



Kota Tangguh Iklim dan Masa Depan Urbanisasi Indonesia

Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD

www.rudycr.com/cv.pdf

IBM-ASMI 2026

[Artikel Naratif Akademik](#)

Abstrak

Urbanisasi Indonesia berlangsung di awasa perubahan iklim, pertumbuhan awasan terbangun, ketimpangan akses layanan, dan meningkatnya paparan terhadap banjir, panas, kekeringan, serta bahaya pesisir. Artikel ini membahas bagaimana kota dapat mengarahkan pertumbuhan agar risiko tidak diwariskan kepada generasi berikutnya. Dengan menggabungkan kajian tata ruang, infrastruktur, kesehatan, keadilan sosial, pembiayaan, teknologi, dan tata kelola, tulisan ini menempatkan ketangguhan sebagai kemampuan melindungi layanan penting sekaligus mengubah penyebab kerentanan. Kasus Jakarta dan Semarang dibandingkan dengan tantangan kota menengah dan perencanaan IKN. Argumen utama artikel ialah bahwa ketangguhan iklim tidak dapat dicapai melalui satu proyek fisik; diperlukan koordinasi lintas wilayah, perlindungan kelompok rentan, investasi yang memperhitungkan biaya sepanjang umur aset, keterbukaan data, dan partisipasi bermakna. Agenda implementasi disusun melalui diagnosis risiko, prioritas yang adil, pelaksanaan dengan penanggung jawab, serta evaluasi hasil yang terpilah menurut kelompok penduduk.

Kata Kunci. Urbanisasi Indonesia; ketangguhan iklim; adaptasi perkotaan; keadilan iklim; tata ruang; infrastruktur; risiko bencana; kota pesisir

Daftar Isi

1. Urbanisasi Indonesia sebagai Persoalan Pembangunan Iklim
2. Arah dan Pola Urbanisasi
3. Risiko Iklim Perkotaan yang Saling Berkaitan
4. Ketimpangan Kerentanan dan Keadilan Iklim
5. Tata Ruang dan Pengendalian Perkembangan Kota
6. Infrastruktur Perkotaan yang Tangguh
7. Kesehatan, Panas, dan Kualitas Lingkungan
8. Tata Kelola Lintas Skala dan Kapasitas Pemerintah Daerah
9. Pembiayaan dan Ekonomi Politik Ketangguhan
10. Data, Teknologi, dan Sistem Peringatan

11. Kasus Jakarta dan Semarang
12. Kota Menengah dan IKN sebagai Ujian Perencanaan
13. Mitigasi Emisi dan Adaptasi sebagai Agenda Terpadu
14. Peta Jalan Implementasi dan Ukuran Keberhasilan
15. Agenda Pengetahuan, Pendidikan, dan Kepemimpinan
16. Kerja Sama Metropolitan dan Hubungan Hulu Hilir
17. Permukiman Informal dan Hak atas Kota yang Aman
18. Pangan Energi dan Rantai Pasok Perkotaan
19. Kesiapsiagaan Respons dan Pemulihan Bencana
20. Peran Dunia Usaha dan Pasar Properti
21. Instrumen Kebijakan dan Standar Pelaksanaan
22. Strategi Tahapan Berdasarkan Waktu dan Risiko
23. Ekosistem Perkotaan dan Infrastruktur Biru Hijau
24. Migrasi Iklim dan Perubahan Demografi Kota
25. Metode Penilaian Risiko dan Pemantauan Hasil
26. Model Pembelajaran dan Replikasi Kebijakan Antarkota
27. Prioritas Strategis bagi Pemerintah dan Masyarakat
28. Kesimpulan

