

El Nino Ancaman Iklim dan Gejolak Ekonomi Global

Oleh: Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD
AI-Data analyst, IBM-ASMI
September 2026

Abstrak

Video yang menjadi sumber narasi ini menggunakan rangkaian citra bumi dari ruang angkasa, peta arus laut, visual kekeringan dan banjir, grafik suhu, halaman surat kabar keuangan, serta angka kerugian ekonomi untuk menjelaskan El Nino sebagai gejala samudra-atmosfer yang dampaknya menjalar ke seluruh dunia. Pesan utamanya ialah bahwa El Nino bukan sekadar musim panas atau hujan yang datang terlambat. Ia merupakan perubahan besar dalam distribusi energi dan uap air di sistem bumi. Perubahan tersebut memengaruhi letak hujan, jalur badai, produktivitas pertanian, perikanan, kesehatan, harga komoditas, pasar keuangan, anggaran pemerintah, dan biaya asuransi.

Narasi ini mengembangkan isi video secara substantif. Penjelasan dimulai dari mekanisme El Nino Southern Oscillation atau ENSO, hubungan antara angin pasat dan suhu permukaan laut, perbedaan antara El Nino biasa dan El Nino kuat, serta cara para ilmuwan membuat prakiraan. Pembahasan kemudian bergerak dari skala global ke Indonesia, dengan perhatian pada kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, produksi pangan, perikanan, banjir, ketahanan kota, kesehatan, dan kelompok rentan. Angka kerugian yang ditampilkan video diperlakukan sebagai klaim komunikasi yang perlu dibaca secara kritis, sebab estimasi ekonomi dapat berbeda menurut definisi kerugian, tahun dasar, wilayah, dan apakah kerugian langsung maupun tidak langsung dihitung. Perbedaan antara variabilitas alami El Nino dan pemanasan global antropogenik juga dijelaskan secara hati-hati: El Nino tidak menciptakan pemanasan global, tetapi berlangsung di atas latar bumi yang semakin panas sehingga sebagian dampaknya dapat menjadi lebih berat.

Kesimpulan narasi ini adalah bahwa El Nino harus diperlakukan sebagai persoalan manajemen risiko, bukan hanya persoalan meteorologi. Negara, pemerintah daerah, perusahaan, petani, nelayan, sekolah, dan rumah tangga memerlukan sistem peringatan dini yang diterjemahkan menjadi tindakan sebelum dampak menjadi krisis. Dengan data terbuka, analitik kecerdasan buatan, tata kelola lintas sektor, perlindungan sosial adaptif,

dan investasi pada ekosistem, Indonesia dapat mengubah informasi iklim menjadi keputusan pembangunan yang lebih tangguh.

Kata kunci: El Nino, ENSO, perubahan iklim, ekonomi, pangan, perikanan, risiko bencana, Indonesia, adaptasi, kecerdasan buatan.

Pengantar

Video pendek sering bekerja melalui kejutan. Ia membuka perhatian dengan citra api, bumi yang tampak memerah, atau sebuah kalimat yang menyiratkan bahwa lembaga ilmiah sedang memakai istilah yang jarang dipakai di depan publik. Setelah itu, video menyusun potongan informasi secara cepat: pusat prediksi iklim Amerika Serikat, anomali suhu laut, grafik rekor, arus air hangat yang bergerak ke Asia, lanskap banjir dan sawah retak, angka kerugian triliunan dolar, pasar saham yang jatuh, kemudian peta wilayah yang dianggap paling terkena dampak. Struktur tersebut bukan laporan ilmiah lengkap, tetapi sebuah argumen visual. Penonton diajak melihat bahwa fenomena yang bermula di Samudra Pasifik dapat masuk ke ruang makan, neraca perusahaan, anggaran negara, dan harga kebutuhan sehari-hari.

Narasi akademik perlu mempertahankan daya gugah itu, sambil memberi konteks yang tidak mungkin dimuat dalam video tujuh menit. Citra bumi yang menyala memang kuat secara emosional, tetapi citra tersebut harus diterjemahkan menjadi pertanyaan analitis. Apa yang sebenarnya berubah di Pasifik tropis? Mengapa pemanasan air laut di satu kawasan dapat mengubah curah hujan ribuan kilometer jauhnya? Mengapa dampaknya berbeda antara Indonesia, India, Australia, Afrika bagian selatan, dan Amerika Serikat? Bagaimana kekeringan dapat berhubungan dengan pasar kopi, kakao, energi, dan biaya asuransi? Mengapa angka kerugian sangat besar, namun tidak selalu tampil sebagai satu angka tunggal yang disepakati semua peneliti?

Pertanyaan itu penting bagi manajemen. Organisasi tidak mengelola suhu laut secara langsung, tetapi mengelola paparan, ketergantungan, kapasitas cadangan, hubungan pemasok, likuiditas, keselamatan kerja, serta keputusan investasi. Pemerintah tidak dapat menghentikan El Nino, tetapi dapat mengurangi kerentanan masyarakat terhadap kekeringan dan mempercepat pemulihan ketika panen gagal. Universitas tidak mengendalikan hujan, tetapi dapat mendidik generasi yang mampu membaca data iklim, merancang kebijakan, dan mengembangkan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan lokal.

Catatan pembacaan sumber. Narasi ini menafsirkan video sebagai materi edukasi populer. Teks pada layar, angka, grafik, dan simbol visual video digunakan untuk menangkap alur pesannya. Klaim yang sangat spesifik, terutama angka kerugian ekonomi, perlu diverifikasi terhadap definisi dan sumber penelitian masing-masing. Penjelasan ilmiah dalam narasi diperluas melalui literatur ENSO, laporan lembaga meteorologi, penilaian IPCC, dan kajian pembangunan serta risiko bencana.

1. Dari Peringatan Visual ke Pertanyaan Ilmiah

Pembukaan video memperlihatkan bumi yang diliputi warna merah dan jingga. Warna itu segera mengaktifkan asosiasi dengan panas, api, bahaya, dan keadaan darurat. Dalam komunikasi iklim, citra tersebut memiliki fungsi ganda. Pertama, ia menunjukkan bahwa persoalan tidak bersifat lokal. Kedua, ia menyederhanakan data kompleks menjadi pengalaman visual yang dapat dipahami dalam hitungan detik. Ketika permukaan bumi diproyeksikan seperti sedang terbakar, penonton tidak perlu terlebih dahulu menguasai istilah anomali suhu, indeks Nino 3.4, atau sirkulasi Walker untuk merasakan bahwa ada sesuatu yang luar biasa.

Namun, warna merah pada peta iklim bukan berarti seluruh planet memiliki temperatur yang sama atau semua tempat sedang mengalami kebakaran. Warna biasanya menyatakan penyimpangan dari rata-rata, intensitas panas, atau konsentrasi suatu variabel. Seorang pembaca yang cermat perlu bertanya: merah terhadap nilai dasar apa, diukur dengan instrumen apa, pada periode kapan, dan dengan skala apa? Pertanyaan ini bukan upaya mengecilkan bahaya. Justru, ketepatan pengukuran membuat tindakan menjadi lebih tepat sasaran.

Video kemudian menghubungkan peringatan tersebut dengan El Nino. Istilah ini berasal dari pengamatan masyarakat pesisir Peru dan Ekuador terhadap kemunculan air laut yang lebih hangat sekitar masa Natal, sehingga dikaitkan dengan El Nino, sang Anak. Dalam ilmu iklim modern, El Nino tidak didefinisikan hanya oleh suhu lokal. Ia merupakan fase hangat dari suatu sistem interaksi laut dan atmosfer di Pasifik tropis. Pasangannya, La Nina, adalah fase dingin. Di antara keduanya terdapat kondisi netral. Ketiga keadaan itu membentuk ENSO, sebuah osilasi yang berulang secara tidak teratur dan memengaruhi pola cuaca lintas benua.

Penting untuk membedakan istilah peristiwa, indikator, dan dampak. Peristiwa El Nino adalah keadaan sistem iklim. Indikator dapat berupa anomali suhu permukaan laut di wilayah Nino 3.4, perubahan angin pasat, tekanan udara, atau respons atmosfer. Dampak adalah konsekuensi yang muncul di wilayah tertentu, misalnya berkurangnya hujan di sebagian Indonesia atau meningkatnya peluang hujan di pesisir barat Amerika Selatan. Dampak tidak identik di semua tempat, karena dipengaruhi musim, topografi, kondisi laut lokal, penggunaan lahan, dan tingkat kerentanan sosial.

Di sinilah narasi video menjadi relevan bagi pengambilan keputusan. Sebuah sinyal global baru memiliki arti manajerial setelah diterjemahkan menjadi paparan spesifik. Perusahaan perkebunan bertanya tentang kelembapan tanah dan jadwal panen. Pengelola bendungan bertanya tentang inflow dan kebutuhan air. Pemerintah kota bertanya tentang risiko kekurangan air baku, kebakaran, dan penyakit. Bank bertanya apakah debitur di sektor pertanian akan mampu membayar. Rumah tangga bertanya apakah harga beras, minyak, kopi, atau listrik akan meningkat. Satu fenomena yang sama dapat menjadi persoalan berbeda bagi setiap aktor.

Dengan demikian, kalimat pembuka video sebaiknya dibaca sebagai undangan untuk membangun literasi risiko. Literasi risiko bukan kemampuan menebak bencana secara pasti. Ia adalah kemampuan memahami sinyal, mengukur ketidakpastian, memetakan konsekuensi, dan mengambil tindakan yang proporsional. Dalam masyarakat modern, keputusan yang baik tidak menunggu kepastian seratus persen. Ia menggunakan informasi yang tersedia, menimbang biaya kesalahan, dan menyiapkan mekanisme koreksi.

2. Apa yang Sebenarnya Disebut El Nino

ENSO adalah contoh klasik sistem bumi yang saling terhubung. Laut menyimpan dan memindahkan panas; atmosfer merespons perbedaan tekanan dan temperatur; angin menggerakkan permukaan laut; arus laut memengaruhi distribusi panas; awan dan hujan mengubah pelepasan energi ke atmosfer. Dalam kondisi normal, angin pasat bertiup dari timur ke barat di sepanjang Pasifik tropis. Angin tersebut mendorong air permukaan yang hangat ke arah Indonesia dan Australia. Akibatnya, wilayah Pasifik barat biasanya memiliki kolam air hangat yang luas, udara lembap yang naik, awan konvektif, dan curah hujan tinggi.

Di Pasifik bagian timur, dekat pesisir Peru dan Ekuador, air permukaan yang terdorong menjauh digantikan oleh air lebih dingin dari lapisan bawah melalui proses upwelling. Air itu membawa nutrisi yang mendukung produktivitas biologis dan perikanan. Dalam kondisi normal, kemiringan temperatur permukaan laut antara Pasifik timur dan barat menjadi bagian dari mesin sirkulasi atmosfer yang disebut sirkulasi Walker. Udara naik di kawasan hangat dan lembap Pasifik barat, bergerak ke timur di lapisan atas atmosfer, turun di Pasifik timur, lalu kembali dekat permukaan sebagai angin pasat.

Ketika El Nino berkembang, angin pasat melemah atau mengalami perubahan. Air hangat yang selama ini menumpuk di bagian barat bergerak ke timur. Termoklin, yaitu batas antara air permukaan yang relatif hangat dan air bawah yang lebih dingin, menjadi lebih dalam di Pasifik timur. Upwelling melemah, sehingga pasokan nutrisi ke permukaan berkurang dan produktivitas perikanan dapat tertekan. Di atas wilayah yang menghangat, konveksi dan pola awan berubah. Perubahan itu memicu gelombang atmosfer yang merambat dan memodifikasi jalur jet stream serta pola tekanan di wilayah jauh.

El Nino karenanya tidak dapat disamakan dengan satu gelombang panas. Gelombang panas adalah kondisi suhu tinggi yang berlangsung dalam skala waktu tertentu di suatu wilayah. El Nino adalah perubahan keadaan kopel samudra-atmosfer yang dapat meningkatkan atau menurunkan peluang berbagai jenis cuaca di banyak wilayah. Di satu daerah, El Nino berhubungan dengan kekeringan; di daerah lain, ia dapat meningkatkan hujan; di wilayah lain lagi, pengaruhnya kecil karena faktor lokal lebih dominan. Hubungan tersebut bersifat probabilistik, bukan jadwal deterministik.

Indeks Nino 3.4 sering digunakan untuk memantau suhu permukaan laut di bagian tengah-timur Pasifik tropis. Dalam praktik operasional, lembaga iklim menggabungkan indeks laut dengan indikator atmosfer. Ambang angka membantu klasifikasi, tetapi tidak menggantikan penilaian menyeluruh. Dua peristiwa yang memiliki nilai indeks serupa dapat menimbulkan

pola dampak berbeda karena letak pusat anomali, durasi, musim kemunculan, dan interaksi dengan fenomena lain.

Video menampilkan angka suhu seperti plus 1,4 derajat Celsius dan kemudian plus 0,2 derajat Celsius dalam rangkaian grafik. Angka itu perlu dibaca secara tepat. Apakah yang dimaksud adalah anomali suhu permukaan laut di wilayah indeks, kenaikan suhu global, atau indikator lain? Satu angka tanpa satuan ruang dan waktu mudah menimbulkan salah pengertian. Dalam komunikasi publik, angka yang besar memang menarik perhatian, tetapi satuan, periode dasar, dan konteks statistik sama pentingnya dengan angka itu sendiri.

Bagi pembaca Indonesia, pemahaman mekanisme ini membantu menghindari dua ekstrem. Ekstrem pertama adalah menganggap semua cuaca buruk disebabkan El Nino. Ekstrem kedua adalah menganggap El Nino tidak relevan karena hanya terjadi di Pasifik. Kenyataannya, El Nino adalah salah satu penggerak pola iklim, bukan satu-satunya penggerak. Monsun, Indian Ocean Dipole, Madden-Julian Oscillation, suhu muka laut lokal, topografi, dan perubahan tutupan lahan dapat memperkuat atau melemahkan sinyal ENSO. Keputusan yang baik harus menggabungkan semua informasi tersebut.

3. Samudra Pasifik sebagai Pengatur Distribusi Energi

Metafora "termometer planet" yang muncul dalam video membantu pembaca memahami pentingnya Pasifik, tetapi perlu diperluas. Pasifik bukan termometer tunggal yang menunjukkan suhu bumi secara keseluruhan. Ia lebih menyerupai reservoir dan pengatur distribusi energi. Lautan menyerap dan memindahkan sebagian besar panas tambahan dalam sistem iklim dan memiliki kapasitas panas yang besar. Karena itu, perubahan kecil yang menetap di wilayah tropis dapat memengaruhi atmosfer dalam skala luas.

Bayangkan atmosfer sebagai jaringan transportasi energi dan kelembapan. Air hangat meningkatkan penguapan. Uap air kemudian berpindah, mengembun menjadi awan, dan melepaskan panas laten ke atmosfer. Pelepasan energi itu mengubah gerak naik-turun udara, tekanan, dan arah angin. Jika pusat pemanasan bergeser dari Pasifik barat ke tengah atau timur, lokasi pelepasan panas dan pembentukan awan juga bergeser. Atmosfer merespons perubahan tersebut melalui pola gelombang yang dapat memengaruhi benua yang jauh.

Dalam bahasa manajemen, Pasifik adalah sumber risiko sistemik. Ia bukan risiko yang hanya menimpa satu aset, melainkan sumber perubahan yang memengaruhi banyak portofolio sekaligus. Sebuah perusahaan mungkin tidak memiliki aset di Pasifik, tetapi tetap bergantung pada hujan untuk bahan baku, arus laut untuk logistik, listrik tenaga air, atau daya beli konsumen di wilayah yang terkena bencana. Ketergantungan yang tidak terlihat membuat risiko iklim sering diremehkan.

Sifat sistemik itu juga menjelaskan mengapa peristiwa yang tampaknya bersifat alamiah dapat menghasilkan efek ekonomi berantai. Kekeringan mengurangi panen. Penurunan panen menaikkan harga bahan pangan. Harga pangan yang lebih tinggi menekan konsumsi

barang lain. Pemerintah menambah subsidi atau belanja tanggap darurat. Perusahaan menghadapi biaya bahan baku dan gangguan pasokan. Bank menghadapi peningkatan risiko kredit. Rumah tangga miskin mengurangi kualitas makanan atau menjual aset produktif. Dalam kasus yang berat, dampak tersebut dapat mengubah pola migrasi dan memperlebar ketimpangan.

Sebaliknya, hujan berlebih dapat menimbulkan rantai yang berbeda. Banjir merusak jalan, jembatan, gudang, dan lahan. Gangguan transportasi menunda distribusi. Produk yang mudah rusak terbuang. Perusahaan membayar biaya perbaikan dan kehilangan jam kerja. Pemerintah mengalihkan anggaran pembangunan untuk pemulihan. Jika kejadian berulang, nilai tanah, premi asuransi, dan keputusan investasi dapat berubah. Karena itu, ekonomi iklim tidak hanya menghitung kerusakan fisik. Ia juga mempelajari kehilangan produksi, perubahan harga, gangguan layanan, dan dampak jangka panjang pada modal manusia.

Visual arus air hangat yang bergerak menuju Asia di dalam video menggambarkan proses fisik yang penting. Tetapi panah pada peta bukanlah ramalan langsung bahwa semua daerah yang berada di jalur panah akan menerima dampak yang sama. Air hangat, angin, tekanan, dan awan berinteraksi. Peta telekoneksi menunjukkan kecenderungan statistik berdasarkan banyak kejadian masa lalu; ia tidak menghapus ketidakpastian pada setiap musim.

4. Mengapa Prakiraan Dapat Mengatakan Ada Peluang Tinggi

Video memperlihatkan pusat prediksi iklim dan grafik probabilitas. Bagi penonton umum, kata seperti "terkunci" atau "peluang tinggi" dapat terdengar seperti kepastian mutlak. Dalam ilmu prakiraan, bahasa yang lebih tepat ialah meningkatnya probabilitas suatu keadaan berdasarkan bukti pengamatan dan model. Para ilmuwan memeriksa suhu permukaan laut, panas bawah permukaan, angin, tekanan udara, gelombang Kelvin, dan respons atmosfer. Mereka kemudian menjalankan model dinamika atau sistem gabungan untuk memperkirakan evolusi beberapa bulan ke depan.

Prakiraan iklim berbeda dari prakiraan cuaca harian. Cuaca menjawab pertanyaan seperti apakah hujan turun di suatu kota pada hari tertentu. Prakiraan iklim musiman menjawab apakah peluang musim lebih basah, lebih kering, lebih panas, atau lebih dingin daripada normal. Untuk El Nino, fokusnya adalah keadaan sistem berskala besar yang menggeser peluang, bukan prediksi setiap awan atau setiap hujan.

Kemampuan prakiraan tidak sama sepanjang tahun. Ada periode yang sering disebut sebagai penghalang prediktabilitas musim semi, ketika sinyal ENSO lebih sulit diproyeksikan. Ketidakpastian juga muncul karena model memiliki keterbatasan resolusi, data awal tidak sempurna, dan proses awan, turbulensi, serta interaksi laut-atmosfer harus disederhanakan. Karena itu, lembaga prakiraan menggunakan ensemble, yaitu banyak simulasi dengan kondisi awal atau parameter yang sedikit berbeda. Sebaran hasil ensemble memberi gambaran mengenai ketidakpastian.

Probabilitas memiliki nilai praktis apabila diterjemahkan ke dalam keputusan. Misalnya, peluang kekeringan 60 persen tidak berarti kekeringan terjadi pada 60 persen wilayah. Angka itu mungkin berarti bahwa berdasarkan model dan sejarah analog, enam dari sepuluh hasil yang masuk akal menunjukkan kondisi lebih kering daripada normal. Keputusan yang rasional bergantung pada biaya salah bertindak dan biaya tidak bertindak. Petani dapat memilih varietas berumur lebih pendek jika biaya langkah itu relatif kecil dibandingkan risiko gagal panen. Pengelola bendungan dapat mengatur pelepasan air dengan lebih konservatif bila permintaan air kritis dan peluang inflow rendah.

Dalam organisasi, informasi probabilistik perlu memiliki pemilik keputusan. Laporan cuaca yang tidak terhubung dengan protokol tindakan hanya menjadi dokumen. Sebuah sistem peringatan dini harus menjawab paling sedikit empat pertanyaan: apa sinyalnya, siapa yang menerima, tindakan apa yang dipicu, dan kapan tindakan itu dievaluasi kembali. Tanpa pembagian peran, informasi dapat berhenti di meja analisis.

Kecerdasan buatan dapat memperkaya prakiraan melalui pengolahan data satelit, sensor tanah, radar cuaca, catatan historis, harga komoditas, dan laporan lapangan. Akan tetapi, AI bukan pengganti ilmu atmosfer. Model prediktif dapat menemukan pola tetapi juga dapat mewarisi bias data, gagal menghadapi kondisi yang belum pernah diamati, atau memberikan hasil yang sulit dijelaskan. Karena keputusan terkait pangan, air, keselamatan, dan anggaran bersifat penting, keluaran AI harus diperiksa oleh ahli dan dikaitkan dengan ketidakpastian.

Di Indonesia, prinsip ini dapat diwujudkan melalui rantai informasi yang menghubungkan BMKG, kementerian, pemerintah daerah, penyuluh, kelompok tani, pelabuhan, perusahaan, dan media. Prakiraan global perlu diterjemahkan menjadi informasi lokal: kapan menanam, berapa luas yang aman, kapan mengisi embung, bagaimana melindungi ternak, dan bagaimana mengatur operasi waduk. Penerjemahan itu membutuhkan pengetahuan lokal, karena model global tidak selalu menangkap kondisi mikro seperti jenis tanah, saluran irigasi, elevasi, dan praktik budidaya.

