

13



RESILIENSI TATA KELOLA PESISIR UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D.
Budianto Ontowirjo, M.Sc., Ph.D.

Paradoks Pembangunan dan Risiko Bencana Pesisir

Visi Indonesia Emas 2045 sering hadir dalam imajinasi publik sebagai gambaran masa depan yang gemerlap dan penuh optimisme. Kita membayangkan kota-kota modern dengan gedung pencakar langit yang menjulang menembus awan, sistem transportasi canggih yang merajut konektivitas antar-pulau, serta ekonomi digital yang melesat cepat hingga menempatkan Indonesia sebagai salah satu dari lima kekuatan ekonomi terbesar dunia. Gambaran itu sah, wajar, dan bahkan sangat diperlukan untuk memompa semangat kolektif bangsa yang besar ini. Namun, di balik kilau visi tersebut, terdapat realitas fundamental yang kerap luput dari perbincangan populer: Indonesia tidak hanya sedang membangun di atas tanah harapan, tetapi juga di atas fondasi geologis yang rapuh, labil, dan penuh ancaman yang tidak bisa ditawar.

Jika optimisme adalah bahan bakar utama mesin pembangunan, maka realitas geologis adalah rem pengamanannya. Tanpa rem yang pakem dan terawat, laju pembangunan yang kencang justru bisa berujung pada kecelakaan fatal yang memusnahkan segalanya. Kita tidak bisa mengingkari takdir geografi bahwa Indonesia berdiri tegak di atas Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), wilayah paling aktif secara tektonik di muka bumi. Tiga lempeng raksasa—Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik—terus bergerak dalam diam, saling menekan, mengunci, dan menyimpan energi maha dahsyat yang sewaktu-waktu akan dilepaskan dalam bentuk gempa bumi besar dan tsunami, terutama di selatan Jawa yang memiliki celah seismik aktif (Widiyantoro *et al.*, 2020). Dalam konteks ini, narasi Indonesia Emas bukan semata soal seberapa cepat kita melaju menuju kemajuan materiil, melainkan seberapa tangguh kita mampu bertahan ketika alam menguji batas kemampuan kita.

Paradoks pembangunan kita terletak di titik ini: semakin maju sebuah negara, semakin besar pula aset dan potensi kerugian yang ditanggung saat bencana datang. Fenomena ini sering disebut sebagai “risiko urbanisasi”. Jalan tol, pelabuhan internasional, kawasan industri strategis, pusat pariwisata premium, dan permukiman padat penduduk sering kali justru terkonsentrasi secara masif di wilayah pesisir—wilayah yang secara alami paling rentan terhadap gempa, tsunami, abrasi, likuifaksi, dan kenaikan muka air laut.

Dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia dan lebih dari 150 juta penduduk yang menggantungkan hidup serta beraktivitas di kawasan pesisir, Indonesia secara sadar menempatkan sebagian besar urat nadi ekonominya di zona merah (Adger, 2000). Pesisir adalah wajah kemajuan kita, pintu gerbang kita ke dunia, tetapi sekaligus garis depan risiko yang paling mematikan. Kerentanan ini kini bertambah kompleks dengan hadirnya ancaman ganda: bahaya geologis dari bawah bumi dan krisis iklim dari atmosfer yang memicu kenaikan muka air laut, menciptakan skenario bencana yang jauh lebih rumit dari sebelumnya.

Di satu sisi, pesisir menawarkan peluang ekonomi biru (*blue economy*) yang luar biasa, mulai dari perikanan, pariwisata bahari, energi terbarukan, hingga jalur perdagangan global. Di sisi lain, pesisir adalah panggung utama bagi bencana katastrofik yang bisa menghapus hasil jerih payah pembangunan puluhan tahun hanya dalam hitungan menit. Sejarah telah berkali-kali memberi peringatan keras, mulai dari tsunami Aceh 2004 yang mengubah peta geopolitik bencana dunia, hingga tsunami Palu 2018 yang menampar kesadaran kita tentang bahaya likuifaksi dan tsunami lokal.

Sayangnya, ingatan kolektif manusia sering kali pendek. Fenomena “amnesia bencana” kerap terjadi; setelah puing-puing dibersihkan, air mata mengering, dan aktivitas ekonomi kembali berdenyut, kewaspadaan perlahan memudar. Pembangunan kembali berlangsung masif di zona berbahaya seolah ancaman telah benar-benar hilang, menanam benih bencana baru untuk generasi mendatang.

Di tengah kompleksitas perebutan ruang dan risiko inilah gagasan pengelolaan wilayah pesisir terpadu atau *Integrated Coastal Zone Management* (ICZM) menjadi sangat vital dan relevan (Cicin-Sain & Knecht, 1998). Pendekatan ini bukan sekadar konsep teknis yang hidup di ruang kuliah atau tumpukan laporan akademik yang berdebu, melainkan sebuah filosofi tata kelola yang mencoba mendamaikan berbagai kepentingan yang saling bertabrakan di ruang pesisir yang terbatas. Wilayah pesisir adalah arena konflik kepentingan yang sengit.

Di satu jengkal pantai yang sama, nelayan tradisional membutuhkan akses laut untuk bertahan hidup; investor melihat peluang keuntungan devisa dari hotel dan properti; industri manufaktur membutuhkan pelabuhan dan infrastruktur logistik; pemerhati lingkungan berjuang mati-matian menjaga benteng mangrove dan terumbu karang; sementara pemerintah daerah ingin meningkatkan pendapatan asli daerah.

Tanpa pengelolaan yang terpadu dan bervisi mitigasi, kepentingan-kepentingan tersebut mudah berubah menjadi konflik terbuka dan kerusakan ekologis jangka panjang. Kita melihat mangrove ditebang demi resort mewah, jalur evakuasi tertutup tembok bangunan komersial, dan masyarakat lokal terpinggirkan ke zona yang lebih tidak aman oleh proyek-proyek raksasa.

ICZM mencoba memosisikan negara sebagai “dirigen” yang mengatur irama, memastikan bahwa pembangunan ekonomi tidak merusak sistem perlindungan alami dan tidak mengorbankan keselamatan nyawa manusia. Filosofinya jelas: pertumbuhan ekonomi tetap penting, tetapi ia harus berjalan seiring—bukan saling menegasikan—dengan perlindungan lingkungan dan pengurangan risiko bencana (UNDRR, 2015). Tidak boleh ada pembangunan yang memiskinkan masa depan demi keuntungan sesaat.

Namun, pengaturan ruang yang baik saja tidak cukup jika tidak ditopang oleh pemahaman ilmiah yang presisi tentang karakter ancaman yang

dihadapi. Di sinilah peran sains menjadi kompas keselamatan, khususnya melalui metode *Probabilistic Tsunami Hazard Assessment* (PTHA).

Pendekatan ini menandai pergeseran paradigma besar dalam cara kita memandang bencana: dari sesuatu yang dianggap takdir, tak terduga, dan tak terelakkan, menjadi sebuah risiko terukur yang bisa dihitung dan dikelola (Grezio *et al.*, 2017). PTHA tidak berbicara dengan bahasa kepastian mutlak tentang kapan tsunami akan terjadi—karena itu mustahil—melainkan tentang probabilitas dan tingkat bahaya yang realistis berdasarkan data empiris.

Dengan memanfaatkan integrasi catatan sejarah gempa ratusan tahun, pemodelan sumber gempa *megathrust*, dan simulasi numerik perambatan gelombang tsunami (Mulia & Asano, 2015), PTHA memberikan gambaran kuantitatif yang kokoh. Pertanyaan-pertanyaan krusial dalam perencanaan pembangunan pun bisa dijawab dengan rasional: Seberapa tinggi tanggul laut yang perlu dibangun agar efektif namun efisien? Seberapa jauh garis sempadan pantai yang harus dikosongkan? Wilayah mana yang wajib memiliki *shelter* evakuasi vertikal?

Informasi ini menjadi landasan teknis untuk merancang tata ruang yang tidak “buta” terhadap risiko. Hal ini sangat krusial mengingat karakteristik kerusakan bangunan akibat tsunami berbeda-beda tergantung material dan lokasinya (Koshimura *et al.*, 2009; Suppasri *et al.*, 2013). Penerapan PTHA yang diintegrasikan dengan kurva kerentanan bangunan, seperti yang telah diteliti di kawasan wisata Batukaras (Windupranata *et al.*, 2025), membuktikan bahwa kita dapat memprediksi potensi kerugian ekonomi dan korban jiwa dengan lebih presisi.

Pendekatan berbasis probabilitas ini membantu kita keluar dari pola pikir reaktif (“pemadam kebakaran”) yang selama ini mendominasi manajemen bencana kita. Terlalu sering kita baru bergerak sibuk setelah bencana terjadi, ketika korban jiwa sudah berjatuh dan kerugian materi sudah tak terhitung. PTHA mendorong terciptanya pembangunan yang preventif dan cerdas, di mana aspek keselamatan menjadi DNA dari desain awal infrastruktur, bukan sekadar fitur tambahan yang ditempel di akhir proyek. Dengan demikian, setiap rupiah investasi yang dikeluarkan untuk mitigasi bukan lagi dianggap sebagai beban biaya (*cost*), melainkan sebagai asuransi jangka panjang bagi keberlanjutan aset bangsa.

Lebih jauh lagi, ketangguhan ini memiliki dimensi keadilan sosial yang mendalam. Bencana alam mungkin tidak pandang bulu, tetapi dampaknya selalu diskriminatif. Kelompok masyarakat miskin dan rentan yang tinggal di pesisir kumuh tanpa akses informasi dan infrastruktur memadai adalah yang paling menderita saat bencana terjadi. Oleh karena itu, membangun ketangguhan pesisir sejatinya adalah upaya menegakkan keadilan sosial. Memastikan adanya jalur evakuasi yang layak, sistem peringatan dini yang menjangkau semua lapisan, dan tata ruang yang melindungi permukiman

rakyat kecil adalah wujud kehadiran negara dalam melindungi tumpah darahnya yang paling lemah.

Semua ini bermuara pada satu pertanyaan reflektif yang mendasar: untuk siapa sebenarnya Indonesia Emas dibangun? Jika kemajuan hanya diukur dari deretan angka pertumbuhan ekonomi dan kemegahan infrastruktur beton, maka visi itu sejatinya rapuh dan kosong. Kemajuan peradaban sejati seharusnya diukur dari rasa aman yang dirasakan warganya.

Apa arti sebuah kota modern yang gemerlap jika penghuninya hidup dalam kecemasan konstan setiap kali bumi bergetar atau laut surut secara tiba-tiba? Apa makna menjadi kekuatan ekonomi dunia jika satu peristiwa alam mampu melempar jutaan orang kembali ke jurang kemiskinan ekstrem dalam semalam?

Ketangguhan bangsa tidak lahir dari respons darurat saat krisis terjadi, melainkan dari keputusan-keputusan berani yang diambil jauh hari sebelum bencana datang. Seperti yang pernah disampaikan Ban Ki-moon, ketangguhan harus dibangun sebelum bencana, melalui tiga pilar: pengetahuan, keadilan, dan keberanian. Kita membutuhkan keberanian politik untuk mengatakan “tidak” pada proposal pembangunan yang berisiko tinggi meski menguntungkan secara finansial. Kita butuh keberanian untuk menindak pelanggaran tata ruang yang merusak benteng alam. Kita butuh keberanian untuk menjadikan sains dan data sebagai panglima kebijakan, meskipun hasilnya tidak selalu populer bagi para pemilik modal.

Dalam kerangka berpikir inilah, visi Indonesia Emas 2045 seharusnya dimaknai ulang. Ia bukan sekadar target capaian ekonomi atau simbol kejayaan artifisial, melainkan sebuah komitmen moral dan konstitusional untuk melindungi setiap nyawa warga negara di tengah realitas alam nusantara yang keras. “Emas” yang kita kejar tidak boleh menjadi emas yang mudah luntur dan hanyut ketika diterjang gelombang bencana. Ia harus menjadi emas murni yang ditempa melalui perencanaan yang matang, pengelolaan pesisir yang bijak, literasi masyarakat yang kuat, dan penggunaan sains sebagai kompas keselamatan.

Jika pada tahun 2045 nanti kita ingin merayakan satu abad kemerdekaan dengan kepala tegak dan penuh kebanggaan, maka warisan terbesar yang bisa kita tinggalkan bagi generasi penerus bukan hanya gedung pencakar langit atau angka PDB yang mengesankan. Warisan terbaik adalah sebuah bangsa yang tangguh (*resilient nation*). Bangsa yang memahami bahwa hidup berdampingan dengan alam bukan berarti menantanginya secara membabi buta dengan arogansi teknologi, melainkan menghormati hukum-hukumnya, menjaga keseimbangannya, dan menyesuaikan diri dengannya. Dengan cara itulah Indonesia Emas bisa benar-benar bersinar abadi: bukan hanya indah dipandang mata, tetapi juga kokoh berdiri menghadapi segala ujian zaman.

Blue Economy dalam Bayang-Bayang Risiko Pesisir

Perjalanan menuju Indonesia Emas 2045 sesungguhnya bukanlah jalan lurus yang mulus dan terang benderang. Ia lebih menyerupai tanjakan panjang yang berkelok, dengan pemandangan indah di satu sisi dan jurang dalam di sisi lainnya. Indonesia adalah negara dengan anugerah alam yang luar biasa, terutama sebagai bangsa maritim. Laut kita luas, sumber daya hayatinya kaya, dan posisinya strategis dalam jalur perdagangan dunia. Namun, di balik kekayaan itu, tersimpan kenyataan yang tidak bisa dinegosiasikan: kita hidup di wilayah yang secara geologis sangat aktif, rapuh, dan penuh ketidakpastian.

Studi terbaru menegaskan bahwa potensi gempa *megathrust* di selatan Jawa dapat memicu tsunami setinggi 20 meter, sebuah ancaman nyata yang menuntut kewaspadaan tinggi mengingat celah seismik (*seismic gap*) yang telah lama tidak melepaskan energinya (Widiyantoro *et al.*, 2020). Kekayaan dan kerentanan ini berjalan beriringan, menciptakan paradoks besar yang harus dihadapi dengan kepala dingin dan kebijakan yang matang.

Tantangan terbesar Indonesia dalam konteks ini sebenarnya bukan sekadar fluktuasi ekonomi global, perang dagang, atau dinamika politik jangka pendek. Tantangan yang paling mendasar adalah rendahnya ketahanan sistemik kita terhadap bencana alam. Kerentanan ini terasa paling nyata di wilayah pesisir, yang ironisnya justru menjadi pusat pertumbuhan ekonomi, lokasi infrastruktur vital, dan tempat tinggal jutaan orang. Pelabuhan, kawasan industri, pusat pariwisata, hingga kota-kota besar tumbuh subur di zona yang secara ilmiah diketahui berisiko tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Djalante *et al.* (2017) yang menyoroti bahwa pesatnya urbanisasi di Indonesia sering kali tidak diimbangi dengan perencanaan pengurangan risiko bencana yang memadai, sehingga kita seolah menaruh aset paling berharga di tempat yang paling mudah terguncang.

Upaya untuk mengurangi risiko sebenarnya sudah dimulai. Pasca tsunami Aceh 2004, Indonesia membangun sistem peringatan dini tsunami nasional yang dikenal sebagai InaTEWS. Secara konsep, sistem ini merupakan lompatan besar. Namun, di lapangan, efektivitasnya masih jauh dari ideal. Banyak alat pendeteksi di laut yang rusak, tidak terawat, atau hilang akibat vandalisme. Keterbatasan jaringan *buoy* dan dependensi pada pemodelan seismik semata terbukti menjadi celah fatal, seperti yang terjadi pada peristiwa tsunami Palu yang dipicu oleh mekanisme longsoran bawah laut yang tidak terdeteksi sistem peringatan dini konvensional (Muhari *et al.*, 2018). Di darat, menara sirine sering kali tidak berfungsi, berkarat, atau tidak dijaga oleh operator yang siaga penuh. Distribusi alat yang timpang membuat sebagian wilayah pesisir seolah buta dan tuli terhadap ancaman yang datang.

Masalah teknis ini diperparah oleh persoalan non-teknis yang tak kalah pelik. Budaya kesiapsiagaan belum merata, terutama di kawasan wisata dan daerah dengan mobilitas penduduk tinggi. Penelitian Rafliana *et al.*

(2022) menunjukkan bahwa kesiapsiagaan tsunami di Indonesia masih sangat dipengaruhi oleh memori kolektif yang memudar dan kurangnya edukasi berkelanjutan. Banyak pendatang dan wisatawan tidak memahami jalur evakuasi atau bahkan tidak tahu bahwa mereka sedang berada di zona rawan tsunami. Dalam kondisi panik, informasi yang tidak jelas dan keterlambatan respons dapat berakibat fatal. Bencana Selat Sunda dan Palu menjadi contoh pahit bagaimana kombinasi antara keterbatasan sistem, kurangnya kesiapan, dan karakter ancaman yang cepat dapat berujung pada tragedi besar.

Kerentanan lain yang sering luput dari perhatian adalah minimnya infrastruktur evakuasi vertikal di kota-kota pesisir yang padat. Dalam teori, evakuasi horizontal ke tempat yang lebih tinggi terdengar ideal. Namun dalam praktik, kota-kota pesisir Indonesia sering kali padat, sempit, dan macet. Ketika sirine berbunyi, ribuan orang bergerak bersamaan, kendaraan saling berebut ruang, dan kemacetan total hampir tak terhindarkan. Tanpa gedung evakuasi vertikal yang bisa dicapai dengan berjalan kaki dalam waktu singkat, situasi ini berubah menjadi jebakan mematikan. Studi oleh McCaughey *et al.* (2017) di Padang memperlihatkan bahwa tanpa ketersediaan selter vertikal yang memadai, tingkat kematian (*fatality rate*) bisa tetap tinggi meskipun peringatan dini diberikan, karena waktu evakuasi (*golden time*) yang tersedia—seringkali hanya 10 hingga 20 menit—habis di jalan.

Pengamatan lapangan di berbagai kawasan pesisir menunjukkan pola yang mengkhawatirkan. Jalur evakuasi sering terhalang bangunan baru, papan penunjuk arah minim atau tidak terawat, dan ruang terbuka yang seharusnya menjadi zona aman justru telah berubah fungsi. Pembangunan berjalan cepat, tetapi kesiapsiagaan tertinggal jauh di belakang. Kondisi ini menunjukkan bahwa persoalan bencana bukan semata soal alam, melainkan juga hasil dari pilihan-pilihan pembangunan yang kurang berhati-hati.

Akar dari banyak masalah ini terletak pada tata ruang yang belum sepenuhnya berbasis risiko. Dalam banyak kasus, ingatan terhadap bencana cepat memudar seiring berjalannya waktu. Wilayah yang pernah diterjang tsunami kembali dipromosikan sebagai kawasan wisata eksklusif, lengkap dengan hotel dan fasilitas mewah yang berdiri nyaris di bibir pantai. Pembangunan semacam ini sering kali tidak disertai zona penyangga yang memadai atau analisis kerugian ekonomi yang komprehensif. Akibatnya, kita menciptakan ilusi kemajuan, seolah-olah pertumbuhan fisik otomatis berarti kesejahteraan dan keamanan.

Ketimpangan kapasitas antar-daerah turut memperparah situasi. Tidak semua pemerintah daerah memiliki anggaran, sumber daya manusia, atau akses ke keahlian teknis yang memadai untuk mengintegrasikan sains kebencanaan ke dalam kebijakan. Peta risiko dan hasil riset sering berhenti sebagai dokumen teknis yang sulit dipahami atau tidak diterjemahkan menjadi aturan konkret. Di sisi lain, tekanan untuk meningkatkan

pendapatan daerah mendorong keluarnya izin pembangunan di zona berisiko tinggi. Dalam dilema ini, keselamatan jangka panjang kerap kalah oleh kepentingan ekonomi jangka pendek.

Meski demikian, melihat Indonesia semata sebagai negara rentan adalah cara pandang yang tidak utuh. Justru karena berada di pusat aktivitas geologi dunia, Indonesia memiliki modal strategis yang sangat berharga. Pengalaman panjang menghadapi bencana besar menjadikan negeri ini semacam laboratorium alam bagi dunia. Data, pembelajaran, dan inovasi yang lahir dari pengalaman pahit tersebut adalah aset yang tidak dimiliki banyak negara. Jika dikelola dengan baik, Indonesia dapat menjadi rujukan global dalam mitigasi bencana pesisir.

Potensi ini membuka peluang besar bagi diplomasi sains dan pengembangan industri berbasis pengetahuan. Dengan memperkuat riset pemodelan tsunami, sistem peringatan dini, dan rekayasa evakuasi, Indonesia tidak hanya melindungi warganya sendiri, tetapi juga dapat menawarkan solusi bagi negara lain yang menghadapi ancaman serupa. Teknologi, keahlian, dan praktik terbaik yang dikembangkan di dalam negeri berpeluang menjadi komoditas strategis di pasar global. Dalam jangka panjang, ini bukan hanya soal keselamatan, tetapi juga tentang posisi Indonesia dalam percaturan ilmu pengetahuan dan teknologi dunia.

Peluang lain terletak pada transformasi ekonomi biru yang lebih tangguh. Kawasan pesisir dapat dirancang ulang dengan pendekatan yang lebih adaptif dan berbasis risiko, sehingga investasi besar yang masuk tidak menjadi sumber kerugian di masa depan. Dunia usaha global semakin memperhatikan aspek keberlanjutan, lingkungan, dan tata kelola. Ketangguhan terhadap bencana menjadi bagian penting dari penilaian tersebut. Dengan perencanaan yang tepat, wilayah pesisir Indonesia dapat menjadi contoh bagaimana pertumbuhan ekonomi dan keselamatan publik berjalan beriringan.

Bonus demografi yang akan mencapai puncaknya dalam satu hingga dua dekade ke depan menambah lapisan peluang yang jarang terulang. Jutaan anak muda Indonesia dapat diarahkan untuk mengisi peran strategis sebagai insinyur pesisir, analis data kebencanaan, perencana wilayah, dan inovator teknologi. Dengan investasi serius pada pendidikan dan riset, Indonesia tidak perlu terus bergantung pada teknologi impor atau konsultan asing. Kita dapat membangun kapasitas nasional yang kuat, mandiri, dan relevan dengan tantangan geografis kita sendiri.

Namun, semua peluang ini hanya akan bermakna jika Indonesia mampu menghindari jebakan stagnasi. Negara rawan bencana berisiko terjebak dalam siklus membangun dan menghancurkan diri sendiri, di mana hasil pembangunan terus tergerus oleh bencana berulang. Dana yang seharusnya digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup akhirnya habis untuk rekonstruksi. Jika pola ini terus berulang, pertumbuhan ekonomi menjadi semu dan melelahkan.

Karena itu, pergeseran paradigma menjadi keniscayaan. Pembangunan tidak lagi cukup diukur dari seberapa cepat atau seberapa besar, tetapi dari seberapa tangguh dan berkelanjutan. Setiap proyek strategis di wilayah pesisir harus diperlakukan sebagai investasi jangka panjang yang wajib lolos uji risiko bencana secara serius. Ketangguhan harus menjadi pondasi, bukan tambahan. Dengan cara inilah jalan terjal menuju Indonesia Emas 2045 dapat dilalui tanpa terus-menerus tergelincir kembali ke titik awal.

Integrasi Ilmu Pengetahuan dan Kebijakan Pembangunan Pesisir

Jika Indonesia benar-benar ingin melangkah mantap menuju 2045, maka satu hal mendasar harus diubah: cara kita menempatkan ilmu pengetahuan dalam proses pembangunan. Selama ini, sains sering diperlakukan sebagai penumpang—ikut serta, tetapi tidak menentukan arah. Ia dipanggil saat dibutuhkan legitimasi akademik, lalu kembali disingkirkan ketika keputusan politik dan ekonomi sudah ditetapkan. Padahal, dalam menghadapi tantangan besar seperti bencana alam, perubahan iklim, dan tekanan pembangunan pesisir, sains seharusnya duduk di kursi pengemudi.

Tanpa kendali ilmiah yang kuat, pembangunan berisiko melaju kencang ke arah yang salah. Hal ini ditegaskan oleh Djalante *et al.* (2017) dalam *International Journal of Disaster Risk Reduction*, yang menyoroti bahwa pesatnya pembangunan infrastruktur dan urbanisasi di Indonesia sering kali melampaui kapasitas penurunan risiko bencana yang ada, menciptakan kerentanan baru yang tersembunyi di balik pertumbuhan ekonomi.

Dalam konteks Indonesia sebagai negara kepulauan, peran ilmu pengetahuan menjadi jauh lebih krusial. Rekayasa pesisir dan mitigasi tsunami bukan sekadar urusan teknis yang hanya dipahami segelintir ahli. Ia adalah fondasi perlindungan aset bangsa. Pelabuhan internasional, kawasan industri strategis, kilang minyak dan gas, pembangkit listrik, hingga destinasi wisata unggulan nasional hampir semuanya berada di wilayah pesisir. Nilai ekonomi yang ditanamkan di sana mencapai ribuan triliun rupiah.

Tanpa desain yang berbasis sains dan pemahaman risiko yang matang, aset-aset tersebut sejatinya berdiri di atas fondasi yang rapuh. Risiko ini semakin nyata dengan adanya identifikasi celah seismik (*seismic gap*) di selatan Jawa yang berpotensi memicu gempa *megathrust* dan tsunami dahsyat, sebagaimana dipetakan dalam riset Widiyanto *et al.* (2020) di jurnal *Scientific Reports*. Artinya, aset vital bangsa sedang “berjudi” dengan waktu jika tidak segera dilindungi dengan mitigasi berbasis data terbaru.

Selama bertahun-tahun, pendekatan perlindungan pantai sering kali bersifat sederhana dan reaktif. Beton menjadi jawaban hampir untuk semua masalah. Tanggul dibangun lebih tinggi, pemecah gelombang diperpanjang, dan pantai dipagari struktur keras yang masif. Pendekatan ini memang memberi rasa aman semu, tetapi sering mengabaikan dampak

jangka panjang. Selain mahal dan berjejak karbon tinggi, struktur beton kerap merusak dinamika alami pantai dan mempercepat abrasi di lokasi lain.

Kini, arah rekayasa pesisir mulai bergeser. Standar keberhasilan tidak lagi semata-mata diukur dari seberapa kuat bangunan menahan gelombang, tetapi juga dari seberapa selaras ia dengan lingkungan dan iklim. Infrastruktur masa depan dituntut rendah emisi, adaptif, dan berkelanjutan. Tren global menuju infrastruktur hijau dan hibrida ini, seperti yang diulas oleh Sutton-Grier *et al.* (2015), bukan sekadar gaya-gayaan, melainkan kebutuhan nyata untuk menciptakan ketahanan pesisir yang juga menyediakan jasa ekosistem (seperti perikanan dan pariwisata). Indonesia, sebagai negara yang berkomitmen pada penurunan emisi dan transisi hijau, tidak punya pilihan lain selain menata ulang cara membangun wilayah pesisirnya.

Perkembangan teknologi memberi kita alat yang sebelumnya tidak pernah dimiliki. Pemodelan numerik tsunami dan analisis berbasis Sistem Informasi Geografis memungkinkan para peneliti menciptakan gambaran virtual (*digital twin*) dari pesisir Indonesia. Dengan pendekatan ini, kita bisa melakukan simulasi bencana secara rinci sebelum kejadian nyata terjadi. Kita bisa mengetahui jalur aliran air, ke dalaman genangan, kecepatan arus, dan dampaknya terhadap bangunan serta manusia.

Penerapan teknologi ini terbukti vital dalam menilai kerentanan bangunan secara presisi. Dengan memanfaatkan kurva kerentanan (*fragility curves*) yang diintegrasikan dengan pemodelan PTHA, para ahli kini dapat memprediksi persentase kerusakan bangunan akibat skenario gempa *megathrust* dengan lebih akurat. Sains tidak lagi sekadar menjelaskan apa yang sudah terjadi, tetapi memprediksi dampak kerugian ekonomi apa yang mungkin terjadi, lalu membantu kita bersiap menghadapinya.

Kemampuan memodelkan risiko ini mengubah cara kita merencanakan pembangunan. Keputusan tidak lagi didasarkan pada perkiraan kasar atau pengalaman masa lalu semata, tetapi pada data dan skenario yang terukur. Di sinilah sains menunjukkan perannya sebagai pengemudi. Ia memberi arah, memperingatkan bahaya, dan membantu memilih jalur yang paling aman dengan biaya yang paling rasional. Pembangunan yang berbasis data tidak hanya lebih aman, tetapi juga lebih efisien dan kredibel di mata investor global.

Inovasi dalam rekayasa pesisir juga semakin menunjukkan bahwa solusi terbaik tidak selalu berarti melawan alam. Justru sebaliknya, banyak solusi paling efektif lahir ketika teknik sipil dan biologi saling bekerja sama. Pendekatan hibrida yang mengombinasikan struktur buatan dengan ekosistem alami menjadi contoh nyata bagaimana sains bisa menghadirkan perlindungan yang cerdas sekaligus ramah lingkungan.

Riset eksperimental oleh Maza *et al.* (2019) dalam jurnal *Coastal Engineering* membuktikan secara kuantitatif bahwa vegetasi mangrove

memiliki kapasitas hidrodinamika yang signifikan untuk meredam energi gelombang tsunami. Dalam konsep hibrida, struktur buatan berfungsi menahan energi awal gelombang, sementara mangrove di belakangnya meredam sisa energi, menstabilkan sedimen, dan memperlambat aliran air ke daratan.

Pendekatan ini lahir dari kesadaran sederhana namun penting: alam bukan musuh yang harus ditaklukkan, melainkan mitra yang harus dipahami. Pengalaman menunjukkan bahwa upaya melawan alam secara frontal sering berakhir mahal dan tidak berkelanjutan. Sebaliknya, bekerja bersama alam membuka peluang perlindungan yang lebih tahan lama. Riset di berbagai pesisir rawan—termasuk studi di kawasan wisata Batukaras oleh Windupranata *et al.* (2025)—menunjukkan pentingnya parameter kekasaran lahan (seperti vegetasi) dalam mengurangi luas genangan tsunami.

Nilai tambah dari pendekatan semacam ini tidak berhenti pada keselamatan. Mangrove dan ekosistem pesisir lainnya berperan penting dalam menyerap karbon (*Blue Carbon*), menyimpan sedimen, dan menjaga kualitas lingkungan. Dengan kata lain, infrastruktur hibrida tidak hanya melindungi manusia, tetapi juga berkontribusi pada agenda iklim dan keberlanjutan. Nelayan mendapatkan manfaat dari meningkatnya habitat ikan, sementara wilayah pesisir memiliki potensi pengembangan ekowisata. Ini adalah contoh bagaimana sains mampu menciptakan solusi yang berdampak ganda: aman, hijau, dan produktif.

Namun, semua kemajuan ini akan kehilangan maknanya jika berhenti di ruang laboratorium dan halaman jurnal ilmiah. Sehebat apa pun sebuah riset, ia tidak akan menahan gelombang jika tidak diterjemahkan menjadi kebijakan nyata. Di sinilah tantangan terbesar Indonesia berada. Kesenjangan antara dunia riset dan dunia kebijakan masih terlalu lebar.

Studi oleh Rafliana *et al.* (2022) menekankan bahwa salah satu hambatan terbesar dalam mitigasi tsunami di Indonesia adalah komunikasi risiko yang tidak efektif; bahasa ilmiah sering kali tidak sampai ke meja pengambil keputusan atau masyarakat, sementara kebijakan publik kerap lahir tanpa pijakan data yang kuat. Untuk menjembatani jurang ini, dibutuhkan perubahan cara kerja dari kedua belah pihak. Ilmuwan perlu keluar dari menara gading dan belajar berkomunikasi dengan bahasa yang lebih bumi dan operasional. Di sisi lain, pembuat kebijakan harus membuka diri pada data, meskipun hasilnya tidak selalu sejalan dengan kepentingan jangka pendek.

Peta risiko, hasil pemodelan, dan rekomendasi teknis seharusnya menjadi rujukan utama dalam penyusunan tata ruang dan perizinan pembangunan. Ketika data menunjukkan suatu wilayah berisiko tinggi, keberanian politik dibutuhkan untuk mengatakan tidak pada pembangunan yang membahayakan. Ini bukan sikap anti-pembangunan, melainkan bentuk tanggung jawab jangka panjang. Kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*) adalah satu-satunya cara untuk memastikan

bahwa pertumbuhan ekonomi tidak dibayar dengan korban jiwa di masa depan.

Indonesia Emas 2045 menuntut sinergi yang lebih matang antara sains dan kebijakan. Kita tidak bisa berharap menjadi bangsa maju jika keputusan strategis masih diambil dengan mengandalkan intuisi semata. Ilmu pengetahuan harus menjadi bagian integral dari proses pembangunan, bukan pelengkap di akhir. Ketika sains benar-benar memegang kemudi, pembangunan akan bergerak dengan arah yang lebih jelas, kecepatan yang terkontrol, dan tujuan yang lebih aman.

Pada akhirnya, kontribusi ilmu pengetahuan bukan hanya tentang teknologi atau inovasi canggih, tetapi tentang cara berpikir. Ia mengajarkan kehati-hatian, keterbukaan pada bukti, dan keberanian untuk mengakui batas. Di negeri yang hidup berdampingan dengan ancaman alam, sikap ilmiah bukan pilihan, melainkan kebutuhan. Jika Indonesia ingin sampai ke 2045 dengan selamat dan bermartabat, maka sains harus menjadi pengemudi utama perjalanan panjang itu—menuntun, memperingatkan, dan menjaga agar kita tidak tersesat di jalan yang penuh risiko.

Pendidikan Kebencanaan dan Pembangunan Kapasitas Adaptif Bangsa

Membangun sumber daya manusia unggul untuk Indonesia Emas 2045 tidak bisa lagi dipahami secara sempit sebagai upaya mencetak individu yang cerdas secara akademik semata. Tantangan abad ke-21 jauh lebih kompleks daripada sekadar persaingan nilai atau kemampuan teknis. Kita hidup di era yang penuh ketidakpastian, ditandai oleh perubahan yang cepat, krisis iklim, disrupsi teknologi, serta risiko bencana yang semakin sering dan intens. Dalam konteks ini, definisi “manusia unggul” harus diperluas dan diperdalam. Keunggulan bukan hanya soal kecerdasan otak, tetapi juga ketangguhan mental, kepekaan sosial, dan kematangan moral.

Generasi masa depan Indonesia dituntut untuk mampu beradaptasi dengan tekanan, bukan runtuh karenanya. Riset global oleh Muttarak dan Lutz (2014) dalam jurnal *Science* menegaskan bahwa pendidikan formal bukan sekadar alat transfer pengetahuan, melainkan faktor kunci dalam meningkatkan kapasitas adaptif (*adaptive capacity*) masyarakat terhadap bencana alam dan perubahan iklim. Ketangguhan atau *resilience* menjadi kata kunci. Manusia unggul adalah mereka yang mampu bertahan ketika sistem terguncang, yang tidak panik saat krisis datang, dan yang sanggup bangkit lebih kuat setelah mengalami kegagalan. Kecerdasan tanpa ketangguhan akan mudah patah, sementara kepintaran tanpa integritas justru berpotensi melahirkan kerusakan baru.

Oleh karena itu, strategi pembangunan SDM harus dimulai dari pembentukan kesadaran risiko dan integritas sejak usia dini. Anak-anak perlu dikenalkan pada realitas lingkungan tempat mereka hidup, bukan

untuk menakut-nakuti, tetapi untuk menumbuhkan kewaspadaan dan rasa hormat terhadap alam. Pendidikan kebencanaan memiliki peran penting di sini, bukan sekadar sebagai materi tambahan, melainkan sebagai wahana pembentukan karakter.

Studi sistematis oleh Ronan *et al.* (2015) dalam *International Journal of Disaster Risk Reduction* menunjukkan bahwa program pendidikan kebencanaan di sekolah yang terintegrasi terbukti efektif meningkatkan persepsi risiko, kesiapsiagaan rumah tangga, dan kemampuan anak untuk merespons situasi darurat secara tenang. Ketika anak belajar memahami tanda-tanda alam, mengenali potensi bahaya, dan mengetahui cara menyelamatkan diri, mereka sebenarnya sedang dilatih untuk berpikir sistematis, tenang, dan bertanggung jawab.

Pendidikan kebencanaan yang bermakna tidak berhenti pada simulasi evakuasi sesekali atau hafalan jenis bencana. Ia harus terintegrasi dalam keseharian proses belajar. Anak diajak memahami mengapa tidak boleh membuang sampah sembarangan, bagaimana perilaku kecil dapat memperparah banjir, dan mengapa disiplin serta keteraturan penting saat situasi darurat. Dalam proses itu, mereka belajar antre, bekerja sama, dan membantu teman yang lebih lemah. Nilai gotong royong dan empati tumbuh secara alami. Mentalitas “siap selamat” ini akan melekat hingga dewasa, membentuk warga negara yang tidak hanya peduli pada diri sendiri, tetapi juga pada keselamatan orang lain.

Pembentukan karakter ini tidak boleh terputus ketika siswa melangkah ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Perguruan tinggi memegang peran strategis dalam membentuk generasi pemimpin, profesional, dan pengambil keputusan masa depan. Sayangnya, kampus sering kali terjebak menjadi menara gading: tempat ilmu berkembang secara abstrak, terpisah dari persoalan nyata di masyarakat. Untuk menghadapi tantangan Indonesia ke depan, paradigma ini harus diubah. Kampus perlu membuka diri dan menempatkan dirinya sebagai bagian dari solusi, bukan sekadar pengamat.

Transformasi pendidikan tinggi harus dimulai dari kurikulum yang lebih relevan dan adaptif. Dunia kerja dan tantangan sosial berubah cepat, sehingga metode hafalan dan penguasaan teori semata tidak lagi memadai. Mahasiswa perlu dilatih berpikir kritis, menganalisis data, dan memecahkan masalah kompleks yang tidak memiliki jawaban tunggal. Mereka harus terbiasa menghadapi ketidakpastian dan membuat keputusan berbasis informasi yang terbatas, sebagaimana yang akan mereka hadapi di dunia nyata.

Lebih dari itu, riset di perguruan tinggi perlu diarahkan agar memiliki dampak nyata melalui kolaborasi dengan komunitas. Kusumastuti *et al.* (2022) menyoroti pentingnya peran perguruan tinggi di Indonesia dalam pengurangan risiko bencana melalui kegiatan pengabdian masyarakat yang bersifat partisipatif (Kuliah Kerja Nyata/KKN), yang terbukti mampu

menjembatani kesenjangan pengetahuan teknis di tingkat lokal. Penelitian seharusnya menjawab persoalan riil di lapangan.

Mahasiswa teknik dapat belajar merancang rumah tahan gempa yang terjangkau bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Mahasiswa geografi dan perencanaan wilayah dapat terlibat langsung dalam pemetaan jalur evakuasi desa-desa pesisir. Mahasiswa ilmu sosial dapat merancang strategi komunikasi bencana yang mudah dipahami oleh berbagai kelompok masyarakat.

Pengalaman belajar semacam ini menuntut kampus untuk keluar dari ruang kelas yang nyaman dan mendekati ke “laboratorium alam” Indonesia. Pesisir, desa rawan bencana, dan kawasan rentan lainnya harus menjadi ruang belajar bersama. Di sana, mahasiswa tidak hanya mengasah kemampuan teknis, tetapi juga belajar empati, memahami keterbatasan masyarakat, dan merasakan langsung konsekuensi dari kebijakan yang keliru. Pendidikan semacam ini membentuk profesional yang tidak hanya pintar, tetapi juga peka dan bertanggung jawab.

Namun, semua upaya peningkatan kapasitas intelektual dan teknis ini akan kehilangan arah jika tidak dibingkai oleh nilai moral yang kuat. Sejarah menunjukkan bahwa banyak kerusakan besar justru dilakukan oleh orang-orang terdidik yang kehilangan kompas etika. Ilmu pengetahuan dan teknologi bersifat netral; ia bisa menjadi alat penyelamat, tetapi juga senjata penghancur, tergantung pada siapa yang menggunakannya dan untuk tujuan apa. Karena itu, pendidikan karakter tidak boleh dipandang sebagai pelengkap, melainkan sebagai inti dari pembangunan SDM.

Di tengah arus globalisasi dan digitalisasi yang serba cepat, generasi muda dihadapkan pada banjir informasi, pilihan hidup instan, dan godaan individualisme ekstrem. Kebebasan tanpa arah dapat melahirkan sikap apatis dan hedonistik, yang pada akhirnya melemahkan kohesi sosial. Di sinilah nilai-nilai luhur bangsa memiliki peran penting sebagai jangkar moral. Gotong royong, kejujuran, rasa saling menghormati, dan cinta tanah air bukan konsep usang, melainkan modal sosial (*social capital*) yang justru semakin relevan di masa krisis.

Penelitian oleh Aldrich dan Meyer (2015) dalam *American Behavioral Scientist* membuktikan bahwa modal sosial—ikatan kepercayaan dan norma timbal balik—sering kali lebih menentukan kecepatan pemulihan pasca bencana dibandingkan sekadar bantuan fisik atau infrastruktur. Nilai-nilai ini menjadi penawar bagi kecenderungan untuk mementingkan diri sendiri di tengah kesulitan. Dalam situasi bencana, keselamatan bersama sering kali lebih menentukan daripada kepentingan individu. Orang-orang yang terbiasa berbagi, disiplin, dan saling menolong akan lebih mampu bertahan dan pulih. Karakter seperti kerja keras, pantang menyerah, dan solidaritas sosial adalah bentuk nyata dari ketangguhan bangsa.

Membangun manusia unggul berarti menyeimbangkan antara kecerdasan, keterampilan, dan karakter. Kita tidak sedang menyiapkan generasi untuk menjadi sekadar roda penggerak industri, tetapi manusia seutuhnya yang mampu mengambil keputusan bijak dalam kondisi sulit. Dengan fondasi moral yang kokoh, kemajuan tidak akan berubah menjadi keserakahan, dan kecanggihan teknologi tidak akan menjauhkan manusia dari kemanusiaannya sendiri.

Jika visi Indonesia Emas 2045 ingin benar-benar bermakna, maka wajah utamanya adalah manusia-manusia yang bermartabat. Mereka bukan hanya produktif dan kompetitif, tetapi juga peduli, tangguh, dan berintegritas. Dalam dunia yang penuh ketidakpastian, kualitas semacam inilah yang akan menjadi penentu apakah sebuah bangsa sekadar bertahan atau mampu melangkah maju dengan kepala tegak.

Transformasi fundamental ini menuntut sinergi kolektif yang melampaui sekat-sekat sektoral. Tanggung jawab mencetak manusia unggul tidak bisa sepenuhnya dibebankan kepada lembaga pendidikan formal semata. Keluarga, sebagai unit terkecil masyarakat, harus kembali berfungsi sebagai benteng pertama yang menanamkan nilai kejujuran dan ketangguhan. Begitu pula dengan pemerintah dan sektor swasta yang wajib menciptakan ekosistem pendukung; sebuah lingkungan di mana integritas dihargai lebih tinggi daripada sekadar pencapaian angka, dan di mana inovasi sosial diberi ruang untuk tumbuh subur. Tanpa kolaborasi ini, pendidikan karakter hanya akan menjadi jargon kosong yang layu sebelum berkembang.

Lebih jauh lagi, kita harus menyadari sepenuhnya bahwa Indonesia Emas bukanlah sebuah “hadiah” yang pasti menanti di ujung jalan, melainkan konsekuensi logis dari apa yang kita tanam hari ini. Jika kita terus membiarkan pragmatisme menggerus idealisme, maka tahun 2045 hanya akan menjadi penanda waktu tanpa makna substantif. Sebaliknya, jika kita serius berinvestasi pada pembentukan karakter dan mentalitas kesiapsiagaan, kita sejatinya sedang membangun fondasi peradaban yang tahan banting terhadap segala guncangan zaman.

Bangsa yang besar adalah bangsa yang tidak melupakan jati dirinya di tengah gempuran perubahan. Dengan memadukan kecerdasan akal, ketangguhan mental, dan kemuliaan akhlak, kita optimis dapat menyongsong masa depan. Generasi Emas yang kita impikan adalah mereka yang kakinya berpijak kuat di bumi pertiwi yang penuh tantangan ini, namun tangannya sigap merangkul kemajuan dunia. Merekalah yang kelak akan membawa Indonesia tidak hanya sejajar dengan bangsa-bangsa besar lainnya, tetapi juga menjadi teladan global dalam memuliakan kemanusiaan dan menjaga kelestarian kehidupan.

Reformasi Kepemimpinan dalam Pengelolaan Alam

Menyongsong satu abad kemerdekaan, Indonesia berdiri di persimpangan sejarah yang menentukan. Di satu sisi, kita memiliki modal besar berupa kekayaan alam, keragaman budaya, dan bonus demografi yang jarang dimiliki bangsa lain. Di sisi lain, kita juga menghadapi tantangan yang tidak ringan: krisis iklim, ketimpangan sosial, risiko bencana, disrupsi teknologi, serta erosi kepercayaan publik terhadap institusi.

Dalam situasi seperti ini, masa depan bangsa tidak hanya ditentukan oleh seberapa canggih teknologi yang kita kuasai atau seberapa tinggi pertumbuhan ekonomi yang kita catat, tetapi terutama oleh kualitas gagasan dan kekuatan kelembagaan negara. Riset klasik oleh Acemoglu *et al.* (2003) dalam *Journal of Monetary Economics* menegaskan bahwa kualitas institusi (*institutional quality*) adalah faktor fundamental yang menentukan volatilitas ekonomi dan keberhasilan pembangunan jangka panjang, jauh lebih berpengaruh dibandingkan kebijakan makroekonomi semata. Oleh karena itu, arah kepemimpinan yang kita pilih bersama menjadi variabel penentu yang krusial.

Indonesia Emas 2045 menuntut lahirnya paradigma kepemimpinan yang berbeda dari masa lalu. Kita tidak lagi membutuhkan pemimpin yang sekadar pandai beretorika atau lihai memainkan kalkulasi kekuasaan jangka pendek. Bangsa ini memerlukan pemimpin dengan keberanian moral, kejernihan berpikir, dan ketulusan untuk melayani, bukan menguasai. Kepemimpinan masa depan harus berakar pada nilai-nilai profetik: kejujuran, empati, keadilan, dan keberpihakan pada yang lemah. Pemimpin seperti ini tidak alergi terhadap kritik, tidak silau oleh pujian, dan tidak ragu mengambil keputusan sulit jika itu demi keselamatan dan martabat rakyat.

Dalam konteks negara kepulauan yang rentan bencana seperti Indonesia, keberanian moral ini sering kali diuji dalam keputusan-keputusan yang tidak populer. Melarang pembangunan di zona rawan tsunami, menertibkan eksploitasi sumber daya alam, atau mengalihkan anggaran dari proyek mercusuar ke penguatan layanan dasar mungkin tidak mendatangkan tepuk tangan instan. Namun justru di situlah kualitas kepemimpinan diuji.

Studi oleh Djalante *et al.* (2017) dalam *International Journal of Disaster Risk Reduction* menunjukkan bahwa tata kelola risiko bencana yang efektif menuntut kepemimpinan yang mampu mengintegrasikan sains ke dalam kebijakan, melampaui ego sektoral dan siklus politik lima tahunan. Pemimpin sejati berani menanggung risiko politik demi kebenaran ilmiah dan keselamatan jangka panjang. Keberhasilan bangsa tidak seharusnya hanya diukur dari grafik ekonomi yang menanjak, tetapi dari rasa aman rakyatnya, dari berkurangnya korban saat bencana, dan dari meningkatnya kepercayaan publik (*public trust*) terhadap negara.

Kekayaan alam yang melimpah dan jumlah penduduk usia produktif yang besar sejatinya hanyalah potensi mati jika tidak dikelola dengan visi yang benar. Tanpa kepemimpinan yang berintegritas, bonus demografi bisa berubah menjadi beban sosial, dan sumber daya alam bisa menjadi sumber konflik serta kerusakan lingkungan. Karena itu, arah masa depan bangsa harus ditopang oleh kepemimpinan yang mampu melihat jauh ke depan, melampaui siklus elektoral, dan menempatkan kepentingan generasi mendatang sebagai pertimbangan utama.

Dalam merancang jalan menuju kemajuan, Indonesia tidak perlu merasa rendah diri untuk belajar dari pengalaman bangsa lain. Banyak negara pernah berada dalam kondisi yang jauh lebih sulit, namun mampu bangkit melalui keputusan strategis yang konsisten. Korea Selatan, misalnya, memilih berinvestasi besar-besaran pada pendidikan, riset, dan industri berbasis teknologi, meskipun sumber daya alamnya terbatas. Finlandia membangun sistem pendidikan yang memanusiaikan manusia, dengan menempatkan guru sebagai profesi terhormat.

Pelajaran ini selaras dengan temuan Hanushek dan Woessmann (2012) dalam *Journal of Economic Literature*, yang membuktikan bahwa pertumbuhan ekonomi jangka panjang sebuah negara tidak ditentukan oleh lamanya sekolah, melainkan oleh *cognitive skills* (kualitas kognitif) yang dihasilkan oleh sistem pendidikan yang bermutu. Kemajuan bukan hasil keajaiban, melainkan buah dari visi jangka panjang dan keberanian berinvestasi pada kualitas manusia.

Namun, belajar bukan berarti meniru secara membabi buta. Indonesia memiliki konteks sosial, budaya, dan geografis yang unik. Sebagai negara kepulauan dengan ribuan pulau dan ratusan kelompok etnis, pendekatan pembangunan harus sensitif terhadap keragaman dan realitas lokal. Adaptasi cerdas menjadi kunci. Kita bisa memperkuat kurikulum berbasis riset dan sains, sambil tetap menanamkan nilai budaya dan kearifan lokal. Kita bisa mendorong industrialisasi, tetapi dengan prinsip keberlanjutan agar tidak mengorbankan lingkungan.

Di sinilah peran negara menjadi sangat krusial. Pemerintah harus menempatkan riset dan data sebagai fondasi utama kebijakan publik. Konsep ini digaungkan oleh Mazzucato (2018) dalam *Mission-Oriented Innovation*, di mana negara tidak hanya memperbaiki kegagalan pasar, tetapi aktif membentuk pasar dan mengarahkan inovasi untuk memecahkan masalah besar (seperti perubahan iklim). Kebiasaan membuat kebijakan berdasarkan intuisi semata atau tekanan sesaat perlu ditinggalkan. Tantangan kompleks seperti urbanisasi pesat dan risiko bencana tidak bisa dihadapi dengan pendekatan coba-coba.

Harapan terhadap Indonesia Emas 2045 pada akhirnya bermuara pada satu cita-cita besar: terwujudnya negara maju yang berdaulat secara politik, adil secara ekonomi, makmur secara sosial, dan berwibawa di mata dunia. Kemajuan yang diimpikan bukan sekadar deretan gedung tinggi, tetapi

kualitas hidup yang dirasakan nyata. Indonesia yang maju adalah Indonesia di mana setiap anak memiliki akses terhadap pendidikan berkualitas. Indonesia yang bermartabat adalah Indonesia di mana kemiskinan ekstrem tidak lagi menjadi nasib turun-temurun.

Dalam gambaran masa depan itu, korupsi sistemik yang selama ini menggerogoti sendi bangsa harus benar-benar ditekan hingga ke akar. Bukan hanya melalui penegakan hukum, tetapi juga melalui pembentukan budaya integritas. Ketimpangan sosial yang terlalu lebar juga perlu dikoreksi. Riset Ostry *et al.* (2014) dari IMF menunjukkan bahwa ketimpangan yang rendah (*lower inequality*) berkorelasi kuat dengan pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat dan berdurasi lama (*sustainable growth*). Ketidakadilan yang dibiarkan akan menjadi sumber ketegangan dan konflik di kemudian hari.

Sebagai bangsa besar, Indonesia juga memiliki tanggung jawab moral untuk berkontribusi di tingkat global. Kita tidak seharusnya hanya menjadi pasar atau penonton, tetapi pemain aktif dalam diplomasi perdamaian, pengelolaan lingkungan, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Pengalaman Indonesia menghadapi gempa, tsunami, dan bencana alam lainnya dapat menjadi pelajaran berharga bagi dunia. Dengan modal ini, Indonesia berpeluang tampil sebagai pemimpin moral dalam isu-isu kemanusiaan dan keberlanjutan.

Di tengah dunia yang semakin terdigitalisasi, generasi muda Indonesia memegang peran kunci. Mereka diharapkan menjadi pionir dalam teknologi, ekonomi kreatif, dan energi bersih, tanpa tercerabut dari akar budaya dan identitas bangsa. Kemajuan teknologi seharusnya tidak menjauhkan manusia dari alam dan nilai kemanusiaan, melainkan menjadi alat untuk merawat keduanya.


Indonesia Emas 2045 pada akhirnya bukanlah sekadar slogan atau target administratif. Ia adalah cita-cita peradaban. Sebuah gambaran tentang bangsa yang belajar dari masa lalu, bekerja keras di masa kini, dan berani membayangkan masa depan yang lebih baik. Ketika kelak bendera Merah Putih berkibar pada peringatan seratus tahun kemerdekaan, harapannya ia berkibar di atas negeri yang tidak hanya maju, tetapi juga tangguh, adil, dan manusiawi. Negeri yang rakyatnya merasa aman, dihargai, dan memiliki harapan. Itulah Indonesia Emas yang layak kita perjuangkan bersama.

Daftar Pustaka

- Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J., & Thaicharoen, Y. (2003). Institutional causes, macroeconomic symptoms: Volatility, crises and growth. *Journal of Monetary Economics*, 50(1), 49–123. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(02\)00208-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(02)00208-8)
- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social capital and community resilience. *American Behavioral Scientist*, 59(2), 254–269. <https://doi.org/10.1177/0002764214550299>

- Bappenas. (2019). *Visi Indonesia 2045: Berdaulat, Maju, Adil, dan Makmur*. Kementerian PPN/Bappenas.
- Cicin-Sain, B., & Knecht, R. W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: Concepts and practices*. Island Press.
- Djalante, R., Garschagen, M., Thomalla, F., & Shaw, R. (2017). Disaster risk reduction in Indonesia: Progress, challenges, and issues. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.11.001>
- Grezio, A., Babeyko, A., Baptista, M. A., Behrens, J., Costa, A., Davies, G.,... & Sorensen, M. B. (2017). Probabilistic tsunami hazard analysis: Multiple sources and global applications. *Reviews of Geophysics*, 55(4), 1158–1198. <https://doi.org/10.1002/2017RG000579>
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2012). Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Literature*, 50(4), 1084–1085.
- Kementerian PPN/Bappenas. (2023). *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025-2045*. Kementerian PPN/Bappenas.
- Koshimura, S., Namegaya, Y., & Yanagisawa, H. (2009). Tsunami fragility: A new measure to identify tsunami damage. *Journal of Disaster Research*, 4(6), 479–488. <https://doi.org/10.20965/jdr.2009.p0479>
- Kusumastuti, R. D., Arviansyah, A., Nurmalia, N., & Wibowo, S. S. (2022). University–community collaboration in disaster risk reduction: A case study of Indonesian universities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 74, 102936. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102936>
- Maza, M., Lara, J. L., & Losada, I. J. (2019). Experimental analysis of wave attenuation and drag forces in a realistic fringe mangrove forest. *Coastal Engineering*, 149, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.03.002>
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803–815. <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>
- McCaughey, J. W., Mundir, I., Daly, P., Mahdi, S., & Patt, A. (2017). Trust and distrust of tsunami vertical evacuation buildings: Extending protection motivation theory to examine choices in Padang, Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.06.016>
- Muhari, A., Imamura, F., Arikawa, T., Hakim, A. R., & Afriyanto, B. (2018). Solving the puzzle of the September 2018 Palu, Indonesia, tsunami mystery: Clues from the tsunami waveform and the initial field survey data. *Journal of Disaster Research*, 13(sc), sc20181108. <https://doi.org/10.20965/jdr.2018.sc20181108>
- Mulia, I. E., & Asano, T. (2015). Randomly distributed building porosity for parameterizing tsunami inundation model. *Coastal Engineering Journal*, 57(3), 1550012. <https://doi.org/10.1142/S057856341550012X>
- Muttarak, R., & Lutz, W. (2014). Is education a key to reducing vulnerability to natural disasters and hence unavoidable climate change? *Science*, 346(6212), 943. <https://doi.org/10.1126/science.1257951>
- Ostry, J. D., Berg, A., & Tsangarides, C. G. (2014). *Redistribution, inequality, and growth* (Staff Discussion Note No. 14/02). International Monetary Fund.
- Rafliana, I., Jalayer, F., Cerase, A., Cugliari, L., Baiguera, M., Salman, A. M.,... & Taroni, M. (2022). Tsunami risk communication and evacuation practices in Indonesia. *Frontiers in Earth Science*, 10, 747402. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.747402>
- Ronan, K. R., Crellin, K., Johnston, D. M., Finnis, K., Paton, D., & Becker, J. (2015). School-based disaster preparedness and resilience education: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 333–363. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.09.006>
- Suppasri, A., Mas, E., Charvet, I., Gunawan, R., Imai, K., & Imamura, F. (2013). Building damage characteristics based on surveyed data and fragility curves of the 2011 Great East Japan tsunami. *Natural Hazards*, 66(2), 319–341. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0487-8>
- Sutton-Grier, A. E., Wowk, K., & Bamford, H. (2015). Future of our coasts: The potential for natural and hybrid infrastructure to enhance the resilience of our coastal communities, economies and ecosystems. *Environmental Science & Policy*, 51, 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.006>

- UNDRR. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Hanifa, N. R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H. A., Nugraha, A. D., & Putra, H. E. (2020). Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia. *Scientific Reports*, 10(1), 15274. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72142-z>
- Windupranata, W., Al Ghifari, M. W., Nusantara, C. A. D. S., Shafa, M., Hayatiningsih, I., Mulia, I. E., & Nuraghnia, A. (2025). Probabilistic tsunami hazard analysis of Batukaras, a tourism village in Indonesia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(3), 1057–1069. <https://doi.org/10.5194/nhess-25-1057-2025>



Kemajuan teknologi seharusnya tidak menjauhkan manusia dari alam dan nilai kemanusiaan, melainkan menjadi alat untuk merawat keduanya.

