KOTA TANGGUH IKLIM DAN MASA DEPAN URBANISASI INDONESIA

Mengelola risiko iklim dan urbanisasi secara terpadu untuk kota yang lebih layak huni, berkeadilan, dan berkelanjutan di seluruh Indonesia.

Kota yang aman, inklusif, hijau, dan berdaya saing untuk generasi sekarang dan mendatang.



RISIKO

Kota Indonesia menghadapi berbagai risiko iklim yang semakin meningkat.

BANJIR
Hujan ekstrem, drainase terbatas, permukaan tanah semakin kedap.

PANAS
Suhu makin tinggi, pulau panas perkotaan dan risiko kesehatan.

ROB
Kenaikan muka laut, penurunan tanah, ancaman pesisir kota.

KEKERINGAN
Ketersediaan air berkurang, persaingan antar pengguna air meningkat.

PILAR

Fondasi untuk kota tangguh iklim dan berkelanjutan.

1. **Tata ruang berbasis risiko**
Mengintegrasikan risiko iklim dalam perencanaan dan pemanfaatan ruang.

2. **Infrastruktur dan solusi berbasis alam**
Infrastruktur hijau-biru, restorasi ekosistem, seperti sungai, mangrove dan ruang terbuka hijau.

3. **Perumahan dan layanan dasar**
Hunian aman dan layak, air bersih, sanitasi, drainase, transportasi publik yang terjangkau dan rendah emisi.

4. **Tata kelola, data dan partisipasi**
Kolaborasi pemerintah, swasta, masyarakat, berbasis data dan partisipasi yang inklusif.

ARAH

Strategi untuk masa depan urbanisasi Indonesia.

Kota kecil-menengah sebagai pusat peluang
Pengembangan kota kecil dan menengah yang tangguh, terkoneksi, dan berdaya saing sebagai motor pertumbuhan baru.

Metropolitan inklusif
Kota besar yang lebih hijau, terhubung, layak huni, dan memberikan kesempatan yang setara bagi semua.

Perlindungan kelompok rentan
Perempuan, anak, lansia, penyandang disabilitas dan masyarakat berpenghasilan rendah dalam setiap kebijakan dan program.

ALUR KETANGGUHAN

Dari risiko menuju kota yang lebih kuat.

ANTISIPASI
Kenali risiko, peta kerentanan, dan rencana aksi.

LINDUNGI
Kurangi risiko melalui tata ruang, infrastruktur dan solusi berbasis alam.

PULIHKAN
Bangun kembali lebih baik setelah bencana dengan prinsip *build back better.*

BELAJAR & BERTRANSFORMASI
Evaluasi, inovasi, dan adaptasi berkelanjutan menuju kota yang lebih tangguh.

Prof. Ir. Rudy C. Tarumingkeng, PhD | Guru Besar Manajemen dan AI Data Analyst | IBM-ASMI | RudyCT Academic Series | www.rudyct.com/cv.pdf

KOTA TANGGUH IKLIM DAN MASA DEPAN URBANISASI INDONESIA

Prof. Ir. Rudy C. Tarumingkeng, PhD

Profil penulis: www.rudyct.com/cv.pdf

IBM-ASMI | RudyCT Academic Series

Abstract

Indonesia sedang memasuki masa isiko pertumbuhan kota, perubahan iklim, dan transformasi ekonomi berlangsung secara bersamaan. Artikel ini menjelaskan kota risiko iklim sebagai kemampuan risiko perkotaan untuk mengantisipasi, menyerap, pulih, beradaptasi, dan bertransformasi secara adil menghadapi tekanan iklim, tanpa memindahkan risiko kepada kelompok atau wilayah lain. Dengan memadukan kerangka risiko IPCC, literatur ketangguhan perkotaan, bukti tentang kota-kota Indonesia, dan arah kebijakan nasional, artikel membahas risiko banjir, panas, kekeringan, kenaikan muka laut, serta gangguan infrastruktur dan layanan dasar. Argumen utamanya ialah bahwa ketangguhan tidak dapat dicapai melalui proyek fisik yang berdiri sendiri. Ia memerlukan tata ruang yang mengendalikan paparan, infrastruktur abu-abu dan isiko berbasis alam yang saling melengkapi, perlindungan isiko, tata isiko lintas skala, pembiayaan jangka isiko , data yang dapat dipertanggungjawabkan, dan partisipasi warga. Masa depan urbanisasi Indonesia akan lebih aman bila kota-kota kecil dan menengah diberi kapasitas untuk tumbuh sebagai pusat layanan dan kesempatan, sementara

metropolitan melakukan transformasi menuju isiko unan rendah isiko dan inklusif. Artikel menawarkan kerangka tindakan bertahap untuk pemerintah, perguruan tinggi, dunia usaha, dan komunitas.

Kata kunci: adaptasi iklim; ketangguhan perkotaan; urbanisasi Indonesia; tata ruang; keadilan iklim; solusi berbasis alam.

1. Pendahuluan: Urbanisasi sebagai peluang dan ujian iklim

Kota adalah tempat peluang dan risiko bertemu. Di dalamnya terkonsentrasi pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, jaringan transportasi, pasar, pusat pemerintahan, dan inovasi. Kedekatan antarpelaku dapat meningkatkan produktivitas serta mempercepat pertukaran pengetahuan. Namun, kepadatan yang tidak didukung perumahan layak, sanitasi, drainase, ruang terbuka, transportasi publik, dan perlindungan sosial juga dapat membuat gangguan setempat menjalar menjadi gangguan sistemik. Banjir yang memutus jalan utama, misalnya, dapat sekaligus menghambat pekerja mencapai tempat kerja, mengganggu distribusi pangan, menunda pelayanan kesehatan, dan menurunkan pendapatan usaha kecil. Dengan demikian, kota bukan sekadar kumpulan bangunan; ia merupakan jejaring layanan dan hubungan sosial yang saling bergantung.

Indonesia mengalami urbanisasi sebagai bagian dari perubahan demografi dan ekonomi jangka panjang. Bappenas menyatakan lebih dari separuh penduduk telah tinggal di kawasan perkotaan dan memproyeksikan proporsi sekitar 72,9 persen pada 2045 (Kementerian PPN/Bappenas, 2025). Angka proyeksi bergantung pada definisi wilayah perkotaan, asumsi demografi, dan metode pengukuran; karena itu angka ini perlu dibaca sebagai arah transformasi, bukan ramalan pasti. Revisi World Urbanization Prospects 2025 PBB juga menekankan perlunya membedakan kota, kota kecil, dan kawasan

perdesaan dengan pendekatan spasial yang lebih terbanding lintas negara (United Nations Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2025). Implikasi kebijakannya jelas: kebutuhan Indonesia tidak hanya terletak pada pengelolaan satu megapolitan, tetapi juga pada ribuan pusat permukiman yang membentuk sistem perkotaan nasional.

Perubahan iklim memperbesar tantangan tersebut. Gelombang panas, hujan ekstrem, banjir pesisir, kekeringan, kebakaran, dan gangguan ekosistem memengaruhi kota melalui banyak jalur sekaligus. IPCC menunjukkan bahwa paparan dan kerentanan perkotaan meningkat ketika pertumbuhan cepat berlangsung di tempat dengan kapasitas adaptasi terbatas, terutama permukiman informal dan kota kecil-menengah yang belum memiliki sumber daya kelembagaan memadai (IPCC, 2022). Bagi Indonesia, risiko iklim tidak dapat dibahas terpisah dari topografi kepulauan, garis pantai panjang, pola monsun, konsentrasi penduduk, ketergantungan pada air tanah, serta ketimpangan akses layanan dasar.