Prakiraan yang baik bukan prakiraan yang selalu benar. Prakiraan yang baik adalah prakiraan yang terkalibrasi, transparan, diperbarui, dan menghasilkan tindakan yang mengurangi kerugian. Ukuran keberhasilannya bukan hanya akurasi statistik, tetapi juga apakah petani, nelayan, pemerintah, dan perusahaan dapat mengambil keputusan lebih awal.

5. El Nino dan Peta Dampak Dunia

Bagian video yang menampilkan peta dunia berwarna merah menyampaikan gagasan bahwa ada wilayah-wilayah yang secara historis lebih rentan ketika sebagian Pasifik menghangat. Peta itu dapat dibaca sebagai peta telekoneksi. Telekoneksi adalah hubungan antara anomali iklim di satu wilayah dan perubahan pola cuaca di wilayah lain yang berjauhan. Mekanismenya terjadi melalui atmosfer, gelombang Rossby, perubahan jet stream, serta pergeseran pusat konveksi tropis. Karena sistem atmosfer berskala planet, perubahan di Pasifik tidak berhenti di garis pantai.

Di Indonesia dan sebagian Australia, El Nino sering meningkatkan peluang kondisi lebih kering, terutama pada musim kemarau. Namun, pengaruhnya bergantung pada waktu. Jika sinyal El Nino muncul ketika musim hujan sudah berjalan, dampaknya berbeda dibandingkan bila menguat sejak awal musim kemarau. Curah hujan bulanan juga dapat berfluktuasi. Beberapa hari hujan deras tidak selalu membatalkan kecenderungan musim yang lebih kering secara keseluruhan. Bagi pertanian, yang menentukan bukan hanya jumlah hujan tahunan, tetapi jeda tanpa hujan, waktu hujan terhadap fase pertumbuhan, dan kemampuan tanah menyimpan air.

Di India, hubungan ENSO dengan monsun Asia Selatan telah lama menjadi perhatian. El Nino sering dikaitkan dengan monsun yang lebih lemah, tetapi hubungan itu tidak sempurna. Indian Ocean Dipole, suhu Samudra Hindia, kondisi Eurasia, dan dinamika intramusiman juga berperan. Pelajaran metodologisnya jelas: satu indeks tidak boleh dipakai sendirian untuk memprediksi hasil pembangunan. Pengambil keputusan perlu melihat sistem indikator.

Di Amerika Serikat, pola dampak dapat berubah menurut musim dan lokasi. Musim dingin El Nino sering memengaruhi posisi jet stream, peluang hujan di sebagian wilayah selatan, serta kondisi lebih hangat atau lebih basah di daerah tertentu. Di wilayah tenggara, perubahan musim badai dan hujan dapat memengaruhi pertanian, energi, dan perlindungan banjir. Dampak tersebut tidak selalu seragam bahkan dalam satu negara. Negara yang besar membutuhkan analisis subnasional; demikian pula Indonesia yang terdiri atas kepulauan dengan ribuan pulau dan kondisi agroekologi yang berbeda.

Australia dan Afrika bagian selatan kerap menghadapi peningkatan risiko panas, kering, kebakaran, atau kekurangan air pada fase El Nino, meskipun pola aktual bergantung pada lokasi dan musim. Di Amerika Selatan bagian barat, pemanasan laut dapat meningkatkan hujan, banjir, longsor, dan gangguan perikanan. Pesisir Peru dan Ekuador memiliki pengalaman historis penting karena El Nino berdampak langsung pada ekosistem laut, permukiman, infrastruktur, dan kesehatan.

Peta dampak harus selalu dipadukan dengan peta kerentanan. Dua wilayah yang menerima anomali hujan sama dapat mengalami kerugian yang sangat berbeda. Kota dengan drainase baik, rumah tahan banjir, layanan kesehatan kuat, dan tabungan publik mungkin pulih lebih cepat. Desa yang bergantung pada satu komoditas, memiliki akses jalan terbatas, dan tidak memiliki cadangan air mungkin mengalami penurunan kesejahteraan selama bertahun-tahun. Risiko bukan hasil bahaya alam semata. Risiko merupakan pertemuan antara bahaya, paparan, kerentanan, dan kapasitas.

Konsep itu penting ketika video menyebut negara atau wilayah yang "paling terpukul". Paling terpukul dapat berarti suhu tertinggi, kerusakan fisik terbesar, kehilangan ekonomi absolut terbesar, atau dampak sosial relatif terbesar. Negara besar mungkin kehilangan miliaran dolar karena ukuran ekonominya, sedangkan negara kecil dapat kehilangan proporsi produk domestik bruto yang jauh lebih besar. Karena itu, perbandingan harus memakai indikator yang sesuai tujuan.

Peta global juga perlu dihubungkan dengan rantai pasok. Perusahaan elektronik, makanan, tekstil, dan energi dapat terkena dampak meskipun fasilitas produksinya jauh dari pusat El Nino. Kegagalan panen di satu negara mengubah harga dan ketersediaan input di negara lain. Kekeringan dapat mengganggu transportasi sungai, pembangkit listrik tenaga air, atau produksi bahan baku. Sebuah gangguan kecil pada titik yang sangat terkonsentrasi dapat menimbulkan efek besar jika tidak ada pemasok alternatif.

Manajemen rantai pasok modern karena itu perlu memasukkan indeks iklim ke dalam perencanaan. Pengadaan tidak hanya bertanya tentang harga dan kualitas, tetapi juga tentang ketergantungan geografis, waktu pemulihan, cadangan, dan kapasitas substitusi. Perusahaan dapat melakukan stress test: apa yang terjadi jika curah hujan di wilayah pemasok turun 20 persen, pelabuhan ditutup beberapa hari, atau biaya listrik meningkat karena waduk menurun? Stress test tidak memprediksi masa depan secara tepat, tetapi memperlihatkan titik lemah yang dapat diperbaiki sebelum krisis.

6. Indonesia sebagai Negara Kepulauan yang Rentan dan Berpotensi Tangguh

Indonesia berada di pusat dinamika maritim tropis dan memiliki ketergantungan besar pada pola hujan. Banyak rumah tangga bergantung pada pertanian tadah hujan, perkebunan, perikanan, kehutanan, dan ekonomi pesisir. Pada saat yang sama, Indonesia memiliki keragaman geografis yang besar. Dampak El Nino di Sumatra tidak identik dengan dampak di Jawa, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, atau Papua. Bahkan dalam satu provinsi, lereng pegunungan, dataran rendah, rawa, dan pesisir dapat menunjukkan respons yang berbeda.

Pada tahun kering, sawah tadah hujan menghadapi risiko keterlambatan tanam dan penurunan luas panen. Tanaman yang telah ditanam dapat mengalami cekaman air pada fase kritis. Petani lalu menghadapi pilihan sulit: menunggu hujan, menggunakan pompa, mengganti komoditas, atau membiarkan lahan bera. Setiap pilihan memiliki biaya dan risiko. Pemompaan meningkatkan biaya bahan bakar atau listrik dan dapat mempercepat penurunan air tanah. Pergantian komoditas memerlukan benih, pengetahuan, dan akses pasar. Lahan bera mengurangi pendapatan dan dapat meningkatkan kerentanan rumah tangga.

Di daerah perkotaan, El Nino tidak hanya berarti udara panas. Kekurangan air baku dapat memengaruhi rumah tangga, industri, rumah sakit, hotel, sekolah, dan layanan kebersihan. Jika permintaan air meningkat sementara pasokan menurun, konflik alokasi menjadi mungkin. Kota yang mengandalkan satu sumber air menghadapi risiko lebih tinggi daripada kota yang memiliki kombinasi waduk, air tanah yang dikelola, pemanenan air hujan, daur ulang, dan pengurangan kebocoran jaringan.

Kebakaran hutan dan lahan merupakan persoalan yang terkait dengan kombinasi cuaca kering, bahan bakar vegetasi, praktik penggunaan lahan, dan kapasitas pengawasan. El Nino

dapat memperpanjang periode kering sehingga api lebih mudah menyala dan menyebar, tetapi penyebab kebakaran tidak boleh disederhanakan menjadi fenomena iklim.

Pencegahan memerlukan penataan ruang, pengelolaan gambut, penegakan hukum, pembukaan lahan tanpa bakar, partisipasi masyarakat, serta sistem deteksi dini.

Menyalahkan El Nino semata dapat mengaburkan tanggung jawab manusia dan kelemahan tata kelola.

Wilayah Nusa Tenggara dan sebagian kawasan kering memiliki pelajaran penting tentang adaptasi. Peternak memerlukan cadangan pakan, sistem penyimpanan air, pengaturan kepadatan ternak, dan akses layanan veteriner. Pengelolaan padang penggembalaan perlu memperhatikan daya dukung dan pemulihan vegetasi. Teknologi embung, konservasi tanah, agroforestri, dan varietas yang lebih toleran terhadap kekeringan dapat membantu, tetapi keberhasilannya bergantung pada kelembagaan dan pemeliharaan.

Sebaliknya, ketika pola atmosfer menghasilkan hujan intens di wilayah tertentu, Indonesia dapat mengalami banjir dan longsor meskipun secara nasional sedang dikategorikan mengalami El Nino. Hal ini menjelaskan mengapa komunikasi risiko harus bersifat regional dan berbasis waktu. Label nasional tidak cukup bagi kepala desa atau pengelola sekolah. Mereka membutuhkan informasi tentang kecamatan, sungai, lereng, dan hari-hari kritis.

Indonesia juga mempunyai aset ketangguhan. Pengetahuan petani tentang tanda-tanda musim, jaringan gotong royong, diversifikasi pangan, hutan adat, sistem irigasi tradisional, dan pengalaman menghadapi variabilitas iklim merupakan modal sosial. Modernisasi tidak seharusnya menghapus pengetahuan tersebut. Data satelit, model iklim, dan AI perlu dipadukan dengan pengamatan lokal melalui proses pembelajaran dua arah. Data ilmiah memberi cakupan dan konsistensi; masyarakat memberi konteks dan pemahaman operasional.

Pengelolaan El Nino di Indonesia memerlukan koordinasi yang melampaui siklus tanggap darurat. Jika program baru aktif ketika sawah sudah gagal panen atau reservoir telah menyusut, pilihan kebijakan menjadi mahal. Kesiapsiagaan dimulai sebelum dampak: penetapan kalender tanam adaptif, pengadaan benih, pengisian cadangan pangan dan pakan, pengaturan air, pemeliharaan infrastruktur, pembiayaan kontinjensi, dan komunikasi yang dapat dipahami publik.

7. Pertanian, Pangan, dan Ketahanan Rumah Tangga

Video menampilkan sawah yang retak di satu sisi dan wilayah yang tergenang di sisi lain.

Kontras itu menjelaskan bahwa risiko iklim tidak hanya berupa kehilangan hasil, tetapi juga ketidakstabilan kalender produksi. Pertanian membutuhkan urutan waktu yang cukup teratur: persiapan lahan, penanaman, pertumbuhan vegetatif, pembungaan, pengisian biji, dan panen. Gangguan pada satu tahap dapat mengurangi hasil secara tidak proporsional.

Hujan yang datang terlambat berarti benih tidak dapat ditanam; hujan berlebihan pada saat panen menurunkan kualitas.

El Nino memengaruhi pangan melalui beberapa saluran. Saluran pertama adalah hasil per hektare. Kekurangan air, suhu tinggi, dan serangan hama dapat menurunkan produktivitas. Saluran kedua adalah luas tanam. Petani mungkin mengurangi luas lahan karena air tidak cukup atau modal meningkat. Saluran ketiga adalah kualitas. Biji-bijian, buah, kopi, kakao, dan komoditas hortikultura dapat mengalami perubahan ukuran, kadar air, atau mutu. Saluran keempat adalah biaya. Pompa, pakan, transportasi, pendinginan, dan perlindungan tanaman memerlukan biaya tambahan. Saluran kelima adalah harga dan perilaku pasar.

Kenaikan harga pangan tidak selalu berarti petani memperoleh keuntungan. Jika produksi turun sementara biaya naik, margin petani dapat menyusut. Pedagang dan industri pengolahan menghadapi ketidakpastian pasokan. Konsumen miskin mengalokasikan proporsi pendapatan yang lebih besar untuk makanan. Anak-anak dapat mengalami penurunan kualitas gizi. Rumah tangga mungkin mengurangi pengeluaran untuk pendidikan, kesehatan, dan perbaikan rumah. Efek jangka pendek pada harga dapat berubah menjadi efek jangka panjang pada modal manusia.

Ketahanan pangan harus dipahami dalam empat dimensi: ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas. El Nino terutama mengancam ketersediaan dan stabilitas, tetapi dampaknya terhadap akses bergantung pada pendapatan, harga, jaringan pasar, dan kebijakan pemerintah. Sebuah wilayah mungkin memiliki stok pangan secara nasional, namun kelompok miskin tetap kelaparan bila harga tidak terjangkau atau distribusi terputus. Kebijakan yang efektif karena itu menggabungkan produksi, logistik, perlindungan sosial, dan kesehatan masyarakat.

Diversifikasi merupakan prinsip penting. Diversifikasi varietas mengurangi ketergantungan pada satu genotipe. Diversifikasi komoditas mengurangi risiko bila satu tanaman gagal. Diversifikasi sumber pendapatan membantu rumah tangga bertahan. Diversifikasi sumber air memperkuat ketahanan. Akan tetapi, diversifikasi tidak boleh dipahami sekadar menambah daftar kegiatan. Setiap pilihan perlu disesuaikan dengan pasar, tenaga kerja, modal, dan ekologi lokal. Tanaman tahan kering yang tidak memiliki pasar atau membutuhkan input mahal belum tentu meningkatkan kesejahteraan.

Kalender tanam adaptif dapat memanfaatkan prakiraan musim. Petani menyesuaikan waktu dan jenis tanaman berdasarkan peluang hujan. Praktik tersebut memerlukan informasi yang disampaikan melalui penyuluh dan organisasi tani, bukan hanya melalui situs web. Informasi harus menjawab keputusan konkret: varietas apa, kapan semai, berapa luas tanam, bagaimana pengairan, dan apa rencana jika hujan berhenti. Umpan balik dari petani penting untuk memperbaiki model dan menghindari saran yang tidak realistis.

Cadangan pangan memberi waktu untuk menyesuaikan diri. Namun, cadangan bukan alasan untuk menunda reformasi produksi dan distribusi. Stok memiliki biaya penyimpanan, risiko kerusakan, dan persoalan tata kelola. Mekanisme pembelian pemerintah perlu transparan. Data stok perlu dapat diaudit. Perlindungan sosial harus dapat diperluas ketika indikator harga atau prakiraan menunjukkan risiko meningkat. Bantuan yang terlambat sering lebih mahal daripada tindakan preventif.

Komoditas ekspor seperti kopi dan kakao yang disebut dalam video menunjukkan bahwa El Nino menghubungkan petani lokal dengan konsumen global. Harga komoditas dipengaruhi bukan hanya produksi Indonesia, tetapi juga panen negara lain, persediaan, nilai tukar, permintaan, spekulasi, dan kualitas. Petani kecil membutuhkan informasi pasar dan instrumen pembiayaan agar tidak sepenuhnya menanggung volatilitas. Asuransi pertanian berbasis indeks dapat menjadi salah satu alat, tetapi harus dirancang dengan baik agar indeks benar-benar berkorelasi dengan kerugian di lapangan dan premi terjangkau.

8. Laut, Ikan, dan Ekonomi Pesisir

Salah satu pesan penting video ialah bahwa ikan yang bergantung pada dinamika laut turut terdampak. Di Pasifik timur, melemahnya upwelling pada fase El Nino dapat mengurangi pasokan nutrisi yang menopang rantai makanan laut. Spesies ikan dapat berpindah mengikuti suhu dan makanan. Nelayan menghadapi perubahan lokasi penangkapan, biaya bahan bakar lebih tinggi, hasil yang tidak menentu, serta potensi konflik ruang. Industri pengolahan dan pelabuhan menerima dampak lanjutan.

Perubahan distribusi ikan memperlihatkan bahwa ekosistem tidak mengikuti batas kabupaten atau negara. Pengelolaan perikanan berbasis administrasi yang tidak mempertimbangkan migrasi spesies dapat menghasilkan aturan yang tidak efektif. Pemantauan suhu laut, klorofil, arus, dan hasil tangkapan membantu menyusun kebijakan yang lebih adaptif. Nelayan harus menjadi pengguna dan penyumbang informasi, bukan hanya objek regulasi.

Indonesia memiliki wilayah laut luas dengan beragam perikanan skala kecil. Ketahanan nelayan ditentukan oleh kondisi laut, kepastian akses, harga solar, fasilitas rantai dingin, posisi tawar terhadap pembeli, keselamatan pelayaran, serta akses kredit. Ketika El Nino mengubah lokasi ikan, kapal kecil mungkin tidak mampu menempuh jarak lebih jauh. Bantuan bahan bakar tanpa pengelolaan stok dapat mendorong tekanan berlebih. Strategi yang lebih baik menggabungkan informasi perikanan, perlindungan ekosistem, peningkatan nilai tambah, dan perlindungan pendapatan.

Rantai dingin menjadi investasi penting. Hasil tangkapan yang lebih sedikit tidak harus berubah menjadi kerugian total bila kualitas dapat dipertahankan dan produk dipasarkan dengan baik. Es, penyimpanan, pengolahan, dan transportasi yang memadai mengurangi pemborosan. Koperasi atau kelembagaan nelayan dapat meningkatkan skala pembelian dan negosiasi. Namun, organisasi harus dibangun berdasarkan kepercayaan, akuntabilitas, dan kebutuhan nyata, bukan hanya sebagai persyaratan administrasi program.

Perubahan kondisi laut juga berhubungan dengan terumbu karang. Suhu laut yang tinggi dapat menyebabkan pemutihan karang, terutama bila berlangsung lama atau berulang. Terumbu karang bukan sekadar objek wisata. Ia menyediakan habitat ikan, melindungi pantai dari gelombang, dan mendukung pendapatan masyarakat pesisir. Kerusakan ekosistem memperbesar kerentanan ekonomi pada kejadian berikutnya. Perlindungan

pesisir perlu memadukan infrastruktur abu-abu seperti pemecah gelombang dengan solusi berbasis alam seperti mangrove, padang lamun, dan terumbu yang sehat.

Bagi perusahaan dan pemerintah daerah, sektor laut menuntut model manajemen yang lebih dinamis. Target produksi tahunan yang kaku dapat mendorong penangkapan berlebihan ketika hasil alami menurun. Indikator ekologis perlu ditempatkan bersama indikator pendapatan dan kesejahteraan. Keberhasilan bukan hanya jumlah ton ikan, tetapi juga kesehatan stok, pendapatan yang adil, keselamatan nelayan, dan keberlanjutan habitat.

9. Air, Kesehatan, dan Kehidupan Sehari-hari

Kekeringan sering dibayangkan sebagai tanah kering atau sungai yang menyusut. Padahal, dampaknya memasuki hampir seluruh layanan dasar. Air diperlukan untuk minum, memasak, sanitasi, rumah sakit, sekolah, produksi, energi, dan ekosistem. Ketika pasokan berkurang, masyarakat tidak hanya menerima lebih sedikit air; mereka juga menghadapi waktu tunggu lebih lama, harga lebih tinggi, dan kualitas yang mungkin menurun.

Kota dengan jaringan air perpipaan dapat mengatur distribusi melalui tekanan dan jadwal. Masyarakat yang tidak terlayani jaringan membeli air dengan harga satuan lebih mahal. Ketimpangan ini menjadikan El Nino sebagai persoalan keadilan sosial. Rumah tangga dengan sumur dangkal mengalami dampak lebih cepat dibandingkan kawasan dengan infrastruktur besar. Perempuan dan anak yang bertanggung jawab mengambil air dapat kehilangan waktu untuk bekerja atau sekolah. Kebijakan air yang hanya mengukur volume agregat dapat gagal melihat beban tersebut.

Kekeringan juga meningkatkan risiko kebakaran dan polusi udara. Asap dari kebakaran hutan dan lahan dapat menyebar melintasi wilayah, menurunkan kualitas udara, mengganggu penerbangan, dan meningkatkan gangguan pernapasan. Kelompok dengan penyakit paru, lansia, anak-anak, dan pekerja luar ruang menghadapi risiko lebih besar. Respons kesehatan tidak cukup berupa imbauan memakai masker. Sistem kesehatan memerlukan pemantauan kualitas udara, kesiapan fasilitas, perlindungan pekerja, komunikasi yang konsisten, dan layanan bagi kelompok yang tidak dapat menghindari paparan.

Perubahan suhu dan curah hujan dapat memengaruhi penyakit yang ditularkan melalui vektor serta penyakit berbasis air. Genangan setelah hujan intens menyediakan tempat berkembang biak nyamuk; kekurangan air dapat mendorong penyimpanan air rumah tangga yang tidak aman; banjir dapat mencemari sumber air. Hubungan antara ENSO dan penyakit tidak sederhana, sebab dipengaruhi sanitasi, perilaku, mobilitas, kepadatan penduduk, dan kapasitas layanan kesehatan. Namun, informasi iklim dapat membantu surveilans apabila dihubungkan dengan data kesehatan secara etis dan terlindungi.

Pekerja di sektor konstruksi, pertanian, perikanan, dan transportasi menghadapi tekanan panas. Produktivitas menurun ketika tubuh harus mengeluarkan energi untuk mendinginkan

diri. Risiko kecelakaan dapat meningkat karena kelelahan dan dehidrasi. Perusahaan perlu menyusun jadwal kerja adaptif, menyediakan air dan tempat teduh, memantau suhu serta kelembapan, dan memberi hak berhenti ketika kondisi membahayakan. Adaptasi ketenagakerjaan bukan kemewahan; ia merupakan bagian dari keselamatan kerja dan produktivitas jangka panjang.

Sekolah juga perlu memiliki rencana kontinuitas. Gelombang panas dan kekurangan air dapat mengganggu kehadiran. Asap kebakaran menutup kegiatan luar ruang. Banjir merusak ruang kelas dan bahan ajar. Sekolah dapat menyiapkan ventilasi, pohon peneduh, fasilitas air, protokol pembelajaran alternatif, dan koordinasi dengan layanan kesehatan. Anak-anak perlu diajarkan membaca peringatan iklim dengan cara yang tidak menimbulkan kepanikan, tetapi menumbuhkan tanggung jawab.

Pada tingkat rumah tangga, keputusan kecil dapat mengurangi risiko: menyimpan air secara higienis, memeriksa kebocoran, menanam pohon yang sesuai, mengurangi aktivitas luar ruang ketika udara berbahaya, dan mengikuti informasi resmi. Tetapi tanggung jawab individu tidak boleh menggantikan tanggung jawab institusi. Rumah tangga miskin mungkin tidak memiliki pilihan untuk membeli air, memasang pendingin, atau pindah dari lokasi rawan. Negara dan pemerintah daerah harus menyediakan infrastruktur dan perlindungan sosial.

10. Ketika Cuaca Menjadi Persoalan Ekonomi

Di bagian tengah video, angka ekonomi divisualisasikan sebagai balok besar bertanda triliunan dolar. Visual ini mengubah isu El Nino dari persoalan alam menjadi persoalan neraca. Pesannya jelas: biaya peristiwa iklim dapat jauh melampaui angka yang biasanya dibayangkan publik. Akan tetapi, angka kerugian selalu memerlukan definisi. Kerugian langsung mencakup aset rusak, panen hilang, dan biaya pemulihan. Kerugian tidak langsung mencakup gangguan produksi, perubahan harga, kehilangan pasar, dan pendapatan yang tidak jadi diperoleh. Kerugian intangible mencakup penderitaan, kehilangan kesehatan, ekosistem, dan kesempatan pendidikan yang sulit diberi harga.

Perbedaan metodologi dapat menghasilkan angka yang berbeda tanpa berarti salah satunya pasti menipu. Studi makroekonomi dapat menghitung perubahan pertumbuhan produk domestik bruto. Studi sektor pertanian menghitung hasil dan harga. Studi bencana menghitung biaya rekonstruksi. Studi keuangan menghitung kerugian perusahaan dan investor. Jika angka-angka tersebut dijumlahkan tanpa memperhatikan tumpang tindih, total dapat berlebihan. Sebaliknya, jika hanya menghitung aset yang diasuransikan, kerugian rumah tangga miskin dan sektor informal dapat tidak terlihat.

Klaim video mengenai kerugian peristiwa El Nino 1997-1998 yang lebih dari seratus kali angka tertentu dari Bank Dunia sebaiknya diperlakukan sebagai ajakan memeriksa sumber, bukan sebagai angka final yang berdiri sendiri. Pembaca perlu menanyakan: angka pembandingan Bank Dunia mengukur apa, tahun berapa, dalam mata uang apa, apakah yang dibandingkan biaya bencana tertentu atau ukuran pembangunan, dan apakah peristiwa

yang disebut video menghitung efek global selama beberapa tahun? Tanpa jawaban tersebut, perbandingan dramatis dapat menimbulkan kesimpulan yang tidak proporsional.

Meskipun angka tepat dapat diperdebatkan, arah pesannya tetap kuat: gangguan iklim mempunyai efek ekonomi yang berlipat. Pertanian memasok industri pengolahan. Industri bergantung pada energi dan transportasi. Rumah tangga membeli produk dengan pendapatan dari pekerjaan yang dapat terganggu. Pemerintah memungut pajak dari aktivitas ekonomi dan menggunakannya untuk layanan publik. Ketika basis ekonomi menyusut sementara kebutuhan bantuan meningkat, ruang fiskal tertekan.

Ekonomi makro menghadapi beberapa saluran. Pertama, shock penawaran: produksi turun dan biaya naik. Kedua, inflasi pangan dan energi: harga kebutuhan meningkat dan daya beli menurun. Ketiga, neraca perdagangan: ekspor komoditas turun atau impor pangan meningkat. Keempat, fiskal: subsidi, bantuan, dan rekonstruksi membutuhkan belanja tambahan. Kelima, moneter: bank sentral mempertimbangkan trade-off antara inflasi dan pertumbuhan. Keenam, keuangan: risiko kredit, volatilitas harga, dan arus modal berubah.

Perusahaan merasakan dampak melalui pendapatan, biaya, aset, dan reputasi. Perusahaan makanan mungkin tidak memperoleh bahan baku dengan volume atau mutu normal. Perusahaan listrik menghadapi permintaan pendinginan yang meningkat sekaligus pasokan hidro yang menurun. Perusahaan transportasi menghadapi gangguan pelabuhan atau jalan. Bank menghadapi debitur yang pendapatannya turun. Perusahaan asuransi menghadapi klaim yang meningkat dan premi reasuransi yang lebih mahal.

Analisis biaya-manfaat adaptasi perlu menggunakan perspektif jangka panjang.

Pembangunan embung, perbaikan irigasi, data satelit, atau restorasi mangrove memiliki biaya awal. Manfaatnya muncul sebagai kerugian yang tidak terjadi: panen yang tetap ada, jalan yang lebih cepat pulih, air yang tersedia, atau keluarga yang tidak jatuh ke kemiskinan. Dalam evaluasi publik, manfaat seperti itu sering kurang tampak dibandingkan biaya proyek yang langsung tercatat dalam anggaran.

11. Sejarah 1997-1998 dan Pelajaran dari Peristiwa Ekstrem

Peristiwa El Nino 1997-1998 sering disebut sebagai salah satu contoh kuat dalam sejarah pengamatan modern. Peristiwa itu memberi pelajaran tentang bagaimana anomali laut, kekeringan, kebakaran, gangguan ekosistem, dan dampak ekonomi dapat berkelindan. Di Indonesia, periode kering yang panjang dan kebakaran hutan serta lahan menimbulkan asap lintas batas, gangguan kesehatan, dan kerugian produksi. Di kawasan lain, hujan ekstrem, banjir, dan gangguan perikanan menampakkan wajah berbeda dari sistem yang sama.

Kita perlu berhati-hati memakai sejarah. Peristiwa 1997-1998 terjadi dalam struktur ekonomi, demografi, tata guna lahan, dan infrastruktur yang berbeda dari sekarang. Populasi lebih kecil, rantai pasok berbeda, sistem informasi belum secanggih kini, tetapi kapasitas perlindungan sosial juga lebih terbatas. Perbandingan langsung angka kerugian

antarperiode memerlukan penyesuaian inflasi, pertumbuhan aset, perubahan nilai tukar, jumlah penduduk, dan tingkat pembangunan.

Pelajaran pertama adalah pentingnya kesiapan sebelum puncak. Jika sistem pemantauan hanya aktif ketika api sudah meluas atau reservoir sudah kritis, kebijakan menjadi reaktif. Pengamatan anomali harus dihubungkan dengan daftar tindakan preventif. Pelajaran kedua adalah perlunya koordinasi lintas batas. Asap, arus, ikan, dan harga tidak berhenti di perbatasan negara. Pelajaran ketiga adalah perlunya pemulihan yang memperbaiki akar kerentanan, bukan hanya mengganti aset yang rusak.

Pelajaran keempat menyangkut tata guna lahan. Ekosistem gambut yang dikeringkan untuk produksi menjadi lebih mudah terbakar pada musim kering. Drainase, kanal, dan fragmentasi lanskap dapat memperkuat dampak iklim. Karena itu, kebijakan adaptasi tidak boleh berdiri terpisah dari kebijakan kehutanan, perkebunan, energi, dan penataan ruang. Pelajaran kelima adalah nilai perlindungan kesehatan. Beban asap tidak terdistribusi merata; pekerja luar ruang, anak-anak, dan masyarakat dengan akses layanan rendah memerlukan dukungan khusus.

Peristiwa historis juga menegaskan peran memori kelembagaan. Setelah krisis berlalu, organisasi sering mengurangi perhatian dan anggaran. Pegawai berganti, data tidak terdokumentasi, dan protokol tidak diuji. Manajemen ketangguhan perlu menyimpan pengalaman melalui peta risiko, evaluasi pascakejadian, latihan, dan pembaruan rencana. Ingatan tidak boleh bergantung pada seorang pejabat atau seorang analis.

Kita juga belajar bahwa peristiwa ekstrem dapat membuka jendela perubahan. Krisis memperlihatkan kelemahan yang sebelumnya tidak terlihat dan meningkatkan dukungan terhadap reformasi. Namun, momentum dapat hilang apabila respons hanya bersifat simbolik. Perubahan yang bertahan memerlukan tujuan terukur, anggaran, penegakan, transparansi, dan partisipasi pihak yang terkena dampak. Krisis iklim tidak boleh menjadi alasan untuk memusatkan kekuasaan tanpa akuntabilitas.

12. Pasar Keuangan dan Rantai Nilai yang Terpengaruh

Video menampilkan halaman surat kabar dengan judul tentang saham yang merosot dan kekhawatiran resesi. Adegan itu menanyakan secara implisit: bagaimana cuaca dapat memiliki kekuatan menggerakkan uang dalam jumlah besar? Jawabannya terletak pada ekspektasi. Pasar keuangan tidak menunggu seluruh kerugian terjadi. Investor menilai informasi mengenai produksi, inflasi, suku bunga, permintaan, dan risiko masa depan. Ketika prakiraan El Nino menaikkan peluang gangguan, harga aset dapat berubah sebelum data kerugian aktual tersedia.

Saham perusahaan komoditas mungkin dipengaruhi oleh perkiraan volume dan harga. Perusahaan yang menjual produk pertanian menghadapi risiko biaya bahan baku. Perusahaan pembangkit listrik menilai ketersediaan air dan permintaan pendinginan. Perusahaan asuransi menilai frekuensi klaim. Bank menilai kemampuan bayar sektor-sektor

rentan. Investor institusional memasukkan risiko iklim ke dalam penilaian portofolio, terutama ketika regulasi dan tuntutan pemegang saham meningkat.

Perubahan harga tidak selalu bergerak satu arah. Kekeringan dapat merugikan produsen yang gagal panen, tetapi menguntungkan perusahaan tertentu bila harga naik dan mereka memiliki pasokan. Hujan berlebih dapat menaikkan permintaan bahan bangunan untuk pemulihan, tetapi merusak proyek konstruksi. Karena itu, analisis investasi perlu menguraikan posisi bersih perusahaan, bukan sekadar menyebut bahwa El Nino buruk atau baik.

Komoditas kopi dan kakao yang disebut video memperlihatkan bagaimana cuaca menjadi harga. Tanaman perennial membutuhkan waktu lama untuk pulih. Gangguan pada pembungaan atau pembentukan buah memengaruhi pasokan beberapa musim. Harga global dapat naik, tetapi petani tidak otomatis menerima manfaat penuh karena kontrak, kualitas, biaya transportasi, dan posisi tawar. Di sisi konsumen, kenaikan harga dapat mendorong substitusi, pengurangan konsumsi, atau perubahan formulasi produk.

Pasar juga dapat mengalami volatilitas karena informasi yang berlebihan atau kabar palsu. Video pendek yang dramatis dapat menyebarkan kesimpulan tanpa konteks. Komunikasi risiko yang tidak akurat dapat memicu penimbunan, spekulasi, atau kepanikan. Pemerintah dan pelaku usaha perlu menyediakan data yang jelas tentang stok, prakiraan, dan tindakan yang diambil. Transparansi menurunkan ruang bagi rumor, walaupun tidak menghilangkan ketidakpastian.

Perusahaan dapat mengelola paparan melalui kontrak pembelian, diversifikasi pemasok, persediaan penyangga, lindung nilai, asuransi, dan investasi teknologi. Semua instrumen mempunyai biaya dan risiko. Persediaan terlalu besar mengikat modal dan dapat rusak. Diversifikasi pemasok meningkatkan kompleksitas. Lindung nilai membutuhkan kompetensi keuangan. Asuransi memiliki batasan dan pengecualian. Keputusan yang baik menggabungkan instrumen berdasarkan materialitas risiko dan kapasitas organisasi.

13. Asuransi, Anggaran Negara, dan Nilai Ketangguhan

Visual balok uang dan penyebutan biaya asuransi dalam video menunjukkan bahwa risiko El Nino tidak berhenti pada kerugian yang sudah terjadi. Ia juga mengubah harga perlindungan. Asuransi bekerja dengan mengumpulkan premi dari banyak pihak untuk membayar klaim sebagian pihak. Jika kejadian ekstrem menjadi lebih sering atau lebih terkonsentrasi, asumsi lama tentang risiko dapat berubah. Perusahaan asuransi kemudian menyesuaikan premi, batas pertanggungan, deductible, atau bahkan keputusan untuk tidak menanggung lokasi tertentu.

Asuransi bukan pengganti adaptasi. Bangunan di dataran banjir tetap berisiko meskipun diasuransikan. Premi dapat menjadi tidak terjangkau bila bahaya meningkat. Pemerintah perlu mendorong pengurangan risiko melalui tata ruang, standar bangunan, restorasi

daerah aliran sungai, dan infrastruktur. Asuransi paling efektif ketika digabungkan dengan pencegahan dan data risiko yang baik.

Asuransi indeks atau parametris dapat membayar berdasarkan indikator seperti curah hujan, suhu, atau indeks vegetasi, bukan pemeriksaan kerusakan setiap aset. Keuntungannya adalah pembayaran lebih cepat dan biaya administrasi lebih rendah. Tantangannya adalah risiko basis: indeks menunjukkan kondisi normal sementara petani mengalami kerugian, atau indeks melewati ambang sementara kerugian di lapangan kecil. Desain lokal, stasiun pengamatan yang memadai, dan transparansi formula sangat penting.

Anggaran pemerintah menerima tekanan melalui dua arah. Penerimaan dapat turun ketika produksi dan perdagangan melemah. Pada saat yang sama, belanja meningkat untuk bantuan pangan, air bersih, kesehatan, pengendalian kebakaran, perbaikan infrastruktur, dan rekonstruksi. Daerah dengan ruang fiskal sempit paling rentan. Jika pembiayaan pemulihan menggunakan utang tanpa perencanaan, investasi publik masa depan dapat terdesak.

Pemerintah dapat membangun pembiayaan risiko berlapis. Risiko kecil dan sering ditangani melalui anggaran rutin serta dana kontinjensi. Risiko menengah dapat ditangani melalui asuransi, dana cadangan, atau mekanisme pooling. Risiko besar dan jarang memerlukan transfer risiko, kredit kontinjensi, atau dukungan nasional dan internasional. Kerangka ini membantu menghindari penggunaan satu instrumen untuk semua jenis kejadian.

Investasi ketangguhan seharusnya dinilai dengan manfaat sosial yang luas. Embung mungkin tidak menghasilkan pendapatan komersial langsung, tetapi mencegah gagal panen, menjaga ternak, dan mempertahankan sekolah. Data peringatan dini mungkin tidak terlihat seperti jalan atau bendungan, tetapi dapat menyelamatkan waktu evakuasi dan mengurangi kerugian. Restorasi mangrove mungkin membutuhkan beberapa tahun, tetapi mengurangi abrasi, menjadi habitat ikan, dan mendukung mata pencaharian.

Masalahnya, anggaran tahunan sering memilih proyek yang manfaatnya mudah dihitung dan terlihat. Manfaat pencegahan adalah kerugian yang tidak terjadi, sehingga secara politik kurang menonjol. Kepemimpinan publik perlu menjelaskan logika investasi sebelum bencana. Audit kinerja harus mengukur apakah infrastruktur berfungsi dan apakah kelompok rentan benar-benar terlindungi, bukan hanya apakah dana terserap.

14. El Nino Bukan Pemanasan Global, tetapi Keduanya Berinteraksi

Video menegaskan bahwa El Nino tidak menciptakan pemanasan global. Pernyataan ini penting. El Nino adalah variabilitas alami sistem iklim yang berulang tidak teratur. Pemanasan global modern terutama disebabkan akumulasi gas rumah kaca dari aktivitas manusia. El Nino memindahkan panas dan mengubah distribusi energi; gas rumah kaca mengubah keseimbangan energi bumi dalam jangka panjang. Keduanya bukan fenomena yang sama.

Meskipun berbeda, keduanya dapat berinteraksi dalam pengalaman masyarakat. El Nino yang terjadi pada latar bumi yang lebih hangat dapat mendorong suhu global ke tingkat rekor. Ini tidak berarti seluruh kenaikan suhu selama El Nino berasal dari El Nino.

Pemanasan dasar meningkatkan titik awal, kemudian variabilitas alami menambah atau mengurangi nilai pada tahun tertentu. Analogi sederhananya adalah pasang laut dan gelombang. Perubahan iklim mengubah tinggi muka air rata-rata; El Nino memengaruhi gelombang yang datang di atasnya. Risiko banjir dapat meningkat ketika keduanya bertemu.

Pemanasan global juga dapat mengubah konteks dampak El Nino. Atmosfer yang lebih hangat dapat menampung lebih banyak uap air, sehingga ketika hujan terjadi, intensitasnya berpotensi lebih besar. Permukaan yang lebih panas meningkatkan kebutuhan air dan tekanan panas. Ekosistem yang sudah mengalami stres suhu memiliki ruang pemulihan lebih sempit. Infrastruktur yang dibangun berdasarkan statistik masa lalu mungkin tidak lagi cukup aman.

Namun, pernyataan tentang perubahan karakter El Nino harus dilakukan hati-hati. Tidak setiap aspek ENSO menunjukkan perubahan yang sama dan konsisten. Ada pertanyaan ilmiah yang masih terus diteliti, seperti bagaimana frekuensi, intensitas, lokasi pemanasan, dan dampak telekoneksi berubah dalam iklim yang lebih hangat. Perbedaan model dan keterbatasan catatan observasi membuat kesimpulan perlu dibatasi pada tingkat keyakinan yang sesuai.

Implikasi manajemennya adalah perlunya dua jalur sekaligus. Adaptasi mengurangi kerentanan terhadap El Nino dan kejadian lain yang sudah atau akan terjadi. Mitigasi mengurangi pemanasan jangka panjang dengan menurunkan emisi dan memperkuat penyerap karbon. Adaptasi tanpa mitigasi dapat menjadi semakin mahal. Mitigasi tanpa adaptasi meninggalkan masyarakat pada dampak yang sudah tidak dapat dihindari sepenuhnya.

Indonesia perlu menghindari dikotomi palsu antara pembangunan dan iklim. Energi bersih, efisiensi air, transportasi publik, restorasi hutan, pengelolaan gambut, dan kota yang sejuk dapat sekaligus mengurangi emisi dan meningkatkan ketahanan. Tetapi tidak semua proyek hijau otomatis adil. Transisi harus memperhatikan pekerjaan, harga energi, akses masyarakat miskin, dan hak komunitas.

15. Ketimpangan Risiko dan Prinsip Keadilan

Video memperlihatkan peta wilayah dan menyebut ekonomi yang paling terpukul. Di balik peta itu terdapat persoalan distribusi. Siapa yang paling menderita ketika hujan gagal? Siapa yang dapat membeli air? Siapa yang memiliki asuransi? Siapa yang dapat bekerja dari rumah saat panas dan asap? Siapa yang memiliki cadangan pangan atau akses kredit? Pertanyaan tersebut mengubah analisis El Nino dari ilmu fisik menjadi politik ekonomi.

Kelompok miskin sering tinggal di lokasi yang lebih rentan, bekerja pada sektor yang bergantung pada cuaca, dan memiliki aset yang lebih sedikit. Ketika krisis terjadi, mereka

menjual ternak, alat kerja, atau tanah; keputusan itu mengurangi kemampuan menghasilkan pendapatan berikutnya. Rumah tangga yang lebih kaya dapat membeli teknologi pendinginan, memindahkan kegiatan, atau menunggu harga membaik. Maka kerugian relatif tidak hanya diukur dari nilai uang yang hilang, tetapi dari kemampuan pulih.

Petani kecil dan nelayan kecil menanggung risiko yang berbeda dari perusahaan besar. Perusahaan memiliki akses ke data, kredit, kontrak, dan ahli. Masyarakat lokal memiliki pengetahuan ekologi, tetapi akses formal terhadap pembiayaan dan pasar sering terbatas. Program adaptasi yang dirancang tanpa partisipasi dapat gagal karena tidak cocok dengan kalender kerja, kepemilikan lahan, atau struktur sosial. Konsultasi harus berlangsung sejak perencanaan sampai evaluasi.

Keadilan juga berlaku antarwilayah dan antargenerasi. Wilayah yang menyumbang sedikit emisi dapat menerima dampak berat. Generasi muda akan hidup lebih lama dalam iklim yang dipengaruhi keputusan hari ini. Kebijakan publik harus transparan tentang siapa yang memperoleh manfaat dan siapa yang memikul biaya. Proyek adaptasi yang melindungi kawasan industri tetapi memindahkan banjir ke kampung tidak memenuhi prinsip ketangguhan yang adil.

Perlindungan sosial adaptif dapat membantu. Program bantuan yang sudah ada dapat diperluas berdasarkan pemicu seperti curah hujan, harga pangan, atau prakiraan musim. Pembayaran tunai sebelum kerugian besar dapat membantu keluarga membeli benih, pakan, atau pangan. Skema pekerjaan publik dapat memperbaiki embung, saluran, dan vegetasi sambil menyediakan pendapatan. Evaluasi harus memastikan bahwa data yang digunakan tidak mengecualikan keluarga tanpa dokumen, akses internet, atau rekening bank.

Keadilan tidak berarti semua orang menerima bantuan yang sama. Keadilan berarti dukungan disesuaikan dengan kebutuhan dan paparan, serta prosesnya dapat dipertanggungjawabkan. Data terpilah menurut gender, umur, disabilitas, lokasi, dan mata pencaharian membantu melihat siapa yang tertinggal. Perlindungan data pribadi tetap diperlukan agar sistem bantuan tidak berubah menjadi alat pengawasan yang merugikan.

16. Tata Kelola Risiko dari Pusat sampai Komunitas

El Nino menguji tata kelola karena kewenangan dan dampak tersebar. Lembaga meteorologi menghasilkan informasi. Kementerian pertanian mengatur produksi. Kementerian lingkungan menangani kebakaran dan ekosistem. Kementerian kesehatan menangani penyakit dan polusi. Pemerintah daerah mengelola air, jalan, sekolah, dan layanan sosial. Perusahaan mengelola aset dan tenaga kerja. Komunitas mengamati perubahan di lapangan. Tanpa koordinasi, masing-masing lembaga dapat bekerja keras tetapi hasil kolektif tetap lemah.

Tata kelola yang baik membutuhkan pembagian fungsi. Ada fungsi pemantauan dan prakiraan, fungsi interpretasi sektoral, fungsi penetapan ambang, fungsi tindakan, dan

fungsi evaluasi. Informasi tidak boleh berhenti pada indikator global. Setiap tingkat pemerintahan perlu memiliki peta risiko dan rencana kontinjensi yang diperbarui. Rencana harus diuji melalui simulasi, bukan hanya disimpan sebagai dokumen.

Koordinasi membutuhkan bahasa bersama. Istilah teknis seperti anomali, probabilitas, atau kondisi waspada harus diterjemahkan menjadi kategori tindakan yang dapat dipahami. Sistem warna dapat digunakan, tetapi jangan menggantikan penjelasan. Publik perlu tahu apa yang harus dilakukan, kapan, dan dari mana memperoleh informasi resmi. Pesan yang berubah-ubah atau saling bertentangan dapat menurunkan kepercayaan.

Data terbuka membantu pengawasan dan inovasi, tetapi data perlu memiliki metadata, standar, dan mekanisme pemutakhiran. Satu peta dengan skala berbeda dapat menimbulkan kesimpulan keliru. Pemerintah perlu menjelaskan sumber, resolusi, periode dasar, dan ketidakpastian. Perguruan tinggi dapat membantu mengaudit kualitas data dan membangun kapasitas analis daerah.

Tata kelola juga mencakup sektor swasta. Perusahaan dengan rantai pasok penting sebaiknya berbagi informasi risiko agregat tanpa membuka rahasia dagang yang sensitif. Kamar dagang dan asosiasi komoditas dapat menyusun protokol bersama. Bank dapat mengembangkan pembiayaan adaptasi dan restrukturisasi yang dipicu kejadian iklim, dengan perlindungan agar kredit tidak berubah menjadi beban baru.

Evaluasi pascakejadian harus menanyakan lebih dari sekadar jumlah bantuan. Apakah peringatan diterima tepat waktu? Apakah masyarakat mempercayainya? Apakah tindakan yang disarankan dapat dilakukan? Siapa yang tidak terjangkau? Infrastruktur mana yang gagal dan mengapa? Jawaban tersebut menjadi pengetahuan organisasi yang memperbaiki siklus berikutnya.

17. Infrastruktur, Kota, dan Manajemen Operasi

Kota modern bergantung pada jaringan yang saling terkait: air, energi, transportasi, telekomunikasi, pangan, kesehatan, dan pengelolaan sampah. El Nino dapat memengaruhi beberapa jaringan sekaligus. Kekurangan air mengurangi produksi listrik tenaga air dan meningkatkan permintaan pendinginan. Gangguan listrik memengaruhi pompa air, rumah sakit, dan komunikasi. Panas merusak jalan dan meningkatkan kebutuhan pemeliharaan. Kebakaran atau kabut asap menurunkan visibilitas transportasi dan kualitas udara.

Pendekatan infrastruktur yang hanya memakai satu bahaya perlu diperbarui. Perencana harus mempertimbangkan risiko majemuk dan berantai. Waduk mungkin dirancang untuk banjir, tetapi juga perlu dioperasikan untuk menghadapi kekeringan. Jaringan jalan mungkin aman secara struktural, tetapi aksesnya tetap terputus karena longsor atau kebakaran di sekitarnya. Rumah sakit mungkin memiliki generator, tetapi persediaan air, obat, dan akses tenaga kerja juga menentukan kontinuitas layanan.

Manajemen aset berbasis risiko dapat memprioritaskan lokasi yang paling kritis. Setiap aset diberi penilaian berdasarkan bahaya, paparan, fungsi, kerentanan, dan waktu pemulihan.

Aset yang tidak paling mahal bisa menjadi paling penting jika kegagalannya menghentikan sistem. Sebuah jembatan kecil yang menghubungkan desa dengan puskesmas mungkin memiliki nilai sosial lebih besar daripada jalan yang lebih besar dengan jalur alternatif.

Kota perlu meningkatkan efisiensi dan diversifikasi air. Pengurangan kebocoran sering lebih murah daripada membangun sumber baru. Pemanenan air hujan, penggunaan kembali air olahan, perlindungan daerah tangkapan, dan tarif yang adil dapat mengurangi tekanan. Kebijakan air harus menghindari dua kegagalan: pemborosan oleh pengguna besar dan beban yang tidak proporsional pada rumah tangga miskin.

Ruang terbuka hijau, pohon kota, atap reflektif, dan desain bangunan yang pasif dapat menurunkan panas. Solusi berbasis alam memberikan manfaat tambahan bagi kualitas udara, keanekaragaman hayati, dan kenyamanan. Perawatan harus masuk ke anggaran operasi. Banyak program penanaman gagal bukan karena pohon tidak tumbuh, tetapi karena tidak ada penyiraman, perlindungan, dan tanggung jawab yang jelas.

Manajemen operasi membutuhkan indikator harian. Pengelola air dapat memantau volume waduk, debit masuk, permintaan, dan prediksi evaporasi. Pengelola energi memantau beban puncak, pasokan, dan kesiapan pembangkit. Dinas kesehatan memantau kunjungan terkait panas dan pernapasan. Dashboard berguna bila ringkas dan memiliki ambang tindakan. Dashboard yang hanya menampilkan banyak grafik tanpa keputusan dapat memperindah kebingungan.

18. Data, AI, dan Digitalisasi Sistem Peringatan Dini

Isi video secara visual sudah menggunakan peta, grafik, dan citra satelit. Perkembangan digital membuka peluang untuk memperdalamnya. Satelit dapat memantau tutupan lahan, kelembapan, suhu permukaan, titik panas, dan kondisi vegetasi. Sensor lapangan menyediakan data tanah, debit sungai, tinggi muka air, dan kualitas udara. Data harga memberi sinyal tekanan pasar. Laporan warga memberi informasi yang mungkin tidak tertangkap oleh instrumen formal.

AI dapat digunakan pada beberapa lapisan. Pada lapisan pengamatan, algoritma membantu mendeteksi pola dan anomali. Pada lapisan prakiraan, machine learning dapat menggabungkan variabel iklim dan lokal. Pada lapisan dampak, model dapat menghubungkan prakiraan dengan hasil panen, kebutuhan air, atau risiko kesehatan. Pada lapisan keputusan, sistem dapat menyarankan tindakan berdasarkan ambang yang telah disepakati. Setiap lapisan membutuhkan validasi dan pengawasan.

Risiko terbesar adalah menyamakan prediksi dengan kebenaran. Model AI belajar dari data historis, sedangkan perubahan iklim dan perubahan tata guna lahan dapat membuat masa depan berbeda dari masa lalu. Data dari wilayah yang kaya sensor lebih baik daripada wilayah terpencil, sehingga sistem dapat bekerja baik untuk kota besar dan buruk bagi desa. Model juga dapat mengabaikan pengetahuan lokal atau memberi saran yang tidak dapat dilaksanakan.

Prinsip AI yang bertanggung jawab meliputi transparansi, audit, perlindungan data, akuntabilitas, dan keterlibatan pengguna. Sistem harus menyatakan tingkat ketidakpastian. Jika model memberi peringatan, pejabat harus dapat mengetahui indikator yang mendasarinya. Keputusan akhir mengenai evakuasi, pembatasan air, atau distribusi bantuan harus memiliki pemilik manusia yang jelas. AI dapat mendukung keputusan; ia tidak menghapus tanggung jawab institusional.

Interoperabilitas merupakan masalah penting. Data BMKG, pertanian, kehutanan, kesehatan, dan pemerintah daerah sering memakai format, kode lokasi, dan periode yang berbeda. Tanpa standar, integrasi membutuhkan waktu dan menghasilkan kesalahan. Indonesia memerlukan arsitektur data yang memungkinkan pertukaran aman, dokumentasi metadata, dan akses bertingkat. Universitas dapat menjadi mitra untuk mengembangkan model terbuka yang dapat diperiksa dan disesuaikan.

Digitalisasi juga harus memperhatikan kesenjangan. Petani yang tidak memiliki telepon pintar atau internet tetap berhak menerima informasi. Saluran penyuluh, radio, pesan suara, papan pengumuman, dan pertemuan desa tetap penting. Sistem paling canggih tidak berguna jika pengguna tidak mempercayai atau memahami pesan. Desain teknologi harus berangkat dari alur kerja pengguna, bukan dari kemampuan perangkat semata.

19. Pendidikan, Literasi Iklim, dan Komunikasi Publik

Video populer memiliki kekuatan untuk membawa isu ENSO kepada masyarakat yang mungkin tidak membaca laporan ilmiah. Tetapi komunikasi yang dramatis perlu dilengkapi pendidikan yang membentuk penalaran. Siswa dan mahasiswa perlu belajar membedakan korelasi, sebab-akibat, probabilitas, tren, variabilitas, dan ketidakpastian. Mereka perlu berlatih membaca grafik dengan satuan, skala, serta periode dasar.

Di bidang manajemen, kasus El Nino dapat digunakan untuk mengajarkan analisis lingkungan, manajemen risiko, rantai pasok, keuangan, operasi, pemasaran, dan etika. Mahasiswa dapat diminta menyusun rencana bisnis ketika bahan baku berkurang, membangun matriks risiko daerah, atau menghitung biaya-manfaat sistem peringatan dini. Tugas semacam itu menghubungkan teori dengan persoalan nyata tanpa mengorbankan ketelitian ilmiah.

Komunikasi publik harus menjelaskan apa yang diketahui, apa yang belum diketahui, dan apa yang dapat dilakukan. Kalimat "El Nino akan menyebabkan bencana" terlalu pasti. Kalimat "El Nino meningkatkan peluang kondisi kering di wilayah tertentu pada periode tertentu; petani disarankan memeriksa panduan lokal" lebih berguna. Bahasa yang jelas tidak berarti menyederhanakan secara berlebihan. Ia berarti memilih detail yang membantu tindakan.

Media perlu memeriksa angka kerugian dan sumber grafik. Angka triliunan dolar mudah menjadi judul, tetapi dapat menyesatkan jika tidak menyebut tahun, cakupan, dan metode. Kredibilitas komunikasi dibangun melalui koreksi terbuka. Jika prakiraan berubah, lembaga

perlu menjelaskan mengapa pembaruan terjadi. Perubahan prakiraan bukan selalu kesalahan; ia dapat mencerminkan data baru.

Komunikasi juga harus menghindari fatalisme. Citra bumi terbakar dapat membuat penonton merasa masalah terlalu besar untuk diatasi. Narasi yang bertanggung jawab menghubungkan bahaya dengan pilihan. Masyarakat tidak dapat mengendalikan El Nino, tetapi dapat mengurangi pemborosan air, memperbaiki tata kelola lahan, mempersiapkan layanan kesehatan, dan menuntut kebijakan berbasis bukti. Harapan yang realistis lebih produktif daripada kepanikan.

20. Agenda Strategis Indonesia

Pertama, Indonesia perlu memperkuat rantai peringatan dini dari observasi sampai tindakan. Prakiraan harus diterjemahkan menjadi keputusan sektoral dan lokal. Setiap peringatan penting memiliki ambang, penanggung jawab, sumber pembiayaan, dan jadwal evaluasi. Sistem tersebut harus dilatih melalui simulasi sebelum musim berisiko.

Kedua, kebijakan pangan perlu menggunakan kombinasi kalender tanam adaptif, irigasi hemat air, varietas sesuai agroekologi, diversifikasi pangan, cadangan yang transparan, dan perlindungan sosial. Fokus tidak boleh hanya pada komoditas utama. Pangan lokal, kebun rumah, peternakan, dan perikanan dapat memperkuat ketahanan bila didukung pasar dan kelembagaan.

Ketiga, pengelolaan air harus beralih dari pembangunan sumber semata menuju efisiensi, konservasi, dan alokasi yang adil. Daerah tangkapan, rawa, gambut, sungai, dan akuifer merupakan infrastruktur ekologis. Neraca air perlu dipantau pada tingkat daerah aliran sungai. Konflik antara kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, energi, dan ekosistem harus dikelola secara terbuka.

Keempat, kebijakan kebakaran dan hutan harus menempatkan pencegahan serta tata kelola penggunaan lahan sebagai inti. Cuaca kering meningkatkan bahaya, tetapi perilaku manusia dan kelembagaan menentukan apakah bahaya menjadi bencana. Masyarakat lokal perlu memperoleh insentif, hak yang jelas, dan dukungan untuk pengelolaan lanskap tanpa pembakaran.

Kelima, sistem kesehatan dan ketenagakerjaan harus memasukkan panas, asap, air, serta penyakit yang sensitif terhadap iklim. Pedoman kerja perlu disesuaikan dengan risiko aktual. Data kesehatan yang terlindungi dapat dipadukan dengan data iklim untuk memicu layanan lebih awal.

Keenam, perusahaan perlu menyusun stress test El Nino dalam manajemen strategis dan keuangan. Dewan direksi harus memahami paparan rantai pasok, ketergantungan air, risiko tenaga kerja, dan kewajiban lingkungan. Laporan keberlanjutan harus menghubungkan komitmen dengan indikator dan pengeluaran, bukan berhenti pada slogan.

Ketujuh, universitas perlu membangun pusat analitik lintas disiplin. Ilmu iklim, ekonomi, manajemen, teknik, kesehatan, hukum, komunikasi, dan pengetahuan lokal harus bertemu. AI dan digital twin dapat digunakan untuk menguji skenario, tetapi selalu dalam kerangka tata kelola manusia. Pendidikan tinggi mempunyai peran penting menghasilkan analis yang bukan hanya mampu membuat model, tetapi juga mampu menjelaskan batas model.

Penutup

Video yang menjadi sumber narasi memperlihatkan El Nino sebagai cerita tentang bumi yang memanas, air yang berpindah, hujan yang bergeser, ikan yang kehilangan habitat, petani yang menunggu, pasar yang gelisah, dan anggaran yang terbebani. Nilai utamanya terletak pada kemampuan menghubungkan gejala fisik dengan kehidupan sosial dan ekonomi. Narasi akademik menambahkan satu lapisan penting: hubungan itu harus dibaca melalui mekanisme, data, ketidakpastian, dan struktur kerentanan.

El Nino bukan hukuman tunggal yang menentukan nasib semua wilayah. Ia adalah pengubah peluang dalam sistem yang sudah memiliki kekuatan dan kelemahan. Masyarakat dengan cadangan, informasi, infrastruktur, dan tata kelola baik cenderung mampu mengurangi dampak. Masyarakat yang miskin, terisolasi, atau bergantung pada satu sumber daya menanggung beban yang lebih besar. Karena itu, strategi iklim tidak boleh hanya mengejar akurasi prakiraan. Ia harus memperluas kapasitas untuk bertindak dan memastikan bahwa perlindungan sampai kepada mereka yang paling membutuhkan.

Perbedaan antara El Nino dan pemanasan global juga memberi pelajaran etis. Variabilitas alami tidak boleh dijadikan alasan untuk mengabaikan emisi, sementara perubahan iklim tidak boleh dipakai untuk menjelaskan setiap kejadian secara serampangan. Kejujuran ilmiah memerlukan pembedaan yang cermat. Kejujuran politik memerlukan pengakuan bahwa sebagian kerentanan dibentuk oleh keputusan manusia: tata ruang, investasi, aturan lahan, distribusi air, kualitas data, dan prioritas anggaran.

Agenda masa depan bukan mengalahkan El Nino, sebab fenomena itu tidak dapat dihentikan oleh satu negara. Agenda masa depan adalah membangun masyarakat yang membaca sinyal lebih awal, mengurangi paparan, menjaga ekosistem, melindungi pendapatan, dan pulih tanpa meninggalkan kelompok rentan. Indonesia dapat menjadikan pengelolaan El Nino sebagai laboratorium manajemen perubahan: menggabungkan ilmu, teknologi digital, kepemimpinan, kerja sama, dan keadilan sosial.

Dengan cara itu, angka triliunan yang tampil dalam video tidak hanya dibaca sebagai ancaman abstrak. Ia menjadi pengingat bahwa biaya kelambanan dapat sangat besar, sedangkan investasi pada ketangguhan sering tampak sederhana sebelum bencana datang. Sebuah embung yang terisi, hutan yang tidak terbakar, jaringan air yang tidak bocor, informasi yang tiba tepat waktu, nelayan yang memperoleh data laut, dan keluarga yang menerima bantuan sebelum kehilangan aset adalah bentuk-bentuk keberhasilan yang jarang menjadi berita utama. Namun, justru keberhasilan yang tidak dramatis itu menjaga ekonomi dan kehidupan tetap berjalan.

Glossarium

Anomali suhu: Perbedaan nilai suhu dari rata-rata atau periode dasar yang ditetapkan.

Atmosfer: Lapisan gas yang menyelimuti bumi dan berinteraksi dengan permukaan darat serta laut.

El Nino: Fase hangat ENSO yang ditandai oleh pemanasan anomali di Pasifik tropis bagian tengah dan timur disertai perubahan atmosfer terkait.

ENSO: El Nino Southern Oscillation, sistem variabilitas laut-atmosfer di Pasifik tropis yang mencakup fase El Nino, La Nina, dan netral.

Ensemble: Sekumpulan simulasi prakiraan yang digunakan untuk menggambarkan berbagai kemungkinan hasil dan ketidakpastian.

Indian Ocean Dipole: Variabilitas gradien suhu permukaan laut antara Samudra Hindia bagian barat dan timur yang memengaruhi pola hujan regional.

La Nina: Fase dingin ENSO dengan pendinginan anomali di Pasifik tropis bagian tengah dan timur serta perubahan atmosfer terkait.

Monsun: Perubahan musiman arah angin dan pola hujan yang terkait dengan perbedaan pemanasan darat dan laut.

Nino 3.4: Wilayah indeks di Pasifik tropis yang sering dipakai untuk memantau anomali suhu permukaan laut ENSO.

Panas laten: Energi yang diserap atau dilepaskan ketika air berubah fase, misalnya dari uap menjadi cair, tanpa perubahan suhu langsung pada saat proses.

Prakiraan musiman: Prediksi probabilistik mengenai kecenderungan kondisi iklim selama periode beberapa bulan.

Sirkulasi Walker: Sirkulasi atmosfer timur-barat di wilayah tropis yang dipengaruhi oleh distribusi pemanasan dan konveksi di Pasifik.

Telekoneksi: Hubungan statistik dan fisik antara anomali iklim di wilayah yang berjauhan.

Termoklin: Lapisan laut tempat suhu berubah relatif cepat menurut kedalaman dan yang memisahkan air permukaan dengan air bawah.

Upwelling: Gerakan naik air laut yang lebih dingin dan kaya nutrisi dari kedalaman menuju permukaan.

Daftar Pustaka Pilihan

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *The impact of disasters on agriculture and food security*. FAO.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021 The physical science basis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022 Impacts adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

McPhaden, M. J., Zebiak, S. E., & Glantz, M. H. (2006). ENSO as an integrating concept in earth science. *Science*, 314(5806), 1740-1745. <https://doi.org/10.1126/science.1132588>

National Oceanic and Atmospheric Administration. (n.d.). *El Nino and La Nina*. NOAA Climate Prediction Center.

Nicholls, N. (1999). Cognitive illusions, rainfall, and the El Nino Southern Oscillation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(7), 1241-1246. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1999\)080<1241>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1999)080<1241>2.0.CO;2)

Trenberth, K. E. (1997). The definition of El Nino. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771-2777. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<2771>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<2771>2.0.CO;2)

World Bank. (2014). *Turn down the heat Confronting the new climate normal*. World Bank.

World Meteorological Organization. (2024). *State of the global climate 2023*. WMO.

Zebiak, S. E., & Cane, M. A. (1987). A model El Nino Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115(10), 2262-2278. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1987\)115<2262>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1987)115<2262>2.0.CO;2)

21. Membaca El Nino sebagai Rantai Sebab Akibat

Salah satu manfaat menarasikan video secara panjang adalah kemampuan untuk mengurai rantai sebab akibat yang dalam video disajikan secara cepat. Citra permukaan laut yang menghangat adalah titik awal, bukan akhir. Perubahan temperatur mengubah penguapan, angin, awan, dan hujan. Perubahan hujan memengaruhi tanah, tanaman, sungai, dan waduk. Perubahan pada sumber daya alam memengaruhi keputusan produksi. Keputusan produksi memengaruhi harga, pendapatan, tenaga kerja, dan penerimaan pemerintah. Rangkaian itu kemudian kembali memengaruhi lingkungan karena masyarakat mungkin mengebor air tanah lebih dalam, membuka lahan baru, atau menambah penggunaan energi.

Dalam analisis sistem, hubungan tersebut disebut umpan balik. Ada umpan balik yang memperburuk risiko dan ada yang menahannya. Kekeringan dapat mengeringkan vegetasi, vegetasi kering memperbesar kemungkinan kebakaran, kebakaran merusak tutupan tanah,

dan tanah yang rusak lebih mudah mengalami erosi ketika hujan kembali. Itu merupakan lingkaran penguatan. Di sisi lain, konservasi tanah meningkatkan infiltrasi, infiltrasi menjaga kelembapan, kelembapan membantu tanaman bertahan, dan vegetasi yang sehat mengurangi erosi. Itu merupakan lingkaran penahan.

Manajer sering mencari satu penyebab dan satu solusi. Sistem iklim jarang sesederhana itu. Jika sebuah wilayah mengalami kekurangan air, pembangunan reservoir baru mungkin membantu, tetapi tidak menyelesaikan kebocoran jaringan, penggunaan berlebih, kerusakan daerah tangkapan, atau ketimpangan akses. Jika panen turun, distribusi benih mungkin berguna, tetapi tidak cukup bila kalender tanam tidak sesuai, kredit mahal, dan harga pasar merugikan petani.

Kerangka rantai dampak membantu memisahkan empat hal. Bahaya adalah kejadian atau kondisi iklim, seperti kekeringan. Paparan adalah manusia dan aset yang berada di lokasi terkena. Kerentanan adalah kecenderungan mengalami kerusakan karena kondisi sosial, ekonomi, fisik, atau ekologis. Kapasitas adaptif adalah kemampuan mengantisipasi, merespons, dan pulih. Intervensi dapat diarahkan pada setiap unsur. Kita dapat mengurangi bahaya secara terbatas melalui mitigasi iklim, mengurangi paparan melalui tata ruang, mengurangi kerentanan melalui infrastruktur dan perlindungan sosial, serta memperkuat kapasitas melalui informasi dan kelembagaan.

Analisis ini juga menjelaskan mengapa dampak dapat tertunda. Tanaman mungkin terlihat sehat pada awal kekeringan karena masih menggunakan cadangan air tanah. Kerugian muncul beberapa minggu kemudian ketika fase pembungaan terganggu. Perusahaan mungkin mempertahankan produksi dengan persediaan, tetapi dampak terlihat ketika persediaan habis. Pemerintah mungkin menahan harga melalui subsidi, tetapi tekanan fiskal muncul pada tahun berikutnya. Manajemen perlu memperhatikan jeda waktu dan indikator pendahulu, bukan hanya hasil akhir.

El Nino juga menghasilkan pemenang dan pecundang yang berbeda. Penjual pompa, perusahaan tertentu yang memiliki pasokan alternatif, atau produsen di wilayah yang menerima hujan lebih baik mungkin mendapat manfaat sementara. Tetapi manfaat privat tidak selalu berarti manfaat sosial. Ekspansi pengeboran air tanah dapat menjaga produksi satu perusahaan sambil menurunkan muka air untuk masyarakat. Kenaikan harga dapat menguntungkan pemilik stok, tetapi menyulitkan konsumen miskin. Analisis kebijakan harus menilai distribusi, eksternalitas, dan keadilan.

Pendekatan sistem mendorong organisasi membuat peta ketergantungan. Sebuah rumah sakit memetakan listrik, air, obat, tenaga kerja, jaringan komunikasi, dan akses jalan. Sebuah pabrik memetakan bahan baku, energi, pemasok, gudang, pelabuhan, dan pasar. Pemerintah daerah memetakan hubungan antara waduk, irigasi, sawah, industri, rumah tangga, sekolah, dan ekosistem. Peta itu kemudian diuji dengan skenario El Nino kuat, El Nino yang berkepanjangan, serta kombinasi El Nino dan gangguan lain.

22. Indikator dan Dashboard Keputusan

Data iklim baru berguna apabila diubah menjadi indikator keputusan. Suhu permukaan laut Pasifik penting bagi ilmuwan, tetapi kepala dinas pertanian juga memerlukan indikator awal musim hujan, hari tanpa hujan, kelembapan tanah, dan ketersediaan air irigasi. Pengelola listrik memerlukan prediksi debit dan beban puncak. Dinas kesehatan memerlukan suhu bola basah, kualitas udara, dan kunjungan pasien. Dengan demikian, dashboard harus dirancang berdasarkan keputusan pengguna.

Indikator sebaiknya dibagi menjadi indikator bahaya, paparan, kerentanan, tindakan, dan hasil. Indikator bahaya mencakup anomali suhu laut, curah hujan, suhu udara, dan titik panas. Indikator paparan mencakup luas sawah, jumlah penduduk, aset kritis, dan lokasi fasilitas. Indikator kerentanan mencakup kemiskinan, akses air, kondisi rumah, kepemilikan lahan, dan kemampuan memperoleh kredit. Indikator tindakan mencakup jumlah embung terisi, benih tersedia, jadwal kerja diubah, dan bantuan disalurkan. Indikator hasil mencakup produksi, harga, kesehatan, kerusakan, serta waktu pemulihan.

Perbedaan antara indikator pendahulu dan indikator hasil sangat penting. Harga beras yang sudah melonjak adalah indikator hasil; informasi prakiraan dan kelembapan tanah dapat menjadi indikator pendahulu. Jika organisasi hanya memantau hasil, ruang tindakan telah menyempit. Dashboard yang baik memperlihatkan perubahan dari waktu ke waktu dan memberi tanda ketika nilai mendekati ambang.

Ambang tindakan harus disusun melalui proses ilmiah dan sosial. Misalnya, berapa hari tanpa hujan yang membuat suatu jenis tanaman berisiko? Pada volume waduk berapa pembatasan air dimulai? Pada indeks kualitas udara berapa sekolah menghentikan kegiatan luar ruang? Jawabannya berbeda menurut lokasi dan kapasitas. Ambang yang terlalu rendah menghasilkan peringatan berulang tanpa tindakan, sehingga kepercayaan turun. Ambang terlalu tinggi menyebabkan respons terlambat.

Dashboard juga perlu menunjukkan ketidakpastian. Peta dengan satu warna sering memberi kesan kepastian. Sebaiknya ditampilkan rentang, probabilitas, atau skenario dengan penjelasan singkat. Pengguna tidak perlu melihat seluruh statistik, tetapi mereka harus tahu apakah informasi tersebut memiliki keyakinan tinggi, sedang, atau rendah. Komunikasi probabilistik dapat dilatih melalui contoh dan simulasi.

Kualitas data adalah persoalan manajemen. Sensor yang tidak terkalibrasi, stasiun yang berhenti beroperasi, data yang tidak memiliki koordinat, atau catatan historis yang tidak konsisten dapat menurunkan kualitas analisis. Pemerintah dan perusahaan perlu menetapkan pemilik data, frekuensi pembaruan, standar validasi, dan prosedur pemulihan. Data terbuka tidak berarti data tanpa tanggung jawab.

AI dapat membantu menggabungkan banyak indikator, tetapi sistem harus memiliki mekanisme peringatan palsu dan peringatan terlewat. Setiap keputusan perlu dicatat: indikator apa yang digunakan, siapa yang mengesahkan, tindakan apa yang dilakukan, dan

bagaimana hasilnya. Catatan itu memungkinkan evaluasi dan perbaikan. Di sinilah data menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan hanya bahan visualisasi.

23. Studi Kasus Naratif Kalender Tanam Jawa

Bayangkan sebuah kabupaten di Pulau Jawa yang memiliki sawah irigasi dan sawah tadah hujan. Pada awal tahun, prakiraan menunjukkan peluang El Nino menguat. Sinyal global tersebut belum memberi tahu persis berapa hujan yang turun di setiap desa, tetapi pemerintah kabupaten menyadari bahwa risiko musim kering lebih panjang perlu dimasukkan ke dalam perencanaan. Sebuah tim lintas sektor dibentuk, terdiri atas pertanian, pengairan, pangan, kesehatan, kebencanaan, perbankan, penyuluh, dan perwakilan petani.

Tim memulai dengan peta paparan. Mereka mengidentifikasi sawah yang bergantung pada satu saluran, sumur dangkal, waduk kecil, atau hujan langsung. Kemudian mereka memetakan fase tanam. Tidak semua lahan berada pada tahap yang sama; sebagian baru selesai panen, sebagian sedang menyiapkan persemaian, dan sebagian sudah menanam. Informasi fase tumbuh membuat respons lebih spesifik daripada imbauan umum.

Penyuluh lalu mendiskusikan tiga skenario. Dalam skenario pertama, hujan datang mendekati normal dan rencana awal diteruskan. Dalam skenario kedua, awal musim hujan terlambat dan petani menggunakan varietas berumur lebih pendek dengan luas tanam yang disesuaikan. Dalam skenario ketiga, air sangat terbatas dan sebagian lahan dialihkan ke komoditas yang kebutuhan airnya lebih rendah atau dibiarkan sementara untuk menjaga sumber daya. Keputusan tidak dipaksakan seragam; kelompok tani membandingkan biaya dan risiko setiap pilihan.

Pemerintah memastikan benih dan pupuk tersedia sebelum permintaan puncak. Bank lokal menyiapkan restrukturisasi untuk debitur yang memenuhi kriteria bila indeks kekeringan melewati ambang. Dinas sosial memperbarui daftar rumah tangga rentan. Pengelola waduk mengumumkan aturan alokasi. Desa memeriksa pompa dan saluran. Tidak semua tindakan mahal. Sebagian besar adalah keputusan waktu dan koordinasi.

Beberapa minggu kemudian, hujan benar-benar terlambat, tetapi kerugian berbeda antarwilayah. Sawah yang menyesuaikan kalender masih menghasilkan panen dengan penurunan terbatas. Sebagian lahan tadah hujan gagal ditanami, tetapi rumah tangga menerima bantuan tunai sementara dan pekerjaan pemeliharaan saluran. Karena informasi stok dibuka, rumor tentang kelangkaan dapat dikoreksi. Harga naik, namun tidak melonjak seperti skenario terburuk.

Setelah musim berakhir, tim melakukan evaluasi. Mereka menemukan bahwa prakiraan global cukup informatif, tetapi terjemahan ke desa masih terlambat. Beberapa kelompok tani tidak menerima pesan karena nomor telepon berubah. Ada pompa yang tersedia, tetapi biaya bahan bakar membuatnya tidak terjangkau. Sejumlah keluarga tidak masuk daftar

perlindungan karena data sosial belum diperbarui. Temuan itu menjadi agenda perbaikan, bukan alasan untuk menyalahkan petani.

Kasus ini menunjukkan bahwa ketangguhan bukan hasil satu teknologi. Ia merupakan hasil gabungan informasi, pilihan, koordinasi, pembiayaan, dan kepercayaan. Bahkan ketika prakiraan tidak tepat sempurna, proses skenario membantu organisasi mengurangi keputusan panik. Pelajaran tersebut dapat diterapkan pada wilayah lain dengan menyesuaikan komoditas, sumber air, dan struktur sosial.

24. Kota Bogor dan Pelajaran tentang Risiko Lokal

Kota dan wilayah sekitar Bogor dapat menjadi contoh penting untuk menjelaskan mengapa label El Nino nasional perlu diterjemahkan secara lokal. Bogor dikenal dalam imajinasi publik sebagai kota dengan curah hujan tinggi, tetapi kondisi kota tidak homogen. Perbedaan ketinggian, tutupan lahan, kepadatan bangunan, drainase, dan hubungan dengan kawasan hulu dapat menghasilkan pengalaman yang berbeda. Musim yang secara umum lebih kering tetap dapat memiliki hujan deras singkat yang menimbulkan genangan atau longsor.

Bagi manajemen kota, pertanyaan yang relevan bukan hanya apakah El Nino sedang berlangsung. Pertanyaannya ialah bagaimana perubahan peluang hujan dan panas memengaruhi air baku, ruang hijau, kesehatan, lalu lintas, pasar, sekolah, serta wilayah hulu. Pengelola kota dapat menggunakan kombinasi data curah hujan, tinggi muka air, kualitas udara, konsumsi air, pengaduan warga, dan kondisi vegetasi.

Ketahanan air kota dimulai dari neraca. Berapa pasokan yang tersedia, berapa permintaan dasar, berapa kebutuhan puncak, dan berapa kehilangan jaringan? Ketika cuaca kering, pengurangan kebocoran menjadi tindakan adaptasi. Perlindungan mata air dan daerah tangkapan menjaga pasokan jangka panjang. Pemanenan air hujan pada bangunan publik dapat membantu kebutuhan nonminum. Penggunaan air olahan untuk taman atau kegiatan tertentu mengurangi tekanan pada air berkualitas tinggi.

Ruang hijau mempunyai fungsi hidrologis dan termal. Pohon mendinginkan permukaan, membantu evapotranspirasi, dan meningkatkan kualitas ruang publik. Namun, pemilihan jenis harus sesuai dengan air tersedia dan karakter lokasi. Penanaman tanpa rencana pemeliharaan dapat menambah beban pada musim kering. Perencanaan perlu melibatkan warga, karena pohon yang dirawat masyarakat lebih mungkin bertahan.

Kota juga memerlukan protokol panas dan asap. Sekolah dapat mengubah jadwal olahraga, menyediakan ruang teduh, dan memantau ventilasi. Pekerja kebersihan dan konstruksi membutuhkan air minum serta waktu istirahat. Puskesmas dapat memperkuat edukasi bagi kelompok dengan penyakit pernapasan. Pasar dan terminal memerlukan sirkulasi udara serta pengelolaan sampah agar tidak menambah polusi.

Hubungan hulu-hilir sangat penting. Tindakan di bagian hulu memengaruhi aliran, sedimentasi, dan kualitas air di kota. Sebaliknya, permintaan dan limbah kota memengaruhi wilayah hilir. Tata kelola daerah aliran sungai perlu melibatkan kabupaten, kota, pelaku

usaha, dan masyarakat. El Nino menjadikan hubungan itu lebih terlihat karena setiap bagian menghadapi tekanan yang sama dari air yang terbatas atau hujan yang tidak teratur.

Pelajaran Bogor bukan bahwa kota ini pasti mengalami pola dampak tertentu. Pelajarannya adalah perlunya membuka data lokal dan menghindari asumsi berdasarkan reputasi iklim. Kota hujan tetap membutuhkan rencana kekeringan; kota kering tetap membutuhkan rencana banjir. Ketangguhan lahir dari kemampuan melihat variasi ruang dan waktu.

25. Perikanan Indonesia Timur dan Pengetahuan Nelayan

Di Indonesia bagian timur, ekonomi pesisir bergantung pada hubungan antara laut, terumbu, mangrove, pasar, dan mobilitas nelayan. El Nino dapat mengubah suhu permukaan, arus, dan sebaran ikan, tetapi responsnya berbeda antarspesies dan wilayah. Nelayan yang memiliki kapal kecil menghadapi batas keselamatan dan biaya ketika harus mencari ikan lebih jauh. Pada saat yang sama, pemroses dan pedagang memerlukan pasokan untuk menjaga pekerjaan.

Sistem informasi laut dapat membantu dengan menyajikan prakiraan gelombang, suhu, arus, lokasi potensi ikan, dan risiko cuaca. Tetapi informasi harus diberikan dalam bahasa serta format yang digunakan nelayan. Peta digital yang tidak dapat diakses di laut tidak cukup. Radio, pesan suara, papan pelabuhan, dan penyuluh tetap dibutuhkan. Nelayan juga perlu dilatih memahami batas informasi: lokasi potensi bukan jaminan tangkapan dan keselamatan selalu menjadi prioritas.

Pengetahuan nelayan merupakan data yang bernilai. Pengalaman tentang waktu ikan berpindah, perubahan warna air, arah angin, dan lokasi berbahaya dapat melengkapi pengamatan satelit. Pengumpulan pengetahuan tersebut harus menghormati hak dan privasi, serta memberi manfaat kembali kepada komunitas. Data tidak boleh diambil untuk memperkuat pihak luar sambil mengurangi posisi tawar masyarakat.

Diversifikasi pendapatan dapat mengurangi ketergantungan pada satu musim penangkapan. Pengolahan ikan, budidaya yang ramah lingkungan, jasa wisata, perawatan mangrove, atau pekerjaan musiman dapat menjadi pilihan jika sesuai dengan kapasitas lokal. Program diversifikasi perlu memperhitungkan akses modal, pasar, gender, dan beban kerja. Menambah kegiatan tanpa mengurangi risiko atau memberi waktu pemulihan bukanlah adaptasi yang berhasil.

Perlindungan ekosistem harus ditempatkan di pusat. Terumbu dan mangrove yang sehat meningkatkan produktivitas dan mengurangi bahaya pesisir. Ketika suhu tinggi menekan karang, larangan penangkapan destruktif dan pengurangan pencemaran menjadi lebih penting. Kawasan konservasi harus memiliki pengawasan, legitimasi masyarakat, dan mekanisme mata pencaharian yang adil.

Lembaga perikanan dapat memakai pendekatan adaptif. Aturan dikaji berdasarkan data stok dan kondisi ekologi; kuota atau musim dapat disesuaikan; nelayan dilibatkan dalam evaluasi; dan pelanggaran ditangani konsisten. Model ini lebih rumit daripada target produksi

tahunan, tetapi lebih sesuai dengan laut yang berubah. El Nino mengingatkan bahwa keberhasilan ekonomi pesisir bergantung pada kemampuan menjaga dasar ekologisnya.

26. Perusahaan Kopi dan Kakao dalam Ekonomi yang Berubah

Penyebutan kopi dan kakao dalam video memberi jalan untuk memahami bagaimana gejala iklim global sampai ke produk yang dikonsumsi sehari-hari. Kedua komoditas tersebut ditanam oleh jutaan petani di wilayah tropis, sering kali pada lahan kecil dengan modal terbatas. Tanaman tahunan tidak dapat diganti secepat tanaman semusim. Kekeringan atau panas pada masa pembungaan dapat memengaruhi hasil beberapa bulan kemudian. Curah hujan yang tidak sesuai dapat meningkatkan penyakit, mempersulit pengeringan, atau menurunkan mutu biji.

Perusahaan yang membeli komoditas menghadapi dilema. Mereka perlu menjaga pasokan dan harga yang kompetitif, tetapi juga harus mencegah praktik yang memindahkan seluruh risiko kepada petani. Kontrak jangka panjang, harga minimum, pelatihan budidaya, penyediaan bibit, dan dukungan pemulihan dapat meningkatkan ketahanan. Namun, kontrak harus transparan dan tidak memaksa petani memenuhi standar yang tidak mungkin dicapai tanpa dukungan.

Analisis rantai nilai harus melihat distribusi nilai dan risiko. Petani menerima harga yang dipengaruhi mutu, waktu jual, akses gudang, dan posisi tawar. Pengumpul menanggung biaya pengumpulan dan risiko harga. Pengolah menanggung kebutuhan kualitas, energi, dan pasar. Merek menanggung reputasi dan permintaan konsumen. Ketika El Nino menurunkan pasokan, kenaikan harga di tingkat konsumen tidak otomatis mengalir kembali ke hulu. Tata kelola rantai pasok yang berkelanjutan perlu memperbaiki informasi dan pembagian nilai.

Teknologi dapat membantu melalui pemetaan kebun, prakiraan mikro, sensor kelembapan, dan pencatatan asal produk. Tetapi digitalisasi tidak boleh berhenti pada pengumpulan data untuk kebutuhan audit perusahaan. Petani perlu memperoleh manfaat dalam bentuk saran, akses pembiayaan, atau harga yang lebih baik. Literasi digital, perlindungan data, dan kepemilikan informasi harus diperhatikan.

Perusahaan juga dapat menguji skenario pasokan. Skenario pertama mengasumsikan dampak lokal dan pemulihan cepat. Skenario kedua mengasumsikan El Nino terjadi bersamaan di beberapa negara pemasok. Skenario ketiga menambahkan gangguan logistik atau perubahan regulasi. Untuk setiap skenario, manajemen menilai persediaan, pemasok alternatif, formula produk, harga, dan komunikasi konsumen. Skenario bukan alasan untuk menaikkan harga secara spekulatif; ia merupakan alat untuk menjaga kontinuitas dan keadilan.

Petani perlu memperoleh akses terhadap pembiayaan adaptasi. Kredit untuk irigasi hemat air, naungan, pengering, atau diversifikasi dapat meningkatkan produktivitas, tetapi pembayaran harus mengikuti arus pendapatan. Perbankan dapat memakai data iklim dan sejarah produksi untuk memperbaiki penilaian risiko, dengan menghindari diskriminasi

otomatis terhadap wilayah rentan. Restrukturisasi ketika bencana terjadi harus cepat dan tidak menambah jebakan utang.

27. Pembiayaan Adaptasi dan Investasi Jangka Panjang

Kebutuhan adaptasi sering lebih besar daripada dana yang tersedia, terutama di negara berkembang. Tantangannya bukan hanya mencari jumlah uang, tetapi memastikan uang mengalir ke tindakan yang menurunkan risiko. Proyek yang diberi label iklim belum tentu memperkuat ketahanan. Sebuah bendungan besar dapat membantu satu sektor, tetapi memperburuk ketimpangan atau kerusakan ekologis jika perencanaannya tidak hati-hati.

Pembiayaan publik memiliki peran dasar karena manfaat ketangguhan sering bersifat kolektif dan tidak mudah dimonetisasi. Negara dapat mendanai data, standar, riset, infrastruktur dasar, perlindungan sosial, dan restorasi ekosistem. Pemerintah daerah membutuhkan transfer yang mempertimbangkan risiko serta kapasitas, bukan hanya jumlah penduduk. Alokasi anggaran perlu memasukkan biaya pemeliharaan; aset yang tidak dirawat akan kehilangan manfaat.

Pembiayaan swasta dapat berkembang melalui pinjaman hijau, obligasi, asuransi, dana investasi, dan kemitraan. Investor memerlukan informasi yang dapat dibandingkan. Taksonomi kegiatan berkelanjutan membantu mengurangi klaim hijau yang tidak berdasar, tetapi indikator harus mencerminkan konteks Indonesia. Kegiatan yang dianggap adaptif perlu menunjukkan hasil, seperti pengurangan kehilangan air, penurunan waktu pemulihan, atau perlindungan pendapatan.

Analisis investasi harus membedakan keuntungan privat dan manfaat sosial. Perusahaan mungkin tidak dapat menangkap seluruh manfaat restorasi daerah tangkapan, karena manfaat juga diterima rumah tangga dan ekosistem. Instrumen insentif diperlukan agar keputusan privat sejalan dengan kepentingan publik. Pembayaran jasa lingkungan, tarif yang tepat, dukungan kredit, atau regulasi dapat menjadi bagian dari kombinasi kebijakan.

Kriteria proyek perlu mencakup ketahanan terhadap ketidakpastian. Infrastruktur yang hanya optimal pada satu prakiraan dapat menjadi rapuh bila pola berubah. Pendekatan adaptasi bertahap memungkinkan investasi ditingkatkan ketika indikator tertentu tercapai. Misalnya, kota memperbaiki kebocoran dan memanen air hujan lebih dahulu, kemudian menambah kapasitas sumber jika permintaan dan data menunjukkan kebutuhan. Opsi fleksibel dapat lebih berharga daripada proyek besar yang tidak dapat disesuaikan.

Evaluasi pembiayaan perlu memantau siapa yang menerima manfaat. Apakah petani kecil memperoleh akses? Apakah perempuan memiliki kendali terhadap bantuan? Apakah desa terpencil mendapatkan data dan infrastruktur? Apakah tarif air tetap terjangkau? Pertanyaan distribusi bukan tambahan kosmetik; ia menentukan stabilitas sosial dan keberlanjutan kebijakan.

28. Kepemimpinan dan Manajemen Perubahan

Mengelola El Nino merupakan latihan kepemimpinan dalam kondisi informasi tidak sempurna. Pemimpin harus bertindak sebelum hasil diketahui, menjelaskan alasan keputusan, dan menyesuaikan kebijakan ketika data berubah. Gaya komando tunggal tidak memadai bagi sistem yang melibatkan banyak sektor. Diperlukan kepemimpinan kolaboratif yang mampu menyatukan keahlian, membagi tanggung jawab, dan menjaga akuntabilitas.

Manajemen perubahan dimulai dengan diagnosis. Organisasi perlu mengetahui proses mana yang bergantung pada air, energi, suhu, dan akses transportasi. Kemudian ditentukan keadaan masa depan yang diinginkan, misalnya layanan tetap berjalan selama kekeringan, petani memperoleh informasi tepat waktu, atau rumah sakit dapat menangani peningkatan pasien terkait panas. Sasaran tersebut harus diterjemahkan menjadi program, anggaran, indikator, dan penanggung jawab.

Resistensi dapat muncul karena perubahan menambah pekerjaan, mengganggu kebiasaan, atau memindahkan sumber daya. Penyuluh mungkin enggan menggunakan dashboard yang tidak sesuai alur kerja. Perusahaan mungkin menolak mengungkapkan paparan rantai pasok. Masyarakat mungkin tidak mempercayai peringatan setelah beberapa alarm palsu. Pemimpin perlu mendengarkan alasan resistensi dan memperbaiki desain, bukan sekadar memerintahkan kepatuhan.

Koordinasi yang baik membutuhkan forum berkala dan protokol krisis. Dalam kondisi normal, forum membangun hubungan, menyusun data, dan menguji skenario. Ketika peringatan meningkat, protokol menentukan siapa yang memimpin, bagaimana informasi dibagikan, dan bagaimana keputusan ditinjau. Setelah kejadian, forum kembali menjadi ruang pembelajaran. Siklus normal, siaga, respons, dan pemulihan perlu dirancang sebagai satu sistem.

Akuntabilitas harus jelas namun tidak menghambat tindakan. Pejabat perlu memiliki kewenangan untuk menggunakan dana kontinjensi dalam batas yang transparan. Keputusan harus dicatat dan dapat diaudit. Kesalahan yang jujur dalam kondisi ketidakpastian harus dibedakan dari kelalaian, manipulasi data, atau penyalahgunaan bantuan. Tanpa perlindungan terhadap keputusan yang bertanggung jawab, birokrasi cenderung menunggu dan menghindari risiko.

Budaya organisasi yang adaptif menghargai pertanyaan dan pembelajaran. Analis dapat menyampaikan bahwa model memiliki kelemahan. Petani dapat mengatakan bahwa rekomendasi tidak sesuai kondisi tanah. Warga dapat melaporkan saluran rusak. Informasi dari bawah tidak boleh dianggap sebagai gangguan. Ia merupakan sensor sosial yang melengkapi sensor teknis.

29. Metodologi Analisis untuk Penelitian dan Pengajaran

Video dapat dijadikan objek penelitian komunikasi sains. Peneliti dapat menganalisis bagaimana warna, musik, teks, angka, peta, dan urutan adegan membentuk persepsi risiko. Apakah penonton memahami perbedaan El Nino dan pemanasan global? Apakah penyebutan angka triliunan meningkatkan kesiapan atau hanya kecemasan? Apakah visual bumi terbakar membuat penonton menganggap setiap kejadian cuaca merupakan akibat El Nino? Pertanyaan itu dapat diuji melalui survei, eksperimen, wawancara, atau analisis konten.

Penelitian dampak dapat memakai desain kuantitatif dan kualitatif. Data panel kabupaten dapat menghubungkan indeks ENSO dengan curah hujan, luas panen, harga, kesehatan, atau kebakaran, sambil mengendalikan tren, musim, dan faktor lain. Analisis spasial dapat memetakan paparan dan kerentanan. Studi kasus mendalam dapat menjelaskan bagaimana keputusan dibuat dan mengapa program berhasil atau gagal. Kombinasi metode membantu menghindari kesimpulan yang terlalu sederhana.

Peneliti harus memperhatikan masalah atribusi. Jika hasil panen turun ketika El Nino terjadi, belum tentu El Nino menjadi satu-satunya sebab. Hama, harga pupuk, konflik, perubahan lahan, kebijakan, atau gangguan logistik mungkin berperan. Model statistik perlu memperhitungkan variabel pengganggu. Bukti kausal harus dibedakan dari kebetulan waktu.

Dalam pengajaran manajemen, mahasiswa dapat membangun matriks risiko dengan kolom bahaya, paparan, kerentanan, indikator, tindakan, pemilik, biaya, dan hasil. Mereka dapat merancang dashboard untuk sebuah kabupaten, menyusun skenario rantai pasok, atau melakukan analisis biaya-manfaat sistem peringatan. Tugas sebaiknya memaksa mahasiswa menyebut asumsi dan ketidakpastian. Dengan demikian, teknologi tidak diajarkan sebagai alat netral, melainkan sebagai bagian dari pengambilan keputusan.

AI dapat digunakan sebagai alat belajar, tetapi mahasiswa harus memeriksa keluaran terhadap sumber primer. Mereka perlu menguji apakah model mengarang angka, mencampur definisi, atau menggunakan periode yang tidak sebanding. Literasi AI menjadi bagian dari literasi ilmiah. Seorang analis yang mampu bertanya kepada AI tetapi tidak mampu memeriksa jawabannya akan menjadi sumber risiko baru.

Universitas dapat membangun laboratorium kebijakan iklim yang menghubungkan data, studi lapangan, dan pembelajaran. Mahasiswa dari manajemen, teknik, kehutanan, pertanian, kesehatan, dan ilmu sosial bekerja pada satu kasus. Hasilnya bukan hanya laporan akademik, tetapi juga prototipe keputusan yang dapat diuji oleh pemerintah daerah atau komunitas. Model ini sejalan dengan peran perguruan tinggi sebagai penghasil pengetahuan dan mitra pembangunan.

30. Dari Video Pendek menuju Tindakan Panjang

Video berdurasi beberapa menit dapat membuat penonton menyadari masalah, tetapi pembangunan ketangguhan memerlukan proses bertahun-tahun. Diperlukan investasi data, pemeliharaan, pendidikan, perubahan regulasi, dan pembiasaan. Jarak antara perhatian dan tindakan adalah ruang manajemen. Jika tidak diisi, kejutan visual segera hilang dan organisasi kembali ke rutinitas lama.

Langkah pertama adalah menerjemahkan pesan video menjadi daftar pertanyaan lokal. Apa paparan terbesar di wilayah kita? Kapan titik kritis terjadi? Informasi apa yang sudah tersedia? Siapa yang tidak terjangkau? Tindakan apa yang dapat dilakukan dalam satu minggu, satu musim, dan lima tahun? Pertanyaan tersebut mengubah narasi dari konsumsi informasi menjadi proses diagnosis.

Langkah kedua adalah menetapkan prioritas berdasarkan kerugian yang dapat dicegah, bukan hanya nilai aset. Melindungi sumber air, sekolah, fasilitas kesehatan, dan mata pencaharian rentan sering memberi manfaat sosial lebih besar daripada proyek yang paling mudah dipasarkan. Prioritas harus diputuskan secara terbuka dengan data dan partisipasi.

Langkah ketiga adalah membangun portofolio tindakan. Ada tindakan tanpa penyesalan besar, seperti memperbaiki kebocoran, memperbarui data kontak, melatih masyarakat, dan mengelola vegetasi. Ada tindakan yang membutuhkan investasi, seperti irigasi, rantai dingin, atau sistem pengolahan air. Ada tindakan transformasional, seperti perubahan tata ruang, diversifikasi ekonomi, dan transisi energi. Portofolio mencegah organisasi berharap pada satu solusi.

Langkah keempat ialah mengukur pembelajaran. Setiap musim atau peristiwa menjadi kesempatan mengevaluasi prakiraan, tindakan, dan hasil. Apakah bantuan tiba sebelum aset dijual? Apakah jadwal tanam membantu? Apakah pemakaian air turun? Apakah kualitas udara ditangani? Indikator pembelajaran perlu dilaporkan bersama indikator fisik dan keuangan.

Langkah terakhir adalah menjaga ingatan dan komitmen. Pergantian pimpinan tidak boleh menghapus rencana. Data, peta, protokol, dan pelajaran harus disimpan. Anggaran ketangguhan harus menjadi bagian dari sistem, bukan program sementara. Kepemimpinan baru perlu memahami bahwa risiko iklim adalah isu pembangunan, bukan proyek satu lembaga.

Lampiran A. Alur Visual Video yang Dinarasikan

Video bergerak dari citra bumi yang tampak panas menuju peringatan bahwa lembaga prakiraan telah mengenali perkembangan El Nino. Grafik suhu dan teks mengenai peluang rekor menguatkan kesan bahwa keadaan yang dibahas tidak biasa. Visual matahari terbit

dan permukaan laut yang bercahaya memperkuat metafora panas. Peta arus kemudian menjelaskan pergerakan air hangat dan memunculkan pertanyaan: apa sebenarnya El Nino?

Sesudah mekanisme singkat itu, video beralih ke gambar banjir, sawah kering, dan lanskap yang menunjukkan perbedaan dampak. Grafik uang dan surat kabar pasar menghubungkan cuaca dengan kerugian ekonomi, risiko resesi, dan kemampuan pasar memindahkan dana dalam jumlah sangat besar. Peta "hardest hit economies" menunjukkan bahwa dampak tidak dibagi rata. Bagian akhir kembali ke peta, grafik suhu, biaya asuransi, harga kopi dan kakao, serta kerusakan akibat badai sebelum ditutup dengan ajakan mengikuti kanal pembuat video.

Urutan tersebut mengikuti logika komunikasi: kejutan, penjelasan, konsekuensi, angka, ketimpangan, lalu ajakan. Narasi panjang ini mengikuti urutan itu secara longgar, tetapi menambahkan definisi, batas interpretasi, mekanisme sebab akibat, dan agenda tindakan. Dengan demikian, pembaca dapat melihat video sebagai pintu masuk menuju pemahaman yang lebih lengkap mengenai hubungan iklim dan ekonomi.

31. Kerangka Risiko untuk Organisasi

Organisasi dapat mengubah pembelajaran dari video menjadi kerangka kerja praktis melalui lima tahap. Tahap pertama adalah identifikasi. Organisasi menyusun daftar proses yang bergantung pada iklim, termasuk bahan baku, air, energi, transportasi, tenaga kerja, dan permintaan. Identifikasi tidak boleh berhenti pada aset milik sendiri. Pemasok tingkat kedua dan pelanggan juga dapat menjadi sumber paparan.

Tahap kedua adalah penilaian. Untuk setiap risiko, organisasi menilai kemungkinan, besarnya dampak, waktu muncul, durasi, dan kemampuan pulih. Risiko kekurangan air mungkin memiliki peluang sedang tetapi dampak sangat besar bagi rumah sakit. Gangguan pasokan kopi mungkin memiliki dampak sedang bagi satu produk, tetapi menjadi kritis jika tidak ada substitusi. Skor membantu membandingkan, tetapi keputusan tidak boleh bergantung pada angka tanpa penjelasan.

Tahap ketiga adalah perlakuan risiko. Pilihan mencakup menghindari, mengurangi, mentransfer, menerima dengan cadangan, atau mengubah model bisnis. Menghindari berarti tidak menempatkan fasilitas di lokasi yang sangat rentan. Mengurangi berarti meningkatkan efisiensi air atau diversifikasi. Mentransfer berarti memakai asuransi atau kontrak. Menerima memerlukan cadangan dan rencana pemulihan. Mengubah model bisnis dapat berarti beralih ke produk yang lebih hemat sumber daya.

Tahap keempat adalah pemantauan. Organisasi menentukan indikator pemicu dan frekuensi tinjauan. Indikator dapat mencakup prakiraan ENSO, kelembapan tanah pemasok, level reservoir, harga komoditas, dan kualitas udara. Bila ambang terlampaui, keputusan yang sudah disepakati dijalankan. Ini mengurangi perdebatan ulang pada saat krisis.

Tahap kelima adalah pembelajaran. Setelah musim berakhir, organisasi membandingkan prakiraan, tindakan, dan hasil. Apakah biaya tindakan preventif lebih kecil daripada kerugian

yang dihindari? Apakah informasi sampai pada unit operasi? Apakah keputusan terlalu lambat atau terlalu dini? Pembelajaran perlu menghasilkan perubahan konkret pada prosedur, anggaran, pelatihan, dan kontrak.

Kerangka ini berlaku untuk kampus, rumah sakit, perusahaan, pemerintah, dan komunitas. Perbedaannya terletak pada aset, kewenangan, serta indikator. Kampus dapat memantau air dan panas untuk kegiatan belajar. Rumah sakit dapat memantau listrik, air, dan pasien. Pemerintah dapat memantau pangan, kebencanaan, dan kemiskinan. Prinsipnya sama: hubungkan sinyal iklim dengan keputusan yang memiliki pemilik.

32. Strategi Nasional yang Bertahap dan Terukur

Strategi nasional tidak perlu menunggu satu rencana sempurna. Tahap awal dapat berfokus pada penguatan fondasi: satuan data, peta risiko, daftar fasilitas kritis, protokol komunikasi, serta dana kontinjensi. Tahap berikutnya memperbaiki infrastruktur dan kelembagaan berdasarkan hasil uji. Tahap jangka panjang mengubah pola ruang, teknologi, energi, dan ekonomi agar lebih rendah risiko.

Pengukuran perlu mencakup indikator keluaran dan hasil. Jumlah desa yang menerima peringatan adalah keluaran; berkurangnya waktu antara peringatan dan tindakan adalah hasil proses. Jumlah embung dibangun adalah keluaran; meningkatnya ketersediaan air pada fase kritis adalah hasil. Jumlah bantuan disalurkan adalah keluaran; berkurangnya penjualan aset produktif setelah gagal panen adalah hasil sosial. Pembedaan ini mencegah keberhasilan dinilai hanya dari penyerapan anggaran.

Indikator ketangguhan harus dapat dibandingkan tetapi tidak memaksa keseragaman. Kabupaten pesisir membutuhkan indikator berbeda dari wilayah pegunungan. Kota besar membutuhkan data jaringan, sedangkan desa mungkin memerlukan pengamatan sumber air dan kalender tanam. Kerangka nasional dapat menetapkan prinsip dan standar minimum, sementara indikator operasional disusun bersama daerah.

Pelaksanaan kebijakan perlu memakai pendekatan adaptif. Program diuji dalam skala terbatas, dievaluasi, lalu diperluas bila bukti mendukung. Kegagalan pilot bukan aib jika dicatat dan digunakan untuk memperbaiki desain. Sebaliknya, memperluas program tanpa evaluasi dapat mengunci kesalahan dalam anggaran besar.

Pengadaan publik dapat mendukung inovasi. Pemerintah tidak hanya membeli perangkat, tetapi meminta kemampuan pemeliharaan, interoperabilitas, pelatihan, dan pembukaan data yang aman. Sistem sensor yang tidak memiliki suku cadang atau operator lokal akan cepat kehilangan nilai. Kontrak harus memasukkan kinerja jangka panjang, bukan hanya instalasi awal.

Koordinasi pusat dan daerah harus menghormati pengetahuan serta kewenangan lokal. Pemerintah pusat dapat menyediakan prakiraan dan standar, tetapi kabupaten mengetahui jalan, sawah, sumber air, dan kelompok rentan. Desain yang terlalu tersentralisasi

mengabaikan variasi; desain yang terlalu terfragmentasi membuat data tidak dapat digabungkan. Keseimbangan dicapai melalui standar bersama dengan ruang adaptasi.

33. Gender, Generasi, dan Etika Informasi

Dampak El Nino tidak netral terhadap gender. Di sebagian masyarakat, perempuan memikul tanggung jawab air, pangan, dan perawatan. Ketika sumur mengering, waktu kerja reproduktif meningkat. Ketika anak sakit akibat panas atau asap, beban perawatan bertambah. Program adaptasi perlu mengukur waktu dan suara pengambilan keputusan, bukan hanya jumlah rumah tangga yang menerima bantuan.

Perempuan bukan hanya kelompok rentan; mereka juga pelaku adaptasi dan pemimpin komunitas. Koperasi pangan, kelompok pengelola air, usaha pengolahan, serta jaringan kesehatan dapat menjadi sumber inovasi. Kebijakan harus memastikan akses terhadap lahan, kredit, pelatihan, teknologi, dan ruang musyawarah. Partisipasi simbolik tanpa kewenangan tidak mengubah hasil.

Generasi muda menghadapi risiko jangka panjang. Mereka membutuhkan pendidikan iklim yang memberi kemampuan ilmiah dan kesempatan berpartisipasi. Anak muda dapat membantu literasi digital, pemetaan warga, serta kewirausahaan hijau. Tetapi tidak adil membebankan tanggung jawab penyelesaian krisis kepada generasi muda tanpa perubahan kebijakan oleh generasi yang memegang sumber daya dan kewenangan.

Etika informasi menjadi semakin penting ketika AI dan data sensor digunakan. Sistem peringatan dapat mengumpulkan lokasi, perilaku, kesehatan, atau status ekonomi. Data tersebut membantu menargetkan bantuan, tetapi dapat disalahgunakan. Prinsip minimisasi data, persetujuan, keamanan, dan batas penggunaan perlu diterapkan. Masyarakat harus mengetahui bagaimana data digunakan dan memiliki kanal keberatan.

Masalah etis lain adalah pembagian kesalahan ketika model salah. Jika sistem tidak memberi peringatan dan masyarakat rugi, siapa yang bertanggung jawab? Jawabannya tidak boleh diletakkan pada algoritma. Pengembang, pemilik sistem, lembaga yang mengadopsi, dan pejabat yang mengambil keputusan memiliki tanggung jawab berbeda. Dokumentasi dan audit membantu menentukan apakah masalah berasal dari data, desain, pemeliharaan, atau keputusan manusia.

Komunikasi harus menghormati martabat korban. Gambar sawah retak, rumah tergenang, atau masyarakat yang mengungsi dapat menarik perhatian, tetapi penggunaan gambar tanpa konteks atau persetujuan dapat mengeksploitasi penderitaan. Narasi iklim yang baik memperlihatkan kerentanan tanpa menjadikan masyarakat sebagai objek belas kasihan. Ia juga menunjukkan pengetahuan, daya juang, dan hak mereka.

34. Kerja Sama Regional dan Pengetahuan Global Selatan

Karena ENSO melintasi samudra dan benua, pertukaran data serta kerja sama regional menjadi penting. Negara-negara Asia-Pasifik dapat berbagi observasi, prakiraan, pengalaman kebijakan, dan teknologi. Kerja sama tidak berarti semua negara memakai satu

tindakan. Ia berarti setiap negara memiliki informasi yang lebih baik untuk menyesuaikan strategi.

Indonesia mempunyai posisi strategis untuk kerja sama maritim. Data laut, perikanan, cuaca, kebakaran, dan logistik dapat memberi manfaat bersama. Universitas dan lembaga penelitian dapat membangun jaringan untuk mempelajari pengaruh ENSO pada negara kepulauan dan masyarakat pesisir. Pengetahuan dari negara Global Selatan perlu diperlakukan sebagai sumber teori dan bukti, bukan sekadar bahan studi kasus.

Transfer teknologi harus disertai transfer kemampuan. Mengirim perangkat tanpa melatih operator lokal menciptakan ketergantungan. Kerja sama yang baik membangun kemampuan kalibrasi, pemeliharaan, analisis, dan interpretasi. Bahasa dan budaya pengguna juga diperhitungkan. Sistem yang berhasil di satu negara mungkin perlu diubah agar cocok dengan struktur pemerintahan dan kebiasaan komunikasi negara lain.

Pembiayaan internasional perlu lebih mudah diakses oleh pemerintah daerah dan komunitas yang memiliki proyek kecil tetapi penting. Restorasi mangrove, embung desa, penguatan sekolah, atau perbaikan pasar mungkin tidak memenuhi skala proyek besar, namun manfaatnya langsung dirasakan. Mekanisme pembiayaan harus mengurangi biaya administrasi dan memperkuat akuntabilitas lokal.

Kerja sama regional juga diperlukan untuk rantai pasok dan pangan. Informasi produksi, persediaan, dan jalur logistik dapat membantu mencegah kepanikan. Negara perlu menghindari kebijakan perdagangan yang memperburuk kelangkaan global, tetapi juga harus melindungi ketahanan domestik. Dialog dapat membangun aturan yang lebih dapat diprediksi pada saat krisis.

35. Refleksi Akhir untuk Manajemen Indonesia

El Nino memperlihatkan keterbatasan cara berpikir yang memisahkan alam dari ekonomi. Air bukan hanya unsur fisik; ia adalah input produksi, hak sosial, fondasi kesehatan, dan habitat. Suhu bukan hanya angka meteorologi; ia memengaruhi tubuh, tenaga kerja, permintaan energi, dan kualitas kota. Ikan bukan hanya komoditas; ia merupakan bagian dari ekosistem dan budaya masyarakat pesisir. Data bukan hanya grafik; ia menjadi dasar keputusan yang dapat menyelamatkan atau merugikan.

Manajemen yang tangguh memiliki tiga ciri. Pertama, ia melihat ke depan dengan menggunakan prakiraan dan skenario. Kedua, ia bekerja lintas batas organisasi karena risiko mengikuti sistem, bukan struktur birokrasi. Ketiga, ia belajar setelah tindakan dilakukan dan berani memperbaiki asumsi. Ketiga ciri itu relevan bagi manajemen publik maupun swasta.

Bagi Indonesia, prioritas bukan mengejar citra kesiapan, tetapi memastikan fungsi berjalan. Apakah warga memperoleh air? Apakah petani memperoleh keputusan tanam yang dapat dipakai? Apakah nelayan memperoleh informasi keselamatan? Apakah rumah sakit siap menghadapi panas dan asap? Apakah jalan serta sekolah memiliki rencana kontinuitas?

Apakah perusahaan mengetahui pemasok yang paling rentan? Pertanyaan operasional tersebut menentukan nilai nyata kebijakan.

Angka besar dalam video penting sebagai alarm, tetapi manusia mengalami risiko dalam skala yang lebih dekat: biaya membeli air, hari kerja yang hilang, panen yang tidak jadi, ikan yang lebih sulit ditemukan, anak yang batuk karena asap, atau usaha kecil yang kehilangan modal. Analisis ekonomi harus menghubungkan angka makro dengan pengalaman mikro. Kebijakan yang hanya melihat produk domestik bruto dapat melewati proses pemiskinan yang terjadi di tingkat keluarga.

Masa depan membutuhkan kombinasi konservatisme dan inovasi. Konservatisme berarti tidak mengabaikan batas ekologi, tidak menganggap teknologi sebagai solusi otomatis, dan tidak menutupi ketidakpastian. Inovasi berarti mengembangkan data, AI, pembiayaan, desain kota, pertanian, energi, dan kelembagaan yang lebih sesuai dengan iklim berubah. Keduanya bukan lawan. Inovasi yang bertanggung jawab memerlukan kehati-hatian; kehati-hatian yang cerdas menerima eksperimen dan pembelajaran.

Bila video dibaca dengan demikian, ia bukan sekadar cerita menakutkan tentang sebuah fenomena di Samudra Pasifik. Ia adalah pengingat bahwa dunia modern dibangun di atas jaringan ketergantungan yang luas. Keputusan yang dibuat hari ini tentang air, lahan, energi, data, dan anggaran menentukan apakah El Nino menjadi gangguan yang dapat dikelola atau krisis yang memperdalam ketimpangan. Pilihan itu berada dalam ruang tindakan manusia.

Ringkasan Eksekutif

1. El Nino adalah fase hangat ENSO, yaitu perubahan kopel samudra-atmosfer di Pasifik tropis. Ia berbeda dari pemanasan global, walaupun keduanya dapat berinteraksi dan menghasilkan suhu ekstrem.
2. Dampaknya bersifat regional dan probabilistik. Indonesia sering menghadapi peningkatan peluang kondisi kering, tetapi pengaruh lokal bergantung pada musim, monsun, Indian Ocean Dipole, topografi, dan penggunaan lahan.
3. Rantai dampak meliputi pertanian, pangan, perikanan, air, kesehatan, kebakaran, energi, logistik, pasar, asuransi, dan anggaran publik.
4. Angka kerugian ekonomi harus dibaca bersama definisi, tahun dasar, cakupan wilayah, mata uang, dan metode. Besarnya angka tidak boleh dilepaskan dari pertanyaan tentang siapa yang menanggung kerugian dan siapa yang dapat pulih.
5. Sistem peringatan dini bernilai bila memiliki penerima, ambang tindakan, penanggung jawab, pembiayaan, dan evaluasi. Prakiraan tidak perlu sempurna untuk memberi manfaat.
6. Adaptasi Indonesia memerlukan kalender tanam, efisiensi dan diversifikasi air, perlindungan ekosistem, ketahanan kota, layanan kesehatan, perlindungan sosial adaptif, pembiayaan risiko, dan koordinasi lintas sektor.

7. AI dapat membantu menggabungkan data dan memprediksi dampak, tetapi keluaran harus transparan, diaudit, dilengkapi ketidakpastian, serta diawasi manusia.
8. Ketangguhan harus adil. Kelompok miskin, pekerja luar ruang, perempuan, anak-anak, lansia, penyandang disabilitas, petani kecil, dan nelayan kecil memerlukan dukungan yang disesuaikan dengan kerentanan mereka.

36. Skenario, Ambang Tindakan, dan Pilihan yang Fleksibel

Skenario bukan ramalan tunggal. Ia adalah cara untuk menata beberapa masa depan yang masuk akal sehingga organisasi dapat menyiapkan pilihan. Untuk pengelolaan El Nino, setidaknya tiga skenario bermanfaat. Skenario pertama menggambarkan kondisi mendekati normal. Skenario kedua menggambarkan kekeringan lebih panjang atau hujan yang bergeser. Skenario ketiga menggambarkan kejadian kuat yang berinteraksi dengan panas, kebakaran, gangguan harga, atau masalah logistik. Masing-masing skenario dijelaskan dengan asumsi, bukan dengan kepastian palsu.

Setiap skenario memerlukan indikator pemicu. Pada pertanian, pemicu dapat berupa probabilitas curah hujan di bawah normal, kelembapan tanah, atau debit saluran. Pada air kota, pemicu dapat berupa level waduk dan laju penurunan. Pada kesehatan, pemicu dapat berupa suhu, kelembapan, dan peningkatan kasus. Pada keuangan, pemicu dapat berupa perubahan harga komoditas atau risiko kredit. Pemicu harus dipilih karena dapat diamati dan berhubungan dengan keputusan.

Ambang tidak harus satu angka. Organisasi dapat menggunakan zona: pemantauan rutin, kesiagaan, tindakan terbatas, dan respons penuh. Zona memberi ruang bagi penilaian profesional. Ketika indikator berada di perbatasan, pemimpin dapat mempertimbangkan biaya tindakan, kelompok yang terdampak, dan informasi lapangan. Dokumentasi alasan tetap diperlukan agar fleksibilitas tidak berubah menjadi keputusan sewenang-wenang.

Pilihan yang fleksibel sering lebih berharga daripada investasi yang hanya cocok untuk satu keadaan. Petani dapat menunda sebagian tanam dan menjaga opsi varietas. Pemerintah dapat menyiapkan dana yang dapat dicairkan bertahap. Perusahaan dapat memiliki dua pemasok dan klausul penyesuaian. Kota dapat menggabungkan perbaikan jaringan dengan sumber air cadangan. Pendekatan ini mengakui bahwa masa depan tidak diketahui secara penuh.

Komunikasi skenario harus menghindari kesan bahwa pemerintah memiliki tiga rencana yang saling eksklusif. Pada kenyataannya, beberapa tindakan dapat dilakukan pada semua skenario, sementara tindakan mahal ditingkatkan bila indikator memburuk. Masyarakat perlu tahu bahwa pembaruan kebijakan merupakan bagian dari desain, bukan tanda kebingungan. Kepercayaan meningkat ketika perubahan dijelaskan dengan bukti.

37. Ekonomi Kelembagaan dan Masalah Koordinasi

El Nino memperlihatkan bahwa hasil sosial tidak ditentukan oleh teknologi saja. Air dapat tersedia secara fisik tetapi tidak terdistribusi adil karena aturan lemah. Data dapat tersedia

tetapi tidak digunakan karena lembaga saling menjaga kewenangan. Asuransi dapat dirancang tetapi tidak dipercaya karena klaim lambat. Masalah tersebut adalah masalah kelembagaan, yaitu aturan formal, norma, insentif, serta hubungan yang membentuk perilaku.

Sumber daya bersama seperti air tanah, hutan, padang penggembalaan, dan laut rentan terhadap penggunaan berlebih. Setiap aktor memperoleh manfaat dari penggunaan tambahan, tetapi biaya kerusakan dibagi kepada banyak orang. Regulasi negara penting, tetapi aturan yang efektif juga memerlukan pengawasan lokal, sanksi yang dipercaya, serta hak dan kewajiban yang jelas. Partisipasi masyarakat membantu menyesuaikan aturan dengan kondisi setempat.

Koordinasi menjadi sulit ketika manfaat tindakan berada pada satu lembaga sementara biayanya dibayar lembaga lain. Dinas lingkungan mungkin perlu memulihkan hulu, tetapi manfaat air bersih terutama dinikmati kota. Perusahaan mungkin perlu membayar standar rantai pasok, tetapi manfaat reputasi muncul kemudian. Mekanisme transfer, kontrak, atau pembagian manfaat dapat menyelaraskan insentif.

Keterbukaan data juga memiliki dimensi kelembagaan. Informasi yang dianggap sebagai sumber kekuasaan dapat ditahan. Padahal, prakiraan dan peta risiko menjadi lebih berguna ketika dapat diperiksa oleh peneliti, media, serta masyarakat. Tata kelola data harus melindungi informasi sensitif sambil menyediakan data agregat yang cukup untuk akuntabilitas dan inovasi.

Kapasitas organisasi tidak sama dengan jumlah pegawai. Kapasitas mencakup prosedur, kompetensi, anggaran, jaringan, kepemimpinan, dan kemampuan belajar. Pemerintah daerah yang memiliki sedikit analis dapat memperkuat kapasitas melalui kerja sama dengan universitas dan provinsi. Tetapi kemitraan harus mengembangkan kemampuan internal agar daerah tidak selalu bergantung pada konsultan.

38. Ekosistem sebagai Infrastruktur Ekonomi

Video memperlihatkan hubungan antara panas, air, ikan, tanaman, dan kerugian. Hubungan tersebut mengingatkan bahwa ekosistem adalah infrastruktur yang sering tidak tercatat dalam neraca. Hutan menyimpan air, mengatur aliran, menyerap karbon, dan menjadi habitat. Mangrove menahan gelombang, menyimpan karbon, dan mendukung pembesaran ikan. Tanah yang sehat menyimpan air dan nutrisi. Ketika ekosistem rusak, masyarakat harus menggantinya dengan teknologi buatan yang mahal atau menerima risiko lebih tinggi.

Restorasi ekosistem perlu dilakukan dengan ukuran yang tepat. Menanam pohon dalam jumlah besar tidak menjamin pemulihan bila jenis tidak sesuai, lahan tidak dilindungi, dan masyarakat tidak memperoleh manfaat. Restorasi gambut memerlukan pengaturan hidrologi, pencegahan kebakaran, dan mata pencaharian. Restorasi mangrove memerlukan kesesuaian pasang surut, pengurangan tekanan, dan kelembagaan pesisir. Indikator harus mengukur kelangsungan hidup, fungsi ekologis, serta manfaat sosial.

Solusi berbasis alam bukan berarti menolak infrastruktur teknik. Waduk, pipa, pompa, dan tanggul tetap diperlukan. Pendekatan terbaik menggabungkan fungsi alam dan teknik berdasarkan risiko serta biaya sepanjang umur. Hutan di hulu dapat mengurangi beban sedimentasi, sementara infrastruktur buatan mengelola kejadian yang melampaui kapasitas ekosistem. Diversifikasi mengurangi kegagalan tunggal.

Nilai ekosistem perlu masuk ke dalam keputusan investasi. Analisis biaya-manfaat dapat memasukkan layanan air, perlindungan pantai, hasil ikan, rekreasi, kesehatan, dan karbon. Nilai tersebut memang memiliki ketidakpastian, tetapi mengabaikannya memberi kesan bahwa pembangunan merusak lingkungan tanpa biaya. Penilaian yang lebih lengkap membantu memperlihatkan bahwa konservasi dapat menjadi strategi ekonomi.

39. Mengukur Keberhasilan Setelah Musim El Nino

Keberhasilan penanganan tidak boleh diukur hanya dengan apakah El Nino terjadi atau tidak. Organisasi tidak mengendalikan fenomena tersebut. Yang dapat dinilai ialah apakah risiko diketahui lebih awal, apakah tindakan sesuai, dan apakah kerugian berkurang. Evaluasi perlu membandingkan kondisi dengan skenario dasar yang masuk akal, bukan dengan hasil yang ideal tanpa gangguan.

Indikator pertama adalah ketepatan dan ketepatan waktu informasi. Apakah prakiraan cukup terkalibrasi? Berapa hari atau minggu tersedia bagi tindakan? Apakah pembaruan diterima oleh pengguna? Indikator kedua adalah penggunaan. Apakah petani mengubah kalender? Apakah waduk dioperasikan sesuai rencana? Apakah sekolah menjalankan protokol panas? Indikator ketiga adalah hasil. Bagaimana produksi, harga, kesehatan, kerusakan, dan waktu pemulihan berubah?

Evaluasi harus mencari dampak yang tidak terlihat. Sebuah daerah mungkin mempertahankan produksi dengan memompa air tanah secara berlebihan; hasil jangka pendek baik, tetapi risiko masa depan meningkat. Bantuan mungkin menjaga konsumsi, tetapi menimbulkan utang. Perusahaan mungkin mempertahankan pasokan dengan membeli dari wilayah lain dan memindahkan tekanan ekologis. Pengukuran ketangguhan harus mencakup keberlanjutan dan distribusi.

Metode evaluasi dapat menggabungkan data kuantitatif dan cerita lapangan. Angka memberi pola; narasi menjelaskan mekanisme. Wawancara petani dapat mengungkap bahwa informasi diterima tetapi tidak dapat dilaksanakan karena benih mahal. Data pasien dapat menunjukkan peningkatan penyakit, sementara diskusi tenaga kesehatan menjelaskan keterbatasan fasilitas. Gabungan bukti menghasilkan rekomendasi yang lebih dapat digunakan.

Hasil evaluasi sebaiknya dipublikasikan dengan bahasa yang dapat dipahami. Kegagalan tidak selalu berarti program harus dihentikan; mungkin desain, target, atau indikator perlu diperbaiki. Yang berbahaya adalah menutupi kegagalan sehingga kesalahan berulang. Budaya belajar menjadikan setiap musim sebagai investasi pengetahuan.

40. Kesimpulan Naratif

Pada awal video, bumi terlihat seperti bola yang sedang terbakar. Pada akhir video, penonton diperhadapkan pada angka uang, harga komoditas, grafik suhu, dan peta ekonomi. Perjalanan visual itu menggambarkan perubahan cara pandang. El Nino mula-mula tampak sebagai fenomena alam, kemudian tampil sebagai kekuatan yang mengubah kehidupan sosial dan ekonomi. Narasi ini menambahkan bahwa di antara dua titik tersebut terdapat rangkaian mekanisme dan keputusan yang dapat dipahami serta dikelola.

Kita tidak boleh menyederhanakan El Nino menjadi satu penyebab untuk semua kejadian. Tetapi kita juga tidak boleh meremehkannya sebagai perubahan laut yang jauh dari kehidupan sehari-hari. Ia adalah penggerak pola yang dapat menggeser peluang hujan, panas, kebakaran, perikanan, dan tekanan pangan. Pada dunia yang semakin saling terhubung dan semakin hangat, setiap perubahan besar pada sistem alam dapat menjalar melalui jaringan produksi, keuangan, kesehatan, dan pemerintahan.

Tugas manajemen ialah membuat hubungan itu terlihat sebelum krisis. Peta ketergantungan, indikator, skenario, ambang, protokol, pembiayaan, dan evaluasi adalah perangkat untuk mengubah ketidakpastian menjadi kesiapan. AI dan digitalisasi dapat meningkatkan kemampuan, tetapi harus ditempatkan dalam tata kelola yang transparan dan bertanggung jawab. Pengetahuan lokal, data ilmiah, dan pengalaman kelembagaan harus dipertemukan.

Tugas pembangunan ialah menurunkan kerentanan tanpa menciptakan kerusakan baru. Infrastruktur perlu dirancang untuk iklim yang berubah. Ekosistem perlu diperlakukan sebagai aset publik. Pertumbuhan ekonomi perlu memperhatikan ketergantungan pada air, lahan, energi, dan stabilitas sosial. Perlindungan sosial perlu bergerak lebih cepat ketika indikator risiko meningkat. Keadilan perlu menjadi ukuran keberhasilan, bukan catatan kaki.

Bagi Indonesia, tantangan tersebut sekaligus peluang. Negara kepulauan ini memiliki kapasitas ilmiah, komunitas yang kaya pengetahuan lokal, universitas, sektor swasta, dan jaringan pemerintahan yang dapat digerakkan. Yang dibutuhkan adalah koordinasi, data yang dapat dipercaya, kepemimpinan yang berani mengambil keputusan sebelum kepastian penuh, serta komitmen untuk menginvestasikan sumber daya pada pencegahan.

El Nino tidak akan hilang karena sebuah video menjelaskannya. Tetapi pemahaman yang baik dapat mengubah tindakan. Petani dapat menyesuaikan tanam. Nelayan dapat membaca laut dengan lebih aman. Kota dapat menjaga air. Sekolah dapat melindungi murid. Perusahaan dapat memperkuat rantai pasok. Pemerintah dapat mengarahkan anggaran pada kerugian yang dapat dicegah. Dalam tindakan-tindakan itulah pengetahuan memperoleh maknanya.

Oleh: Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD

AI-Data analyst, IBM-ASMI

41. Hubungan antara Pangan, Energi, dan Air

Salah satu cara paling berguna untuk memahami dampak El Nino adalah menggunakan kerangka nexus pangan, energi, dan air. Ketiga sektor tersebut sering dikelola oleh lembaga berbeda, tetapi keputusan dalam satu sektor memengaruhi dua sektor lain. Pertanian memerlukan air dan energi untuk pompa, pengolahan, serta transportasi. Energi air bergantung pada debit sungai dan waduk. Penyediaan air membutuhkan listrik untuk pemompaan dan pengolahan. Ketika El Nino mengurangi air, seluruh hubungan itu menerima tekanan.

Misalnya, pemerintah memperluas penggunaan pompa untuk mempertahankan produksi pangan. Kebijakan ini dapat membantu panen dalam jangka pendek, tetapi meningkatkan konsumsi listrik atau bahan bakar. Jika sumber energi mahal atau pasokannya terganggu, biaya produksi naik. Jika air tanah dipompa tanpa batas, masalah berpindah ke masa depan. Solusi yang lebih baik menggabungkan efisiensi irigasi, pengaturan jadwal, energi terbarukan yang sesuai, pemanenan air hujan, dan pemilihan tanaman.

Pembangkit listrik tenaga air juga menghadapi dilema alokasi. Waduk perlu menyediakan air untuk listrik, irigasi, konsumsi, dan ekosistem. Pada musim kering, keputusan pelepasan memiliki konsekuensi bagi sektor lain. Tata kelola harus menggunakan aturan yang jelas dan data yang diperbarui, serta melibatkan pengguna. Konflik tidak hilang, tetapi dapat dikelola secara transparan.

Kebijakan pangan yang mengabaikan energi dan air dapat menghasilkan ketergantungan baru. Sebaliknya, efisiensi energi pada rantai dingin mengurangi pemborosan pangan dan emisi. Pengolahan limbah organik dapat menghasilkan energi, memperbaiki tanah, dan mengurangi beban tempat pembuangan. Pendekatan nexus mendorong desain kebijakan yang mencari manfaat lintas sektor.

Untuk perusahaan, nexus dapat dimasukkan ke dalam akuntansi sumber daya. Berapa liter air dan kilowatt-jam yang diperlukan per unit produk? Bagaimana angkanya berubah ketika suhu meningkat atau pasokan menurun? Apakah investasi efisiensi di satu fasilitas mengurangi risiko di lokasi lain? Pertanyaan tersebut menghubungkan keberlanjutan dengan produktivitas dan biaya.

42. Rantai Pasok, Logistik, dan Ketahanan Perdagangan

Peta dan grafik dalam video dapat diperluas menjadi analisis jaringan perdagangan. Bahan baku bergerak melalui jalan, pelabuhan, gudang, kapal, dan pusat distribusi. Kekeringan dapat menurunkan produksi; banjir dapat merusak jalan; panas dapat mengganggu penyimpanan; kebakaran dapat menutup jalur. Gangguan satu titik dapat menjalar bila perusahaan tidak memiliki rute atau pemasok alternatif.

Ketahanan rantai pasok tidak berarti menyimpan persediaan tanpa batas. Ia berarti mengetahui titik kritis, waktu pemulihan, dan pilihan substitusi. Perusahaan dapat membuat peta pemasok hingga tingkat wilayah produksi. Risiko dikaji bukan hanya berdasarkan pemasok langsung, tetapi juga sumber bahan baku mereka. Informasi ini membantu menentukan persediaan strategis dan kontrak alternatif.

Logistik pangan memerlukan perhatian pada kehilangan pascapanen. Panen yang berkurang menjadi lebih berharga, sehingga kerusakan selama pengangkutan memiliki biaya sosial lebih tinggi. Gudang yang baik, kemasan, pengeringan, rantai dingin, dan informasi harga dapat mengurangi kehilangan. Investasi tersebut memberi manfaat ketika musim normal sekalipun, sehingga termasuk tindakan adaptasi tanpa penyesalan.

Perdagangan internasional dapat menjadi penyangga atau sumber risiko. Impor membantu menutup kekurangan lokal, tetapi ketergantungan pada beberapa negara pemasok membuat harga rentan terhadap peristiwa global. Kebijakan perlu menyeimbangkan diversifikasi sumber, cadangan strategis, dan dukungan bagi produksi domestik. Larangan ekspor atau impor mendadak dapat memberi perlindungan sesaat tetapi mengganggu kepercayaan pasar dan akses negara lain.

Digitalisasi logistik memungkinkan pemantauan waktu nyata, tetapi ketergantungan pada jaringan juga menjadi risiko. Sistem harus memiliki cadangan komunikasi dan prosedur manual. Ketahanan digital harus berjalan bersama ketahanan fisik. Data posisi kendaraan atau stok juga perlu dilindungi dari penyalahgunaan.

43. Implikasi bagi Kepemimpinan Pendidikan Tinggi

Perguruan tinggi dapat berperan sebagai penghubung antara ilmu iklim dan keputusan masyarakat. Pendidikan tidak cukup mengajarkan definisi El Nino. Mahasiswa perlu memahami bagaimana data diterjemahkan menjadi strategi, bagaimana kebijakan memengaruhi kelompok berbeda, serta bagaimana organisasi belajar dari ketidakpastian. Ini relevan bagi mahasiswa manajemen yang kelak mengambil keputusan dalam perusahaan dan pemerintahan.

Kurikulum dapat menggunakan video sebagai pemantik diskusi. Satu kelompok memeriksa mekanisme ENSO; kelompok lain menilai angka ekonomi; kelompok berikutnya memetakan dampak Indonesia; kelompok lain merancang dashboard atau rencana usaha. Presentasi mereka diuji dengan pertanyaan tentang sumber, asumsi, dan keadilan. Dengan demikian, literasi media, literasi data, dan literasi iklim berkembang bersama.

Universitas juga dapat mengembangkan program penelitian terapan. Data BMKG, satelit, harga, panen, kesehatan, dan survei rumah tangga diolah untuk memahami risiko lokal. Hasil penelitian disampaikan kepada pemerintah daerah dalam bentuk peta dan pilihan tindakan, bukan hanya artikel. Kolaborasi semacam ini memperkuat relevansi akademik tanpa mengurangi standar ilmiah.

AI dapat menjadi mitra peneliti untuk mengelompokkan dokumen, menguji skenario, atau membantu analisis spasial. Tetapi mahasiswa harus belajar melakukan verifikasi manual, menelusuri sumber primer, dan menyatakan keterbatasan. Penggunaan AI yang bertanggung jawab termasuk menjaga data responden, menghindari plagiarisme, dan mengakui bagian yang dibantu mesin.

Kepemimpinan perguruan tinggi sendiri perlu memasukkan risiko iklim ke dalam operasi kampus. Penggunaan air, energi, panas ruang kelas, keselamatan kegiatan lapangan, serta kontinuitas pembelajaran dapat dipantau. Kampus menjadi laboratorium hidup untuk efisiensi, ruang hijau, pengelolaan hujan, dan pengambilan keputusan berbasis data.

44. Pesan Kemanusiaan dalam Narasi Iklim

Di balik grafik suhu dan angka triliunan dolar terdapat manusia yang menjalani hari dengan sumber daya terbatas. Seorang petani menimbang apakah akan membeli benih atau menyimpan uang untuk makanan. Seorang nelayan mempertimbangkan apakah perjalanan lebih jauh sebanding dengan risiko keselamatan. Seorang ibu mencari air ketika sumur mengering. Seorang pekerja tetap berada di luar ruang karena kehilangan satu hari kerja berarti kehilangan makan keluarga. Narasi iklim menjadi bermakna ketika pengalaman tersebut tidak hilang di balik agregat statistik.

Kemanusiaan tidak bertentangan dengan ketelitian. Justru, kisah lapangan membantu menjelaskan mengapa indikator tertentu penting. Data harga menerangkan tekanan ekonomi, tetapi wawancara menjelaskan pilihan sulit yang dibuat rumah tangga. Peta kekeringan menunjukkan wilayah, tetapi pengetahuan lokal menunjukkan sumber air mana yang benar-benar dipakai. Kebijakan yang mendengarkan kedua jenis bukti lebih mungkin diterima.

Ketangguhan berarti lebih dari kemampuan kembali ke keadaan sebelum bencana. Jika keadaan sebelum bencana sudah tidak adil, kembali ke kondisi tersebut bukan kemajuan. Pemulihan seharusnya memperbaiki kualitas rumah, akses air, keamanan kerja, serta kapasitas komunitas. Prinsip build back better perlu dipadukan dengan prinsip build back fairer.

Narasi yang bertanggung jawab juga mengakui batas manusia. Tidak semua kerugian dapat dicegah, dan tidak semua kelompok memiliki sumber daya yang sama. Pengakuan ini bukan alasan untuk pasrah. Ia membantu menetapkan prioritas: menyelamatkan nyawa, menjaga layanan dasar, mencegah kemiskinan, dan melindungi ekosistem. Ketika pilihan harus dibuat, nilai yang dipakai harus terbuka.

Pada akhirnya, video tentang El Nino mengajak kita melihat bumi sebagai satu sistem yang hidup dan saling terhubung. Pengetahuan tentang sistem itu harus menghasilkan solidaritas, bukan hanya kecemasan. Negara berbagi data, perusahaan berbagi tanggung jawab, universitas berbagi pengetahuan, dan masyarakat berbagi pengalaman. Dari sana lahir bentuk pembangunan yang mengakui keterbatasan alam tetapi tidak menyerah pada masa depan.

45. Daftar Tindakan Menurut Jangka Waktu

Dalam tiga puluh hari pertama setelah sinyal risiko meningkat, organisasi perlu memeriksa hal-hal yang paling mudah dilupakan. Daftar kontak harus diperbarui agar peringatan mencapai penerima yang benar. Peralatan pemantau, pompa, genset, tangki, alat

pemadam, dan komunikasi harus diuji. Persediaan benih, pakan, air minum, obat, dan bahan bakar diperiksa. Fasilitas kritis menyusun daftar pengganti bila pemasok utama terganggu. Pesan publik disiapkan dalam bahasa sederhana dan disesuaikan dengan kelompok sasaran.

Dalam satu musim, organisasi memperbarui skenario dan mengaktifkan tindakan sesuai ambang. Petani menyesuaikan kalender dan mencatat perubahan hasil. Pengelola air mengurangi kebocoran dan mengatur prioritas. Puskesmas memantau penyakit terkait panas, asap, serta air. Sekolah menjaga kontinuitas belajar. Perusahaan memeriksa stok dan pemasok. Pemerintah mempercepat perlindungan sosial ketika indikator harga dan pendapatan menunjukkan tekanan.

Dalam satu sampai lima tahun, perhatian berpindah pada perubahan struktur. Daerah memperbaiki jaringan air, irigasi, drainase, dan ruang hijau. Ekosistem hulu dan pesisir direstorasi. Sistem data dibuat interoperabel. Pembiayaan risiko dikembangkan. Pendidikan iklim dan AI diperluas. Aturan tata ruang diperbarui berdasarkan bahaya dan kapasitas layanan. Investasi baru diuji terhadap skenario iklim, bukan hanya statistik masa lalu.

Dalam jangka lebih panjang, pembangunan perlu mengurangi ketergantungan pada sistem yang rapuh. Ekonomi lokal didiversifikasi, energi dibersihkan, konsumsi air dibuat efisien, dan rantai pasok menjadi lebih transparan. Pengetahuan lokal didokumentasikan dan diwariskan. Masyarakat memiliki ruang untuk berpartisipasi dalam keputusan. Ukuran kemajuan diperluas dari pertumbuhan semata menjadi kesejahteraan, keamanan, kesehatan, dan integritas ekosistem.

46. Pertanyaan Kunci untuk Diskusi Akademik

Pertanyaan pertama adalah bagaimana perubahan iklim memodifikasi dampak ENSO pada wilayah yang berbeda. Bukti tidak selalu seragam; penelitian perlu membedakan frekuensi, intensitas, lokasi anomali, dan dampak yang dirasakan. Pertanyaan kedua ialah bagaimana ketidakpastian prakiraan diterima oleh petani dan pembuat kebijakan. Apakah probabilitas membantu atau justru membingungkan? Faktor kepercayaan, pengalaman, dan biaya tindakan perlu diteliti.

Pertanyaan ketiga menyangkut kerugian ekonomi. Bagaimana menghitung dampak yang tidak diasuransikan, kehilangan kesehatan, pekerjaan perawatan, dan kerusakan ekosistem? Apakah metode agregat menyembunyikan ketimpangan? Pertanyaan keempat ialah bagaimana perlindungan sosial dapat dipicu lebih awal tanpa salah sasaran. Data iklim, sosial, dan harga perlu dipadukan dengan perlindungan hak warga.

Pertanyaan kelima terkait AI. Model apa yang paling sesuai untuk wilayah dengan data terbatas? Bagaimana memastikan bahwa kesalahan model tidak menambah diskriminasi? Siapa yang bertanggung jawab jika saran algoritmik memengaruhi alokasi air atau bantuan? Pertanyaan keenam berhubungan dengan kelembagaan: mengapa beberapa daerah mampu menggunakan peringatan dini sementara yang lain tidak, meskipun menerima informasi yang sama?

Pertanyaan terakhir adalah pertanyaan normatif. Seberapa besar risiko yang dapat diterima masyarakat? Siapa yang harus membayar biaya adaptasi? Apakah proyek yang melindungi pusat ekonomi tetapi merugikan komunitas pesisir dapat disebut pembangunan berkelanjutan? Jawaban atas pertanyaan itu membutuhkan dialog publik, bukti ilmiah, serta pertimbangan etis.

47. Penegasan Penulis

Narasi ini disusun untuk memperluas pesan video menjadi bahan refleksi akademik mengenai hubungan antara ENSO, risiko iklim, ekonomi, dan manajemen. Tujuannya bukan menggantikan prakiraan resmi atau memberikan prediksi operasional untuk lokasi tertentu. Untuk keputusan aktual tentang pertanian, pelayaran, kesehatan, air, dan kebencanaan, pembaca perlu memeriksa pembaruan dari lembaga berwenang serta mempertimbangkan kondisi lokal.

Nilai pendidikan dari video terletak pada kemampuannya memperlihatkan bahwa proses yang bermula jauh di samudra dapat menjangkau kehidupan manusia. Nilai manajerialnya terletak pada pertanyaan tentang kesiapan: apakah informasi diterima, dipahami, dipercaya, dan diwujudkan menjadi tindakan? Nilai sosialnya terletak pada tuntutan agar tindakan tersebut melindungi mereka yang paling sedikit memiliki pilihan.

Sebagai akademisi dan AI-Data analyst, saya melihat El Nino sebagai contoh penting tentang perlunya integrasi antara ilmu alam, ilmu sosial, manajemen, data, dan kepemimpinan. Tidak ada satu disiplin yang cukup. Keputusan yang baik memerlukan pemahaman terhadap atmosfer dan laut, tetapi juga terhadap pasar, anggaran, organisasi, kebudayaan, dan keadilan.

Indonesia dapat menggunakan pengetahuan tersebut untuk membangun masa depan yang lebih tangguh. Kuncinya bukan menghilangkan ketidakpastian, melainkan belajar mengelolanya. Kuncinya bukan menunggu angka kerugian muncul, melainkan berinvestasi sebelum kerugian menjadi nyata. Kuncinya bukan hanya menghasilkan data, melainkan membangun institusi yang mampu bertindak berdasarkan data secara bertanggung jawab.

48. Penutup yang Menghubungkan Sains dan Keputusan

Ada kecenderungan dalam diskusi iklim untuk berhenti pada dua posisi yang sama-sama tidak memadai. Posisi pertama mereduksi persoalan menjadi kumpulan angka sehingga pengalaman manusia hilang. Posisi kedua hanya mengandalkan pengalaman dramatis tanpa memeriksa mekanisme dan bukti. Narasi video memiliki energi visual yang besar, sedangkan kajian ilmiah memiliki ketelitian konsep. Keduanya dapat dipertemukan melalui penjelasan yang jujur, terstruktur, dan dekat dengan keputusan.

Sains menjelaskan bahwa El Nino terjadi melalui interaksi laut dan atmosfer. Data menunjukkan bahwa peluang dampak dapat diperkirakan, meskipun tidak diramalkan secara mutlak. Ekonomi menjelaskan bagaimana perubahan produksi, harga, investasi, dan anggaran saling terhubung. Manajemen menjelaskan bagaimana organisasi memetakan

paparan, memilih tindakan, dan belajar. Etika menjelaskan mengapa perlindungan harus diberikan secara adil dan mengapa tanggung jawab tidak boleh dialihkan kepada algoritma atau kepada korban.

Gabungan keempat perspektif itu mengubah arti kata "kesiapan". Kesiapan bukan sekadar memiliki dokumen rencana. Kesiapan berarti terdapat hubungan kerja yang aktif, data yang dapat dipercaya, sumber daya yang dapat dicairkan, saluran komunikasi yang dipahami, dan orang yang memiliki kewenangan untuk bertindak. Kesiapan juga berarti bersedia mengubah rencana ketika bukti baru muncul.

Dalam kehidupan sehari-hari, ketangguhan mungkin tampak tidak spektakuler. Ia hadir dalam saluran air yang dibersihkan sebelum hujan, gudang pangan yang dikelola transparan, petani yang menerima saran tanam tepat waktu, puskesmas yang mengenali risiko panas, dan perusahaan yang tidak bergantung pada satu pemasok. Tindakan seperti itu jarang menghasilkan citra dramatis, tetapi mengurangi kemungkinan bahwa gangguan kecil berubah menjadi krisis besar.

Video mengakhiri pesannya dengan ajakan mengikuti kanal pembuat. Narasi ini memperluas ajakan itu menjadi ajakan yang lebih mendasar: mengikuti data, memeriksa sumber, memahami sistem, dan mengambil keputusan lebih awal. Literasi iklim bukan sekadar mengetahui nama El Nino. Ia adalah kemampuan menghubungkan perubahan samudra dengan air, pangan, kesehatan, uang, dan keadilan; lalu menggunakan pengetahuan itu untuk membangun institusi yang lebih bertanggung jawab.

Dengan demikian, El Nino bukan hanya cerita tentang panas di Pasifik. Ia adalah cermin bagi kualitas manajemen kita. Ketika informasi tersedia tetapi tidak digunakan, masalahnya bukan lagi semata-mata cuaca. Ketika kelompok rentan tidak terlindungi, masalahnya bukan hanya kekeringan. Ketika angka kerugian muncul berulang tanpa investasi pencegahan, masalahnya adalah prioritas. Dan ketika ilmu, teknologi, serta kepemimpinan bekerja bersama, ancaman yang sama dapat dikelola dengan kerusakan yang lebih kecil dan pemulihan yang lebih adil.

49. Cara Membaca Angka dan Grafik dalam Video

Grafik merupakan bahasa penting video. Batang yang menjulang, angka dengan tanda dolar, dan judul surat kabar tentang saham yang jatuh membuat hubungan iklim dan ekonomi tampak segera. Namun, pembaca akademik perlu menjalankan pemeriksaan sederhana sebelum menarik kesimpulan. Pertama, identifikasi variabel yang diukur. Apakah grafik menunjukkan suhu, peluang, kerugian, harga, nilai pasar, atau anggaran? Variabel berbeda tidak dapat dibandingkan hanya karena sama-sama ditampilkan sebagai tinggi batang.

Kedua, periksa satuan dan skala waktu. Perubahan 1,4 derajat Celsius di satu wilayah laut bukan hal yang sama dengan perubahan 1,4 derajat pada rata-rata suhu global. Kerugian 5,7 triliun dolar pada satu periode tidak dapat dibandingkan langsung dengan anggaran lembaga yang dihitung pada periode lain. Harga nominal berbeda dari harga riil. Nilai

absolut berbeda dari persentase pendapatan. Grafik yang baik menjelaskan semua unsur tersebut; video singkat sering hanya memberi sebagian.

Ketiga, tanyakan apakah angka menunjukkan hubungan sebab akibat atau sekadar peristiwa yang terjadi bersamaan. Saham yang turun pada periode El Nino dapat dipengaruhi juga oleh suku bunga, konflik, kebijakan perdagangan, atau ekspektasi resesi. Harga kopi dapat naik karena cuaca, tetapi juga karena stok, nilai tukar, dan permintaan. Analisis yang bertanggung jawab memisahkan kontribusi berbagai faktor.

Keempat, lihat siapa yang termasuk dan siapa yang tidak terlihat. Nilai pasar saham hanya mencakup aset yang diperdagangkan; ia tidak menggambarkan seluruh kesejahteraan masyarakat. Kerugian yang diasuransikan mudah tercatat, sedangkan kerugian petani informal dan kerja perawatan sering tidak masuk. PDB menangkap aktivitas pasar, tetapi tidak sepenuhnya menangkap kesehatan, waktu, ekosistem, atau kehilangan kesempatan.

Kelima, bedakan angka video dari temuan yang telah diverifikasi. Video dapat menggunakan angka sebagai perangkat retorik untuk membangkitkan perhatian. Itu tidak otomatis menjadikannya salah, tetapi angka tersebut perlu ditelusuri kepada sumber asli. Dalam penulisan akademik, ketidakpastian harus dinyatakan. Lebih baik menulis bahwa video menampilkan estimasi tertentu dan menjelaskan perlunya verifikasi daripada menyajikan angka tersebut sebagai fakta universal.

Kebiasaan membaca grafik ini penting bagi manajemen. Keputusan investasi, subsidi, pembelian, dan pembangunan infrastruktur dapat menjadi mahal ketika didasarkan pada angka yang tidak sebanding. Literasi data melindungi organisasi dari kepanikan, tetapi juga dari penyangkalan. Ia membantu pemimpin bertindak berdasarkan bukti yang cukup, sambil tetap mengakui batas pengetahuan.

Jika pembaca mengingat lima pertanyaan tersebut, visual bumi yang merah dan balok uang dalam video memperoleh makna yang lebih dalam. Ia tidak lagi hanya menyampaikan rasa takut. Ia mengajarkan cara berpikir: apa yang diukur, dalam skala apa, melalui mekanisme apa, untuk siapa, dan dengan tingkat kepastian berapa. Dari pertanyaan yang sederhana itu dapat lahir kebijakan yang lebih cermat dan pembangunan yang lebih tahan terhadap perubahan iklim.

Penutup ini sekaligus menegaskan fungsi narasi akademik. Narasi tidak hanya memindahkan kata-kata dari audio ke halaman, tetapi menyusun hubungan antarperistiwa agar pembaca dapat menilai arti dan konsekuensinya. Video memberi gambaran awal; penelitian memberi pengujian; manajemen memberi jalan tindakan. Ketiganya bertemu ketika masyarakat menggunakan pengetahuan untuk melindungi kehidupan dan merancang masa depan.