1. Urbanisasi Indonesia sebagai Persoalan Pembangunan Iklim

Urbanisasi Indonesia telah mengubah susunan penduduk, kegiatan ekonomi, penggunaan lahan, dan hubungan antara kota dengan wilayah sekitarnya (World Bank, 2019). Kota menjadi pusat pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, perdagangan, pemerintahan, dan inovasi. Namun pertumbuhan perkotaan berlangsung dengan kecepatan dan mutu yang tidak seragam. Sebagian kawasan memperoleh jaringan transportasi, air bersih, sanitasi, dan ruang publik yang memadai; sebagian lain tumbuh melalui permukiman padat yang jauh dari layanan dasar. Ketimpangan itu menentukan siapa yang dapat memanfaatkan peluang kota dan siapa yang paling dahulu menanggung biaya bencana, polusi, serta gangguan iklim.

Dalam tulisan ini, ketangguhan iklim dipahami sebagai kemampuan masyarakat, institusi, dan sistem perkotaan untuk mengantisipasi bahaya, mengurangi paparan dan kerentanan, menjaga layanan penting saat terjadi gangguan, pulih secara adil, serta mengubah pola pembangunan yang terus menghasilkan risiko. Pengertian ini lebih luas daripada membangun tembok atau memperbesar saluran air. Ketangguhan berkaitan pula dengan hak atas tempat tinggal, akses terhadap informasi, kualitas lingkungan, keamanan mata pencaharian, kapasitas fiskal pemerintah, dan kemampuan warga ikut menentukan bentuk perubahan kotanya.

Indonesia menghadapi tantangan berlapis. Banyak kota pesisir berada di dataran rendah dan rentan terhadap banjir sungai, genangan pasang, abrasi, kenaikan muka laut, serta penurunan muka tanah. Kota di bagian dalam menghadapi banjir bandang, longsor, kekeringan, gangguan pasokan air, dan suhu tinggi. Pertumbuhan kawasan terbangun dapat memperbesar limpasan, menghilangkan vegetasi, menutup lahan resapan, serta menempatkan rumah dan aset ekonomi di lokasi yang berisiko. Perubahan iklim memperkuat sebagian ancaman tersebut, sedangkan keputusan pembangunan menentukan berapa banyak penduduk dan aset yang terekspos.

Laporan IPCC menekankan bahwa risiko kota muncul dari interaksi bahaya, paparan, dan kerentanan (Pelling et al., 2022). Karena itu, gejala alam yang sama dapat menimbulkan akibat berbeda pada kelompok sosial dan tempat yang berbeda. Hujan ekstrem akan lebih merusak bila drainase tersumbat, dataran banjir telah dibangun, layanan peringatan tidak menjangkau warga, atau keluarga tidak mempunyai tabungan dan pilihan tempat tinggal. Analisis ketangguhan perlu memeriksa hubungan sebab-akibat ini, bukan hanya menghitung jumlah kejadian bencana atau panjang infrastruktur yang dibangun.

Masa depan urbanisasi Indonesia bergantung pada keputusan yang dibuat sekarang. Perumahan, jalan, kawasan industri, pelabuhan, dan jaringan energi mempunyai masa pakai panjang. Apabila investasi baru mengunci pembangunan pada lokasi rentan, pola transportasi beremisi tinggi, atau penggunaan air tanah yang berlebihan, biaya koreksi kelak akan jauh lebih besar. Sebaliknya, perencanaan yang menggabungkan pengurangan emisi, adaptasi, kesehatan masyarakat, dan pemerataan dapat menghasilkan manfaat lintas sektor. Kota tangguh iklim dengan demikian bukan proyek tambahan, melainkan cara menilai mutu pembangunan urban.

2. Arah dan Pola Urbanisasi

Proyeksi dan definisi perkotaan perlu dibaca dengan cermat. Persentase penduduk urban Indonesia terus meningkat, tetapi angka dapat berbeda menurut tahun, sumber data, dan kriteria klasifikasi. Laporan urbanisasi Indonesia menekankan bahwa manfaat pertumbuhan kota bergantung pada kualitas perencanaan, layanan, dan investasi publik (World Bank, 2019; UN-Habitat, 2022). Perubahan status administratif desa menjadi perkotaan, perluasan kawasan terbangun, dan pertumbuhan daerah penyangga ikut mengubah ukuran populasi urban. Karena itu, pemerintah daerah sebaiknya tidak mengandalkan satu angka agregat. Data kepadatan, pertumbuhan penduduk, komuter, penggunaan lahan, akses layanan, dan risiko bencana harus dibaca bersama hingga skala kelurahan atau kawasan.

