

MENANTANG TIGA DERAJAT

Kumpulan Suara dari Bumi yang Berubah

Oleh: Agus Supangat

The book cover features a dramatic, dark sky with heavy, grey clouds and a faint red glow on the left side. In the foreground, a flooded street is visible with debris and a small boat. A traditional wooden house with a corrugated metal roof is on the right, with a warm light emanating from its open doorway. Inside the doorway, the silhouettes of a woman and a child are visible, sitting on the porch. In the sky, there are glowing, golden-yellow light trails that form a large, swirling vortex and a fish-like shape. The overall mood is one of resilience and hope amidst adversity.

Kumpulan Opini
Mengubah Narasi untuk
Menyelamatkan Dunia

Mengubah Narasi Untuk Menyelamatkan Dunia

Bayangkan dunia yang semakin panas, laut yang terus naik, dan angin yang berembus bukan hanya membawa hujan, tapi juga peringatan. Krisis iklim bukan hanya soal sains atau teknologi. Ia adalah kisah besar abad ini—tentang harapan, ketakutan, kekuasaan, dan kemungkinan. Sebuah krisis yang tidak hanya terjadi di luar jendela, tetapi juga di dalam hati dan pikiran kita.

Opini-opini ini mengajak kita melihat bahwa perubahan iklim bukan semata-mata soal angka suhu atau emisi karbon. Ini adalah persoalan budaya dan politik, tentang bagaimana kita hidup, siapa yang menentukan arah hidup itu, dan opini seperti apa yang kita percayai bersama. Kita punya teknologi. Kita punya data. Tapi apakah kita punya imajinasi dan empati yang cukup

untuk mengubah jalannya opini dan nasib planet bumi?

Di sinilah peran opini menjadi penting—opini yang menyentuh perasaan, yang membangun empati, yang mengingatkan kita bahwa perubahan iklim bukan hanya terjadi "di sana" tapi juga di sini, dalam hidup kita sehari-hari. Opini-opini ini harus mampu mengikat sains dengan pengalaman manusia, menghubungkan tempat-tempat yang jauh dengan kehangatan emosi yang akrab, dan menanamkan rasa bahwa masa depan masih bisa diperjuangkan.

Untuk menghadapi krisis iklim, kita harus menulis ulang narasi kita tentang dunia. Kita butuh lebih dari sekadar laporan teknis; kita butuh fiksi, puisi, dan imajinasi yang membumi. Dari opini tentang kekeringan dan banjir, hingga kenangan akan dunia yang mungkin segera

hilang, setiap narasi menjadi jendela yang membantu kita melihat—dan merasakan—urgensi zaman ini.

Selamat membaca dan semoga setiap paragraf yang Anda temui di sini, bisa menjadi percikan yang menyalakan komitmen baru: untuk bertindak, berempati, dan ikut menulis ulang masa depan melalui empat babak perjalanan berikut ini.

Babak I: Mendengar Alarm dari Alam

Babak ini mengumpulkan opini yang berfungsi sebagai "jendela" pertama untuk melihat dan merasakan urgensi krisis iklim yang sedang terjadi di bumi, dari kutub hingga ke lautan kita.

- **Mendengar Denyut Nadi Bumi di Hari Lingkungan Hidup: Refleksi 260 Juta Tahun untuk Zaman Antroposen**

- **”Alarm dari Selatan: Ketika Antartika Berbicara kepada Indonesia”**
- **Segel Iklim 2026: Dari Alarm Jepang ke Cermin Indonesia**
- **Menjaga "Nadi" Laut di Ambang Perubahan**
- **“Menjaga Nadi Laut di Beranda Kepulauan”**

Babak II: Menakar Krisis, Konflik, dan Realitas

Setelah menyadari alarmnya, kita diajak melihat realitas politik, perang, dan kegagalan sistemik yang memperparah krisis ekonomi dan iklim global.

- **Menavigasi Normal Baru di Era "Overshoot" Iklim**

- **Ketika Perang Memanaskan Bumi**
- **Mengoreksi Janji “Berkelanjutan” di Tengah Laju Ekonomi Hijau**
- **Perubahan Iklim dan Waktu**
- **Menakar Dinamika Arus Selatan**

Babak III: Menulis Ulang Narasi dengan Imajinasi

Bagian ini adalah jantung dari "Mengubah Narasi". Kita membutuhkan fiksi, sastra, kedaulatan berpikir, dan imajinasi untuk melampaui sekadar laporan teknis.

- **Ketika Skenario Iklim Berubah: Kejujuran Sains dan Ujian Tanggung Jawab Kita**
- **Menakar Ulang Kompas Iklim Kita**

- **Menjaga Daulat Intelektual di Rahim Kampus**
- **Imajinasi Iklim dan Kedaulatan Sains Kita**
- **Berpura-pura di 2070: Cli-fi Anak dan Latihan**

Babak IV: Algoritma Baru untuk Aksi Nyata

Setelah narasi dan pikiran berubah, babak penutup ini fokus pada alat (tools), kebijakan, teknologi, dan aksi konkret di tingkat tapak untuk mengubah masa depan.

- **Mengubah Algoritma Kegagalan Iklim**
- **“Ketika AI Menyentuh Puskesmas, Sawah, dan Desa”**
- **Menjaga Alur Terang MBG**

Penutup :

Dengan urutan ini, pembaca tidak langsung disodori informasi teknis yang kering. Sebaliknya, mereka **digugah kesadarannya** oleh suara alam (Babak I), **dihadapkan pada kritik realitas** yang jujur (Babak II), **disembuhkan dan diubah cara pandangnya** lewat kekuatan imajinasi serta kebudayaan (Babak III), dan akhirnya **digerakkan untuk beraksi** dengan integrasi teknologi serta kebijakan nyata (Babak IV).

Babak I

Mendengar Alarm dari Alam

Mendengar Denyut Nadi Bumi di Hari Lingkungan Hidup

Refleksi 260 Juta Tahun untuk Zaman Antroposen

Sabtu ini, 13 Juni 2026, dunia memperingati Hari Lingkungan Hidup Sedunia. Di tengah spanduk hijau dan seremoni tanam pohon, ada satu laporan yang sepatutnya membuat kita diam sejenak: Planetary Health Check 2025 mencatat tujuh dari sembilan batas penopang kehidupan sudah jebol, termasuk pengasaman laut yang baru terlampaui tahun ini. Jika 5 Juni lalu kita bicara soal komitmen, hari ini Bumi menagih bukti. Sebab jauh sebelum konferensi iklim, Bumi sudah merekam caranya sendiri untuk bertahan—dan caranya selalu mahal. Bumi Tidak Pernah Diam

Selama 260 juta tahun terakhir, sejak akhir Permian hingga kini, rekaman batuan menunjukkan Bumi bernapas naik-turun. Ada 29 kali muka laut jatuh-bangun, 12 kali laut me-reset diri lewat kepunahan, 13 kali banjir-basalt memuntahkan lava seluas Eropa, dan 10 kali seluruh samudra kehilangan oksigen. Angka-angka itu bukan statistik mati. Itu sidik jari Bumi saat tidak stabil. Dan kini denyutnya berdetak lebih cepat karena satu spesies: kita, manusia.

1. 29 Kali “Pause” Muka Laut

Geolog menyebutnya *sequence boundary*: garis di batuan yang menandai laut surut drastis, daratan terekspos, lalu laut naik lagi. Bayangkan kaset VHS di-pause lalu di-play. Bumi sudah 29 kali begitu sejak Pangea retak. Pemicunya tiga: es kutub tumbuh-menyusut, dasar laut mengembang-menyempit, dan benua pecah-

sambung. Batas Kapur-Paleogen 66 juta tahun lalu contohnya. Muka laut turun, lalu tsunami asteroid Chicxulub menghantam dan laut naik mendadak. Jejaknya ada dari Meksiko hingga Italia. Hari ini kita memencet tombol “play” sendiri. Laut naik 3 milimeter per tahun. Dulu butuh 10.000 tahun untuk naik satu meter. Kini bisa dalam seabad.

2. Laut 12 Kali “Mati Suri”, Darat 9 Kali Tumbang

Laut sudah 12 kali reset. Tak semua sehebat kepunahan Permian 252 juta tahun lalu yang melenyapkan 96 persen spesies laut. Namun polanya sama: anoksia, asidifikasi, regresi. Laut kehabisan oksigen, menjadi asam, habitat paparan benua mengering. Pemulihannya perlu 10 juta tahun. Darat juga sembilan kali tumbang. Tetrapoda non-laut mati massal karena suhu

45°C, hujan asam dari gas vulkanik, dan rawa yang tenggelam. Kepunahan Trias-Jura 201 juta tahun lalu memusnahkan 80 persen amfibi besar. Ironisnya, itu membuka jalan bagi dinosaurus.

Kini kita menyebutnya “Kepunahan Ke-6”. Lajunya 100-1.000 kali lebih cepat dari normal. Bedanya dengan 11 kepunahan sebelum ini: tak ada asteroid, tak ada banjir-basalt. Pemicunya manusia.

3. Saklar Utama Bernama CFB

Continental Flood Basalt bukan gunung api biasa. Ia retakan ratusan kilometer yang memuntahkan lava dalam sejuta tahun. Dalam 260 juta tahun ada 13 CFB. Siberian Traps 252 juta tahun lalu melepas CO₂ setara 2.000 tahun emisi kita. Suhu naik 10°C, laut anoksik, 96 persen spesies mati. CAMP 201 juta tahun lalu membelah Pangea. Deccan Traps 66 juta tahun lalu bekerja bersama

asteroid menutup zaman dinosaurus. CFB adalah saklar. Sekali dinyalakan, domino berjalan: CO₂ naik, rumah kaca menguat, sirkulasi laut macet, muncullah *oceanic anoxic event*. Ada 10 OAE utama. OAE-2 di Kapur 94 juta tahun lalu saking luasnya, separuh minyak bumi dunia lahir dari sana. Hari ini manusia melepas 37 miliar ton CO₂ per tahun. Volume setara CFB, tapi waktunya dipadatkan dari sejuta tahun menjadi 200 tahun. Kita adalah CFB mini yang ngebut.

4. Termostat Bumi yang Kalah oleh Emisi

Delapan kali laju seafloor spreading berubah. Saat “ban berjalan” dasar laut ngebut, punggung tengah samudra mengembang dan air tumpah ke darat. Kapur 100 juta tahun lalu, muka laut 250 meter lebih tinggi. Jakarta, London, Paris jadi laut dangkal. Delapan kali pula Bumi “demam” lewat puls magmatisme intraplate. Hotspot di Pasifik,

Atlantik, Hindia meletus serentak, membentuk dataran basalt seluas sepertiga Australia.

Dulu dua mekanisme ini menjadi termostat Bumi. Kini tidak lagi. Emisi kita meng-override jantung geologi. Iklim tak menunggu plume mantel 10 juta tahun. Cukup 150 tahun membakar batu bara.

Penutup: Membaca Sidik Jari, Bukan Meramal Kiamat

Pola 260 juta tahun selalu sama: plume naik, CFB meletus, CO₂ melonjak, laut anoksik, kepunahan, benua bergeser, es tumbuh, batas urutan baru terbentuk. Angka 29, 12, 9, 13, 10, 8, 8 bukan kebetulan.

Itu sidik jari Bumi saat tidak stabil. Planetary Health Check 2025 mencatat tujuh dari sembilan batas planet sudah terlampaui: perubahan iklim, integritas biosfer, alih fungsi lahan, air tawar,

siklus nitrogen-fosfor, polusi kimia-plastik, dan yang terbaru pengasaman laut. Hanya ozon dan aerosol yang masih aman. “Lebih dari tiga perempat sistem penopang Bumi tidak di zona aman,” kata Johan Rockström.

Dulu CFB butuh sejuta tahun untuk menjebol enam-tujuh batas. Kini kita menjebol tujuh batas dalam dua abad industri. Gaudí meletakkan batu pertama Sagrada Familia 1882 untuk katedral yang rampung 2026. Geologi lebih kejam: Siberian Traps meletus 252 juta tahun lalu, “katedral” iklim neraka baru selesai 10 juta tahun kemudian.

Kita meletakkan “batu pertama” emisi pada 1850. “Katedral” iklim ekstrem baru topping-off pada 2100-2200. Bedanya, Gaudí tak sempat melihat karyanya. Kita dan anak cucu kitalah yang akan tinggal di dalamnya.

Bumi selalu selamat. Yang tidak selamat adalah 99 persen spesies yang hidup di zamannya. Maka di Hari Lingkungan Hidup ini, pertanyaannya bukan “apakah Bumi akan kiamat”. Pertanyaannya: maukah kita menjadi spesies yang membaca sidik jari itu, lalu memotong siklusnya? Atau kita tetap menjadi CFB berjalan yang bangga bisa menekan “pause”, tetapi tak pernah belajar menekan “stop”.

Alarm dari Selatan: Ketika Antartika Berbicara kepada Indonesia

Belajar dari Antartika, keputusan kita hari ini tentang energi, tata kota, dan perlindungan lingkungan akan membentuk garis pantai Indonesia untuk banyak generasi.

Februari 2002, penulis dan satu rekan peneliti Indonesia ikut berlayar jauh ke Selatan bersama *Australian Antarctic Division* dalam program *AMISOR (Amery Ice Shelf Ocean Research)*. Misi mereka bukan sekadar riset kutub, melainkan membawa pulang pesan penting bagi publik Indonesia, yaitu apa yang terjadi di Antartika yang nantinya akan berdampak ke negeri ini.

Dampak yang akan dirasakan bukan dalam hitungan hari atau tahun, melainkan puluhan hingga ratusan tahun setelahnya. Namun, justru di

situlah letak bahayanya—karena dampak yang terasa lambat sering kali diabaikan.

Program AMISOR bertujuan mengungkap hubungan krusial antara paparan es dan samudra, memahami massa air unik di bawah lapisan es, serta memvalidasi model iklim yang memprediksi kenaikan permukaan laut.

Alarm dari Selatan: Ketika Antartika Berbicara kepada Indonesia

Antartika bukan sekadar benua terisolasi di ujung selatan Bumi—benua itu sedang mengirimkan pesan peringatan yang mendesak kepada Indonesia. Februari 2002, penulis dan seorang rekan peneliti Indonesia ikut berlayar ke selatan bersama Australian Antarctic Division dalam program AMISOR (Amery Ice Shelf Ocean Research), membawa pulang pesan penting: apa yang terjadi di Antartika akan berdampak

langsung pada negeri ini, meski dalam skala waktu puluhan hingga ratusan tahun.

Dampak yang Terlambat Diabaikan

Bahaya utama dari pencairan es Antartika terletak pada sifatnya yang lambat namun masif. Dampaknya tidak terasa dalam hitungan hari atau tahun, melainkan puluhan hingga ratusan tahun setelahnya. Justru karena dampak yang terasa lambat, ia sering kali diabaikan oleh pembuat kebijakan dan publik. Namun, ketika es Antartika mencair sepenuhnya, permukaan laut global bisa naik lebih dari 58 meter—cukup untuk membanjiri hampir seluruh kota pesisir besar dari New York hingga Jakarta.

AMISOR: Mengungkap Hubungan Krusial Es dan Samudra

Program AMISOR bertujuan mengungkap hubungan kritis antara paparan es dan 20ystem20, memahami massa air unik di bawah lapisan es, serta memvalidasi model iklim yang memprediksi kenaikan permukaan laut. Peneliti menggunakan bor air panas untuk menembus 650 meter lapisan es Amery Ice Shelf, mengambil sampel inti es, sedimen dasar laut, dan mengukur profil sifat air laut. Hasilnya menunjukkan bahwa bagian dasar lapisan es permeabel dan terdapat komunitas dasar laut kompleks yang belum pernah dilaporkan sebelumnya di bawah es.

Reaksi Berantai yang Mengubah Iklim Bumi

Pesan dari Antartika, seperti telah diingatkan selama ini, bukan sekadar tentang es yang mencair, melainkan tentang 20ystem Bumi yang

mulai kehilangan keseimbangannya. Namun, es yang runtuh hanyalah gejala yang terlihat. Perubahan yang lebih sunyi kini berlangsung di atasnya—di langit Antartika—tempat atmosfer yang menghangat mulai mengubah cara planet ini mendistribusikan energi, angin, dan cuaca. Jika es adalah alarm yang terdengar, maka atmosfer adalah mekanisme yang menyebarkan getarannya ke seluruh dunia.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemanasan di Antartika tidak berhenti pada pencairan es atau kenaikan muka laut. Ia merambat ke atmosfer, mengubah stabilitas lapisan udara, dan memengaruhi sirkulasi global. Dengan kata lain, Antartika bukan hanya korban pemanasan global, tetapi juga penggerak perubahan yang dapat memicu reaksi berantai pada sistem iklim planet.

Sejak 1950-an, atmosfer di Antartika Barat dan Semenanjung Antartika telah menghangat secara signifikan, dengan kenaikan suhu permukaan mencapai hingga 3 derajat Celsius di beberapa wilayah. Pemanasan ini mengganggu stratifikasi atmosfer—susunan berlapis udara yang biasanya stabil. Ketika lapisan udara bawah menghangat, perbedaan suhu vertikal melemah. Atmosfer menjadi lebih “longgar,” membuka jalan bagi pergerakan udara vertikal yang lebih intens.

Perubahan ini memicu peningkatan gelombang gravitasi atmosfer, sebuah fenomena yang kurang dikenal publik, tetapi sangat penting dalam dinamika iklim. Gelombang gravitasi atmosfer terbentuk ketika massa udara terganggu oleh perbedaan suhu atau topografi, seperti pegunungan es Antartika. Gelombang ini membawa energi dan momentum dari lapisan

bawah atmosfer ke lapisan atas, termasuk stratosfer.

Penelitian yang dipimpin oleh Maria Vittoria Guarino dari Badan Nasional Italia untuk Teknologi Baru (ENEA) menemukan bahwa aktivitas gelombang gravitasi di atas Antartika Barat dan Semenanjung Antartika telah meningkat sejak pertengahan abad ke-20. Peningkatan ini bukan sekadar fenomena lokal. Ia mengubah keseimbangan energi di atmosfer atas, yang pada gilirannya memengaruhi pola sirkulasi udara skala besar.

Atmosfer Bumi adalah sistem yang saling terhubung. Perubahan energi di satu wilayah dapat menggeser jalur angin di wilayah lain. Ketika transfer energi ke stratosfer berubah, jalur badai dapat bergeser, pola angin jet dapat berubah, dan distribusi massa udara dapat

mengalami reorganisasi. Dampaknya dapat merambat jauh melampaui Antartika, memengaruhi pola cuaca di seluruh belahan bumi 24system24, termasuk 24ystem24 tropis.

Inilah yang dimaksud para ilmuwan sebagai reaksi berantai atmosferik. Pemanasan regional memicu perubahan lokal pada stabilitas udara. Perubahan stabilitas meningkatkan aktivitas gelombang gravitasi. Gelombang ini kemudian mengubah distribusi energi di atmosfer atas, yang selanjutnya memengaruhi sirkulasi global. Rangkaian ini menunjukkan bahwa sistem iklim Bumi bekerja sebagai satu kesatuan yang utuh, bukan kumpulan komponen yang berdiri sendiri.

Kesadaran ini mengubah cara kita memahami krisis iklim. Selama ini, perhatian publik sering terfokus pada dampak yang kasatmata—gletser yang mencair, es laut yang menyusut, atau

permukaan laut yang naik. Namun, perubahan yang tidak terlihat di atmosfer dapat sama pentingnya, bahkan lebih menentukan. Atmosfer adalah medium yang mendistribusikan panas dan energi ke seluruh planet. Gangguan pada sistem ini dapat memperbesar atau mempercepat dampak perubahan iklim di tempat lain.

Bagi Indonesia, implikasi ini bukan sekadar abstraksi ilmiah. Posisi Indonesia di wilayah tropis membuatnya sangat bergantung pada stabilitas pola atmosfer global. Pergeseran sirkulasi udara dapat memengaruhi pola musim hujan, intensitas kekeringan, dan frekuensi cuaca ekstrem. Dengan kata lain, perubahan yang dimulai di Antartika dapat, melalui mekanisme atmosfer, memengaruhi keseharian masyarakat ribuan kilometer jauhnya.

Temuan ini juga menegaskan bahwa tidak ada bagian dari sistem Bumi yang benar-benar terisolasi. Antartika, meskipun terpencil dan jauh dari pusat populasi manusia, memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan atmosfer global. Ketika keseimbangan ini terganggu, dampaknya tidak berhenti di kutub. Ia merambat melalui arus udara, memengaruhi sistem iklim planet secara keseluruhan.

Pemahaman ini membawa konsekuensi moral dan praktis. Krisis iklim bukan lagi sekadar persoalan lokal atau regional, tetapi persoalan sistemik. Setiap kenaikan suhu, di mana pun terjadi, memiliki potensi untuk memicu perubahan yang lebih luas. Ini berarti bahwa upaya mitigasi tidak dapat bersifat parsial. Stabilitas iklim hanya dapat dipertahankan

melalui tindakan kolektif yang mengurangi sumber pemanasan global secara keseluruhan.

Antartika, dalam diamnya, sedang menunjukkan kepada kita bagaimana sistem Bumi merespons tekanan yang meningkat. Ia memperlihatkan bahwa planet ini bukan mesin statis, melainkan sistem dinamis yang sensitif terhadap perubahan energi. Ketika satu bagian berubah, bagian lain akan merespons.

Pesan yang disampaikan Antartika bukanlah pesan tentang kehancuran yang tak terhindarkan, melainkan tentang keterhubungan yang tak terpisahkan. Ia mengingatkan bahwa stabilitas iklim adalah hasil dari keseimbangan yang rapuh—dan bahwa menjaga keseimbangan itu adalah tanggung jawab bersama.

Pertanyaannya bukan lagi apakah perubahan ini akan memengaruhi kita, tetapi seberapa jauh kita

bersedia bertindak sebelum reaksi berantai itu mencapai titik yang sulit untuk dipulihkan.

Prediksi yang Mengejutkan: Pemanasan Lebih Cepat dari Perkiraan

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pedalaman Antartika Timur, yang dulu dianggap stabil, kini memanas lebih cepat dari perkiraan ilmuwan. Sebuah studi dalam jurnal Nature menemukan bahwa kenaikan suhu global 3°C akan menyebabkan "lompatan mendadak" dalam kecepatan hilangnya es Antartika, memicu kenaikan permukaan laut yang cepat dan tak terbendung. Es di Antartika mencair tiga kali lebih cepat dibandingkan sebelumnya, yang akan berdampak langsung pada kenaikan permukaan laut.

Jakarta dan Kota Pesisir Indonesia di Garis Depan

Dampak pencairan es Antartika tidak terbatas pada skala global, tetapi juga dirasakan secara langsung di tingkat regional. Kota-kota besar pesisir seperti Jakarta, Surabaya, dan Semarang menghadapi risiko banjir parah dan potensi tenggelam. Banjir pesisir akan menjadi konsekuensi langsung: infrastruktur pantai sering tergenang, sumber air tawar terkena intrusi air laut, dan tanah pertanian di sepanjang pantai kehilangan produktivitas. Negara-negara kepulauan di Pasifik akan menjadi yang pertama merasakan dampaknya, tetapi Indonesia juga berada di garis depan.

Keputusan Hari Ini Membentuk Masa Depan

Belajar dari Antartika, keputusan kita hari ini tentang energi, tata kota, dan perlindungan lingkungan akan membentuk garis pantai Indonesia untuk banyak generasi. Kenaikan suhu global yang tak terhindarkan akibat pelelehan es ini juga menyebabkan masalah ekologis: tanaman kesulitan tumbuh, ekosistem laut terganggu, dan banyak spes hewan-tumbuhan menghadapi kepunahan.

Segel Iklim 2026:

Dari Alarm Jepang ke Cermin Indonesia

Lonceng itu sudah diketuk di Tokyo. Badan Meteorologi Jepang 11 Juni 2026 resmi menyatakan El Niño tiba. Sementara itu, 7 hari menjelang Juli, para ahli di Eropa menyebut “marmotte météo”: pola arus jet stream yang akan mengunci cuaca ekstrem selama tujuh minggu ke depan. Dua pengumuman, satu pesan. Atmosfer sedang menyegel takdirnya. Pertanyaannya kini berbalik ke kita: ketika Jepang menyiapkan diri menghadapi badai, akankah Indonesia menyiapkan diri menghadapi api?

El Niño bukan grafik di layar BMKG. Ia “segel” jangka pendek yang mengunci pola cuaca Nusantara ke titik paling kering. Mekanismenya sederhana: air laut Pasifik menghangat, uap air dari wilayah kita tersedot ke timur, langit

Indonesia jadi kurang awan, hujan tertunda. Bagi Jepang, El Niño berarti badai dan suhu melonjak. Bagi Indonesia, ia hampir selalu identik dengan rangkaian panjang: kemarau ekstrem, gagal panen, dan kabut asap.

Kalimat “*plus aucun retour en arrière*” — tidak ada jalan kembali — yang menghantui Eropa saat ini, sebenarnya sudah menjadi realitas harian kita. Pemanasan global memodifikasi El Niño menjadi lebih agresif. Kalender tanam tradisional yang dulu jadi pegangan petani kini seperti kertas tanpa makna. Sawah di Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara bisa berubah menjadi tanah retak dalam sekejap. Ketika musim “tersegel” lebih kering, ketahanan pangan langsung dipertaruhkan.

Inilah bedanya cara kita membaca sinyal. Jepang mengetuk palu El Niño, lalu mobilisasi dimulai: kesiapsiagaan infrastruktur, manajemen energi

pendingin ruangan, peringatan dini badai. Pernyataan sains dipakai untuk memberi kepastian agar negara bergerak antisipatif. Di Indonesia, respon kita kerap reaktif. Kita baru membagikan air bersih ketika sumur warga kering berbulan-bulan. Helikopter pengebom air baru diterbangkan saat api sudah melalap ribuan hektare gambut di Sumatra dan Kalimantan.

“Segel” iklim kita tidak datang dari langit saja. Ia diperparah degradasi di tanah sendiri. Hutan yang dikonversi jadi monokultur, gambut yang dikeringkan lewat kanalisasi, kota yang kehilangan ruang terbuka hijau — semuanya seperti tumpukan jerami kering. Begitu El Niño mengunci kelembaban udara, satu percikan api cukup untuk menyalakan krisis ruang hidup: polusi asap lintas batas dan lonjakan ISPA pada anak-anak.

Eropa punya “marmotte météo”-nya: jet stream yang dalam tujuh hari mengunci nasib musim panas. Indonesia punya “marmut” versi tropis: interaksi monsun, suhu laut, El Niño, La Niña, dan pancaroba yang kian kabur. BMKG berulang mencatat batas musim kemarau-hujan kini kabur. Kemarau tak lagi kering kerontang saja, hujan pun datang terlambat tapi menumpahkan banjir bandang dalam hitungan jam. Pola ekstrem menjadi kepastian permanen, bukan sial sesaat.

Sebagai negara kepulauan, taruhan kita lebih besar dari sekadar berkeringat. Segel iklim berarti pulau-pulau kecil terancam tenggelam, karang memutih, pesisir kehilangan penghuninya. Banjir bandang di satu musim dan kekeringan di musim berikutnya adalah rantai dari sistem atmosfer yang sama-sama rusak. Menghadapinya butuh kaca mata multi-hari, bukan insiden lepas.

Pelajaran dari Jepang dan Eropa sederhana: sains iklim harus menjadi kompas kebijakan, bukan catatan kaki. Pengumuman El Niño Jepang bukan untuk memicu panik, tapi memberi ruang gerak terukur. Indonesia butuh lompatan literasi dan adaptasi iklim. Isu ini bukan konsumsi seminar. Ia adalah ancaman keamanan nasional.

Tiga langkah segera harus jadi prioritas. Pertama, amankan cadangan pangan dan audit kelayakan waduk, embung, jaringan irigasi sebelum kemarau puncak. Kedua, percepat restorasi gambut dan pengetatan izin lahan. Ketiga, berlakukan larangan total pembukaan lahan dengan cara membakar, dengan sanksi hukum tanpa pandang bulu selama periode kritis. Di perkotaan, hentikan logika “beton dulu, hijau belakangan”. Ruang terbuka hijau adalah infrastruktur pendingin yang paling murah.

Arsitektur kebijakan pun harus berubah. Setiap izin industri, proyek infrastruktur, hingga tata ruang kota perlu lolos sensor audit ketahanan iklim. Ekonomi hijau, restorasi hutan, transisi energi berkeadilan bukan slogan. Itu investasi agar “segel” yang dikunci alam tidak berubah menjadi kehancuran yang tidak bisa dipulihkan.

Tahun 2026 memberi sinyal terang. Jepang sudah menyiapkan diri. Eropa sedang menunggu vonis jet stream. Indonesia? Kita tidak punya tujuh hari untuk menunggu. Segel iklim Nusantara ditentukan dari langkah yang kita ambil sekarang. Sebelum palu alam diketuk lebih keras, pilihannya hanya dua: bertindak, atau menerima takdir kering yang kita biarkan terjadi.

Menjaga "Nadi" Laut di Ambang Perubahan

Momentum Hari Kebangkitan Nasional pada 20 Mei ini seyogianya tidak hanya kita maknai sebagai kebangkitan kesadaran berbangsa di daratan, tetapi juga kebangkitan kedaulatan pengetahuan atas laut kita. Di tengah dinamika geopolitik dan krisis iklim yang kian mendesak, Indonesia berdiri di titik krusial sebagai pemegang kunci sirkulasi laut global. Di perairan kepulauan inilah mengalir Arus Lintas Indonesia (Arlindo), sebuah "sabuk pengangkut panas" yang menentukan denyut iklim dunia, namun kini mulai menunjukkan tanda-tanda keletihan akibat pemanasan global.

Urat Nadi Dunia

Secara ilmiah, *Indonesian Throughflow* (ITF) atau Arus Lintas Indonesia adalah fenomena unik. Inilah satu-satunya jalur pertukaran air hangat

dan tawar dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia di wilayah tropis. Didorong oleh perbedaan tinggi muka laut sekitar 30 sentimeter antara kedua samudra tersebut, Arlindo mengalirkan massa air dalam volume raksasa—sekitar 80 persennya melalui Selat Makassar—yang kemudian mendistribusikan panas dan salinitas ke seluruh penjuru Bumi.

Arlindo bukan sekadar aliran air. Ia adalah dirigen bagi simfoni iklim regional. Interaksinya dengan fenomena *El Niño–Southern Oscillation* (ENSO) di Pasifik dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) di Samudra Hindia menentukan kapan petani kita menyemai benih atau kapan nelayan kita harus menambatkan perahu karena cuaca ekstrem. Namun, laporan-laporan ilmiah terbaru membawa kabar yang mengusik ketenangan:

peningkatan konsentrasi gas rumah kaca mulai melemahkan kekuatan arus ini.

Ancaman Pelemahan

Ketika suhu atmosfer meningkat, stratifikasi atau pelapisan air laut menjadi lebih stabil, yang ironisnya justru menghambat efisiensi aliran Arlindo. Pelemahan ini bukan sekadar angka di atas kertas riset. Dampaknya nyata dan sistemis bagi Indonesia.

Pertama, ketidakstabilan iklim regional. Melemahnya Arlindo dapat mengganggu sistem monsun yang kita kenal selama berabad-abad. Pola hujan yang menjadi lebih ekstrem dan tidak menentu akan langsung memukul sektor ketahanan pangan dan meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi.

Kedua, ancaman terhadap biodiversitas laut. Perubahan suhu dan salinitas akibat terganggunya arus akan memicu pergeseran habitat ikan. Bagi negara kepulauan yang menggantungkan ekonomi pesisirnya pada kekayaan laut, ini adalah sinyal bahaya bagi kesejahteraan jutaan nelayan.

Ketiga, dimensi geopolitik. Sebagai jalur sirkulasi laut global, stabilitas Arlindo berkaitan erat dengan dinamika kawasan Indo-Pasifik. Perubahan pada sirkulasi ini berpotensi memengaruhi stabilitas jalur perdagangan dan tatanan kelautan internasional di mana Indonesia berada tepat di jantungnya.

Kedaulatan Riset

Di balik risiko tersebut, terdapat satu kelemahan mendasar: kita masih kekurangan pemahaman komprehensif mengenai respons jangka panjang

Arlindo terhadap perubahan iklim. Hingga saat ini, integrasi data dan model iklim resolusi tinggi untuk kawasan nusantara masih sangat terbatas. Informasi ilmiah seringkali berhenti di jurnal-jurnal akademik dan belum optimal bertransformasi menjadi landasan kebijakan nasional yang aplikatif.

Oleh karena itu, penguatan sistem observasi laut tidak lagi bisa ditunda. Kita perlu memperluas jaringan pengamatan melalui pengadaan *buoy*, *Argo floats*, hingga penginderaan jauh satelit yang terintegrasi secara nasional. Lembaga seperti BRIN, BMKG, dan KKP harus menjadi ujung tombak dalam riset kolaboratif yang didukung oleh pendanaan berkelanjutan. Kita tidak boleh hanya menjadi objek penelitian ilmuwan asing; kita harus menjadi tuan rumah dan pemimpin pengetahuan atas laut kita sendiri.

Menuju Kebangkitan Bahari

Gagasan mengenai Arlindo harus segera masuk ke dalam arus utama perencanaan pembangunan nasional, termasuk dalam RPJMN dan peta jalan adaptasi iklim. Diplomasi iklim Indonesia di panggung internasional pun perlu diperkuat dengan membawa isu sirkulasi laut sebagai agenda strategis dalam kerja sama kawasan.

Sebagai bangsa yang ditakdirkan mengelola persimpangan samudera, memahami Arlindo adalah bentuk pertanggungjawaban kita kepada generasi mendatang. Menjaga kelestarian dan kelancaran "nadi" laut ini adalah manifestasi nyata dari semangat kebangkitan nasional di abad ke-21.

Jika kita gagal memahami apa yang terjadi di bawah permukaan laut kita sendiri, kita tidak hanya mempertaruhkan ekonomi dan pangan,

tetapi juga kehilangan kompas untuk menavigasi masa depan di tengah perubahan iklim yang kian tidak menentu. Saatnya kita membeningkan hati nurani kebijakan, menjadikan sains sebagai timbangan, dan bergerak maju untuk menjaga kedaulatan laut demi kemaslahatan global.

Menjaga "Nadi" Laut di Beranda Kepulauan

Di tengah hiruk-pikuk pemberitaan mengenai evaluasi kinerja menteri di pertengahan tahun dan optimisme pembangunan ekonomi yang mulai stabil, sebuah ancaman senyap sedang merayap di beranda terdepan Nusantara. Sementara perhatian publik kerap tersita oleh dinamika di daratan, sirkulasi laut kita tengah mengirimkan sinyal darurat yang menuntut perhatian segera: melemahnya arus lintas yang menjadi "nadi" kehidupan bagi ribuan pulau kecil berpenduduk di Indonesia.

Melemahnya denyut laut ini bukan sekadar persoalan oseanografi yang jauh di sana, melainkan pertarungan langsung bagi eksistensi manusia yang mendiami titik-titik terluar kita. Sebagai negara kepulauan terbesar, Indonesia berdiri di titik krusial sebagai pemegang kunci

sirkulasi laut dunia melalui Arus Lintas Indonesia (Arlindo) atau *Indonesian Throughflow* (ITF). Namun, "sabuk pengangkut panas" ini mulai menunjukkan tanda-tanda keletihan akibat pemanasan global yang kian akseleratif, tepat saat kita sedang memacu pembangunan di wilayah-wilayah pesisir terpencil.

Urat Nadi Dunia

Secara ilmiah, Arlindo adalah fenomena unik yang tak tertandingi di belahan Bumi mana pun. Inilah satu-satunya jalur pertukaran air hangat dan tawar dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia di wilayah tropis. Didorong oleh perbedaan tinggi muka laut sekitar 30 sentimeter antara kedua samudra tersebut, Arlindo mengalirkan massa air dalam volume raksasa—dengan sekitar 80 persen volumenya melintasi

Selat Makassar sebelum menyebar ke labirin perairan nusantara.

Arlindo bukan sekadar aliran air rutin. Ia adalah dirigen bagi simfoni iklim regional. Peran utamanya adalah mendistribusikan panas dan salinitas ke seluruh penjuru Bumi, yang secara langsung memengaruhi fenomena El Niño–Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD). Interaksi inilah yang menentukan apakah sumur-sumur di pulau kecil akan tetap berisi atau mengering, dan apakah cuaca ekstrem akan menghantam dermaga-dermaga rakyat yang baru saja kita bangun.

Laporan terbaru mengonfirmasi kekhawatiran lama: peningkatan gas rumah kaca telah memicu stratifikasi atau pelapisan air laut yang lebih stabil. Secara mekanis, stabilitas ini justru menghambat efisiensi aliran Arlindo. Arus yang

melemah berarti distribusi panas yang terhambat—sebuah kondisi yang akan mengubah wajah iklim dan ketahanan pulau-pulau kecil kita secara permanen.

Eksistensi Pulau Kecil

Dampak pelemahan ini bersifat nyata dan sistemis, terutama bagi pembangunan pulau-pulau kecil berpenduduk. **Pertama**, terkait ketersediaan air bersih dan pangan. Perubahan sirkulasi laut memicu ketidakpastian monsun yang lebih ekstrem. Bagi penduduk di pulau kecil yang sangat bergantung pada air hujan dan pertanian subsisten, pergeseran pola hujan berarti ancaman gagal panen dan krisis air tawar yang sistemis.

Kedua, ancaman terhadap lumbung ikan nasional. Pelemahan Arlindo mengganggu proses *upwelling*—pengadukan massa air kaya nutrisi—

yang menjadi bahan bakar utama produktivitas laut kita. Pergeseran habitat ikan akan memukul ekonomi nelayan kecil yang tidak memiliki kapasitas armada untuk mengejar migrasi ikan yang kian menjauh ke laut dalam. Pembangunan infrastruktur di pulau kecil akan menjadi sia-sia jika basis ekonomi masyarakatnya, yakni sumber daya laut, hilang akibat perubahan sirkulasi.

Ketiga, risiko bencana hidrometeorologi. Melemahnya arus berbanding lurus dengan peningkatan suhu permukaan laut lokal yang dapat memicu badai tropis lebih sering. Infrastruktur pulau yang rapuh kini dihadapkan pada kenaikan muka air laut dan hantaman gelombang ekstrem yang lebih destruktif. Di sini, pembangunan bukan lagi soal membangun beton, melainkan soal kemampuan kita membaca tanda-tanda alam di bawah permukaan laut.

Kedaulatan Pengetahuan

Eksistensi pulau-pulau kecil kita adalah indikator paling jujur dari perubahan iklim global. Saat kita bicara tentang warisan bagi Indonesia, makna terdalamnya adalah memastikan pulau-pulau tersebut tetap muncul di peta navigasi generasi mendatang. Pendidikan di bidang kebumihantropologi harus bertransformasi menjadi jembatan yang menghubungkan sains murni dengan kebijakan publik yang berbasis bukti (*evidence-based policy*).

Para ahli yang kita cetak hari ini adalah mereka yang kelak akan memberikan saran otoritatif kepada pemerintah: kapan harus melakukan relokasi pesisir, bagaimana mengelola sumber daya air di pulau-pulau kering, hingga bagaimana memanfaatkan ekosistem laut untuk mitigasi karbon. Tanpa keahlian spesifik ini, kebijakan

pembangunan kita hanya akan menjadi tebakan yang berisiko tinggi. Kita memerlukan dialog yang lebih intens antara komunitas peneliti, sektor swasta, dan pemerintah untuk memastikan bahwa investasi dalam ilmu kebumiharian adalah investasi untuk kelangsungan hidup bangsa.

Menavigasi Masa Depan

Memasuki pertengahan tahun 2026, gagasan mengenai perlindungan Arlindo harus masuk ke dalam jantung perencanaan pembangunan nasional (RPJMN). Kita tidak boleh hanya melihat laut sebagai "jalan tol" transportasi, melainkan sebagai mesin iklim yang menentukan kelangsungan hidup manusia di atasnya.

Sebagai bangsa yang ditakdirkan mengelola persimpangan samudra, memahami Arlindo adalah bentuk pertanggungjawaban kita kepada

generasi mendatang di pulau-pulau terdepan. Menjaga kelancaran "nadi" laut ini adalah manifestasi nyata dari kedaulatan di abad ke-21.

Jika kita gagal memahami apa yang terjadi di bawah permukaan laut kita sendiri, kita tidak hanya mempertaruhkan ekonomi, tetapi juga kehilangan kompas untuk menavigasi masa depan di tengah perubahan iklim yang kian tidak menentu. Saatnya menjadikan sains sebagai timbangan kebijakan dan memastikan bahwa pembangunan di pulau-pulau kecil kita berdiri di atas fondasi pemahaman kelautan yang kokoh.

Babak II

Menakar Krisis, Konflik, dan Realitas

Menavigasi Normal Baru di Era “Overshoot” Iklim

Dunia tidak lagi sedang berdiri di ambang pintu perubahan iklim; kita telah melangkah melewatinya. Laporan terbaru yang disitir dalam editorial *Nature Climate Change* (Maret 2026) memberikan konfirmasi yang getir: bumi telah memasuki era *overshoot*. Fenomena ini merujuk pada kondisi di mana kenaikan suhu global secara sementara telah melampaui ambang batas kritis 1,5 derajat Celsius yang ditetapkan dalam Perjanjian Paris 2015. Apa yang dahulu dianggap sebagai skenario terburuk dalam pemodelan komputer, kini menjadi realitas harian yang mendesak.

Di Indonesia, awal April ini kita menyaksikan pola cuaca yang kian sulit ditebak. Transisi musim yang biasanya membawa kesejukan pasca-puncak hujan kini justru sering kali diiringi gelombang panas yang menyengat atau intensitas hujan ekstrem yang memicu banjir bandang, seperti yang melanda sebagian wilayah Sumatera setahun silam. Realitas *overshoot* ini bukan sekadar angka statistik dalam jurnal ilmiah, melainkan sinyal bahwa daya dukung ekosistem kita sedang berada pada titik nadir.

Pergeseran Paradigma: Dari Mitigasi ke Adaptasi

Selama satu dekade terakhir, narasi besar penanganan perubahan iklim didominasi oleh mitigasi—upaya menahan laju emisi. Namun, ketika ambang 1,5 derajat Celsius terlampaui, mitigasi saja tidak lagi memadai. Kita

memerlukan pergeseran paradigma yang berani. *Overshoot* menuntut kita untuk menempatkan adaptasi dan teknologi emisi negatif sebagai pilar utama kebijakan negara, tanpa mengabaikan komitmen emisi nol bersih (*net-zero emission*).

Editorial *Nature* menegaskan bahwa penundaan aksi global telah mengubah wajah risiko iklim menjadi lebih kompleks. Risiko tersebut kini bersifat irreversible atau tak terpulihkan, seperti mencairnya lapisan es abadi dan pergeseran ekosistem laut. Bagi Indonesia sebagai negara kepulauan, risiko ini bersifat eksistensial. Kenaikan permukaan air laut bukan lagi ancaman masa depan, melainkan pencuri perlahan yang menggerus garis pantai dan ruang hidup masyarakat pesisir kita.

Ketidakpastian ini menuntut perencanaan adaptasi yang lebih dinamis. Model

pembangunan yang kaku dan berbasis data masa lalu tidak lagi relevan untuk menghadapi masa depan yang volatil. Kita membutuhkan infrastruktur yang tidak hanya kokoh secara fisik, tetapi juga lentur secara fungsi dalam merespons anomali iklim yang ekstrem.

Strategi Nasional: Menuju Indonesia Emas yang Tangguh

Dalam menyongsong visi Indonesia Emas 2045, agenda perubahan iklim harus diletakkan sebagai jantung dari pembangunan nasional, bukan sekadar lampiran kebijakan lingkungan. Ada tiga langkah strategis yang harus diambil secara simultan.

Pertama, akselerasi transisi energi yang berkeadilan. Bergantung pada batu bara adalah bentuk kerentanan ekonomi di masa depan. Revisi Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik

(RUPTL) harus lebih agresif dalam memensiunkan dini PLTU dan mengoptimalkan potensi energi surya, angin, serta panas bumi yang melimpah. Kemitraan seperti *Just Energy Transition Partnership* (JETP) harus dipastikan mampu menyentuh level akar rumput, sehingga transisi hijau tidak menciptakan ketimpangan baru.

Kedua, pemulihan benteng alami. Restorasi lahan kritis dan rehabilitasi mangrove merupakan investasi dengan tingkat pengembalian ekologis tertinggi. Mangrove bukan sekadar penyerap karbon (Sinking Carbon), melainkan pelindung alami dari abrasi dan badai yang intensitasnya kian meningkat di era *overshoot*. Moratorium konversi hutan primer dan perlindungan gambut harus ditegakkan dengan konsistensi tanpa kompromi.

Ketiga, penguatan riset dan kolaborasi lintas sektor. Perubahan iklim adalah masalah interdisipliner. Kebijakan publik harus didasarkan pada riset yang mengintegrasikan aspek fisik-sosioekonomi. Pemerintah, sektor swasta, dan akademisi perlu membangun ekosistem inovasi yang mampu menciptakan sistem pangan dan air yang tahan terhadap guncangan iklim.

Keadilan di Tengah Krisis

Satu aspek yang sering terlupakan dalam diskusi *overshoot* adalah keadilan sosial. Dampak perubahan iklim tidak terdistribusi secara merata. Masyarakat adat, petani kecil, dan warga miskin kota adalah kelompok yang paling rentan terdampak, namun paling sedikit berkontribusi terhadap emisi global.

Oleh karena itu, setiap kebijakan adaptasi harus inklusif. Suara masyarakat lokal yang memiliki kearifan dalam menjaga alam harus didengar dan diintegrasikan ke dalam kebijakan nasional. Tanpa aspek keadilan, transformasi hijau hanya akan menjadi slogan bagi kalangan elit, sementara masyarakat bawah tetap terpuruk dalam kerentanan.

Penutup

Era *overshoot* memang membawa kabar buruk, namun ia juga membawa panggilan untuk sebuah revolusi nasional. Indonesia memiliki modalitas yang cukup—baik sumber daya alam maupun modal sosial—untuk memimpin di kawasan ASEAN dalam menghadapi krisis ini.

Kita tidak boleh menyerah pada keadaan. *Overshoot* bukanlah akhir dari perjuangan iklim, melainkan tanda bahwa kita harus bekerja lebih

cerdas, lebih cepat, dan lebih padu. Saatnya kita beralih dari sekadar bertahan menjadi bangsa yang proaktif membangun sistem kehidupan yang adaptif, tangguh, dan berkeadilan bagi generasi mendatang. Di atas bumi yang kian panas ini, keberanian untuk berubah adalah satu-satunya jalan keselamatan yang tersisa.

Ketika Perang Memanaskan Bumi

Perang selalu meninggalkan duka. Namun kali ini, di tengah asap dan puing-puing di Timur Tengah, tersimpan lapisan tragedi lain yang lebih senyap namun tak kalah mengancam: luka ekologis yang akan diwariskan lintas generasi. Dalam dua pekan konflik Iran, jejak karbon yang terlepas ke atmosfer disebut setara dengan emisi tahunan 84 negara. Ini bukan sekadar perang antarmanusia, melainkan perang terhadap masa depan bumi itu sendiri.

Perang Iran, meski terasa lama dalam liputan media, baru mulai memperlihatkan dampak nyatanya. Namun bagi Asia, situasi di Teluk telah terasa lebih kritis sejak awal. Sekitar 84 persen minyak yang melintasi Selat Hormuz—jalur pelayaran paling vital dunia—berlabuh ke

pelabuhan-pelabuhan Asia. Di kawasan yang selama ini bergantung pada energi Timur Tengah, konflik ini menjadi ujian berat bagi ketahanan energi sekaligus stabilitas geopolitik.

Dampaknya nyata dan berlapis. Di Asia Selatan, India, Pakistan, hingga Bangladesh menghadapi penghematan bahan bakar hingga kelangkaan gas minyak cair (LPG). Kiriman uang dari jutaan pekerja migran di Teluk yang mencapai miliaran dolar AS pun terancam. Di Asia Tenggara, dari Kamboja hingga Filipina, dampak terasa dari penutupan sementara ribuan SPBU hingga kebijakan kerja dari rumah untuk menghemat energi. Krisis ini tak hanya menguji ketahanan infrastruktur energi, tetapi juga solidaritas sosial dan ketangguhan ekonomi rumah tangga.

Bagi negara maju seperti Korea Selatan dan Jepang, situasi ini menghadirkan dilema politik yang rumit. Keduanya sangat bergantung pada minyak Teluk, namun di sisi lain memiliki hubungan sekutu erat dengan Amerika Serikat yang meminta keterlibatan di Selat Hormuz. Jepang, misalnya, harus berhati-hati. Meskipun menjanjikan dukungan, konstitusi pascaperang yang disusun Amerika Serikat sendiri membatasi pengerahan pasukan ke luar negeri. Dilema ini menjadi pengingat bahwa ketergantungan energi sering kali merambat menjadi kompleksitas politik yang tak mudah diurai.

Di tengah semua itu, China hadir dengan strategi berbeda. Beijing memanfaatkan kelengahan AS untuk menawarkan “keamanan energi” kepada sejumlah negara di kawasan, sembari memperluas pengaruh politik. Ada pula

spekulasi bahwa konflik ini secara tidak langsung menjadi upaya menekan pasokan energi China, meski hal itu masih diperdebatkan. Yang jelas, perang ini telah mengubah peta kepentingan di Asia, dan ketidakpastian menjadi satu-satunya hal yang pasti.

Namun, di balik goncangan pasokan dan harga energi, ada dimensi lain yang tak kalah penting dan sering luput dari sorotan: konflik bersenjata adalah mesin perusak iklim yang luar biasa dahsyat. Amerika Serikat dan Israel mengklaim aksi militernya sebagai langkah menjaga keamanan kawasan. Namun dalam 14 hari pertama konflik, perang ini melepaskan sekitar 5 juta ton karbon dioksida—setara emisi tahunan 84 negara kecil. Ironi besar terjadi: bahan bakar fosil yang menjadi sumber konflik justru menjadi bahan bakar perang itu sendiri. Pesawat

tempur AS terbang ribuan kilometer, membakar ratusan juta liter bahan bakar, untuk menyerang infrastruktur minyak. Ini lingkaran setan geopolitik yang tak berkesudahan.

Yang lebih mencemaskan, ketika bom menghancurkan bangunan, membakar kilang minyak, dan meluluhlantakkan alutsista, karbon yang terlepas akan bertahan di atmosfer selama berabad-abad. Korban perang ini bukan hanya mereka yang gugur di medan tempur, tetapi juga setiap anak di dunia yang mewarisi atmosfer yang lebih panas. Seperti diingatkan peneliti Fred Otu-Larbi, *“Membakar emisi tahunan Islandia dalam dua minggu adalah sesuatu yang sungguh tidak mampu kita tanggung.”* Perang bukan hanya tragedi kemanusiaan, tetapi juga bunuh diri ekologis.

Secara historis, setiap guncangan energi yang dipicu Amerika Serikat kerap diikuti lonjakan pengeboran minyak baru, terminal LNG baru, dan ekspansi infrastruktur fosil. Alih-alih menjadi momentum peralihan ke energi terbarukan, krisis justru memperkuat kecanduan lama. Patrick Bigger, peneliti kebijakan iklim, mengingatkan bahwa pola ini menunjukkan bagaimana kepentingan fosil masih begitu dalam membelenggu logika keamanan global.

Refleksi terbesar dari perang ini adalah bahwa keamanan nasional tak bisa dipisahkan dari keamanan iklim.

Bagi Indonesia, pesan ini bukan sekadar abstraksi geopolitik. Sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia, ketahanan energi dan stabilitas iklim adalah dua

sisi dari mata uang yang sama. Ketergantungan pada impor bahan bakar fosil, ditambah kerentanan terhadap kenaikan permukaan air laut dan cuaca ekstrem, menempatkan Indonesia dalam posisi yang tak kalah rapuh dari negara-negara Asia Selatan maupun Timur. Ketika konflik di Teluk mengguncang harga minyak dunia, guncangan itu langsung beresonansi ke anggaran negara, daya beli masyarakat, hingga subsidi energi yang membebani fiskal. Namun yang lebih mendasar, pengalaman ini mengingatkan bahwa keamanan nasional tak akan pernah kokoh jika dibangun di atas fondasi sumber daya yang tak hanya terbatas, tetapi juga menjadi pangkal konflik itu sendiri. Maka, mempercepat transisi energi bukan lagi sekadar komitmen moral terhadap perjanjian iklim global, melainkan langkah strategis untuk membebaskan

diri dari jeratan geopolitik yang tak pernah ramah bagi negara berkembang.

Selama kebijakan luar negeri masih didikte oleh kepentingan bahan bakar fosil, selama itu pula perang dan krisis iklim akan terus saling memakan. Asia, yang paling rentan terhadap guncangan energi, memiliki kepentingan besar untuk mendorong perubahan. Ketergantungan pada satu kawasan dan satu jalur pelayaran sempit adalah risiko yang tak boleh dibiarkan berlarut.

Perang AS-Israel terhadap Iran bukan sekadar konflik regional. Ia adalah cermin buram peradaban kita: kita membakar bumi untuk menguasai sumber daya yang membakar bumi, sambil membiarkan korban jiwa dan iklim bertumpuk tanpa keadilan. Jika krisis iklim

adalah medan perang terbesar umat manusia, maka setiap rudal yang diluncurkan adalah peluru yang ditembakkan ke kaki kita sendiri.

Maka, sudah saatnya kita menuntut ulang makna “keamanan”. Bukan yang diperoleh dari pangkalan militer di negeri orang, tetapi yang lahir dari komitmen bersama untuk menjaga planet yang layak huni. Bagi Asia, ini bukan sekadar pilihan moral, tetapi keniscayaan strategis.

Mengoreksi Janji “Berkelanjutan” di Tengah Laju Ekonomi Hijau

Di tengah riuh optimisme transisi energi dan geliat investasi “hijau” yang mengemuka dalam pemberitaan akhir-akhir ini, satu pertanyaan mendasar layak diajukan kembali: apakah pembangunan berkelanjutan yang kita gaungkan benar-benar mengubah arah, atau sekadar memperhalus wajah lama dari pola pertumbuhan yang sama? Pertanyaan ini menjadi penting ketika dunia—termasuk Indonesia—semakin percaya bahwa solusi teknologi dan ekspansi ekonomi dapat berjalan seiring tanpa batas.

Dalam diskursus global mengenai krisis lingkungan, istilah “pembangunan berkelanjutan” kerap tampil sebagai mantra penyelamat. Namun, pemikir ekologi William E. Rees mengajukan kritik tajam: konsep tersebut,

dalam praktiknya, lebih menyerupai mitos yang menenangkan ketimbang solusi yang menyelesaikan akar persoalan. Bagi Rees, kegagalan ini bukan terletak pada kurangnya inovasi teknologi, melainkan pada kesalahpahaman mendasar manusia tentang posisinya dalam sistem kehidupan Bumi.

Argumen sentral Rees bertumpu pada kondisi yang ia sebut sebagai *ecological overshoot*—situasi ketika konsumsi manusia melampaui kapasitas regeneratif planet. Kita tidak lagi sekadar memetik “bunga” dari alam, melainkan telah menggerus “modal”nya. Dalam kerangka ekonomi konvensional, alam kerap direduksi menjadi sekadar penyedia bahan mentah atau variabel eksternal. Padahal, secara ekologis, ekonomi justru merupakan subsistem dari lingkungan, bukan entitas yang berdiri sendiri.

Di sinilah letak paradoks yang jarang disadari. Upaya mendorong teknologi hijau—seperti kendaraan listrik atau energi terbarukan—memang penting, tetapi sering kali tidak menyentuh akar masalah jika pola konsumsi tetap tumbuh tanpa kendali. Tanpa perubahan pada skala dan orientasi ekonomi, inovasi tersebut berisiko menjadi sekadar kosmetik: memperlambat kerusakan, tetapi tidak menghentikannya. Dalam logika ini, keberlanjutan berubah menjadi narasi yang meninabobokan—memberi kesan kemajuan, tetapi mempertahankan status quo.

Bagi Indonesia, refleksi ini terasa sangat relevan. Di tengah ambisi menuju “Indonesia Emas 2045”, indikator keberhasilan masih didominasi oleh pertumbuhan produk domestik bruto (PDB). Padahal, pertanyaan yang lebih mendasar adalah: pertumbuhan seperti apa yang

kita kejar, dan dengan biaya ekologis sebesar apa?

Kebijakan hilirisasi sumber daya, misalnya, sering dipuji sebagai langkah strategis untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi nasional. Namun, tanpa pengelolaan yang ketat, ia berpotensi menjadi bentuk baru dari ekstraksi yang merusak—memindahkan tekanan dari ekspor bahan mentah ke eksploitasi yang lebih intensif di dalam negeri. Transisi menuju ekonomi hijau pun tidak imun dari risiko ini. Produksi bahan baku baterai untuk kendaraan listrik, misalnya, dapat membawa konsekuensi ekologis serius jika tidak dikelola dengan prinsip kehati-hatian.

Di titik ini, Indonesia dihadapkan pada pilihan strategis: mengikuti jalur negara industri yang bertumpu pada eksploitasi sumber daya, atau merintis model pembangunan yang berpijak

pada daya dukung ekologis. Pilihan kedua memang tidak mudah, tetapi justru di situlah peluang kepemimpinan Indonesia terbuka.

Salah satu modal penting yang sering terabaikan adalah kearifan lokal masyarakat adat. Selama berabad-abad, komunitas-komunitas ini telah hidup dalam keseimbangan dengan lingkungan, tanpa melampaui batas regeneratifnya. Pengetahuan tradisional mereka bukan sekadar warisan budaya, melainkan sistem adaptasi ekologis yang teruji oleh waktu. Melindungi wilayah dan hak masyarakat adat karenanya bukan hanya isu keadilan sosial, tetapi juga strategi menjaga keberlanjutan yang nyata.

Selain itu, penguatan ekonomi lokal dan kedaulatan pangan menjadi langkah konkret yang dapat ditempuh. Ketergantungan pada rantai pasok global yang panjang tidak hanya meningkatkan jejak karbon, tetapi juga

memperbesar kerentanan terhadap krisis. Dengan memperkuat produksi dan konsumsi berbasis lokal, Indonesia dapat membangun ketahanan yang lebih tangguh sekaligus mengurangi tekanan terhadap lingkungan.

Perubahan paradigma ini juga menuntut transformasi dalam pendidikan. Generasi mendatang perlu memahami bahwa pertumbuhan memiliki batas biofisik. Prinsip sederhana seperti keseimbangan antara konsumsi sumber daya dan daya dukung lingkungan bukan sekadar konsep ilmiah, melainkan fondasi bagi keberlanjutan kehidupan. Tanpa kesadaran ini, pembangunan akan terus bergerak dalam ilusi kemajuan yang rapuh.

Pada akhirnya, kritik Rees mengajak kita untuk berani bersikap jujur: bahwa keberlanjutan tidak dapat dicapai dengan mempertahankan pola pikir lama. Ia menuntut perubahan mendasar

dalam cara kita mendefinisikan kemajuan, mengelola sumber daya, dan memaknai hubungan manusia dengan alam.

Indonesia memiliki kesempatan langka untuk tidak sekadar menjadi pengikut dalam arus global, tetapi pelopor dalam merumuskan jalan alternatif. Jalan yang tidak hanya mengejar kemakmuran ekonomi, tetapi juga menjaga integritas ekologis sebagai fondasinya. Sebab, tanpa lingkungan yang lestari, seluruh bangunan kesejahteraan yang kita dirikan pada akhirnya akan kehilangan pijakan.

Maka, menembus mitos pembangunan berkelanjutan bukan berarti menolak kemajuan, melainkan menata ulang arah agar kemajuan itu sungguh berakar pada realitas bumi yang terbatas—dan karenanya, lebih tahan uji dalam jangka panjang.

Perubahan Iklim dan Waktu

*Saat Indonesia Berhenti Hidup di “Tahun
2060”*

Waktu adalah mata uang krisis iklim yang paling mahal. Oscar Stuhler dkk. (2026) dari Northwestern & NYU membedah 250 ribu artikel media AS selama 21 tahun. Temuannya menampar: kita makin sering berteriak “bertindak sekarang!”, tapi mata tetap menatap 2060. Urgensi naik 20 kali lipat, tapi “cakrawala waktu” aksi iklim mentok di 16 tahun ke depan. Dampak iklim? Patokannya tetap 2060. Dekade 2050-2100 nyaris hilang dari percakapan publik. Itu studi Amerika. Tapi cerminnya pas untuk Indonesia.

1. Kita ahli bikin “tahun sakti”, payah isi “hari ini”

Net Zero 2060. EBT 23% 2025. Elektrifikasi 35% 2035. Bunyinya gagah. Tapi Stuhler menyebut ini “peristiwa semu”: iklim dibicarakan seperti meteor yang jatuh di 2060, bukan seperti air laut yang naik 3 mm setiap tahun sejak 2000. Refleksi untuk kita: kalimat “netral karbon 2060” membangun visi bersama, tapi juga membangun ilusi jarak aman. Otak jadi tenang karena “masih lama”. Sementara di Marunda rob sudah masuk ruang tamu tiap purnama. Di NTT musim tanam sudah geser dua bulan. Di Kalimantan gambut kering jadi bom waktu tiap El Niño. Kita mengulang kesalahan AS: memisahkan “waktu dampak” dari “waktu aksi”. Padahal IPCC bilang bedanya 1,5°C dan 2°C itu soal karang hidup atau mati. Karang tidak menunggu 2060. Ia memutih saat laut panas 30,5°C hari ini.

2. “Badai media” tidak cukup menyegep takdir

Studi itu menemukan pola “media storm”: kebakaran California 2020 membuat urgensi meledak, dua bulan kemudian reda. Kita kenal polanya. Karhutla Riau 2015, kabut asap, WNI sesak napas, heboh tiga bulan, lalu arsip. Banjir Jakarta Januari, “Ibu Kota Tenggelam” jadi headline, April surut, selesai. Urgensi tanpa struktur waktu sama dengan alarm yang berbunyi lalu diam. Padahal iklim bukan peristiwa, dia proses. Sama seperti Gaudí membangun Sagrada Familia 140 tahun. Ia tidak menunggu “badai media” untuk meletakkan batu pertama. Ia tahu: fondasi 15 tahun dulu, menara kemudian. Inspirasi untuk Indonesia: berhenti hidup dari badai media ke badai media. Ganti dengan ritme institusi. Jepang umumkan El Niño, langsung gerak infrastruktur. COP31 lempar target 35%,

langsung bahas bunga bank dan transfer teknologi. Waktu aksi harus lebih pendek dari waktu dampak. Kalau dampak dikunci 2060, aksi harus dikunci 2027.

3. Menjinakkan Iklim ke Kalender Birokrasi adalah Jebakan

Stuhler menyebut aktor sering “menjinakkan” iklim ke temporalitas yang mereka kenal: 5 tahun RPJMN, 1 tahun APBN. Makanya target aksi stabil di 16 tahun ke depan. Nyaman untuk birokrasi, fatal untuk iklim. Indonesia harus berani keluar dari kerangka itu. Waktu iklim tidak linier. Ia berlipat. Satu hari suhu 40°C bisa memusnahkan panen setahun. Satu musim kemarau panjang bisa mengunci kabut asap tiga tahun. Maka waktu kebijakan kita juga harus berlipat: ada waktu darurat 0-3 tahun untuk El Niño dan rob, ada waktu transisi 5-10

tahun untuk listrik bersih, ada waktu peradaban 30-50 tahun untuk hutan dan laut. Ketiganya harus jalan beriringan, bukan antre menunggu giliran.

4. Dekade yang Hilang Harus Kita Isi dengan Batu

Peneliti terkejut karena rentang 2050-2100 hampir tak disebut media AS. Kita pun begitu. Kita sibuk dengan “Indonesia Emas 2045” dan “Net Zero 2060”, tapi kosong untuk 2050-2090. Padahal di rentang itu anak yang lahir 2026 akan menjalani usia 24-64 tahun. Dia yang akan membayar utang iklim yang kita tunda hari ini. “Segel takdir” El Niño 2026 yang Jepang ketuk adalah buktinya. Itu bukan cerita 2060. Itu cerita 2026-2030. Kalau cakrawala kita terus berhenti di 2060, berarti kita menyerahkan seperempat abad ke depan pada improvisasi.

Maka Indonesia harus mengisi kekosongan itu dengan batu, bukan PowerPoint: restorasi 2 juta ha gambut selesai 2030, 100% Puskesmas dan sekolah 3T listrik surya 2030, audit ketahanan iklim wajib untuk semua izin tambang dan sawit mulai 2027.

Palu Terakhir: Ganti “Tahun Sasaran” dengan “Batu Pertama”

Studi 21 tahun itu memberi pelajaran kejam: manusia pandai memperpanjang urgensi, tapi gagal memajukan cakrawala. Kita bisa teriak “sekarang!” selama dua dekade, tapi kalau mata tetap terpaku ke 2060, maka “sekarang” tidak akan pernah tiba. Indonesia tidak punya kemewahan menunggu. Kita hidup di episentrum. El Niño, banjir bandang, karang memutih, rob yang masuk ruang tamu — semua sudah “sekarang”. Gaudí meninggal 1926 tanpa melihat

Sagrada selesai, tapi batu pertama yang ia letakkan 1882 masih dipeluk arsitek 2026. Itu iman temporal: percaya tindakan hari ini punya makna di luar umur kita.

Pertanyaannya kini berbalik ke kita: mau jadi bangsa yang hanya pandai menetapkan “tahun sasaran”, atau bangsa yang berani meletakkan “batu pertama” untuk 2050-2100? Sebelum segel iklim 2026 mengunci takdir pesisir kita, pilihannya hanya dua. Memajukan cakrawala aksi hari ini, atau menerima bahwa “tidak ada jalan kembali” benar-benar terjadi saat anak cucu kita sudah tidak bisa berbuat apa-apa lagi.

Menakar Dinamika Arus Selatan

Membaca Cetak Biru Termoregulasi Planet

Memasuki pekan pertama Juni 2026, laporan berkala Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) kembali menyoroti anomali suhu di kawasan kutub yang kian mendekati ambang batas kritis. Di tengah perdebatan global mengenai percepatan mencairnya lapisan es, perhatian para oseanografer kini tertuju pada motor penggerak utama iklim global yang berada di ujung selatan samudra. Memahami bagaimana sistem pendingin alami Bumi ini terbentuk di masa lalu menjadi kunci krusial untuk memproyeksikan daya tahan planet menghadapi pemanasan global di masa depan.

Sekitar 34 juta tahun lalu, Bumi mengalami salah satu transisi iklim paling radikal dalam sejarah geologi era Kenozoikum. Planet ini bermigrasi dari fase *greenhouse*—kondisi hangat tanpa es di kutub—menuju fase *icehouse*, di mana Benua Antartika mulai diselimuti oleh lapisan es abadi. Investigasi paleoklimatologi mutakhir menunjukkan bahwa pemicu utama transformasi masif ini bukanlah faktor eksternal seperti tumbukan komet, melainkan sebuah peristiwa geotektonik di dalam rahim lautan: lahirnya Arus Sirkumpolar Antartika (*Antarctic Circumpolar Current/ACC*).

Pergeseran Lempeng dan Konduksi Angin

Sebelum periode transisi tersebut, lanskap daratan Bumi menyerupai jajaran teka-teki silang yang belum terurai. Antartika, Australia, dan Amerika Selatan masih berada dalam posisi

saling bertautan. Konfigurasi daratan yang rapat ini menyumbat sirkulasi air laut di lingkaran Kutub Selatan. Akibatnya, arus hangat dari kawasan ekuator dapat mengalir tanpa hambatan menuju kutub, menjaga iklim Antartika tetap subtropis dan ditumbuhi hutan holosena yang lebat.

Namun, dinamika tektonik mengubah konstelasi tersebut. Pemisahan Australia dan pergeseran Amerika Selatan secara bertahap membuka gerbang laut dalam—Selat Drake dan Lintasan Tasman—yang mengelilingi Antartika. Kendati demikian, simulasi numerik terbaru dari Alfred Wegener Institute (AWI) menunjukkan bahwa terbukanya koridor samudra saja belum cukup untuk mengaktifkan arus raksasa ini.

Dibutuhkan dirigen atmosferik berupa sabuk Angin Barat (*Westerlies*) yang kuat di lintang 40° hingga 50° Selatan. Ketika Australia bergerak

cukup jauh ke utara, Angin Barat mulai menyapu perairan bebas di Lintasan Tasman tanpa sekat daratan. Dorongan atmosferik yang konsisten inilah yang memicu sirkulasi air tanpa henti, memutar memutari Benua Antartika selama 24 jam penuh.

Dalam skala oseanografi modern, ACC merupakan arus terkuat di dunia yang mengalirkan volume air hingga seratus kali lipat dari gabungan seluruh sungai di Bumi. Fungsi ekologisnya sangat protektif sekaligus masif: mengisolasi Benua Antartika dari interogasi air hangat samudra utara dan mengunci massa udara dingin di dalamnya. Peristiwa ini secara efektif mengubah Antartika menjadi laboratorium pembekuan alami planet.

Asimetri Evolusi Arus Purba

Salah satu temuan paling menonjol dalam pemodelan komputer teranyar adalah adanya fakta bahwa pembentukan ACC tidak terjadi secara instan dan simetris. Pada fase awal pembentukannya, sirkulasi arus di sektor Samudra Atlantik dan Hindia telah bergerak kencang, memicu pencampuran massa air dalam yang menyerap karbondioksida (CO_2) atmosfer secara masif. Sebaliknya, sektor Samudra Pasifik justru berada dalam kondisi relatif tenang.

Asimetri purba ini memberikan pemahaman baru bagi para peneliti. Perbedaan kecepatan sirkulasi antarsektor tersebut memengaruhi distribusi termal global secara bertahap. Melalui mekanisme yang menyerupai "pompa karbon" raksasa, arus purba ini menyedot konsentrasi CO_2 di atmosfer hingga merosot ke kisaran 600 bagian

per juta (ppm) dan menguburnya di dasar laut dalam. Penurunan drastis gas rumah kaca ini menstimulasi pendinginan global secara sistemik, yang kemudian menandai dimulainya zaman es pada kala Oligosen.

Refleksi bagi Tata Iklim Modern

Mengapa rekonstruksi dinamika oseanografi yang terjadi puluhan juta tahun lalu menjadi sangat relevan pada Juni 2026? Jawabannya terletak pada kecepatan pelepasan emisi antropogenik hari ini yang secara akseleratif tengah mendorong konsentrasi CO₂ atmosfer kembali mendekati angka 600 ppm. Perbedaan fundamentalnya adalah: jika transisi iklim masa lalu digerakkan oleh instrumen geologi alamiah, krisis iklim saat ini didorong oleh aktivitas manusia.

Sistem "pompa laut" di lingkaran kutub selatan saat ini bertindak sebagai benteng pertahanan terakhir. Arus tersebut bekerja ekstra keras untuk menyerap kelebihan panas dan emisi karbon yang dihasilkan oleh peradaban modern. Memahami anatomi kelahiran, stabilisasi, dan potensi kerentanan Arus Sirkumpolar Antartika memberikan peta mitigasi bagi para ilmuwan untuk memprediksi seberapa lama lautan mampu menoleransi pemanasan global sebelum mencapai titik jenuh ekologis.

Rekaman geologis membuktikan bahwa kestabilan iklim Antartika tidak bermula dari penurunan suhu atmosfer semata, melainkan dari konvergensi presisi antara pergeseran benua dan arah angin yang menggerakkan sirkulasi samudra. Bumi telah menyediakan sebuah kronik eksperimen iklim masa lalu yang sangat kaya. Di

tengah kalkulasi kebijakan energi dan lingkungan global yang krusial saat ini, tugas pokok kita adalah membaca kronik tersebut dengan saksama, guna mencegah peradaban secara tidak sadar membalikkan arah jarum jam iklim menuju fase ekstrem yang tidak lagi ramah bagi kehidupan.

Babak III

Menulis Ulang Narasi dengan Imajinasi

Ketika Skenario Iklim Berubah: Kejujuran Sains dan Ujian Tanggung Jawab Kita

Di tengah deru perundingan transisi energi nasional yang kerap terjebak dalam kalkulasi angka jangka pendek, sebuah peta jalan baru berskala global hadir merombak ulang cara kita membayangkan masa depan bumi. Publikasi ilmiah terbaru di jurnal *Geoscientific Model Development* secara resmi merinci cetak biru *Scenario Model Intercomparison Project* untuk fase ketujuh proyek kolaborasi global iklim, atau yang dikenal sebagai CMIP7. Kehadiran CMIP7 bukan sekadar pembaruan teknis komputerisasi model iklim dari puluhan institusi riset dunia.

Proyek raksasa ini mencerminkan sebuah perubahan paradigma ilmiah: sebuah upaya untuk menyelaraskan asumsi ekonomi, pasokan energi, tata guna lahan, hingga dinamika aerosol stratosfer agar menghasilkan proyeksi yang lebih konsisten, relevan dengan kebijakan global mutakhir, dan yang terpenting, lebih jujur terhadap ketidakpastian. Di balik kecanggihan algoritmanya, tersimpan pesan filosofis yang kuat bahwa kejelasan data di atas kertas tidak serta-merta berbanding lurus dengan keselamatan ekosistem jika tidak dibarengi keberanian politik untuk bertindak.

Bila kita telaah secara mendalam, refleksi filosofis dan praktis dari transisi model baru ini membawa dua sisi kesadaran yang fundamental bagi krisis iklim global saat ini. Pertama, perkembangan ini menegaskan bahwa umat

manusia kini semakin tahu mengenai apa yang selama ini tidak mereka ketahui. Pada pemodelan generasi sebelumnya, pelbagai variabel kompleks cenderung disederhanakan demi kemudahan komputasi. Kini, CMIP7 memasukkan interaksi "karbon hidup" yang jauh lebih rumit, seperti bagaimana umpan balik sistem biologi di lautan dan hutan, dampak dari aerosol vulkanik, hingga anomali perbedaan regional yang tajam di wilayah kepulauan tropis.

Konsekuensinya, sains kini tampil lebih jujur. Target penahanan suhu global pada ambang batas 1,5 derajat Celsius atau 2 derajat Celsius bukan lagi dipandang sebagai angka tunggal yang kaku, melainkan sebuah ruang kemungkinan dinamis yang sangat dipengaruhi oleh setiap pilihan kebijakan kita hari ini. Kepastian ilmiah memang meningkat, namun peningkatan akurasi tersebut

sekaligus memperlihatkan dengan sangat benderang betapa sempitnya jendela waktu yang tersisa bagi umat manusia untuk melakukan aksi nyata.

Sisi kesadaran kedua adalah penegasan kembali bahwa pemodelan sains tidak menyelamatkan iklim, manusia yang melakukannya. Proyeksi hanyalah bayangan dari konsekuensi atas jalur logistik dan ekonomi yang kita pilih sendiri. Sejalan dengan hal tersebut, sebuah analisis mendalam yang dipublikasikan oleh media Perancis *Nouvel Obs* baru-baru ini membawa sebuah kabar baik yang sayangnya belum cukup baik. Berdasarkan revisi skenario emisi karbon dioksida global terbaru, skenario terburuk yang dahulu ditakuti—seperti jalur emisi ekstrem akibat pembakaran batu bara tanpa kendali—kini dinilai kecil kemungkinannya terjadi.

Dalam simulasi mutakhir, emisi dunia memang diproyeksikan tetap naik hingga akhir abad ke-21, namun diperkirakan akan melandai di kisaran sepertiga lebih rendah dari proyeksi lama. Secara teoritis, revisi ini mampu menahan lonjakan suhu global di kisaran 3,5 derajat Celsius, bukan lagi 4,5 derajat Celsius. Namun, di sinilah ironi sains itu bekerja. Di atas kertas skenario emisi mengalami penurunan, namun fakta di lapangan menunjukkan konsentrasi akumulasi gas karbon di atmosfer bumi justru mencetak rekor tertinggi sepanjang sejarah modern.

Mengapa anomali ini terjadi? Jawabannya terletak pada melemahnya sistem penyerap karbon alami bumi (*carbon sinks*). Akibat suhu bumi yang telanjur menghangat dan ekosistem yang terfragmentasi, lautan dan hutan tidak lagi

memiliki kapasitas yang sama untuk menyerap sisa buangan peradaban kita. Setiap ton karbon yang dilepaskan ke udara hari ini menghasilkan efek pemanasan yang jauh lebih destruktif dibanding dua dekade lalu. Kita telah memasuki fase umpan balik krisis iklim yang berbahaya: hutan terbakar karena panas, dan kebakaran tersebut melepaskan kembali karbon yang mempercepat pemanasan global itu sendiri.

Bagi Indonesia, sebuah negara kepulauan yang berada di jantung benua maritim, dinamika pemodelan CMIP7 bukan sekadar deretan angka abstrak di jurnal internasional. Model baru ini sekarang memiliki resolusi regional yang jauh lebih tajam dalam memproyeksikan kenaikan muka air laut, perubahan pola monsun yang ekstrem, hingga stres panas (*heat stress*) di kepulauan tropis. Kita tidak bisa lagi berlindung

di balik data rata-rata global untuk menunda mitigasi. Risiko lokal kini terpampang nyata dan presisi di depan mata. Melemahnya daya serap karbon laut berarti pemutihan terumbu karang dan abrasi pesisir akan datang lebih cepat dari perkiraan, sementara rusaknya hutan daratan akan memicu siklus banjir bandang dan kemarau panjang yang mengancam ketahanan pangan nasional.

Melihat kenyataan ini, seluruh narasi mengenai penurunan emisi di atas kertas seharusnya tidak membuat pemerintah dan pelaku industri terbuai dalam rasa aman yang semu. Sebaliknya, data akurat ini wajib dijadikan landasan kuat untuk mengambil dua langkah strategis sekaligus: memangkas emisi energi fosil secara progresif, dan secara total memulihkan penyedot karbon alami kita. Melindungi hutan hujan tropis yang

tersisa, merehabilitasi ekosistem mangrove di sepanjang pesisir, serta menjaga kelestarian laut bukan lagi sekadar proyek lingkungan yang bersifat kosmetik atau sukarela. Ini adalah strategi pertahanan hidup (*survival strategy*) yang mutlak di tengah perubahan geopolitik iklim global.

Logika yang dihadapi peradaban kita sekarang sangatlah sederhana: menahan laju kerusakan saja tidak akan pernah cukup apabila fondasi biologis yang menopang kehidupan kita sudah mulai runtuh. Kehadiran CMIP7 telah memberikan kita peta jalan dengan navigasi yang jauh lebih akurat dan jujur. Oleh karena itu, pertanyaan mendasar yang musti dijawab oleh para pembuat kebijakan sekarang bukan lagi tentang "*apakah kita tahu ke mana arah kehancuran ini?*", melainkan "*apakah kita*

memiliki keberanian nasional dan kolektif untuk berbelok arah sebelum segalanya terlambat?".

Akurasi pemodelan iklim yang kian tajam jangan sampai hanya menjadi catatan forensik yang merekam kepunahan ekologis yang kita tonton sendiri dengan penuh ketenangan.

**Menakar Ulang Kompas Iklim Kita:
*Pelajaran dari Paradoks Polusi Pra-
Industri***

Diskusi mengenai krisis iklim global kerap bertumpu pada satu premis yang disepakati bersama: bahwa atmosfer bumi di masa lalu adalah sebuah bentang alam yang murni, suci dari intervensi manusia, sebelum Revolusi Industri mengubah segalanya. Tahun 1850 kemudian disepakati secara internasional sebagai tahun acuan (*baseline*) pra-industri, sebuah titik nol bersih yang menjadi tolok ukur kerusakan hari ini. Namun, sebuah temuan ilmiah terbaru memaksa kita untuk mengoreksi asumsi mendasar tersebut. Laporan yang dirilis oleh Hunter Y. Brown dan timnya dari Universitas Wyoming dalam jurnal *Geophysical Research Letters* (2026) menyingkap sebuah paradoks: di

beberapa belahan dunia, atmosfer di masa lalu ternyata jauh lebih kotor daripada yang kita duga. Studi yang memanfaatkan model Bumi tingkat lanjut E3SMv3 milik Departemen Energi AS ini menemukan gejala unik di wilayah tenggara Amerika Serikat dan Inggris Raya. Di kedua wilayah tersebut, jumlah tetesan air dalam awan saat ini justru lebih sedikit dibandingkan pada tahun 1850. Ini adalah sebuah anomali besar, mengingat tren global menunjukkan bahwa polusi modern seharusnya meningkatkan kepadatan tetesan awan. Mengapa wilayah-wilayah ini justru mengalami penurunan?

Jawabannya terletak pada aktivitas domestik manusia berabad-abad lalu. Pada tahun 1850, wilayah tenggara AS sedang mengalami ekspansi pemukiman besar-besaran yang mengonsumsi kayu bakar dan bahan bakar hayati (*biocombustible*) dalam jumlah masif. Di saat

yang sama, Inggris mulai memacu industrialisasi awalnya. Pembakaran biomassa dan batu bara mentah ini melepaskan partikel aerosol organik dalam jumlah luar biasa ke langit musim dingin. Ketika atmosfer alami kekurangan inti kondensasi, polusi kuno ini mengambil alih peran, menciptakan awan yang lebih padat dan reflektif dibandingkan awan di wilayah tersebut pada abad ke-21.

Distorsi Titik Acuan

Penemuan ini membawa dampak mendalam bagi cara kita memandang krisis iklim, terutama terkait validitas model proyeksi masa depan. Protokol internasional seperti CMIP6 yang menempatkan tahun 1850 sebagai representasi atmosfer yang "belum terganggu" kini menghadapi kritik metodologis. Jika tahun acuan yang kita gunakan sebenarnya sudah sarat akan

polusi, maka kontras antara masa lalu dan masa kini menjadi terkompresi secara artifisial.

Analisis data pendukung dari sampel inti es dan sedimen bahkan mengindikasikan bahwa intensitas kebakaran biomassa pra-industri dua hingga empat kali lebih tinggi dari yang tercatat dalam inventarisasi data saat ini. Akibatnya, kita menghadapi ketidakpastian baru: sejauh mana aerosol masa lalu telah memengaruhi suhu bumi? Jika emisi pra-industri ternyata lebih tinggi, maka efek pendinginan alami dari awan selama ini mungkin telah dinilai secara berlebihan. Implikasi lanjutannya jauh lebih mencemaskan: sensitivitas iklim bumi terhadap gas rumah kaca modern bisa jadi jauh lebih tinggi dari kalkulasi kita selama ini. Tanpa disadari, kita mungkin sedang menavigasi krisis iklim global dengan menggunakan kompas yang salah setel sejak awal.

Kompleksitas Sistem Bumi

Sains iklim, pada akhirnya, bukanlah sebuah dogma yang statis, melainkan sebuah proses koreksi diri yang terus berjalan. Upaya para peneliti menguji 25 parameter fisik melalui 502 simulasi komputer dalam proyek ini menegaskan satu hal: sistem bumi memiliki kerumitan yang selalu selangkah lebih maju dari model matematika manusia.

Fakta bahwa interpretasi masa depan kita dapat bergeser hanya karena variabel sesederhana jumlah kayu yang dibakar oleh para pemukim abad ke-19 adalah sebuah pengingat yang merendahkan hati (*humbling*). Ini membuktikan kebenaran adagium fisikawan Max Planck, bahwa sains tidak akan pernah sepenuhnya menyelesaikan misteri mutlak alam karena

manusia sendiri adalah bagian dari misteri yang sedang coba dipecahkan tersebut.

Ketidakpastian ilmiah ini sama sekali bukan alasan untuk menunda tindakan, atau bahkan meragukan urgensi transisi energi. Sebaliknya, dinamika ini harus dibaca sebagai alarm peringatan dini yang lebih keras. Jika polusi dari aktivitas tradisional berskala lokal di masa lalu saja mampu mengubah struktur awan dan memengaruhi radiasi matahari sedemikian rupa, maka akumulasi emisi sintetis berskala industri global yang kita lepaskan hari ini membawa risiko eksistensial yang jauh lebih besar dan sulit diprediksi.

Kehati-hatian dalam Kebijakan

Bagi Indonesia dan negara-negara berkembang, perdebatan pemodelan ini memberikan pelajaran kebijakan yang berharga. Kita tidak boleh

terjebak dalam kepasifan regulasi hanya karena kalkulasi global masih terus disempurnakan. Prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) harus tetap menjadi panglima dalam merumuskan mitigasi bencana iklim.

Ke depan, tantangan kita bukan lagi sekadar menghitung berapa banyak emisi yang harus dipangkas dari cerobong pabrik dan knalpot kendaraan hari ini. Tantangan terbesar adalah memastikan bahwa setiap kebijakan mitigasi jangka panjang bertumpu pada pemahaman sejarah ekologi yang jujur dan akurat.

Masa depan bumi tidak hanya ditentukan oleh apa yang kita lakukan besok, melainkan juga oleh seberapa jernih kita membaca jejak jelaga yang ditinggalkan oleh generasi sebelum kita. Memperbaiki model iklim adalah kerja ilmiah yang krusial, tetapi menghentikan laju degradasi lingkungan adalah tugas kemanusiaan yang tidak

bisa menunggu koreksi angka di atas kertas
selesai.

Menjaga Daulat Intelektual

di Rahim Kampus

Menjelang peringatan Hari Pendidikan Nasional pada 2 Mei mendatang, diskursus publik biasanya akan riuh oleh orasi mengenai akselerasi teknologi dan digitalisasi ruang kelas sebagai kunci mengejar ketertinggalan global. Namun, di balik gegap gempita transformasi digital yang kerap dianggap sebagai obat mujarab, sebuah alarm keras berbunyi dari Arizona State University (ASU). Melalui proyek bernama "Atomic", universitas tersebut secara sepihak memanen rekaman kuliah para dosen, memotongnya menjadi cuplikan satu menit, dan mengolahnya menggunakan kecerdasan buatan (AI) menjadi modul belajar instan tanpa konsultasi dengan sang pengampu ilmu.

Fenomena ini bukan sekadar persoalan teknis integrasi teknologi, melainkan sebuah pengingat pahit mengenai risiko dehumanisasi pendidikan tinggi. Ketika universitas mulai memposisikan dirinya tak ubahnya pabrik konten, esensi pendidikan yang berakar pada konteks, etika, dan integritas intelektual terancam luruh. Jika pendidikan hanya dimaknai sebagai transmisi informasi potongan kecil (*snackable content*), kita sedang bergerak menuju masa depan di mana pengetahuan tak lagi memiliki kedalaman, melainkan sekadar komoditas yang kehilangan ruhnya.

Bagi dosen, kasus ini menyingkap kerentanan posisi mereka di era otomatisasi. Materi kuliah sesungguhnya adalah sebuah narasi utuh—tenunan gagasan yang dibangun di atas fondasi logika, nuansa, dan dialektika selama bertahun-tahun. Di tangan AI yang bekerja tanpa kesadaran

kontekstual, kuliah yang bernas bisa berubah menjadi "sampah data". Kesalahan transkripsi dalam proyek Atomic yang mengubah nama kritikus Cleanth Brooks menjadi "Klien Brooks" adalah simbol betapa mentahnya pemrosesan mesin. Lebih dari itu, pemotongan video tanpa izin mencederai hak moral dan kedaulatan akademik.

Dosen kini dihadapkan pada ancaman pergeseran peran: dari seorang mentor dan intelektual publik menjadi sekadar "penyedia bahan baku" bagi mesin. Padahal, inti pendidikan adalah hubungan dialogis antara manusia. Jika universitas memposisikan pengajarnya sebagai entitas yang bisa digantikan oleh algoritma pemotong klip, nilai kemanusiaan dalam pendidikan akan punah. Transparansi penggunaan platform manajemen pembelajaran (*Learning Management System*) harus menjadi tuntutan mendesak. Data akademik

tidak boleh dipanen secara semena-mena demi ambisi efisiensi institusional yang semu.

Di sisi lain, mahasiswa sebagai subjek didik berdiri di tepi jurang pendangkalan ilmu. AI menjanjikan kecepatan dan personalisasi, namun kerap mengabaikan akurasi. Belajar melalui ringkasan instan tanpa menyentuh sumber asli—baik makalah akademik maupun diskusi mendalam—berisiko membangun fondasi keilmuan yang rapuh. Ada bahaya "ilusi pemahaman" di mana mahasiswa merasa telah menguasai sebuah topik pelik hanya karena telah menonton cuplikan satu menit, padahal mereka hanya menyentuh kulit luar dari sebuah argumen yang kompleks.

Pemikiran kritis tidak lahir dari informasi yang sudah dikunyah dan disederhanakan oleh algoritma. Ia tumbuh dari pergulatan dengan kontradiksi dan ketidakpastian. Jika mahasiswa

terbiasa dengan "pengetahuan cepat saji", mereka akan kehilangan kemampuan untuk menghargai proses berpikir yang panjang dan melelahkan. Sosok profesor pun tereduksi menjadi sekadar wajah di layar, bukan lagi pakar tempat mereka menguji argumen. Kita sedang menyaksikan pertarungan antara model pendidikan "Fast Food" yang rendah nutrisi intelektual melawan "Fine Dining" yang menuntut waktu, apresiasi proses, dan kedalaman rasa.

Oleh karena itu, universitas harus segera menetapkan batas etis yang tegas. Pertama, prinsip kedaulatan atas konten (*informed consent*). Universitas tidak boleh berasumsi bahwa kepemilikan infrastruktur digital memberikan hak otomatis atas hak cipta intelektual. Dosen harus memiliki hak moral untuk menentukan apakah materi mereka boleh diolah oleh AI melalui mekanisme *opt-in*, bukan

opt-out. Atribusi juga harus jelas; setiap sintesis AI wajib mencantumkan sumber asli guna menghindari praktik plagiarisme institusional yang dilegalkan oleh algoritma.

Kedua, perlunya menjaga integritas kontekstual. Etika akademik melarang mutilasi gagasan. Jika sebuah cuplikan AI menghilangkan argumen tandingan yang sengaja diberikan dosen untuk memicu debat, maka institusi tersebut sedang menyebarkan misinformasi. Setiap modul yang dihasilkan AI wajib melewati fase kurasi manusia oleh dosen yang bersangkutan sebelum dipublikasikan.

Ketiga, perlindungan hubungan dialogis. AI harus diposisikan sebagai asisten untuk memudahkan pencarian literatur, bukan pengganti interaksi esensial. Mahasiswa berhak mengetahui secara transparan bagian mana dari materi yang merupakan pemikiran murni manusia

dan bagian mana hasil olahan mesin. Terakhir, audit akurasi secara berkala mutlak diperlukan untuk mencegah bias algoritma yang dapat merusak kredibilitas profesional pengajar.

Jika universitas memandang data kuliah hanya sebagai "minyak mentah" untuk diolah menjadi "bahan bakar" teknologi, mereka sedang mengkhianati fungsi luhurnya sebagai penjaga kebenaran. AI boleh mengelola data, tetapi ia tidak boleh memonopoli kebenaran atau memutuskan ikatan emosional-intelektual antara pengajar dan pelajar.

Memasuki bulan pendidikan ini, martabat pendidikan nasional kita akan diuji. Ia tidak ditentukan oleh seberapa canggih algoritma yang diadopsi kampus, melainkan oleh seberapa teguh kita menjaga marwah manusia di tengah kepuangan mesin. Pendidikan tinggi seharusnya tetap menjadi tempat untuk memperlambat

pikiran guna memahami dunia secara mendalam,
bukan tempat untuk mempercepat segalanya
demi efisiensi yang justru mengorbankan
kebenaran ilmiah.

Imajinasi Iklim dan Kedaulatan Sains

Kita

Pagi ini halaman muka Kompas kembali diisi foto yang sama: air pasang masuk ke ruang tamu warga pesisir utara Jawa, kalender tanam padi diundur lagi, dan kalkulator APBN menghitung ulang biaya transisi energi. Bencana iklim tidak lagi datang sebagai grafik di jurnal atau ramalan tahun 2100. Ia sudah duduk di teras, basah, dan menagih jawaban. Di tengah banjir data yang mencemaskan itu, persoalan bangsa ini bukan kekurangan informasi. Kita sudah tahu suhu naik, es mencair, laut naik. Yang langka adalah imajinasi: kemampuan menerjemahkan angka-angka abstrak menjadi cerita yang menggerakkan keputusan hari ini. Di titik inilah sastra iklim dan catatan sains menemukan peran pentingnya. Ia menjembatani jurang antara laboratorium dan

ruang tamu, antara model proyeksi dan dapur warga.

Tiga karya digital terbitan Gramedia menawarkan jembatan itu: dua novel fiksi iklim—Segoro 21 dan OKEANOS 2070—serta satu catatan perjalanan ilmiah, Bumi Merdeka: Antartika. Bersama-sama, ketiganya membentuk trilogi kesadaran. Fiksi menjadi cermin distopia yang presisi. Catatan lapangan menjadi jangkar empiris. Keduanya diperlukan agar kita tidak hanya tahu, tetapi juga mau bertindak.

1. Fiksi Iklim sebagai Latihan Masa Depan

Segoro 21 membawa pembaca ke rentang 2030-2070. Ia tidak menuliskan kiamat untuk menakut-nakuti. Ia menuliskan konsekuensi logis. Ketika lapisan es Greenland mencair tujuh kali lebih cepat, ketika permukaan laut naik dua kali lipat

dari kecepatan abad lalu, maka ekosistem laut yang menopang pangan dan oksigen kita ikut goyah. Pertanyaannya sederhana: diam atau bergerak? Sikap apatis “itu kan terjadi di Kutub, jauh dari kita” adalah ilusi jarak. Laut tidak mengenal garis administratif.

Kekuatan novel ini terletak pada risetnya: lebih dari 100 literatur ilmiah aktual diterjemahkan ke dalam kisah yang berdarah dan berwajah. Bagi generasi milenial yang tumbuh dengan banjir informasi, Segoro 21 memberi alur. Ia mengubah tumpukan data menjadi dilema moral yang bisa dirasakan: apa yang terjadi jika nelayan kehilangan musim, jika pulau kecil hilang dari peta, jika anak cucu kita hanya mengenal ikan lewat foto?

OKEANOS 2070 memajukan jam ke tahun 2070—waktu yang sangat dekat bagi anak yang

lahir hari ini. Lewat kisah Badai Marijo, Neda Anak Laut, dan Dodon, novel ini memetakan dua skenario. Skenario buruk: laut dieksploitasi berlebihan, ikatan sosial putus, Raja Ampat “tersayat”. Skenario baik: bangkit dari badai, ada komandan detasemen lingkungan dunia, ada “Feeding the Peoples First”. Fiksi di sini bukan ramalan, melainkan simulasi. Ia mengundang pembaca bertanya: keputusan harian kita, kebijakan politik kita, tanggung jawab moral kita—akan mengarah ke bab yang mana? Cli-fi tidak meramal. Ia melatih otot imajinasi publik. Bangsa yang tidak mampu membayangkan masa depan, akan terjebak mengulang kesalahan masa lalu.

2. Catatan Lapangan sebagai Jangkar Kedaulatan
Jika novel adalah proyeksi, Bumi Merdeka: Antartika adalah observasi. Buku ini

membongkar miskonsepsi fatal: bahwa Antartika urusan negara kutub, bukan urusan Indonesia. Secara oseanografi, pelelehan es Antartika adalah mesin utama yang mengatur volume, suhu, dan arus laut global, termasuk Arus Lintas Indonesia atau Arlindo yang mengalir di selat-selat kita. Es yang mencair di selatan berarti volume samudra bertambah di utara. Artinya, pulau-pulau kecil dan kawasan pesisir kita terancam. Artinya, El Niño dan La Niña bisa semakin ekstrem. Artinya, perikanan—penyangga pangan 270 juta jiwa—akan terganggu. Kehadiran peneliti Indonesia di Stasiun Davis bukan sekadar petualangan akademik. Itu penegasan kedaulatan berpikir. Judul “Bumi Merdeka” tepat: kemerdekaan abad ke-21 diukur dari kemampuan sebuah bangsa memahami, meneliti, dan ikut menentukan kebijakan iklim global. Tanpa ilmuwan kita di meja data Antartika, kebijakan adaptasi kita akan

selalu datang terlambat dan berbasis asumsi orang lain.

3. Tiga Implikasi untuk Kebijakan Nasional

Kehadiran trilogi ini memberi tiga pesan kebijakan yang jernih. Pertama, literasi iklim harus naik kelas. Akselerasi format digital membuat Gen Z dan Alpha bisa mengakses narasi sains-populer kapan saja. Ini modal untuk melahirkan generasi yang “climate-literate”: tidak hanya hafal istilah, tetapi mampu membaca risiko dan membuat pilihan. Sekolah dan ruang publik perlu lebih banyak ruang bagi sains yang bercerita, bukan hanya sains yang menghakimi. Kedua, pembangunan harus berbasis proyeksi sains jangka panjang. Infrastruktur pesisir, tata ruang, dan transisi energi tidak boleh hanya mengejar target ekonomi kuartalan. Ironi terbesar adalah

membangun kota untuk hari ini, lalu membiarkannya tenggelam pada 2070. OKEANOS 2070 mengingatkan: jarak 2070 dengan bayi yang lahir tahun ini hanya 45 tahun. Itu satu kali cicilan rumah. Ketiga, Indonesia harus menunaikan peran sebagai Poros Maritim Dunia secara utuh. Peran itu bukan hanya menjaga laut dari pencuri ikan. Ia menuntut kita menjadi pemain diplomasi iklim yang paham interaksi antara es kutub dan tropis. Kita tidak bisa bernegosiasi dengan benar jika tidak memahami data. Kita tidak bisa memahami data jika tidak punya peneliti di lapangan.

Penutup: Tiket untuk Tetap Punya Rumah

Sastra dan sains adalah dua sayap burung yang sama. Sains memberi akurasi. Sastra memberi daya gerak. Tanpa sains, imajinasi melayang tanpa arah. Tanpa imajinasi, sains berhenti

sebagai angka yang dingin. Menjaga bumi hari ini bukan lagi pilihan moral yang baik. Ia adalah tiket agar Indonesia tetap memiliki rumah yang merdeka, berdaulat, dan layak huni. Rob yang masuk ke ruang tamu pagi ini adalah surat dari masa depan. Segoro 21, OKEANOS 2070, dan Bumi Merdeka: Antartika membantu kita membacanya sebelum terlambat. Tugas kita sederhana: mendengarkan peringatan itu, lalu menerjemahkannya ke dalam kebijakan, pendidikan, dan tindakan kecil setiap hari. Karena kedaulatan sejati sebuah bangsa dimulai dari kedaulatan pikirannya sendiri.

Berpura-pura di 2070: Cli-fi Anak dan Latihan

Pagi ini foto utama Kompas kembali sama: air pasang masuk ke teras rumah di pesisir utara Jawa, kalender tanam diundur lagi, dan warga menghitung kerugian. Bencana iklim sudah tidak mengetuk pintu sebagai prediksi. Ia duduk di ruang tamu, basah, dan menatap anak-anak kita. Di tengah banjir data itu, persoalan kita bukan kurang informasi. Yang langka adalah imajinasi: kemampuan menerjemahkan “laut naik 1 meter tahun 2100” menjadi cerita yang menggerakkan anak hari ini. Di titik inilah *climate fiction* atau cli-fi untuk anak menemukan urgensi. Ia bukan dongeng edukasi. Ia undangan “berpura-pura” menyeberang ke 2070, lalu kembali ke 2026 dengan keputusan yang berbeda.

Mac Barnett, mantan Duta Besar Nasional untuk Sastra Anak Muda AS, menulis *Make Believe: On Telling Stories to Children* untuk mengingatkan satu hal: anak bukan orang dewasa versi kecil yang butuh disuapi moral. Mereka justru lebih berani bermain di batas realitas-fantasi, lebih sanggup menghadapi cerita kompleks, selama kita menghargai “jurang pengalaman” antara dunia mereka dan dunia kita. Prinsip itu jadi kompas membaca cli-fi anak yang jujur.

1. Cli-fi anak adalah arena “berpura-pura”, bukan pamflet

Masalah utama buku iklim anak hari ini: ia sering jatuh ke jebakan pamflet. “Jangan buang sampah ya. Sayangi bumi ya.” Nasihatnya benar, tapi rasanya seperti orang dewasa menatap dari atas pagar. Anak cepat bosan karena mereka tidak diajak bermain, hanya disuruh patuh. Barnett

menyebut membaca sebagai “*make believe*”: investasi emosional untuk menyeberang ke dunia lain. Cli-fi yang kuat memperlakukan anak sebagai rekan bermain imajinasi. Pelelehan es Antartika bukan grafik. Ia jadi Badai Marijo yang harus dihadapi Neda 12 tahun di OKEANOS 2070. Kenaikan laut bukan angka. Ia jadi ruang tamu di Segoro 21 yang kemasukan air pasang tiap malam. Anak tidak butuh disuapi fakta. Mereka butuh “berpura-pura” jadi komandan detasemen lingkungan, jadi anak yang mencatat jejak beruang kutub, jadi ilmuwan cilik di Stasiun Davis. Dari pura-pura itu lahir empati yang tidak bisa diberikan ceramah. Fiksi menjadi permainan aktif, bukan pelajaran pasif.

2. Anak tahan terhadap kompleksitas dan “gelap”

Barnett menantang orang dewasa yang terlalu protektif. Ia bilang: anak sanggup berurusan dengan ambiguitas, kehilangan, kematian spesies, asal ceritanya jujur. Cli-fi anak yang dewasa tidak menghapus distopia. OKEANOS 2070 menampilkan bab “Kidung Kematian Nelayan” dan “Raja Ampat Tersayat”. Sadis? Iya. Tapi anak butuh melihat konsekuensi logis. Kalau semua cerita iklim berakhir manis “lalu bumi tersenyum”, anak akan curiga. Mereka tahu dunia tidak sesederhana itu. Yang penting bukan menghilangkan kegelapan, tapi memberi pegangan. Barnett benar: anak lebih tangguh dari perkiraan kita. Cli-fi yang bagus menutup distopia dengan “Game of Storm” — bukan solusi ajaib, tapi ruang gerak. Anak diajak berpikir: kalau aku jadi Neda, apa yang akan kulakukan? Itu latihan kewargaan iklim sejak

dini. Kompleksitas tidak melumpuhkan. Ia melatih.

3. Menghindari jebakan “menggurui”

Kritik Barnett juga berlaku untuk penulis cli-fi: mudah tergelincir menulis “apa yang seharusnya diinginkan anak” versi orang dewasa. Tokohnya rajin pilah sampah, selalu patuh, tidak pernah marah. Padahal anak asli: egois, ragu, kadang marah ke orang tuanya, “kenapa dulu kalian diam saja?” Cli-fi anak yang jujur memuat pertanyaan, bukan hanya jawaban. Ia memasukkan humor absurd agar anak tertawa dulu, baru berpikir. Ilustrasi di sini bukan hiasan. Ia bahasa kedua untuk menjelaskan data: bagaimana rupa Arus Lintas Indonesia, bagaimana rupa ice shelf yang retak. Seperti ilustrasi Jon Klassen di buku Barnett: gambar membantu anak menyeberang ke dunia baru tanpa kehilangan kedalaman.

4. Enam contoh yang menerapkan “*make believe*”

Tiga buku internasional menunjukkan caranya.

- “*The Last Bear*” karya Hannah Gold mengajak anak 8-12 tahun “berpura-pura” jadi April yang terdampar di Svalbard bersama beruang kutub terakhir. Tokohnya marah, takut, kangen ibu. Tidak ada duta lingkungan sempurna. Anak diajak merasakan kehilangan, bukan hanya disuruh “jaga bumi”.
- “*Greta and the Giants*” oleh Zoë Tucker memakai metafora “raksasa serakah” untuk anak 4-8 tahun. Data CO₂ tidak masuk, tapi anak paham raksasa. Greta tidak ceramah. Dia duduk, protes,

menanam. Anak belajar lewat peran, bukan khotbah.

- “*A Drop in the Ocean*” karya Jak Bowen memberi ruang bagi anak untuk “bodoh dulu”. Tokohnya salah tebak “monster laut” sebelum menemukan polusi. Tidak ada orang dewasa penyelamat. Anak-anak yang turun tangan, uji pH air, hitung ikan. Cli-fi jadi permainan detektif.

Tiga karya lokal melengkapi.

- **Segoro 21** menghormati pembaca milenial dengan 100+ rujukan ilmiah yang diterjemahkan jadi dilema: diam atau maju? Ia mengajak “berpura-pura” hidup 2030-2070 tanpa menakut-nakuti.
- **OKEANOS 2070** berani menampilkan Raja Ampat yang “tersayat”,

lalu memberi Neda 12 tahun agensi sebagai komandan detasemen lingkungan dunia. Anak bukan korban. Anak adalah pelaku. Kompleksitas sosial, politik, ekonomi masuk, karena remaja sanggup.

- **Bumi Merdeka: Antartika** adalah nonfiksi yang bernarasi petualangan. Penulis jujur: “Saya juga kaget pertama kali lihat Antartika”. Itu pengakuan “jurang pengalaman”. Pembaca diajak “berpura-pura” ikut ekspedisi. Dari pura-pura itu miskonsepsi runtuh: Antartika bukan urusan orang kutub, tapi urusan Arlindo dan laut kita.

5. Mengapa ini soal kedaulatan sains

Balik ke diskusi “imajinasi iklim dan kedaulatan sains”. Bangsa yang tidak punya ilmuwan di Antartika akan selalu jadi penerima kebijakan. Bangsa yang tidak punya anak yang terbiasa “berpura-pura” menyelamatkan laut, akan kekurangan ilmuwan 20 tahun lagi.

Cli-fi anak adalah sistem peringatan dini paling awal. Ia menanam tiga hal. Pertama, literasi risiko: anak belajar bahwa tindakan hari ini adalah bab di tahun 2070. Kedua, kedaulatan narasi: anak Indonesia punya cerita iklimnya sendiri. Neda, Dodon, laut Raja Ampat — itu peta kognitif mereka, bukan terjemahan tokoh kutub utara. Ketiga, keberanian moral: anak diberi ruang untuk bilang “aku tidak tahu, tapi aku mau cari tahu”. Itu persis Golongan 3 Al-Ghazali: sadar bodoh, lalu bergerak.

Penutup

Cli-fi untuk anak gagal kalau ia jadi buku pelajaran bersampul warna. Cli-fi berhasil kalau ia jadi undangan “*make believe*”: ayo menyeberang ke 2070, rasakan air pasang di kaki, lalu kembali ke 2026 dan ubah sesuatu.

Seperti kata Barnett: hargai audiensnya. Anak tidak butuh diselamatkan dari cerita iklim. Mereka butuh cerita iklim yang cukup jujur, cukup liar, dan cukup menghormati kecerdasannya. Karena orang yang akan menghadapi rob tahun 2070 bukan kita. Mereka. Dan imajinasi yang kita beri hari ini adalah modal agar mereka siap.

Babak IV

Algoritma Baru untuk Aksi Nyata

Mengubah Algoritma Kegagalan Iklim

Gelombang panas ekstrem yang kembali memanggang wilayah Asia Tenggara dalam beberapa pekan terakhir, diiringi rekor suhu global yang terus menembus ambang batas baru, tidak lagi sekadar menjadi peringatan ilmiah. Fenomena alam ini merupakan manifestasi nyata dari rantai sebab-akibat fisika yang linier dan terukur: akumulasi emisi gas rumah kaca memerangkap energi, menaikkan suhu bumi, memicu cuaca ekstrem, dan berujung pada ancaman eksistensial mulai dari kegagalan panen masal hingga tenggelamnya wilayah pesisir. Namun, di balik kepastian hukum alam tersebut, terdapat sebuah paradoks yang jauh lebih

mencemaskan, yakni kegagalan kolektif umat manusia dalam merespons krisis ini secara proporsional. Ketidakmampuan adaptasi tersebut bukan disebabkan oleh ketiadaan sains, melainkan oleh sebuah kerja psikologis sistemis yang bekerja layaknya ralat logika atau *bug* dalam perangkat lunak peradaban kita.

Sebuah studi monumental oleh Stuhler dan sejawatnya (2026) berjudul “*Time and Climate Change: How the Media Use Temporal Language*” membongkar struktur kegagalan tersebut secara empiris. Dengan membedah lebih dari 250.000 artikel dari empat media arus utama dunia—*The New York Times*, *The Wall Street Journal*, *USA Today*, dan *The Washington Post*—sepanjang periode 2000-2021, tim peneliti melacak tiga kata kunci temporal yang krusial: tingkat urgensi (seperti kata “sekarang” atau

“darurat”), waktu dampak (“2050” atau “akhir abad”), dan cakrawala waktu aksi (“lima tahun ke depan” atau “2030”). Hasil riset tersebut sangat mengejutkan sekaligus mengesankan: ditemukan sebuah “lingkaran algoritma bias” yang sangat stabil selama 21 tahun, melintasi pergantian empat kepemimpinan presiden Amerika Serikat dan tiga konvensi iklim global dari Kyoto, Paris, hingga Glasgow.

Dalam rentang dua dekade tersebut, data memperlihatkan bahwa frekuensi penggunaan kata penanda urgensi melonjak hingga sekitar 20 kali lipat, terutama mencapai puncaknya setiap kali bencana alam besar melanda atau saat konferensi tingkat tinggi COP berlangsung. Otak publik dipaksa berada dalam kondisi panik yang konstan. Namun, ironisnya, cakrawala waktu aksi yang diberitakan tidak pernah bergeser secara

signifikan, melainkan ajek bertahan di angka rata-rata 16 tahun dari tahun pemberitaan.

Sebagai contoh, sebuah artikel pada tahun 2005 akan menyerukan tindakan nyata pada tahun 2020. Dua dekade kemudian, yakni pada artikel tahun 2021, cakrawala waktu aksi tersebut bergeser menjadi tahun 2037. Jarak psikologisnya tetap sama. Kita kian lantang berteriak kebakaran, tetapi tangga darurat yang disiapkan tidak pernah diperpanjang. Apinya telah membesar puluhan kali lipat, sementara panjang tangga kebijakan kita tetap stagnan.

Studi ini menengarai adanya “algoritma kegagalan” yang belum pernah diperbaiki atau *patch*. Struktur kegagalan tersebut bekerja melalui lingkaran setan yang saling mengunci di antara beberapa komponen bias manusia.

Pertama, *future discounting*, sebuah bias psikologis yang secara halus mendorong persepsi waktu dampak ke tahun 2060 atau akhir abad agar kesadaran kita tetap tenang di masa kini. Kedua, *media storm* atau bias perhatian, di mana energi publik dikuras habis untuk kepanikan sesaat saat bencana viral, lalu padam sepenuhnya ketika sorotan media beralih. Ketiga adalah *calendar trap* atau jebakan kalender, sebuah bias institusional yang memaksa krisis alamiah berdurasi ratusan tahun diringkas secara paksa ke dalam kotak-kotak administratif berdurasi lima tahunan, seperti dokumen perencanaan pembangunan jangka menengah.

Kombinasi ketiga bias ini melahirkan bias narasi yang berbahaya. Kita menjadi bangsa yang sangat piawai menyusun target-target megah untuk tahun 2045 atau 2060, tetapi membiarkan ruang

kebijakan antara tahun 2026 hingga 2040 hampa dari langkah konkret yang radikal. Padahal, pada dekade-dekade yang hilang itulah anak-cucu kita akan hidup dan menanggung beban terberat dari kerusakan ekosistem. Konsekuensinya, teriakan kata “sekarang” tidak pernah benar-benar memaksa lahirnya tindakan darurat pada esok hari, melainkan selalu didelegasikan kepada pemerintahan di masa depan.

Indonesia saat ini tengah menyalin lingkaran algoritma kegagalan yang persis sama. Narasi besar mengenai Indonesia Emas 2045 maupun komitmen *Net Zero Emission* 2060 kerap kali berfungsi sebagai bentuk penundaan psikologis yang sistemik. Di tingkat tapak, penanganan kebakaran hutan dan lahan (karhutla) masih mengikuti ritme musiman yang viral selama tiga bulan lalu dilupakan. Sementara itu, dokumen

jangka panjang penataan ruang pesisir dan ketahanan pangan kerap kali terbentur oleh sekat-sekat periodisasi politik lima tahunan. Jika siklus ini dibiarkan tanpa adanya intervensi, kita hanya sedang menunggu waktu hingga sistem alam mencapai titik kritisnya.

Oleh karena itu, catatan ilmiah ini harus dibaca sebagai sebuah usulan perbaikan sistem atau *patch note* bagi kebijakan publik kita. Kita harus membalikkan algoritma kegagalan ini menjadi sebuah algoritma aksi yang membumi. Logika “tahun sasaran” yang abstrak di masa depan harus segera digantikan dengan logika “batu pertama” pada hari ini. Ketimbang terus memperdebatkan keandalan target tahun 2060, fokus kebijakan harus ditarik secara radikal menuju target jangka sangat pendek, misalnya tahun 2027, dengan

implementasi undang-undang bernilai mengikat dan alokasi anggaran ketahanan iklim yang rigid.

Arsitek legendaris Antoni Gaudí memberikan sebuah teladan historis yang sublim ketika membangun katedral Sagrada Família di Barcelona. Beliau sangat sadar bahwa bangunan tersebut tidak akan selesai semasa hidupnya, bahkan mungkin baru mewujud utuh berabad-abad kemudian. Namun, alih-alih sekadar merancang cetak biru yang indah dan membiarkannya di atas meja, Gaudí meletakkan batu pertamanya pada tahun 1882 dengan presisi, kedisiplinan, dan dedikasi penuh seolah bangunan itu akan berdiri esok hari. Katedral tersebut dijadwalkan selesai secara monumental pada tahun 2026 ini.

Menghadapi krisis iklim global, Indonesia tidak lagi membutuhkan retorika kepanikan baru ataupun janji-janji manis yang digeser ke pertengahan abad. Kita membutuhkan keberanian politik dan keteguhan birokrasi untuk menghentikan siklus penundaan, memecahkan jebakan kalender, serta meletakkan batu pertama adaptasi dan mitigasi ekologis sekarang juga. Di sinilah letak palu terakhir keputusan berada di tangan kita: menetap dalam algoritma kegagalan yang nyaman namun semu, atau memutus siklusnya demi menjamin keberlangsungan hidup generasi masa depan.

algoritma bias manusia :

“algoritma kegagalan kita merespons krisis iklim” (yang belum di-patch) yang dibongkar studi Stuhler dkk.(2026)

1. Masalah waktu 2060 → 2. Badai media → 3. Jebakan kalender → 4. Dekade hilang → 5. Palu Terakhir.

Kalau kita mau pecah algoritmanya, urutannya harus dibalik jadi algoritma aksi:

Palu Pertama hari ini → Isi Dekade Hilang 2050-2100 → Bongkar Jebakan Kalender → Matikan Badai Media dengan Ritme Institusi → Tarik “2060” jadi “2027”

1. Kalau “algoritma krisis iklim” secara sains

Urutan sainsnya begini:

Emisi GRK ↑ → Energi terperangkap → Suhu global ↑ → Cuaca ekstrem ↑ → Dampak: naik muka laut, karang mati, gagal panen

Ini rantai sebab-akibat fisika. Linier, bisa dihitung.

2. Urutan “algoritma bias manusia”

1. Masalah waktu 2060 = Bias psikologis: kita geser ancaman ke masa depan biar tenang. Namanya “*future discounting*”.
2. Badai media = Bias perhatian: otak kita cuma nyala saat ada bencana viral, lalu padam lagi.
3. Jebakan kalender = Bias institusi: birokrasi memaksa iklim yang 100 tahun masuk ke kotak 5 tahun RPJMN.
4. Dekade hilang = Bias narasi: kita jago bikin target 2045 & 2060, tapi kosong untuk 2050-2090. Padahal di sanalah anak kita hidup.
5. Palu Terakhir = Titik keputusan: mau terus pakai “algoritma kegagalan” di atas, atau pecah siklusnya dengan “batu pertama” hari ini.

Jadi urutan tersebut itu loop. Mirip bug di software:

Tunda → Heboh → Masukkan ke kalender →
Lupakan jangka panjang → Ulang dari tunda
Studi Stuhler bilang loop ini stabil 21 tahun di AS. Data menunjukkan urgensi naik 20x, tapi cakrawala waktu aksi tetap 16 tahun. Artinya algoritma kegagalan ini belum pernah di-“patch”.

Inspirasi untuk Indonesia

Kalau kita mau pecah algoritmanya, urutannya harus dibalik jadi algoritma aksi:

Palu Pertama hari ini → Isi Dekade Hilang 2050-2100 → Bongkar Jebakan Kalender → Matikan Badai Media dengan Ritme Institusi → Tarik “2060” jadi “2027”

Temuan paling kejam dari studi Stuhler dkk (2026) berjudul “Time and Climate Change: How the Media Use Temporal Language”, 2000-2021.

Dengan memakai bahasa runut:

1. “Loop stabil 21 tahun” maksudnya apa?

Stuhler + tim bedah 250 ribu artikel NYT, WSJ, USA Today, WaPo. Mereka lacak 3 kata kunci waktu:

1. Urgensi: **“sekarang”**, **“segera”**, **“darurat”**
2. Waktu dampak: **“2050”**, **“2100”**, **“akhir abad”**
3. Waktu aksi: **“5 tahun”**, **“2030”**, **“dekade depan”**

Hasilnya: selama 2000-2021, pola bicaranya nggak pernah berubah. Mirip loop/bug. Tiap ada bencana → media teriak “sekarang!”. Bencana reda → semua kembali ke setelan pabrik: ngomongin 2060.

21 tahun = 4 presiden AS, 3 perjanjian iklim global Kyoto→Paris→Glasgow. Tapi “algoritma bicara” medianya nggak ke-patch.

2. “Urgensi naik 20x, tapi cakrawala aksi tetap 16 tahun”

Ini datanya:

- Urgensi: Kata “segera/sekarang” di artikel iklim naik ~20x lipat dari 2000 ke 2021. Puncak tiap ada badai, kebakaran, COP. Otak publik dipaksa panik.
- Waktu dampak: Patokannya geser pelan dari 2050 → 2060 → 2100. Logis, karena sains makin akurat.
- Waktu aksi: Nah ini kuncinya. Rata-rata “kapan harus bertindak” mentok di 16 tahun dari tahun pemberitaan.

Contoh: Artikel 2005 bilang “aksi 2020”. Artikel 2021 bilang “aksi 2037”. Jaraknya tetap ~16 tahun. Artinya: kita makin keras teriak “kebakaran!”, tapi tangga daruratnya nggak pernah kita panjangin. 2005 kita siapkan tangga 15 tahun, 2021 masih tangga 16 tahun. Padahal apinya sudah 20x lebih besar.

3. “Algoritma kegagalan belum di-patch”

“Patch” = perbaikan software. Kenapa dibilang belum di-patch? Karena 3 komponen loop ini saling mengunci

Komponen Loop	Bukti Data Stuhler	Efeknya
<i>Future discounting</i>	Waktu dampak didorong ke 2060/2100	Otak tenang: “masih lama”
Media storm	Urgensi meledak saat	Energi publik habis buat

	bencana, lalu nol	panik, bukan bangun
Calendar trap	Waktu aksi stuck di 16 tahun	Kebijakan nyaman: - 2 periode presiden, - 3 RPJMN. Aman untuk birokrat, fatal untuk iklim

Selama 21 tahun, nggak ada aktor—politikus, media, aktivis—yang berhasil memotong loop ini. Teriakan “sekarang!” nggak pernah memaksa “aksi 2027”. Selalu “aksi 2037”.

Pelajaran untuk Indonesia

Kita sedang meng-copy loop yang sama:

- “Net Zero 2060” = future discounting

- “Karhutla viral 3 bulan” = media storm
- “RPJMN 5 tahun” = calendar trap

Makanya esai ini harus jadi “*patch note*”. *Patch*-nya: ganti logika “tahun sasaran” jadi “batu pertama”.

Gaudí kasih contoh: dia nggak tunggu 2060. Dia letak batu 1882 buat katedral 2026.

Ketika AI Menyentuh Puskesmas, Sawah, dan Desa

Awal 2026 kembali memperlihatkan potret klasik Indonesia: puskesmas di daerah terpencil masih kekurangan tenaga dan alat, petani menghadapi cuaca yang makin sulit diprediksi, sementara desa-desa didorong untuk “go digital” di tengah keterbatasan infrastruktur dan literasi. Di saat yang sama, kecerdasan buatan (AI) dipromosikan sebagai teknologi masa depan yang menjanjikan efisiensi dan pertumbuhan. Pertanyaannya bukan lagi apakah Indonesia perlu AI, melainkan apakah teknologi ini akan berhenti sebagai simbol kemajuan, atau benar-benar hadir menyentuh kebutuhan paling dasar warga—kesehatan, pangan, dan kesempatan hidup yang lebih adil.

Refleksi tentang AI di tingkat global memberi pelajaran penting bagi Indonesia. Bukan berupa

cetak biru teknokratis yang kaku, melainkan arah inspirasi strategis: teknologi hanya bermakna sejauh ia berpihak pada manusia. Dalam konteks Indonesia, potensi terbesar AI bukan terletak pada efisiensi korporasi besar atau layanan digital kelas menengah perkotaan, melainkan pada petani kecil, nelayan, UMKM, serta wilayah tertinggal dan kepulauan.

AI paling berdampak bukan ketika ia paling canggih, tetapi ketika ia menurunkan biaya akses pengetahuan. Penyuluh pertanian digital yang dapat diakses petani kecil, sistem prediksi cuaca lokal yang membantu nelayan menentukan waktu melaut, atau manajemen logistik pangan berbasis data adalah contoh sederhana bagaimana teknologi dapat menyentuh akar kemiskinan struktural. Di sinilah AI berpotensi menjadi

pengungkit keadilan, bukan sekadar mesin efisiensi.

Pelajaran berikutnya menyangkut kesehatan sebagai fondasi pembangunan ekonomi. Selama ini, kebijakan kesehatan kerap diposisikan sebagai beban anggaran, bukan investasi jangka panjang. Padahal, bangsa dengan warga yang lebih sehat adalah bangsa yang lebih produktif. AI membuka peluang untuk deteksi dini penyakit endemik seperti tuberkulosis dan demam berdarah, memperbaiki ketepatan sasaran intervensi gizi untuk mencegah stunting, serta meningkatkan efisiensi layanan kesehatan primer hingga tingkat puskesmas. Dalam konteks bonus demografi, kesehatan berbasis teknologi bukan pelengkap, melainkan prasyarat agar peluang demografi tidak berubah menjadi beban sosial.

Di sektor pangan, Indonesia sesungguhnya memiliki kekayaan agroekologi yang luar biasa. Namun, produktivitas petani kecil masih tertahan oleh keterbatasan informasi dan risiko iklim. AI tidak harus dipahami sebagai pengganti petani, melainkan sebagai perluasan kecerdasan petani. Dengan prediksi cuaca mikro, rekomendasi pola tanam berbasis lokasi, dan peringatan dini gagal panen, teknologi dapat membantu memperkuat ketahanan dan kedaulatan pangan. Kuncinya adalah adaptasi lokal dan keberpihakan pada petani kecil, bukan sekadar adopsi teknologi impor.

Pelajaran penting lainnya terkait energi bersih dan keadilan iklim. Indonesia termasuk negara yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim, tetapi sekaligus kaya sumber energi terbarukan. AI dapat membantu mengoptimalkan

jaringan listrik berbasis surya dan angin, meningkatkan efisiensi penyimpanan energi, serta mendukung perencanaan transisi energi di tingkat daerah. Dikotomi lama antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan perlu ditinggalkan. Dengan dukungan kecerdasan data, pembangunan hijau tidak harus mahal.

Namun, tantangan terbesar bukan terletak pada teknologi, melainkan pada tata kelola. AI tidak otomatis berpihak pada keadilan. Tanpa kebijakan publik yang kuat, keterbukaan data, dan literasi digital yang merata, teknologi justru berisiko memperlebar ketimpangan antara pusat dan daerah, serta antara kaya dan miskin. Inovasi yang tidak dipandu nilai hanya akan melahirkan ketimpangan baru.

Di atas semua itu, ada pelajaran nilai yang tak kalah penting: optimisme yang berakar pada etika. Optimisme terhadap AI tidak boleh naif, tetapi juga tidak sinis. Cara pandang ini selaras dengan nilai-nilai Pancasila—kemanusiaan, keadilan sosial, dan gotong royong. AI, jika diperlakukan sebagai alat kolektif bangsa, bukan komoditas segelintir pihak, dapat mempercepat cita-cita tersebut.

Inspirasi terpenting bagi Indonesia adalah kesadaran bahwa kemiskinan bukan takdir, dan teknologi bukan musuh. Keduanya menuntut keberanian moral dan kebijakan yang berpihak. AI tidak akan otomatis menyelamatkan Indonesia. Namun, jika diarahkan dengan visi keadilan sosial, ia dapat menjadi pengungkit pembangunan manusia Indonesia yang lebih sehat, lebih mandiri, dan lebih bermartabat.

Menjaga Alur Terang Makan Bergizi Gratis

Lanskap demografi global yang bergerak dinamis hari ini kian menegaskan bahwa investasi manusia bukanlah pilihan sekunder, melainkan fundamen eksistensial sebuah bangsa. Ketika perdebatan mengenai keberlanjutan fiskal dan efisiensi jaminan sosial mendominasi tajuk utama media nasional di pertengahan Juni 2026 ini, potret krisis di belahan dunia lain memberikan cermin yang terang. Prancis, misalnya, diproyeksikan pada tahun 2070 akan menghadapi situasi di mana sepertiga penduduknya berusia di atas 65 tahun. Struktur sosial yang menua ini memicu kepanikan sistemik: angkatan kerja menyusut, anggaran pensiun membengkak, dan fasilitas kesehatan publik mengalami beban puncak kronis. Prancis baru merespons dinamika

ini secara masif saat badai demografi itu berada di depan pintu.

Indonesia beruntung karena masih memiliki jendela waktu, meskipun ruang taktis tersebut sedang menutup dengan cepat. Badan Pusat Statistik (BPS) berulang kali memberikan sinyal bahwa puncak bonus demografi kita akan terjadi pada rentang 2030–2040, sebelum kurva penuaan penduduk mulai bergerak naik secara tajam. Jika kita pasif dan memilih pola penanganan hilir—seperti meributkan daya tampung rumah sakit atau skema pensiun ketika jumlah lansia sudah membeludak—maka pada tahun 2070 Indonesia hanya akan mereplikasi kegagalan struktural tersebut. Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) akan habis tersedot untuk membiayai kuratif BPJS, pajak meroket, dan generasi muda akan menanggung beban ekonomi

yang membuat mereka "mencencil masa tua" sejak usia produktif.

Dalam konteks refleksi jangka panjang inilah, kebijakan Makan Bergizi Gratis (MBG) yang diusung pemerintahan Presiden Prabowo Subianto menemukan urgensi filosofisnya. Program ini tidak boleh dipandang sekadar sebagai jaring pengaman sosial atau aktivitas karitatif seremonial. MBG adalah manifestasi pragmatis dari prinsip mendasar: "*feed the people first*"—dahulukan gizi manusia sebelum menggerakkan mesin-mesin industri. Kita mustahil berbicara tentang produktivitas ekonomi atau lompatan teknologi menuju Indonesia Emas jika modal dasar manusia kita, yakni anak-anak hari ini, masih terbelenggu oleh tengkes (*stunting*), anemia, dan defisit kognitif. Sepiring makanan bergizi di bangku sekolah saat ini adalah

investasi saraf otak yang menentukan daya saing angkatan kerja dua puluh atau tiga puluh tahun mendatang.

Mencegah *stunting* pada masa sekarang sesungguhnya merupakan strategi memotong biaya perawatan medis lansia pada enam dekade mendatang. Intervensi nutrisi dini adalah premi asuransi kesehatan jangka panjang yang paling rasional bagi keberlanjutan APBN kita.

Meski secara konseptual menjanjikan bentang jalan yang terang, efektivitas MBG sepenuhnya bertumpu pada kualitas eksekusi di lapangan. Tanpa pengawasan yang presisi dan mengakar, program strategis ini rentan terjebak ke dalam ruang gelap inefisiensi. Terdapat tiga dimensi krusial yang wajib dijaga agar intervensi makro ini memberikan dampak mikro yang optimal. Pertama adalah kualitas substansi, bukan sekadar

memenuhi kuantitas. MBG akan gagal mereduksi angka *stunting* jika menu yang disajikan hanya berpusat pada karbohidrat monoton tanpa perhitungan gizi yang ketat. Diversifikasi pangan dengan kehadiran protein hewani secara konsisten, sayur, serta buah-buahan yang disesuaikan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) berbasis kelompok usia adalah harga mati. Keterlibatan ahli gizi dan standardisasi dapur Satuan Pelayanan Pangan Bergizi (SPPG) yang tersertifikasi menjadi prasyarat mutlak.

Dimensi kedua berkaitan dengan penguatan kedaulatan ekonomi domestik. MBG memiliki kapasitas ganda: sebagai program kesehatan sekaligus penggerak roda ekonomi akar rumput. Anggaran besar yang dialokasikan tidak boleh mengalir kembali ke korporasi besar di ibu kota

atau terserap untuk komoditas impor. Bahan baku, mulai dari telur, beras, hingga sayur-mayur, harus diserap langsung dari peternak lokal, kelompok tani desa, dan koperasi warga sekitar. Melalui rantai pasok yang pendek ini, uang akan berputar dan menghidupkan perekonomian pedesaan. Konsep ekonomi sirkular ini memastikan bahwa masyarakat setempat tidak sekadar menjadi konsumen pasif, melainkan bagian dari ekosistem produksi pangan yang mandiri.

Dimensi ketiga yang menjadi penentu keberlanjutan program adalah transparansi tata kelola dan akurasi sasaran. Risiko terbesar dari program berskala masif adalah kebocoran logistik dan asimetri informasi data penerima manfaat. Jika anggaran habis terserap oleh rantai makelar birokrasi, esensi luhur program ini akan tereduksi

secara drastis. Oleh karena itu, keterbukaan informasi mengenai rincian Harga Perkiraan Sendiri (HPP) per porsi serta validasi data anak yang berhak menerima manfaat di tingkat komunitas menjadi instrumen pengawas yang tidak dapat ditawar. Institusi pendidikan tinggi melalui skema KKN, organisasi masyarakat, hingga perangkat RT/RW harus dilibatkan secara aktif sebagai garda depan pengawasan.

Pemanfaatan instrumen digital sederhana yang dapat diakses publik, seperti pencatatan menu harian dan transparansi nota pembelian berbasis komunitas, dapat menjadi solusi praktis "transparansi menginjak tanah". Langkah ini memindahkan peran pengawasan dari ruang rapat birokratis langsung ke tangan masyarakat. Ketika warga ikut mengawasi apa yang dimasak di dapur komunal dan dari mana bahan baku dibeli,

kepemilikan sosial (*social ownership*) terhadap program ini akan terbentuk secara alamiah.

Pada akhirnya, Makan Bergizi Gratis adalah sebuah alat kebijakan yang tajam atau tumpulnya sangat bergantung pada bagaimana kita mengasah instrumen implementasinya. Menjaga alur terang program ini berarti memastikan tiga hal berjalan beriringan: kecukupan gizi yang melahirkan generasi sehat, penyerapan bahan baku lokal yang memperkuat ekonomi desa, serta tata kelola yang bersih demi merawat kepercayaan publik. Dengan komitmen eksekusi yang kokoh, kita tidak perlu menunggu tahun 2070 dengan kecemasan, melainkan menyongsongnya dengan fondasi peradaban yang tangguh.