Artikel ini mengajukan tesis bahwa kota tangguh iklim bukan kota yang menjanjikan bebas dari gangguan. Ketangguhan adalah kapasitas kolektif untuk mengurangi paparan yang dapat dicegah, melindungi orang ketika bahaya terjadi, menjaga fungsi penting, belajar dari kegagalan, dan mengubah pola pembangunan yang terus menghasilkan kerentanan. Ukuran keberhasilannya bukan hanya panjang tanggul atau jumlah kolam retensi, melainkan apakah risiko menurun, layanan tetap dapat diakses, pemulihan berlangsung cepat, dan kelompok yang paling terdampak ikut menentukan pilihan. Perspektif tersebut membantu memindahkan pembicaraan dari "proyek penanggulangan bencana" menuju pengelolaan transformasi urbanisasi selama beberapa dekade.

2. Memahami kota tangguh iklim

Istilah ketangguhan perkotaan sering digunakan dengan makna berbeda. Meerow, Newell, dan Stults (2016) menunjukkan bahwa definisi ketangguhan dipengaruhi oleh pertanyaan tentang apa yang dianggap sebagai kota, kondisi awal yang hendak dipertahankan, skala waktu perubahan, dan siapa yang memperoleh manfaat. Pertanyaan "tangguh untuk siapa, terhadap apa, kapan, di mana, dan untuk tujuan apa?" sangat penting karena suatu kota dapat pulih dengan cepat secara ekonomi, tetapi membiarkan keluarga berpenghasilan rendah kehilangan rumah atau mata pencaharian. Ketangguhan yang hanya berarti kembali ke keadaan semula juga dapat mempertahankan keadaan yang sejak awal tidak adil dan tidak aman.

Dalam artikel ini, kota tangguh iklim dipahami sebagai sistem sosial-ekologis dan kelembagaan yang mampu mengantisipasi risiko iklim, membatasi dampak, memulihkan fungsi dasar, belajar, beradaptasi, dan melakukan transformasi ketika struktur lama menghasilkan kerentanan. Pengertian ini mencakup tiga kapasitas yang saling terkait. Kapasitas absorptif membantu kota menahan gangguan jangka pendek, misalnya melalui sistem peringatan, tempat evakuasi, dan jaringan komunikasi. Kapasitas adaptif memungkinkan penyesuaian bertahap seperti perubahan desain drainase atau jadwal kerja saat panas ekstrem. Kapasitas transformatif mengubah aturan, investasi, dan distribusi ruang ketika perbaikan bertahap tidak lagi memadai.

Kerangka risiko IPCC membantu memperjelas hubungan tersebut. Risiko muncul dari interaksi bahaya iklim, paparan manusia dan aset, serta kerentanan sistem yang terpapar (IPCC, 2022). Banjir sungai, misalnya, merupakan bahaya; rumah, sekolah, jalan, dan fasilitas kesehatan di dataran banjir menjadi unsur terpapar; kualitas bangunan, kemiskinan, keterbatasan informasi, dan akses evakuasi membentuk kerentanan. Mitigasi dapat menekan emisi yang mendorong perubahan iklim, sedangkan adaptasi

mengurangi dampak yang telah atau akan terjadi. Keduanya perlu dirancang bersama: pembangunan transportasi publik rendah emisi dapat mengurangi polusi sekaligus memperluas akses, sementara ruang hijau dapat menurunkan panas dan mengelola limpasan apabila pemeliharaan serta akses publik dijamin.

Ketangguhan juga harus dinilai lintas skala. Satu lingkungan dapat terlindungi oleh pompa, tetapi risiko berpindah ke kawasan hilir apabila air dibuang tanpa koordinasi daerah aliran sungai. Satu kota dapat mengamankan pasokan air dengan mengambil air dari wilayah penyangga, tetapi memperburuk tekanan ekologi dan konflik di sana. Karena itu, sistem perkotaan perlu dipahami sebagai jejaring yang terhubung dengan daerah tangkapan air, pesisir, rantai pasok, energi, dan kota-kota tetangga. Kota yang resilien secara lokal tetapi memindahkan beban kepada wilayah lain belum dapat disebut tangguh secara berkelanjutan.

3. Masa depan urbanisasi Indonesia: dari megapolitan ke jejaring kota

Urbanisasi Indonesia mempunyai beberapa wajah. Jakarta dan kawasan metropolitan di Jawa memuat konsentrasi penduduk, ekonomi, infrastruktur, dan pemerintahan yang besar. Namun, pertumbuhan juga berlangsung pada kota menengah dan kecil, koridor antarkota, kawasan industri, kota pelabuhan, serta pusat wisata. Laporan Bank Dunia tentang potensi perkotaan Indonesia menekankan bahwa urbanisasi dapat meningkatkan produktivitas jika kota mampu menghubungkan orang dengan pekerjaan dan layanan, tetapi manfaatnya bergantung pada tata kelola lahan, perumahan, dan infrastruktur (World Bank, 2019). Bila kebijakan hanya berfokus pada kota terbesar, peluang untuk menciptakan jaringan pusat pertumbuhan yang lebih seimbang akan hilang.

Urbanisasi bukan semata perpindahan penduduk dari desa ke kota. Ia mencakup perluasan batas terbangun, perubahan mata pencaharian, peningkatan konektivitas, perubahan pola konsumsi, dan integrasi wilayah pinggiran ke dalam ekonomi perkotaan. Di kawasan metropolitan, batas administratif sering tidak mencerminkan batas fungsional perjalanan, pasar kerja, aliran air, dan jaringan ekologi. Banjir, kemacetan, pencemaran udara, dan kebutuhan perumahan tidak berhenti di batas pemerintah kota. Oleh sebab itu, perencanaan perlu bergerak dari pendekatan administratif yang terpisah menuju tata kelola metropolitan yang menghubungkan pemerintah pusat, provinsi, kabupaten/kota, dan komunitas lokal.

Pertumbuhan yang tersebar dapat mengurangi tekanan pada satu pusat, tetapi berisiko menghasilkan urban sprawl jika permukiman dan kawasan industri berkembang jauh dari angkutan umum dan layanan dasar. Sprawl meningkatkan jarak perjalanan, konsumsi energi, biaya jaringan utilitas, kehilangan lahan pertanian, dan fragmentasi habitat. Sebaliknya, pemadatan yang tidak memperhatikan daya dukung dapat memperbesar suhu lokal, limpasan, dan tekanan terhadap air. Maka, pilihan kebijakan bukan sekadar "padat atau menyebar", melainkan bentuk kepadatan, lokasi, campuran fungsi, kualitas ruang publik, dan akses terhadap transportasi serta layanan.

Kota kecil dan menengah penting bagi ketangguhan nasional karena sebagian besar layanan dasar, perdagangan, dan aktivitas pemerintahan sehari-hari berlangsung di luar metropolitan terbesar. Mereka dapat menyerap pertumbuhan penduduk dan usaha apabila memiliki akses konektivitas yang baik, perguruan tinggi atau pusat pelatihan, layanan kesehatan, tata ruang yang konsisten, dan kemampuan fiskal untuk merawat infrastruktur. Namun, kapasitas teknis dan data di banyak pemerintah daerah terbatas. Bappenas dan pemerintah nasional perlu memandang dukungan kepada kota kecil bukan sebagai proyek sekunder, melainkan investasi untuk

membentuk sistem urban yang lebih tersebar, adaptif, dan tidak terlalu bergantung pada satu pusat.

Masa depan urbanisasi juga memerlukan pengakuan atas mobilitas dan pilihan warga. Kebijakan relokasi, penataan permukiman, dan pembatasan pembangunan dapat mengurangi bahaya, tetapi berpotensi memutus akses terhadap pekerjaan, sekolah, jaringan sosial, serta lokasi usaha. Dalam situasi tertentu, relokasi terencana dapat menjadi pilihan yang paling aman. Namun, ia harus berbasis informasi risiko, persetujuan yang bermakna, ganti rugi layak, kepastian tenurial, akses penghidupan, dan pemantauan setelah perpindahan. Jika tidak, risiko hanya dipindahkan dari lingkungan yang dianggap rawan ke ruang sosial dan ekonomi rumah tangga.

4. Peta risiko iklim perkotaan Indonesia

4.1 Banjir, hujan ekstrem, dan gangguan sistem

Banjir perkotaan terbentuk dari kombinasi hujan, kondisi sungai dan pesisir, perubahan tutupan lahan, kapasitas drainase, penurunan muka tanah, pengelolaan sampah, dan tata ruang. Pemanasan iklim dapat meningkatkan intensitas hujan ekstrem di berbagai konteks, tetapi besarnya perubahan dan implikasi lokal perlu dinilai berdasarkan data serta proyeksi wilayah. Penelitian pemodelan untuk Jakarta menunjukkan bahwa skenario masa depan dengan perubahan iklim dan pertumbuhan kota dapat meningkatkan intensitas hujan, debit puncak, dan genangan; studi tersebut juga menemukan bahwa interaksi perubahan tutupan lahan dan hujan penting untuk dianalisis bersama (Priyambodoho et al., 2022). Temuan ini mengingatkan bahwa proyek drainase tidak dapat menggantikan pengendalian pembangunan di kawasan resapan dan dataran banjir.

Risiko banjir dapat merambat melalui ketergantungan infrastruktur. Genangan pada gardu listrik dapat mengganggu pompa dan komunikasi; kerusakan

jalan memutus akses ambulans; terganggunya pelabuhan atau pasar menghambat pasokan barang; air tercemar meningkatkan beban kesehatan masyarakat. Kota perlu memetakan fasilitas yang kritis, jalur alternatif, kapasitas cadangan, dan ketergantungan antarsektor. Perencanaan kontinuitas layanan harus mencakup rumah sakit, air bersih, sanitasi, transportasi, jaringan listrik, sekolah, serta layanan administrasi yang diperlukan warga selama dan sesudah bencana.

4.2 Panas ekstrem dan pulau panas perkotaan

Panas ekstrem adalah risiko kesehatan, produktivitas, dan keadilan. Permukaan beraspal dan bangunan rapat menyerap serta menyimpan panas; minimnya pohon dan ruang teduh memperburuk paparan; ventilasi yang buruk dapat meningkatkan suhu dalam rumah. Dampak tidak terdistribusi merata. Pekerja luar ruang, lansia, bayi, penyandang disabilitas, warga dengan penyakit kronis, penghuni rumah sempit, dan keluarga tanpa pendinginan memadai memiliki pilihan perlindungan lebih sedikit. Di lingkungan kerja, panas mengurangi kenyamanan dan konsentrasi, meningkatkan risiko dehidrasi, serta dapat menurunkan produktivitas.

Penelitian lintas wilayah di Jawa menemukan pertumbuhan kawasan terbangun dan penguatan pulau panas permukaan pada area kajian, termasuk kawasan metropolitan Jakarta, Bandung-Cimahi, dan Sukabumi. Peneliti melaporkan bahwa beberapa kawasan mengalami penggandaan area perkotaan sejak 2000 dan peningkatan intensitas pulau panas permukaan yang mendekati 6°C di lokasi kajian; angka tersebut merupakan hasil pengukuran dan definisi spesifik studi, bukan nilai yang berlaku untuk seluruh kota atau suhu udara yang dialami setiap orang (Fajary et al., 2024). Kebijakan panas karenanya perlu menggabungkan pemetaan berbasis satelit, sensor lokal, data kesehatan, dan pengetahuan warga, serta menghindari penyamaan suhu permukaan dengan suhu udara atau paparan individu.

Intervensi panas memerlukan kombinasi vegetasi, permukaan reflektif, ventilasi, koridor angin, peneduhan halte dan jalur pejalan kaki, standar bangunan, serta protokol kesehatan kerja. Penanaman pohon perlu ditempatkan di lokasi yang memberikan manfaat bagi populasi rentan dan dilengkapi pemeliharaan, ketersediaan air, serta spesies yang sesuai. Pendinginan mekanis dapat membantu pada fasilitas tertentu, tetapi jika listriknya berasal dari sumber intensif karbon dan penggunaan energi tidak efisien, solusi ini dapat memperkuat lingkaran panas. Rumah sakit, sekolah, pasar tradisional, dan tempat kerja informal patut diprioritaskan dalam rencana aksi panas.

4.3 Pesisir, kenaikan muka laut, dan penurunan muka tanah

Kota pesisir menghadapi interaksi kenaikan muka laut, gelombang, rob, abrasi, hujan, intrusi air asin, dan perubahan garis pantai. Di beberapa lokasi, penurunan muka tanah menambah tinggi relatif air terhadap daratan dan dapat dipengaruhi ekstraksi air tanah, beban bangunan, serta karakter geologi. Karena penyebabnya beragam, fenomena tersebut tidak tepat jika seluruhnya disebut akibat perubahan iklim. Akan tetapi, kombinasi proses-proses itu dapat memperbesar dampak terhadap rumah, jaringan air, jalan, dan mata pencaharian pesisir. Analisis tata ruang perlu menggunakan skenario gabungan, bukan hanya satu proyeksi bahaya.

Kota-kota pesisir kecil dan menengah juga memerlukan perhatian. Studi tentang sepuluh kota pesisir Indonesia mengidentifikasi tantangan banjir, kekeringan, badai, gelombang pasang, dan pencemaran air, serta menunjukkan sulitnya kolaborasi multipihak dan keterbatasan instrumen adaptasi lokal (Gaborit, 2022). Bukti tersebut menekankan bahwa kerentanan tidak hanya berada di megapolitan. Pemerintah daerah membutuhkan panduan teknis, akses pendanaan, dan jejaring pengetahuan untuk memilih intervensi yang sesuai dengan ekologi dan kapasitas setempat.

4.4 Kekeringan, air bersih, dan ketahanan kesehatan

Kekeringan meteorologis dapat berujung pada kelangkaan air perkotaan ketika sumber air, penyimpanan, jaringan distribusi, dan tata kelola permintaan tidak mampu mengimbangi kebutuhan. Kota yang mengandalkan air tanah tanpa pengaturan dapat menghadapi penurunan muka tanah sekaligus ketidakadilan akses: rumah tangga kaya mungkin memiliki sumur atau tangki, sedangkan warga miskin mengandalkan pasokan yang lebih mahal dan tidak pasti. Perubahan pola hujan juga dapat memengaruhi kualitas air baku, operasi waduk, dan kestabilan pasokan. Karena itu, konservasi daerah tangkapan air, pengurangan kebocoran, penggunaan ulang air, perlindungan sumber air, dan tarif yang melindungi kebutuhan dasar harus dilihat sebagai satu paket.

Risiko iklim terhadap kesehatan melampaui cedera langsung akibat bencana. Panas dapat meningkatkan gangguan kardiovaskular dan pernapasan; banjir dapat mencemari air dan mengganggu layanan kesehatan; kekeringan dapat memperburuk kebersihan dan gizi; bencana berulang dapat memengaruhi kesehatan mental serta kestabilan pendapatan. Sistem kesehatan perkotaan perlu mengintegrasikan informasi iklim ke dalam kesiapsiagaan, stok obat, rencana kontinuitas, pengawasan penyakit, dan komunikasi risiko. Puskesmas, rumah sakit, layanan ambulans, dan jaringan relawan lokal harus menjadi bagian dari desain ketangguhan, bukan hanya penerima bantuan setelah bencana.

5. Infrastruktur dan tata ruang: mengelola risiko sebelum proyek

Tata ruang merupakan instrumen adaptasi paling awal karena menentukan lokasi orang, aset, dan infrastruktur selama puluhan tahun. Ketika izin pembangunan diberikan di kawasan yang semakin rawan, biaya perlindungan dan pemulihan akan meningkat, sementara pilihan adaptasi menyempit.

Rencana tata ruang perlu memasukkan peta bahaya multi-skenario, proyeksi kenaikan muka laut dan hujan ekstrem, kondisi drainase, penurunan muka tanah, suhu, jaringan ekologi, serta kemampuan kelompok sosial untuk menghadapi dampak. Peta bukan keputusan otomatis; ia harus dipertemukan dengan data hak atas tanah, kebutuhan perumahan, konsultasi publik, dan evaluasi dampak distribusional.

Infrastruktur konvensional—tanggul, kanal, bendung, pompa, drainase, dan perlindungan pantai—dapat memberi perlindungan penting, terutama untuk melindungi fasilitas vital dan mengurangi risiko jangka pendek. Namun, infrastruktur keras memiliki umur, biaya pemeliharaan, ketidakpastian desain, dan potensi konsekuensi di luar lokasi. Tanggul dapat mendorong rasa aman semu dan pembangunan lebih padat di belakangnya; kanal dapat mempercepat aliran ke hilir; pompa membutuhkan listrik dan pemeliharaan. Karena itu, keputusan harus menguji risiko residual, perubahan bahaya di masa depan, skenario kegagalan, dampak ekologis, dan siapa yang menerima perlindungan.

Solusi berbasis alam melengkapi infrastruktur abu-abu. Taman kota, hutan kota, sabuk mangrove, lahan basah, ruang terbuka yang dapat menampung air, restorasi sungai, dan permukaan berpori dapat membantu meredam limpasan, mengurangi panas, dan mendukung keanekaragaman hayati. Efektivitasnya sangat bergantung pada tempat, skala, perawatan, dan kondisi ekologi. Mangrove tidak dapat menggantikan semua bentuk perlindungan pantai; pohon tidak menyelesaikan seluruh masalah banjir; taman resapan tidak bekerja jika tanah telah tertutup atau terkontaminasi. Desain berbasis ekosistem harus menggunakan bukti, menghindari klaim berlebihan, dan mempertimbangkan kebutuhan masyarakat lokal.

Perumahan adalah infrastruktur ketangguhan yang sering luput dari perencanaan teknis. Rumah yang aman, terjangkau, berventilasi baik, tahan

panas, memiliki sanitasi, dan berada dekat angkutan umum dapat mengurangi paparan sekaligus beban biaya rumah tangga. Penataan kampung perlu meningkatkan keselamatan tanpa menghapus mata pencaharian, jaringan sosial, dan hak warga. Jika peningkatan kualitas diikuti kenaikan harga sewa dan penggusuran terselubung, kelompok yang semula memperoleh manfaat dapat terdorong ke lokasi yang lebih rawan. Kebijakan perumahan perlu memadukan peningkatan di tempat, perlindungan penyewa, kepastian bermukim, penyediaan hunian terjangkau, dan relokasi sukarela bila risiko tidak dapat dikurangi.

Ketahanan infrastruktur harus dinilai sepanjang siklus hidup. Dalam tahap perencanaan, pemerintah perlu membandingkan pilihan dan menguji skenario risiko. Pada tahap desain, standar perlu memasukkan perubahan iklim dan aksesibilitas. Pada tahap pengadaan, kontrak perlu membagi tanggung jawab atas mutu, transparansi, dan pemeliharaan. Sesudah pembangunan, aset harus diperiksa, dirawat, dan diuji melalui latihan. Pendekatan ini lebih bermanfaat daripada mengukur keberhasilan hanya dengan nilai belanja atau jumlah bangunan yang selesai. Infrastruktur yang tidak dapat dioperasikan atau dipelihara ketika krisis terjadi bukanlah kapasitas ketangguhan.

6. Keadilan iklim dan perlindungan kelompok rentan

Ketangguhan kota mempunyai dimensi distributif, prosedural, dan pengakuan. Dimensi distributif menanyakan siapa menerima perlindungan, biaya, dan risiko sisa. Dimensi prosedural menilai siapa yang dapat berpartisipasi dan memengaruhi keputusan. Dimensi pengakuan menguji apakah pengalaman, identitas, dan kebutuhan kelompok berbeda dipahami oleh pemerintah. Ketiganya berhubungan erat. Warga yang tidak memiliki dokumen formal mungkin tidak terwakili dalam peta risiko; pekerja informal

mungkin tidak tercatat dalam rencana evakuasi; perempuan dapat menghadapi risiko keamanan berbeda di tempat pengungsian; penyandang disabilitas mungkin tidak dapat menggunakan peringatan atau jalur evakuasi yang dirancang tanpa aksesibilitas.

Kebijakan yang mengukur ketangguhan dengan indeks rata-rata dapat menyembunyikan ketimpangan. Sebuah kota mungkin memiliki tingkat kesiapsiagaan yang baik secara umum, sementara satu kelurahan memiliki paparan tinggi, layanan dasar lemah, dan ruang evakuasi terbatas. Pemerintah perlu membangun indikator yang dipilah menurut usia, gender, disabilitas, status ekonomi, pekerjaan, lokasi, dan status hunian. Data personal harus dilindungi, digunakan dengan tujuan jelas, dan dikelola secara aman. Tujuan pemilahan bukan melabeli warga sebagai "rentan", tetapi mengidentifikasi hambatan struktural yang mengurangi pilihan dan kapasitas mereka.

Partisipasi warga tidak cukup berupa sosialisasi sesudah desain selesai. Warga yang terdampak perlu terlibat sejak penentuan masalah, pengumpulan data, pemilihan alternatif, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pengetahuan lokal tentang aliran air, lokasi panas, kelompok yang membutuhkan bantuan, dan pola pergerakan dapat melengkapi data teknis. Namun, pelibatan harus menyediakan informasi yang dapat dipahami, waktu yang memadai, mekanisme umpan balik, dan perlindungan dari tekanan. Pemerintah juga perlu menjelaskan secara terbuka ketika masukan tidak diadopsi beserta alasannya.

Keadilan antargenerasi menambah horizon kebijakan. Keputusan tentang tata guna lahan, jaringan energi, pelabuhan, jalan, dan perumahan hari ini akan mengunci pola emisi dan paparan selama puluhan tahun. Infrastruktur yang dirancang dengan asumsi iklim masa lalu dapat menjadi aset terlantar atau membutuhkan biaya adaptasi besar. Di sisi lain, penundaan semua investasi bukanlah solusi, karena kelompok yang tidak memiliki akses terhadap layanan

sekarang tetap menanggung kerugian. Keadilan berarti memilih investasi yang memenuhi kebutuhan saat ini sekaligus menjaga pilihan masa depan, mengurangi emisi, dan menghindari penguncian risiko.

7. Tata kelola lintas skala dan kapasitas pemerintah daerah

Pemerintah kota berada di garis depan dalam urusan tata ruang, drainase, ruang terbuka, layanan dasar, perumahan, kesehatan, dan penanggulangan bencana. Namun, sumber bahaya dan sumber daya sering berada di luar kewenangan mereka. Daerah aliran sungai melintasi batas kabupaten; jaringan energi dan transportasi dikelola berlapis; kebijakan fiskal dan standar teknis banyak ditetapkan di tingkat nasional. Tata kelola ketangguhan karena itu memerlukan pembagian peran yang eksplisit, forum koordinasi yang berfungsi, pertukaran data, mekanisme penyelesaian konflik, dan pembiayaan yang mengikuti tanggung jawab.

Kebijakan Perkotaan Nasional 2045 menawarkan peluang untuk menghubungkan agenda kota yang inklusif, maju, hijau, tangguh, dan terkelola secara terpadu (Kementerian PPN/Bappenas, 2025). Nilai kebijakan nasional akan ditentukan oleh penerjemahannya ke rencana provinsi, rencana tata ruang, penganggaran, standar layanan, dan evaluasi kinerja daerah. Dokumen strategis tidak otomatis mengubah keputusan investasi. Perlu keterkaitan yang nyata antara target risiko, daftar proyek prioritas, pembiayaan pemeliharaan, pengadaan, dan pengawasan publik.

Kapasitas lokal meliputi aparatur yang memahami risiko, data yang dapat digunakan, kewenangan yang memadai, pendapatan, koordinasi lintas dinas, dan kemampuan mengelola kontrak. Banyak pemerintah daerah menghadapi pergantian kepemimpinan dan staf, sehingga pengetahuan teknis dapat hilang. Penguatan kapasitas bukan semata pelatihan satu kali; ia memerlukan unit atau fungsi yang jelas, dokumentasi proses, sistem pembelajaran

antarkota, dukungan universitas, dan akses kepada tenaga profesional. Kota dengan sumber daya fiskal terbatas memerlukan mekanisme dukungan yang tidak mensyaratkan kapasitas proposal yang justru belum mereka miliki.

Koordinasi lintas daerah penting dalam pengelolaan kawasan metropolitan dan pesisir. Perjanjian kerja sama perlu mengatur target bersama, data, pembiayaan, jadwal, tanggung jawab, dan mekanisme akuntabilitas. Sebagai contoh, pengurangan banjir di satu kota dapat bergantung pada perlindungan lahan resapan di kabupaten sekitar; sistem transportasi komuter membutuhkan integrasi rute, tarif, dan layanan antarwilayah; pengelolaan sampah dapat memengaruhi kualitas sungai yang melintasi beberapa yurisdiksi. Koordinasi yang hanya berupa rapat berkala tanpa mandat dan sumber daya sulit mengubah perilaku investasi.

Keterbukaan dan akuntabilitas juga merupakan infrastruktur ketangguhan. Data anggaran, tender, perubahan tata ruang, analisis dampak, serta hasil konsultasi publik perlu mudah diakses. Mekanisme pengaduan harus dapat digunakan oleh warga yang terdampak, termasuk ketika proyek perlindungan menimbulkan kerugian baru. Audit sosial dan evaluasi independen dapat menilai apakah manfaat proyek mencapai kelompok sasaran. Kepercayaan publik meningkatkan kemungkinan warga mengikuti peringatan, mendukung pemeliharaan, dan bekerja sama dalam respons darurat.

8. Pembiayaan dan insentif untuk kota tangguh

Kebutuhan pembiayaan adaptasi mencakup belanja modal dan biaya rutin. Kota harus membiayai perencanaan, operasi, inspeksi, pemeliharaan, pelatihan, sistem peringatan, perlindungan sosial, serta pemulihan. Jika evaluasi proyek hanya mencatat pembangunan aset, biaya yang menentukan keberlanjutan sering tertinggal. Analisis biaya-manfaat perlu menghitung kerugian yang dapat dihindari, manfaat kesehatan, nilai waktu, kualitas

lingkungan, dan konsekuensi bagi rumah tangga. Ketidakpastian iklim menuntut analisis sensitivitas dan pilihan yang dapat disesuaikan, bukan satu angka pasti yang memberi kesan presisi palsu.

APBD, transfer fiskal, pendanaan pusat, pembiayaan pembangunan, dan sumber swasta dapat mendukung agenda kota. Setiap instrumen memiliki syarat, risiko, dan distribusi biaya yang berbeda. Utang dapat sesuai untuk aset berumur panjang jika kemampuan pembayaran dan manfaatnya jelas, tetapi tidak cocok untuk semua pemerintah daerah. Kerja sama pemerintah dan badan usaha membutuhkan alokasi risiko yang transparan dan pengawasan kontrak. Pendanaan iklim tidak boleh menjadi label baru untuk kegiatan rutin tanpa bukti tambahan manfaat adaptasi atau mitigasi. Pemerintah perlu melacak aliran dana, lokasi penerima manfaat, dan hasil yang dicapai.

Instrumen berbasis lahan dapat membantu menangkap sebagian kenaikan nilai yang dihasilkan investasi publik, tetapi penerapannya harus menjaga keterjangkauan dan hak warga. Tarif layanan air dan energi dapat mendorong efisiensi, tetapi harus melindungi kebutuhan dasar. Asuransi dapat membagi sebagian risiko, namun tidak menggantikan pencegahan dan tidak selalu tersedia bagi rumah tangga berpendapatan rendah. Dana kontinjensi dan perlindungan sosial adaptif dapat membantu keluarga mengatasi guncangan tanpa menjual aset produktif atau mengurangi konsumsi penting. Desain pembiayaan yang tangguh memadukan pencegahan, respons cepat, dan pemulihan jangka panjang.

Prioritas investasi semestinya mengikuti risiko dan manfaat sosial, bukan semata visibilitas proyek. Peningkatan drainase lingkungan, perbaikan rumah, peneduhan ruang publik, sanitasi aman, penguatan layanan kesehatan, dan pengelolaan air dapat memberi manfaat besar bagi kelompok yang selama ini kurang terlindungi. Proyek besar tetap dapat diperlukan, tetapi harus

dibandingkan dengan portofolio alternatif dan diuji terhadap skenario gagal. Penganggaran responsif iklim yang terhubung dengan indikator kinerja dan audit dapat memperbaiki konsistensi antara rencana dan realisasi.

9. Data, teknologi digital, dan peran perguruan tinggi

Kota memerlukan sistem informasi risiko yang menggabungkan data iklim, penggunaan lahan, infrastruktur, kesehatan, demografi, dan kerentanan sosial. Penginderaan jauh dapat membantu memetakan perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan; sensor dapat mengamati hujan, muka air, kualitas udara, dan kondisi jaringan; model dapat menguji skenario. Akan tetapi, teknologi tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang lebih adil. Data mungkin tidak lengkap, memiliki resolusi yang tidak sesuai, bias terhadap wilayah formal, atau tidak mewakili kelompok yang sulit dijangkau. Pemerintah perlu mencatat asal data, metode, ketidakpastian, frekuensi pembaruan, dan batas penggunaannya.

Peringatan dini harus dipahami sebagai rantai layanan: pemantauan bahaya, interpretasi, penyampaian pesan, pemahaman warga, kapasitas bertindak, dan bantuan setelah respons. Aplikasi tidak berguna bagi warga yang tidak memiliki gawai, sinyal, literasi digital, atau kemampuan berpindah. Karena itu, kanal digital harus berjalan bersama sirene, radio, pusat komunitas, relawan, dan komunikasi langsung. Peringatan perlu menggunakan bahasa yang jelas, mempertimbangkan kebutuhan disabilitas, menjelaskan tindakan yang harus dilakukan, dan diuji bersama masyarakat.

Kecerdasan buatan dapat mendukung analisis pola genangan, prakiraan, pemeliharaan aset, dan penentuan prioritas, tetapi perlu tata kelola yang ketat. Model harus diuji pada kondisi lokal, diberi dokumentasi data, dievaluasi atas kesalahan, dan tidak menjadi satu-satunya dasar keputusan yang berdampak pada hak warga. Penggunaan AI untuk menilai kelayakan

bantuan, relokasi, atau klaim asuransi dapat memperkuat bias jika data historis mencerminkan ketimpangan. Mekanisme keberatan, pemeriksaan manusia, perlindungan data, dan transparansi model diperlukan. Teknologi sebaiknya menguatkan kapasitas publik, bukan menutup proses keputusan dari pengawasan.

Perguruan tinggi mempunyai peran strategis sebagai pusat pengetahuan, pendidikan profesional, penghubung lintas disiplin, dan mitra komunitas. Kampus dapat mengembangkan laboratorium hidup untuk menguji desain peneduhan, pengelolaan air, bahan bangunan, atau sistem informasi bersama warga. Program manajemen, teknik, kesehatan, arsitektur, kebijakan publik, ekonomi, dan ilmu sosial dapat berkolaborasi mengkaji risiko sebagai masalah sistem. Kemitraan penelitian perlu menyepakati pertanyaan bersama, kepemilikan data, manfaat lokal, dan cara menyampaikan hasil agar dapat digunakan pemerintah dan masyarakat.

Pendidikan tinggi juga perlu menyiapkan tenaga kerja untuk ekonomi perkotaan yang beradaptasi. Kurikulum dapat mengintegrasikan literasi iklim, analisis data, tata kelola, pembiayaan, komunikasi risiko, dan etika teknologi. Pelatihan bagi aparatur daerah dan praktisi dapat membantu menerjemahkan temuan akademik ke dalam rencana anggaran serta standar operasi. Sebaliknya, pengetahuan praktisi dan komunitas dapat memperbaiki teori dan penelitian. Kolaborasi yang berulang dan saling belajar lebih bermanfaat daripada konsultasi sesaat ketika suatu proyek sudah ditetapkan.

10. Kerangka aksi menuju kota tangguh iklim

Kerangka aksi perlu menghubungkan diagnosis, prioritas, pelaksanaan, dan pembelajaran. Tahap pertama ialah membangun profil risiko yang mengidentifikasi bahaya, paparan, kerentanan, aset kritis, kelompok sosial, dan ketidakpastian. Profil tersebut perlu menggunakan skenario beberapa

horizon waktu dan memetakan keterkaitan lintas wilayah. Hasilnya bukan satu indeks peringkat yang menutupi variasi, melainkan kumpulan bukti yang membantu menjawab lokasi mana yang perlu tindakan, tindakan apa yang masuk akal, dan siapa yang harus dilibatkan.

Tahap kedua ialah menyepakati tujuan perlindungan dan batas risiko yang dapat diterima. Pemerintah perlu menentukan layanan apa yang harus tetap berjalan, kelompok mana yang harus diprioritaskan, serta tingkat kerugian apa yang tidak dapat diterima. Pilihan ini bersifat politis sekaligus teknis. Masyarakat harus memahami konsekuensi alternatif, termasuk biaya, waktu, risiko sisa, dan kemungkinan efek samping. Keputusan dapat disusun dalam bentuk portofolio: langkah segera, investasi jangka menengah, serta transformasi struktural yang membutuhkan perubahan tata ruang atau mata pencaharian.

Tahap ketiga ialah memilih intervensi berlapis. Pencegahan mencakup pengendalian pemanfaatan ruang dan perlindungan ekosistem; pengurangan risiko mencakup infrastruktur, standar bangunan, dan layanan dasar; kesiapsiagaan mencakup peringatan dan evakuasi; pemulihan mencakup dukungan sosial, pemulihan usaha, dan perbaikan layanan; transformasi mencakup perubahan aturan dan pola investasi yang mempertahankan kerentanan. Satu tindakan harus dievaluasi terhadap dampaknya bagi wilayah lain, kelompok rentan, emisi, kesehatan, dan keanekaragaman hayati.

Tahap keempat ialah memastikan pendanaan, mandat, dan kapasitas. Setiap kegiatan perlu memiliki penanggung jawab, sumber pembiayaan, rencana pemeliharaan, jadwal, indikator, serta mekanisme pengaduan. Kegiatan lintas yurisdiksi membutuhkan kesepakatan pembagian biaya dan manfaat. Jika pemerintah daerah belum memiliki kapasitas untuk mengembangkan proyek, dukungan teknis harus tersedia sejak tahap identifikasi hingga evaluasi, tidak hanya berupa kompetisi proposal.

Tahap kelima ialah memantau hasil dan belajar secara adaptif. Indikator perlu mencakup perubahan paparan, kualitas layanan, kesehatan, pemulihan pendapatan, akses kelompok rentan, kualitas ekosistem, dan kepercayaan publik. Evaluasi dilakukan setelah peristiwa ekstrem maupun pada periode normal. Hasil yang tidak sesuai harapan perlu menghasilkan revisi kebijakan, bukan sekadar laporan. Sistem pembelajaran antarkota dapat menyebarkan praktik yang berhasil sekaligus mengungkap konteks yang membuat suatu solusi tidak dapat disalin begitu saja.

11. Mengubah rencana menjadi hasil yang terukur

Rencana ketangguhan perlu diterjemahkan ke dalam siklus manajemen yang dapat dijalankan. Pada awal tahun anggaran, pemerintah daerah dapat menyusun daftar risiko prioritas yang menghubungkan lokasi, populasi terdampak, layanan kritis, dan investasi yang direncanakan. Setiap dinas kemudian menurunkan sasaran bersama ke dalam rencana kerja, bukan membuat indikator iklim yang terpisah dari tugas inti. Dinas pekerjaan umum, kesehatan, perumahan, lingkungan, sosial, pendidikan, dan perhubungan perlu mengetahui kontribusi yang diharapkan serta data yang harus disediakan. Kepala daerah dan DPRD berperan memastikan target tersebut memperoleh dukungan politik, anggaran, dan pengawasan.

Indikator kinerja harus menggambarkan hasil bagi manusia, bukan hanya keluaran proyek. Jumlah kilometer drainase yang dibangun, misalnya, belum menjawab apakah waktu genangan menurun, rumah tangga berpenghasilan rendah terlindungi, atau air tercemar berkurang. Jumlah pohon yang ditanam belum menunjukkan tingkat hidup tanaman, luas teduh yang dapat diakses, atau penurunan paparan panas bagi pejalan kaki. Oleh sebab itu, setiap indikator keluaran sebaiknya dipasangkan dengan indikator hasil, kelompok sasaran, lokasi, dan rentang waktu. Baseline yang dipublikasikan

memungkinkan warga menilai perubahan dan mendorong koreksi ketika kemajuan tidak sesuai harapan.

Sistem pemantauan perlu menggabungkan pengukuran rutin dengan penilaian setelah kejadian ekstrem. Pemerintah dapat mengadakan tinjauan tahunan atas keberlanjutan layanan, anggaran pemeliharaan, aduan warga, kondisi infrastruktur, serta distribusi manfaat. Setelah banjir atau gelombang panas, tinjauan pascakejadian mencatat apa yang berfungsi, siapa yang tidak terjangkau, berapa lama layanan pulih, dan perubahan apa yang perlu dilakukan. Hasil evaluasi perlu dikaitkan dengan revisi prosedur, standar teknis, dan rencana investasi. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi bagian dari tata kelola, bukan kegiatan tambahan yang berhenti setelah laporan diserahkan.

Kepemimpinan adaptif menuntut keberanian mengubah prioritas ketika bukti baru muncul. Keputusan yang sulit, seperti membatasi pembangunan di dataran banjir atau mengubah penggunaan air tanah, dapat menimbulkan biaya politik dan ekonomi jangka pendek. Pemerintah perlu menjelaskan alasan, alternatif, dukungan transisi, dan cara warga dapat menyampaikan keberatan. Komunikasi yang konsisten lebih kuat bila disertai bukti terbuka, prosedur yang adil, dan komitmen untuk menanggung biaya penyesuaian secara proporsional. Ketangguhan pada akhirnya merupakan hasil dari institusi yang dapat dipercaya, bukan sekadar teknologi yang canggih.

12. Ilustrasi penerapan: kota penyangga metropolitan

Untuk memperjelas penerapan, bayangkan sebuah kota penyangga metropolitan yang bertumbuh cepat di sepanjang koridor komuter. Skenario ini bersifat ilustratif, bukan deskripsi statistik satu kota tertentu. Kota tersebut menghadapi banjir berulang di permukiman dataran rendah, peningkatan suhu di kawasan komersial yang minim pohon, kemacetan pada koridor

utama, dan tekanan terhadap air bersih. Penduduk baru membutuhkan rumah dekat pekerjaan, sementara jaringan drainase, angkutan umum, dan pelayanan kesehatan berkembang lebih lambat daripada kawasan terbangun. Apabila pemerintah menangani tiap gejala secara terpisah, pembangunan jalan mungkin mempercepat limpasan; relokasi tanpa akses pekerjaan dapat memindahkan keluarga ke pinggiran; sumur baru mungkin memenuhi kebutuhan sesaat tetapi memperburuk persoalan air tanah.

Langkah pertama kota adalah menyatukan data yang sudah tersedia: lokasi genangan, kepadatan penduduk, fasilitas kesehatan dan sekolah, kondisi jalan, tutupan vegetasi, kualitas air, serta lokasi hunian berisiko. Pemetaan partisipatif bersama kelurahan dapat memperbaiki catatan resmi dengan informasi tentang gang kecil yang menjadi jalur evakuasi, rumah yang dihuni lansia, serta jam ketika pekerja informal berada di ruang publik. Pemerintah kemudian membentuk beberapa sasaran terukur, misalnya mengurangi durasi genangan pada akses menuju puskesmas, meningkatkan perlindungan panas bagi pejalan kaki di rute sekolah dan angkutan umum, serta memperluas akses air aman bagi kawasan yang pasokannya tidak stabil.

Pilihan tindakan disusun sebagai portofolio. Di kawasan resapan, pemerintah menahan perubahan fungsi lahan dan memberi insentif untuk ruang terbuka yang dikelola bersama. Pada permukiman yang masih dapat ditingkatkan, perbaikan drainase lingkungan, peninggian akses fasilitas, penataan sampah, dan peningkatan rumah dilakukan tanpa memutus jaringan penghidupan. Di pusat kegiatan, pohon peneduh, halte terlindung, material permukaan yang sesuai, dan rencana jeda panas bagi pekerja menjadi satu paket. Pembangunan angkutan umum dan hunian terjangkau diarahkan ke lokasi yang lebih aman, dengan jarak layanan yang dapat dijangkau berjalan kaki. Sistem peringatan banjir dihubungkan dengan petugas lingkungan, kanal digital, dan prosedur operasi puskesmas.

Dalam pengelolaan, wali kota atau sekretaris daerah memimpin forum lintas dinas dan daerah tetangga untuk menyepakati prioritas serta pembiayaan. Kampus lokal membantu menilai kualitas data dan memantau suhu serta genangan; organisasi warga menilai apakah manfaat sampai ke rumah tangga sasaran; pelaku usaha menjaga kontinuitas pekerjaan dan rantai pasok. Evaluasi tahunan membandingkan perubahan indikator dengan baseline, mengungkap wilayah yang tertinggal, dan memperbaiki prioritas. Ilustrasi ini menunjukkan bahwa ketangguhan tumbuh dari hubungan antara investasi fisik, pelayanan, perencanaan ruang, dan kemampuan institusi belajar.

13. Prioritas kebijakan untuk Indonesia

Pertama, jadikan risiko iklim sebagai variabel inti dalam tata ruang dan investasi publik. Persetujuan pembangunan baru di kawasan rawan harus didasarkan pada bukti, skenario masa depan, dan analisis dampak kumulatif. Pemerintah perlu memperkuat konsistensi antara rencana ruang, rencana pembangunan, penganggaran, perizinan, dan pengawasan. Ketidaksesuaian antar dokumen dapat menghasilkan aset baru di lokasi yang mahal untuk dilindungi.

Kedua, tingkatkan kapasitas pemerintah daerah secara berjenjang. Pemerintah nasional dapat menyediakan standar data, panduan metodologis, bantuan teknis, pembiayaan pemeliharaan, dan program pembelajaran. Kota kecil dan menengah perlu mendapat dukungan yang sepadan dengan risiko dan keterbatasan fiskalnya. Insentif kinerja dapat mendorong hasil, tetapi perlu dirancang agar daerah dengan kapasitas awal rendah tidak terus tertinggal karena gagal memenuhi persyaratan administrasi.

Ketiga, bangun sistem metropolitan dan pesisir yang berbasis wilayah fungsional. Koordinasi perlu menyertakan daerah tangkapan air, jaringan transportasi, ekosistem pesisir, pasokan air, dan rantai layanan. Perjanjian

kerja sama harus mempunyai mandat, anggaran, data, target bersama, serta mekanisme penyelesaian sengketa. Perencanaan lintas batas mengurangi kecenderungan setiap pemerintah memindahkan dampak ke daerah tetangga.

Keempat, tempatkan perumahan dan perlindungan sosial di pusat agenda adaptasi. Program peningkatan kampung, perumahan terjangkau, perlindungan penyewa, dukungan usaha mikro, jaminan akses air, serta bantuan setelah bencana dapat menurunkan kerentanan lebih cepat daripada pembangunan fisik semata. Relokasi harus menjadi pilihan terakhir ketika risiko tidak dapat dikurangi secara memadai, dengan jaminan hak dan pemulihan penghidupan.

Kelima, gunakan portofolio infrastruktur yang menggabungkan perlindungan fisik, solusi berbasis alam, manajemen permintaan, dan kesiapsiagaan. Setiap proyek perlu disertai analisis risiko residual, dampak hilir, biaya siklus hidup, emisi, dan manfaat sosial. Pengadaan terbuka serta audit pemeliharaan menjaga agar investasi publik menghasilkan layanan yang dapat diandalkan.

Keenam, kembangkan tata kelola data dan teknologi publik yang bertanggung jawab. Standar interoperabilitas, dokumentasi metadata, akses yang adil, perlindungan privasi, keamanan siber, transparansi algoritma, dan mekanisme keberatan perlu menjadi bagian dari sistem kota cerdas. Informasi risiko harus dapat digunakan masyarakat, media, peneliti, dan penyedia layanan dengan perlindungan yang sesuai.

Ketujuh, perluas pendidikan dan riset terapan. Perguruan tinggi, sekolah, organisasi profesi, dan pemerintah daerah dapat membangun kurikulum, studio perencanaan, simulasi bencana, serta laboratorium kebijakan. Penelitian harus memberi perhatian lebih besar pada kota kecil dan menengah, permukiman informal, kesehatan pekerja, dampak panas, adaptasi

berbasis komunitas, dan efektivitas biaya. Hasil ilmiah yang dapat dipahami pengambil keputusan memperkuat kualitas kebijakan.

14. Penutup: urbanisasi yang aman, adil, dan adaptif

Urbanisasi dapat menjadi penggerak kemajuan Indonesia apabila produktivitas kota berjalan bersama perlindungan manusia dan ekosistem. Perubahan iklim memperlihatkan bahwa model pembangunan yang mengabaikan lokasi, ketimpangan, air, panas, dan konektivitas tidak hanya menghasilkan masalah lingkungan; ia juga mengancam pekerjaan, kesehatan, pendidikan, investasi, dan kepercayaan terhadap pemerintah. Karena itu, ketangguhan iklim perlu diletakkan di jantung strategi pembangunan perkotaan, bukan ditempatkan sebagai program sektoral yang terpisah.

Kota tangguh bukan kota yang meniadakan seluruh bahaya, melainkan kota yang mengurangi risiko yang dapat dicegah, melindungi kelompok yang paling terpapar, menjaga layanan vital, dan mempunyai kemampuan untuk berubah. Agenda itu menuntut kombinasi tata ruang, infrastruktur, ekosistem, perlindungan sosial, pembiayaan, data, dan tata kelola. Ia juga menuntut sikap jujur terhadap ketidakpastian: proyeksi bukan kepastian, indeks bukan kenyataan lengkap, dan satu solusi tidak dapat diterapkan seragam pada semua kota.

Masa depan urbanisasi Indonesia akan ditentukan oleh keputusan yang diambil sebelum krisis berikutnya. Bila pusat pertumbuhan baru dibangun dengan akses transportasi, air, perumahan, ruang hijau, dan layanan publik yang inklusif, urbanisasi dapat menyebarkan peluang sekaligus mengurangi tekanan pada wilayah rawan. Bila kota hanya tumbuh melalui ekspansi yang tidak terkendali dan investasi yang mengabaikan kelompok tanpa daya tawar, risiko akan terakumulasi. Pilihan tersebut dapat dipengaruhi melalui

perencanaan berbasis bukti, partisipasi bermakna, akuntabilitas fiskal, dan pembelajaran lintas kota.

Pada akhirnya, ukuran ketangguhan adalah pengalaman warga dalam kehidupan sehari-hari: apakah anak dapat berjalan ke sekolah dengan aman saat hujan, apakah pekerja memiliki tempat teduh ketika panas, apakah keluarga memperoleh air bersih ketika kemarau, apakah layanan kesehatan tetap terbuka saat banjir, dan apakah masyarakat dapat memulihkan penghidupan tanpa kehilangan hak. Pertanyaan-pertanyaan konkret itu menerjemahkan visi kota tangguh menjadi tugas pemerintahan, dunia usaha, perguruan tinggi, dan komunitas. Dengan menjawabnya bersama, Indonesia dapat mengarahkan urbanisasi menuju masa depan yang lebih aman, produktif, dan berkeadilan.

Glossarium

Adaptasi iklim: Penyesuaian sistem manusia atau alam terhadap dampak iklim aktual maupun yang diperkirakan untuk mengurangi kerugian atau memanfaatkan peluang.

Bahaya (hazard): Kejadian atau tren fisik yang berpotensi menimbulkan kerugian, seperti hujan ekstrem, panas ekstrem, banjir, atau kekeringan.

Daerah aliran sungai (DAS): Wilayah daratan yang menyalurkan limpasan air menuju sungai atau badan air tertentu.

Infrastruktur abu-abu: Infrastruktur rekayasa konvensional seperti tanggul, drainase, kanal, bendung, dan pompa.

Keadilan iklim: Prinsip bahwa manfaat, biaya, perlindungan, dan proses pengambilan keputusan terkait iklim harus dibagi secara adil.

Ketangguhan perkotaan: Kapasitas sistem kota untuk mengantisipasi, menyerap, pulih, beradaptasi, belajar, dan bertransformasi menghadapi gangguan.

Paparan (exposure): Keberadaan manusia, aset, infrastruktur, layanan, atau ekosistem di lokasi yang dapat terdampak bahaya.

Pulau panas perkotaan: Kondisi ketika kawasan terbangun lebih panas dibanding lingkungan sekitarnya, dipengaruhi bahan, bentuk kota, vegetasi, dan aktivitas manusia.

Risiko iklim: Potensi dampak merugikan dari interaksi bahaya iklim, paparan, dan kerentanan.

Solusi berbasis alam: Perlindungan, pemulihan, atau pengelolaan ekosistem untuk menjawab tantangan sosial sekaligus memberi manfaat bagi manusia dan alam.

Urban sprawl: Perluasan kawasan terbangun yang menyebar dan berketergantungan tinggi pada perjalanan bermotor serta jaringan infrastruktur panjang.

Kerentanan (vulnerability): Kecenderungan untuk mengalami dampak merugikan, dipengaruhi sensitivitas dan keterbatasan kapasitas menghadapi bahaya.

Daftar Pustaka

Fajary, F. R., Lee, H. S., Kubota, T., Bhanage, V., Pradana, R. P., Nimiya, H., & Putra, I. D. G. A. (2024). Comprehensive spatiotemporal evaluation of urban growth, surface urban heat island, and urban thermal conditions on Java island of Indonesia and implications for urban planning. Heliyon, 10(13), e33708. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33708

Gaborit, P. (2022). Climate adaptation to multi-hazard climate related risks in ten Indonesian cities: Ambitions and challenges. Climate Risk Management, 37, 100453. https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100453

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Cities, settlements and key infrastructure. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability (pp. 907–1040). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.008

Kementerian PPN/Bappenas. (2025, September 15). Bappenas luncurkan Kebijakan Perkotaan Nasional 2045, dukung pembangunan perkotaan berkelanjutan. https://www.bappenas.go.id/berita/bappenas-luncurkan-kebijakan-perkotaan-nasional-2045-dukung-pembangunan-perkotaan-berkelanjutan-aMmls

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, 147, 38–49. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? Urban Geography, 40(3), 309–329. https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395

Priyambodoho, B. A., Kure, S., Januriyadi, N. F., Farid, M., Varquez, A. C. G., Kanda, M., & Kazama, S. (2022). Effects of urban development on regional climate change and flood inundation in Jakarta, Indonesia. Journal of Disaster Research, 17(4), 516–525. https://doi.org/10.20965/jdr.2022.p0516

United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2025). World urbanization prospects 2025: Summary of results (UN DESA/POP/2025/TR/No. 12). United Nations. https://desapublications.un.org/publications/world-urbanization-prospects-2025-summary-results

World Bank. (2019). Augment, connect, target: Realizing Indonesia's urban potential. World Bank. https://www.worldbank.org/en/country/indonesia/publication/augment-connect-target-realizing-indonesias-urban-potential

United Nations Human Settlements Programme. (2024). World cities report 2024: Cities and climate action. UN-Habitat. https://unhabitat.org/world-cities-report-2024-cities-and-climate-action