Pertumbuhan metropolitan sering melampaui batas administrasi kota inti. Perjalanan harian menghubungkan pusat pekerjaan dengan kabupaten dan kota satelit; sistem air, sungai, sampah, jalan, serta pasar tenaga kerja juga melintasi batas tersebut. Bila kebijakan hanya disusun dalam ruang administratif, pemerintah dapat memindahkan risiko ke tetangga tanpa mengurangi risiko keseluruhan. Pengurangan di hulu, pembangunan di dataran banjir, dan pembuangan limbah ke sungai lintas wilayah merupakan contoh keputusan lokal yang menghasilkan biaya bagi wilayah lain.

Pola urbanisasi berpengaruh langsung pada risiko iklim. Kepadatan yang dikelola dengan baik dapat mendukung transportasi umum, layanan dasar yang efisien, dan penggunaan lahan yang hemat energi. Namun kepadatan tanpa ruang terbuka, sanitasi, drainase, dan layanan publik memperburuk panas dan banjir. Perluasan kota yang terpecah meningkatkan ketergantungan pada kendaraan pribadi, memperpanjang jaringan infrastruktur, dan mendorong konversi lahan pertanian atau ekosistem. Kebijakan yang baik tidak memilih kepadatan atau perluasan secara abstrak; kebijakan menilai lokasi, fungsi, aksesibilitas, kapasitas lingkungan, dan siapa yang memperoleh manfaat.

Urbanisasi juga merupakan peluang pemerataan bila kota menyediakan pekerjaan produktif dan layanan yang terjangkau. Penguatan kota menengah dapat mengurangi tekanan migrasi ke beberapa metropolitan besar, asalkan investasi pendidikan, rumah sakit, jaringan logistik, dan konektivitas antarkota disertai perlindungan kawasan air dan pangan. Pembangunan pusat pertumbuhan baru perlu menghindari anggapan bahwa infrastruktur fisik otomatis menciptakan kualitas hidup. Keterjangkauan hunian, pekerjaan formal, transportasi aman, dan daya dukung lingkungan menentukan apakah pertumbuhan tersebut berkelanjutan.

Maka, skenario urbanisasi sebaiknya disusun dalam beberapa kemungkinan, bukan satu ramalan tunggal. Skenario dapat menguji pertumbuhan penduduk, migrasi, perubahan iklim, perluasan kawasan, dan tingkat investasi publik secara bersamaan. Pemerintah dapat menilai konsekuensi tiap skenario bagi kebutuhan air, risiko banjir, emisi transportasi, kebutuhan rumah, serta biaya layanan. Pendekatan ini membantu menghindari investasi yang hanya berfungsi bila asumsi pertumbuhan tertentu terwujud.

3. Risiko Iklim Perkotaan yang Saling Berkaitan

Banjir merupakan salah satu risiko paling terlihat, tetapi penyebabnya tidak tunggal. Curah hujan intens, limpasan dari wilayah hulu, perubahan sungai, penyempitan sempadan, permukaan kedap air, kapasitas pompa, sedimentasi, pasang laut, dan pengelolaan sampah dapat berinteraksi. Penanganan yang hanya memperbesar saluran mungkin mengurangi genangan di satu lokasi, tetapi dapat memindahkan aliran ke hilir. Penilaian risiko perlu mencakup daerah tangkapan air dan jaringan drainase secara utuh, termasuk hubungan kota inti dengan wilayah sekitarnya.

Banjir pesisir berbeda pula menurut proses lokalnya. Kenaikan muka laut menaikkan kondisi dasar bagi genangan pesisir, sementara penurunan muka tanah dapat mempercepat perubahan elevasi relatif dengan dampak yang sangat lokal. Bott dan kolega membandingkan Jakarta dan Semarang Bay serta menunjukkan pentingnya menghubungkan proses fisik dengan persepsi risiko dan penyesuaian rumah tangga. Implikasinya, desain perlindungan pesisir tidak boleh hanya menanggapi proyeksi muka laut regional; pemompaan air tanah, kondisi akuifer, pola hunian, dan pengetahuan warga perlu masuk ke dalam keputusan.

Panas ekstrem menimbulkan risiko kesehatan, produktivitas, dan konsumsi energi. Permukaan beraspal dan bangunan menyimpan panas, sementara sedikitnya naungan dan ventilasi mempersempit pilihan warga untuk menghindari paparan. Efek pulau panas perkotaan dapat berbeda menurut bentuk bangunan, jenis tutupan lahan, kelembapan, dan aktivitas manusia. Kajian lintas kota di Pulau Jawa menemukan variasi spasial dalam

pertumbuhan kota dan kondisi termal, sehingga intervensi harus didasarkan pada peta panas setempat (Fajary et al., 2024). Rekomendasi umum seperti menambah pohon perlu diterjemahkan menjadi pilihan spesies, lokasi, kebutuhan air, pemeliharaan, serta perlindungan pejalan kaki.

Kekeringan perkotaan sering hadir sebagai masalah layanan, bukan hanya kekurangan hujan. Pertumbuhan permintaan, kebocoran jaringan, pencemaran sumber air, pengambilan air tanah, dan lemahnya perlindungan daerah tangkapan dapat mengurangi ketersediaan air. Rumah tangga berpendapatan tinggi mungkin mampu membeli air kemasan atau memasang tangki, sementara keluarga miskin membayar lebih mahal untuk mutu yang lebih rendah. Ketangguhan air memerlukan diversifikasi sumber, efisiensi, konservasi daerah imbuhan, pengendalian pencemaran, dan jaminan akses minimum.

Risiko iklim dapat berantai melalui infrastruktur yang saling bergantung. Banjir dapat memutus listrik dan telekomunikasi; kehilangan listrik dapat menghentikan pompa, rumah sakit, dan layanan air. Gelombang panas menaikkan permintaan listrik ketika jaringan sedang tertekan. Gangguan pelabuhan atau jalan utama dapat menghambat bahan pangan dan obat-obatan. Pemetaan infrastruktur kritis perlu mengidentifikasi titik kegagalan bersama dan jalur alternatif, bukan hanya menilai setiap aset secara terpisah.

Paparan risiko meningkat saat rumah dan aktivitas ekonomi berada di lokasi rawan. Namun relokasi juga berpotensi menimbulkan kerugian sosial bila memutus jaringan kerja, sekolah, perawatan, atau hubungan komunitas. Pemerintah harus membandingkan pilihan perlindungan di tempat, peningkatan kualitas permukiman, pembatasan pembangunan baru, dan relokasi terencana. Keputusan tersebut memerlukan data teknis serta proses yang transparan, kompensasi adil, dan mekanisme pengaduan yang bisa diakses.

4. Ketimpangan Kerentanan dan Keadilan Iklim

Bahaya iklim tidak membedakan status sosial, tetapi kemampuan menghindari dan pulih dari dampaknya berbeda tajam. Warga berpenghasilan rendah lebih mungkin tinggal di bantaran sungai, pesisir, lereng, atau lingkungan tanpa drainase memadai. Pekerja informal kehilangan pendapatan saat akses jalan terputus atau suhu terlalu panas untuk bekerja. Anak-anak, lansia, penyandang disabilitas, ibu hamil, dan orang dengan penyakit kronis menghadapi kebutuhan khusus saat evakuasi, gelombang panas, atau krisis air. Data kota perlu menangkap perbedaan ini tanpa menstigma wilayah miskin sebagai sumber masalah.

Kerentanan dibentuk juga oleh keputusan kelembagaan. Ketidakjelasan hak atas tanah dapat menghalangi warga memperoleh layanan atau bantuan pascabencana. Standar bangunan yang tidak realistis bagi rumah tangga miskin dapat menghasilkan ketidakpatuhan, bukan keamanan. Sistem peringatan yang hanya mengandalkan telepon pintar mengecualikan warga tanpa akses digital. Prosedur bantuan yang rumit dapat membuat kelompok yang kehilangan dokumen atau alamat resmi tidak tercatat. Karena itu, pengurangan risiko perlu dimasukkan ke kebijakan perumahan, perlindungan sosial, kesehatan, pendidikan, dan administrasi kependudukan.

Keadilan iklim memiliki dimensi distribusi, prosedur, dan pengakuan. Dimensi distribusi menanyakan siapa menerima perlindungan dan siapa menanggung biaya. Dimensi prosedur memeriksa siapa yang terlibat, kapan mereka didengar, serta apakah keputusan dapat digugat. Dimensi pengakuan menuntut pemerintah memahami identitas, mata pencaharian, sejarah, dan pengetahuan kelompok yang terdampak. Ketiga dimensi ini penting dalam proyek tanggul, normalisasi sungai, penataan kampung, pengembangan ruang hijau, maupun pembatasan kawasan rawan.

Penataan kampung dapat mempertemukan pengurangan risiko dengan peningkatan mutu hidup bila warga ikut menentukan desainnya. Perbaikan drainase, sanitasi, jalur evakuasi, ruang bermain, akses kendaraan darurat,

dan kualitas rumah dapat dilakukan secara bertahap. Keberhasilan tidak cukup dinilai dari jumlah unit yang diperbaiki; perlu dilihat apakah sewa dan biaya hidup melonjak, apakah penghuni lama tetap tinggal, serta apakah usaha kecil dapat bertahan. Risiko pemindahan warga melalui kenaikan nilai lahan harus dimasukkan ke penilaian proyek.

Perlindungan sosial adaptif dapat membantu rumah tangga menghadapi guncangan sebelum, selama, dan setelah bencana. Basis data penerima manfaat yang mutakhir, pembayaran cepat, layanan kesehatan, bantuan perbaikan rumah, serta dukungan bagi pekerja informal meningkatkan kemampuan pulih. Pemerintah juga dapat merancang skema asuransi atau dana kontinjensi, dengan perhatian pada keterjangkauan premi dan ketimpangan akses. Bantuan tidak boleh menggantikan investasi pencegahan; fungsinya melengkapi kebijakan struktural yang mengurangi paparan dan kerentanan.

5. Tata Ruang dan Pengendalian Perkembangan Kota

Tata ruang menentukan bentuk risiko yang akan diwariskan selama puluhan tahun. Peta rencana perlu menggabungkan bahaya kini dan masa depan, proyeksi iklim, perubahan muka tanah, kemampuan ekosistem, pola mobilitas, dan kebutuhan perumahan. Zonasi yang mengabaikan bahaya dapat mendorong investasi masuk ke lokasi yang kelak memerlukan perlindungan mahal. Sebaliknya, larangan pembangunan tanpa alternatif perumahan dapat mendorong warga berpendapatan rendah ke permukiman informal yang lebih rentan. Instrumen tata ruang perlu disertai kebijakan lahan dan perumahan yang dapat dilaksanakan.

Penilaian risiko sebaiknya tidak bergantung pada garis batas bahaya statis. Peta genangan dapat berbeda menurut kala ulang hujan, kondisi drainase, skenario kenaikan muka laut, dan asumsi penurunan tanah. Peta panas perlu memasukkan waktu, tutupan lahan, akses ruang teduh, dan populasi yang terpapar. Pemerintah dapat menerbitkan peta dalam bentuk yang mudah dibaca, menjelaskan ketidakpastian, dan memperbaruinya ketika data atau keadaan berubah. Transparansi mendorong warga, pengembang, dan lembaga pembiayaan menguji keputusan mereka sendiri.

Kebijakan ruang terbuka biru dan hijau harus melindungi fungsi ekologis, bukan sekadar menambah luas taman yang mudah dihitung. Lahan basah, sungai, rawa, mangrove, hutan kota, kebun, dan ruang terbuka publik dapat menahan air, mendinginkan lingkungan, menyediakan habitat, serta mendukung rekreasi dan kesehatan. Setiap fungsi memiliki batas. Mangrove tidak dapat menggantikan semua bentuk perlindungan pantai; taman kecil tidak menyelesaikan banjir kawasan; pohon jalan harus dipilih dan dirawat agar tidak merusak jaringan utilitas atau membahayakan warga.

Instrumen pengendalian limpasan di lokasi pembangunan dapat mencakup sumur resapan yang dirancang sesuai kondisi tanah, permukaan berpori, kolam retensi, atap hijau, dan pemanenan air hujan. Namun kewajiban teknis saja tidak cukup bila tidak ada inspeksi, pemeliharaan, dan sanksi yang konsisten. Pengembang perlu menghitung dampak kumulatif banyak proyek terhadap kapasitas drainase. Pemerintah dapat mewajibkan pengungkapan risiko dan menilai dampak pembangunan terhadap daerah hulu-hilir, termasuk dampak perubahan elevasi dan hilangnya ruang air.

Keterpaduan rencana tata ruang dengan rencana pembangunan dan penganggaran menentukan apakah arahan ruang berpengaruh pada proyek nyata. Setiap program modal utama perlu menunjukkan kesesuaiannya dengan peta risiko dan sasaran iklim. Bila proyek yang sama berulang kali memperbesar paparan, izin dan proses penganggaran perlu ditinjau. Pengendalian juga membutuhkan kapasitas penegakan dan perlindungan dari konflik kepentingan, terutama ketika kenaikan nilai tanah menciptakan tekanan untuk membangun di lokasi sensitif.

6. Infrastruktur Perkotaan yang Tangguh

Infrastruktur tangguh menjaga layanan ketika menghadapi gangguan dan kembali berfungsi dengan cepat. Desainnya harus mempertimbangkan bahaya yang diperkirakan selama masa pakai aset, kondisi pemeliharaan, standar operasi, dan kapasitas cadangan. Jalan, jembatan, jaringan air, rumah sakit, sekolah, pasar, pelabuhan, dan sistem energi perlu dinilai berdasarkan fungsi yang disediakan bagi masyarakat, bukan hanya sebagai proyek konstruksi. Investasi yang memiliki kapasitas teknis tetapi tidak mempunyai anggaran operasi sering kehilangan manfaat sebelum umur rencana berakhir.

Sistem drainase yang tangguh menggabungkan pengurangan limpasan di hulu, ruang tampung, jaringan konvensional, pompa, pengelolaan sungai, perawatan saluran, dan kesiapsiagaan. Solusi berbasis alam dapat menyimpan air dan memulihkan proses ekologis; rekayasa abu-abu dapat melindungi lokasi tertentu ketika konsekuensi kegagalan sangat tinggi. Pilihan campuran perlu diuji untuk berbagai skenario hujan dan pasang. Pemerintah harus mencatat siapa yang dilindungi, siapa yang mungkin menerima tambahan aliran, dan bagaimana infrastruktur dipelihara setelah proyek selesai.

Sistem air perkotaan membutuhkan pengelolaan dari sumber hingga penggunaan kembali. Perlindungan daerah tangkapan, pengurangan kebocoran, diversifikasi sumber air baku, pengolahan limbah, pemanenan hujan, dan daur ulang dapat mengurangi ketergantungan pada ekstraksi air tanah. Penggunaan air tanah perlu dikelola secara bertahap, dengan memperluas layanan perpipaan dan melindungi rumah tangga yang belum memiliki alternatif. Pelarangan mendadak tanpa pengganti dapat membebani kelompok rentan dan mendorong pengambilan air secara tidak tercatat.

Transportasi berketangguhan iklim harus mempertahankan akses terhadap pekerjaan dan layanan, bukan sekadar memastikan aset jalan tidak rusak. Jalur bus dan kereta yang terlindung dari genangan, trotoar yang teduh, jaringan sepeda yang aman, rute evakuasi, dan koneksi antarmoda dapat mengurangi gangguan dan emisi. Perencanaan perlu menjaga akses bagi masyarakat berpenghasilan rendah dan penyandang disabilitas. Sistem informasi perjalanan dan protokol operasi dapat mengalihkan layanan ketika koridor utama terganggu.

Bangunan publik dapat menjadi simpul perlindungan masyarakat. Sekolah, puskesmas, balai warga, dan terminal dapat dirancang agar tetap beroperasi selama gelombang panas atau bencana, menyediakan air aman, ventilasi baik, aksesibilitas, serta pasokan energi cadangan. Rumah sakit dan fasilitas perawatan memerlukan rencana kesinambungan layanan yang mencakup tenaga kerja, rantai pasok obat, komunikasi, dan evakuasi pasien. Penilaian ketangguhan harus melihat kebutuhan pengguna yang sesungguhnya, bukan hanya spesifikasi konstruksi.

7. Kesehatan, Panas, dan Kualitas Lingkungan

Kesehatan perkotaan terkait erat dengan bentuk kota dan kualitas lingkungannya. Suhu tinggi meningkatkan risiko dehidrasi dan tekanan panas, terutama bagi pekerja luar ruang, penghuni rumah tanpa pendinginan, dan orang dengan penyakit tertentu. Banjir membawa risiko cedera, penyakit yang ditularkan melalui air, gangguan layanan kesehatan, dan tekanan psikososial. Polusi udara dan air dapat memburuk ketika sistem transportasi, pengelolaan sampah, atau sanitasi gagal. Penilaian iklim perlu menghubungkan data meteorologi dengan data kesehatan, perumahan, pekerjaan, dan akses pelayanan.

Rencana aksi panas sebaiknya mempunyai ambang peringatan yang disesuaikan dengan kondisi lokal, komunikasi yang mudah dipahami, dan tindakan operasional. Otoritas kesehatan dapat menyampaikan informasi kepada kelompok berisiko, menyesuaikan jam kerja luar ruang, membuka lokasi pendinginan yang mudah dicapai, serta memastikan air minum tersedia. Rumah sakit perlu memantau lonjakan kasus dan

mengatur kapasitas. Kampanye publik harus memberikan saran yang dapat dilakukan orang dengan sumber daya terbatas, bukan hanya menganjurkan penggunaan pendingin ruangan.

Desain bangunan dan jalan dapat mengurangi paparan panas melalui ventilasi, peneduhan, material yang sesuai, orientasi bangunan, dan vegetasi. Kebijakan perlu memperhatikan bahwa pendingin mekanis dapat menambah konsumsi listrik dan panas buangan apabila menjadi satu-satunya respons. Rumah yang padat dan tidak memiliki bukaan memadai membutuhkan solusi renovasi yang terjangkau. Pada lingkungan tropis, strategi peneduhan harus seimbang dengan aliran udara dan pengendalian kelembapan.

Ruang hijau mempunyai manfaat kesehatan dan sosial ketika dapat diakses dengan aman oleh penduduk sekitar. Taman yang jauh dari permukiman padat tidak menggantikan pohon dan ruang publik di lingkungan yang paling panas. Investasi penghijauan perlu menghindari penggusuran, pembatasan akses, atau kenaikan harga yang memindahkan warga lama. Pemerintah dapat memetakan kekurangan naungan dan taman berdasarkan kepadatan, usia penduduk, kondisi kesehatan, serta akses pejalan kaki.

Kesiapsiagaan layanan kesehatan memerlukan kerja sama antara pemerintah daerah, fasilitas kesehatan, perusahaan utilitas, dan organisasi masyarakat. Daftar fasilitas berisiko, generator cadangan, rantai dingin vaksin, komunikasi darurat, dan protokol evakuasi perlu diuji melalui latihan. Pemerintah dapat menganalisis risiko kesehatan setelah kejadian dan mengubah prosedur berdasarkan temuan. Pembelajaran tersebut harus masuk ke anggaran dan standar, bukan berhenti pada laporan evaluasi.

8. Tata Kelola Lintas Skala dan Kapasitas Pemerintah Daerah

Pemerintah kota memegang peran penting karena keputusan ruang dan layanan banyak diambil pada skala lokal, tetapi kewenangannya memiliki batas. Sungai, pesisir, DAS, jaringan transportasi, pasar tenaga kerja, dan sistem energi melampaui batas administrasi. Pemerintah provinsi dan pusat diperlukan untuk koordinasi, pembiayaan, standar, data, dan penyelesaian konflik lintas wilayah. Kolaborasi yang efektif harus membagi tugas dan sumber daya secara jelas; forum konsultasi tanpa keputusan, anggaran, atau mekanisme tindak lanjut tidak menghasilkan pengelolaan bersama.

Kajian tata kelola iklim perkotaan Indonesia menunjukkan bahwa integrasi antarsektor dan koordinasi multiaktor menjadi isu penting (Abdillah et al., 2023). Studi tentang adaptasi multi-bahaya di sepuluh kota pesisir juga menggambarkan ambisi lokal yang berhadapan dengan hambatan kerja sama, keterbatasan instrumen, dan pilihan sulit (Gaborit, 2022). Artinya, keberhasilan tidak dapat diserahkan kepada komitmen kepala daerah saja. Pemerintah memerlukan mandat kelembagaan, staf teknis, data yang konsisten, proses penganggaran, dan kontinuitas program lintas periode politik.

Pemerintah daerah dapat mengadopsi mekanisme koordinasi yang menghubungkan badan perencanaan, dinas pekerjaan umum, perumahan, kesehatan, lingkungan, transportasi, keuangan, dan kebencanaan. Unit koordinasi perlu diberi akses terhadap data, jadwal keputusan investasi, serta mandat untuk memecahkan ketidaksesuaian rencana. Pertemuan rutin sebaiknya berpusat pada keputusan yang akan dibuat dan risiko yang perlu dikurangi, bukan sekadar pertukaran laporan.

Keterlibatan warga meningkatkan legitimasi dan kualitas informasi. Warga mengetahui titik genangan, jalur yang tidak aman, pola penggunaan ruang, dan kelompok yang tidak tercakup dalam data resmi. Pemerintah perlu membuka peta dan rencana, menyediakan saluran masukan yang beragam, serta menjelaskan bagaimana masukan diterima atau ditolak. Partisipasi harus berlangsung sebelum keputusan penting terkunci. Perwakilan perempuan, penyandang disabilitas, komunitas adat, pekerja informal, dan penyewa perlu memperoleh ruang yang setara.

Kapasitas administrasi dan pembelajaran kelembagaan sama pentingnya dengan teknologi. Pemerintah perlu mempertahankan staf yang memahami analisis risiko, desain proyek, kontrak, pengadaan, dan pemeliharaan. Program peningkatan kemampuan sebaiknya terkait dengan tugas nyata dan dilaksanakan bersama universitas serta lembaga teknis. Pergantian pejabat tidak seharusnya menghapus basis data, alasan keputusan, dan evaluasi yang telah disusun.

9. