaligus mengubah pola hujan, menggeser risiko pertanian, atau menimbulkan konflik persepsi antarnegara. National Academies menekankan bahwa program riset yang baik harus memasukkan dimensi sosial, politik, ekonomi, dan etika, bukan hanya efek atmosferik. Ini berarti bahwa bahkan intervensi yang dilakukan atas nama "keselamatan planet" tetap membutuhkan legitimasi dan keadilan prosedural. ([The Center for Climate & Security](#))

Kedua adalah **implikasi hukum dan tata kelola**. ENMOD sudah menyediakan larangan terhadap penggunaan modifikasi lingkungan secara bermusuhan, tetapi perkembangan teknologi kontemporer—terutama riset SRM, eksperimen aktor privat, dan proliferasi narasi digital—menunjukkan bahwa rezim hukum yang ada mungkin tidak cukup rinci untuk menangani semua situasi baru. Pertanyaan mengenai uji lapangan kecil, transparansi data, kewajiban notifikasi, hingga

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumian (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

mekanisme akuntabilitas lintas batas akan semakin mendesak. Karena itu, pembahasan geoengineering tidak bisa dibiarkan hanya dalam domain laboratorium; ia harus masuk ke ranah governance internasional. ([Disarmament UNODA](#))

Ketiga adalah **implikasi komunikasi sains dan keamanan informasi**. Kasus HAARP, chemtrail, dan Blue Beam memperlihatkan bahwa kekosongan literasi publik dapat dengan cepat diisi oleh teori yang sensasional. Bila institusi ilmiah tidak komunikatif, masyarakat akan mencari jawaban pada kanal yang lebih teatral. Dalam konteks ini, komunikasi sains bukan pelengkap, melainkan bagian dari keamanan epistemik masyarakat. Indonesia dan negara-negara berkembang perlu membangun kapasitas literasi teknologi-kebumian agar masyarakat dapat membedakan antara cloud seeding, geoengineering, senjata elektromagnetik, fenomena optik, dan konten CGI. Tanpa itu, ruang publik akan semakin mudah dipenuhi rasa takut yang tidak proporsional atau, sebaliknya, rasa aman yang naif. ([University of Alaska Fairbanks](#))

14. Relevansi bagi Indonesia

Bagi Indonesia, pembahasan ini mempunyai relevansi khusus. Indonesia adalah negara kepulauan besar yang rentan terhadap perubahan iklim, bencana hidrometeorologis, disinformasi digital, dan ketegangan geopolitik kawasan. Di satu sisi, negara seperti Indonesia perlu mengikuti perkembangan diskusi global mengenai CDR, SRM, modifikasi cuaca, dan hukum internasional lingkungan, karena dampaknya berpotensi lintas batas. Di sisi lain, Indonesia perlu berhati-hati agar tidak mengadopsi narasi global tentang "senjata iklim" secara serampangan tanpa fondasi bukti yang kuat. Posisi yang paling bijak adalah membangun **kapasitas analisis sains-kebijakan**, memperkuat diplomasi tata kelola iklim, dan meningkatkan literasi publik tentang bagaimana atmosfer benar-benar bekerja. ([IPCC](#))

Dalam konteks manajemen publik, pelajaran terpenting adalah bahwa isu-isu seperti ini memerlukan pendekatan **interdisipliner**. Ia bukan hanya urusan meteorologi, tetapi juga hukum internasional, strategi keamanan, etika teknologi, komunikasi publik, dan pendidikan. Universitas, lembaga penelitian, dan pemerintah perlu menyiapkan ruang kajian yang dapat menerjemahkan wacana global ke dalam bahasa kebijakan nasional. Tanpa itu, masyarakat akan terus hidup di antara dua kutub: antara kepercayaan buta pada teknologi dan kecurigaan mutlak terhadap semua institusi. ([The Center for Climate & Security](#))

15. Kesimpulan

Berdasarkan kajian ini, dapat ditegaskan bahwa **geoengineering adalah bidang ilmiah-kebijakan yang nyata**, terutama dalam bentuk **carbon dioxide removal** dan **solar radiation modification**, tetapi tidak identik dengan "senjata iklim." Weather modification seperti cloud seeding juga nyata, namun skalanya terbatas dan tidak terbukti mampu mengendalikan fenomena cuaca ekstrem atau iklim global secara andal. Sejarah militer memang mencatat penggunaan modifikasi lingkungan untuk tujuan permusuhan, seperti Project Popeye, dan justru karena itulah lahir ENMOD Convention. Jadi, akar historis kekhawatiran publik itu ada, tetapi tidak cukup untuk membenarkan semua klaim populer. ([IPCC](#))

HAARP adalah fasilitas riset ionosfer yang nyata, dengan sejarah keterlibatan militer dalam riset komunikasi dan radar, tetapi bukti yang tersedia tidak mendukung klaim bahwa ia mengendalikan aurora, badai, atau bencana global. DEW adalah teknologi senjata nyata, tetapi fungsi dan skalanya berbeda dari pengendalian iklim. Blue Beam lebih tepat dipahami sebagai narasi konspirasi dan disinformasi visual. Chemtrail tidak didukung bukti sebagai operasi penyemprotan rahasia global; yang

nyata adalah contrails, yang memang terbentuk secara fisik dan dapat memiliki efek iklim tertentu. Dengan demikian, istilah "senjata iklim" lebih tepat dipakai secara sangat terbatas untuk membahas potensi penggunaan bermusuhan atas modifikasi lingkungan, bukan sebagai label serba guna untuk semua fenomena langit dan teknologi atmosfer.

([US EPA](#))

Kesimpulan akademik paling penting adalah perlunya **hirarki evidensi** dalam membaca isu ini. Kita harus membedakan antara: teknologi yang terdokumentasi, riset yang masih berkembang, sejarah operasi militer yang sah, dan teori konspirasi yang beredar karena kelemahan literasi sains. Hanya dengan pembedaan itu geoengineering dapat dibahas secara serius sebagai isu iklim dan tata kelola global, tanpa tenggelam dalam sensasionalisme. Sebaliknya, hanya dengan kejujuran terhadap sejarah penyalahgunaan teknologi kita dapat menghindari sikap naif yang menolak semua kekhawatiran publik. Di antara rasa takut dan rasa percaya, tugas akademik adalah menghadirkan kejernihan. ([The Center for Climate & Security](#))

Glosarium

Geoengineering

Istilah payung bagi intervensi yang disengaja terhadap sistem bumi; dalam literatur IPCC sering dipisah menjadi CDR dan SRM. ([IPCC](#))

Carbon Dioxide Removal (CDR)

Teknologi, praktik, dan pendekatan untuk mengeluarkan dan menyimpan CO₂ secara tahan lama dari atmosfer. ([IPCC](#))

Solar Radiation Modification (SRM)

Proposal untuk meningkatkan pemantulan radiasi matahari ke angkasa

*Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)*

guna membatasi kenaikan suhu. Contoh yang sering dibahas: SAI dan MCB. ([IPCC](#))

Weather Modification

Upaya memengaruhi fenomena cuaca tertentu pada skala terbatas, misalnya cloud seeding untuk hujan, kabut, atau hail. ([World Meteorological Organization](#))

Cloud Seeding

Teknik memasukkan bahan seperti silver iodide ke awan yang sesuai untuk memengaruhi proses pembentukan presipitasi. ([AOML](#))

ENMOD Convention

Konvensi internasional yang melarang penggunaan teknik modifikasi lingkungan untuk tujuan militer atau permusuhan dengan dampak luas, lama, atau berat. ([Disarmament UNODA](#))

HAARP

Fasilitas riset frekuensi tinggi untuk mempelajari ionosfer; sering menjadi objek teori konspirasi tentang kendali cuaca. ([HAARP](#))

Ionosfer

Lapisan atmosfer atas yang terionisasi dan penting bagi propagasi gelombang radio serta fenomena ruang angkasa dekat bumi. ([HAARP](#))

Directed Energy Weapons (DEW)

Senjata yang menggunakan energi elektromagnetik terkonsentrasi, seperti laser energi tinggi atau microwave berdaya tinggi, untuk melawan target. ([GAO](#))

Project Popeye

Operasi rahasia modifikasi hujan pada Perang Vietnam untuk mengganggu jalur logistik lawan. ([Office of the Historian](#))

Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)

Project STORMFURY

Program riset modifikasi hurricane di Amerika Serikat yang mencoba
melemahkan badai tropis dengan penyemaian silver iodide. ([AOML](#))

Contrails

Jejak kondensasi dari pesawat jet yang terbentuk ketika uap air dan
partikel gas buang membeku menjadi kristal es pada udara dingin di
ketinggian. ([US EPA](#))

Chemtrail

Istilah populer-konspiratif yang secara tidak akurat menganggap
contrails biasa sebagai penyemprotan bahan kimia berbahaya untuk
tujuan jahat. ([US EPA](#))

Project Blue Beam

Narasi konspirasi tentang simulasi fenomena langit/UFO untuk kontrol
global; tidak memiliki status sebagai program ilmiah resmi. ([Reuters](#))

Daftar Pustaka (APA 7)

All-domain Anomaly Resolution Office. (2024). *Historical record report, volume 1*. U.S. Department of Defense. ([U.S. Department of War](#))

Environmental Protection Agency. (2025a). *Information on contrails from aircraft*. U.S. EPA. ([US EPA](#))

Environmental Protection Agency. (2025b). *Frequent questions*. U.S. EPA. ([US EPA](#))

Rudy C Tarumingkeng: Teknik Kebumihan (Geoengineering) -
hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail
dan dst.)

Environmental Protection Agency. (2025c, April 15). *EPA demands answers from unregulated geoengineering start-up launching sulfur dioxide into the air*. U.S. EPA. ([US EPA](#))

Government Accountability Office. (2023a). *Directed energy weapons: DOD should focus on transition planning to help facilitate transitions to acquisition programs* (GAO-23-105868). U.S. GAO. ([GAO](#))

Government Accountability Office. (2023b). *Science & Tech Spotlight: Directed Energy Weapons* (GAO-23-106717). U.S. GAO. ([GAO](#))

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022a). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Cambridge University Press. ([IPCC](#))

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022b). *Carbon dioxide removal (CDR) factsheet*. IPCC. ([IPCC](#))

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC. ([IPCC](#))

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Reflecting sunlight: Recommendations for solar geoengineering research and research governance*. National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/25762> ([The Center for Climate & Security](#))

NASA Earth Observatory. (2004, April 28). *Aircraft contrails*. NASA. ([NASA Science](#))

NASA Earth Observatory. (2013, February 21). *Criss-crossing contrails*. NASA. ([NASA Science](#))

National Oceanic and Atmospheric Administration, Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory. (n.d.). *Project STORMFURY*. NOAA. ([AOML](#))

Rudy C Tarumingkeng: *Teknik Kebumian (Geoengineering) - hubungannya dengan Senjata Iklim (HAARP, DEW, BLUE BEAM, Chemtrail dan dst.)*

National Oceanic and Atmospheric Administration Library. (2026, February 27). *Weather modification project reports*. NOAA. ([NOAA Library](#))

Office of Science and Technology Policy. (2023). *Congressionally mandated research plan and an initial research governance framework related to solar radiation modification*. The White House. ([The White House](#))

Office of the Historian, U.S. Department of State. (n.d.). *Project Popeye*. In *Foreign Relations of the United States, 1964–1968, Volume XXVIII, Laos*. U.S. Department of State. ([Office of the Historian](#))

Reuters Fact Check. (2023, August 2). *Clip of UFOs in Nevada created with simulation game*. Reuters. ([Reuters](#))

United Nations Office for Disarmament Affairs. (n.d.). *Convention on the prohibition of military or any other hostile use of environmental modification techniques*. United Nations. ([Disarmament UNODA](#))

University of Alaska Fairbanks. (2024, May 13). *Solar storm—not HAARP—creates intense auroral display*. UAF News and Information. ([University of Alaska Fairbanks](#))

World Meteorological Organization. (2024/2025). *WMO statement on weather modification*. WMO. ([World Meteorological Organization](#))

Copilot for this article - Chatgpt 5.2 Thinking. Access date: 15 Maret 2026 Prompting on Writer's account ([Rudy C Tarumingkeng](#))

<https://chatgpt.com/c/69b5f64d-a2ac-839d-971e-e5e920fbafcb>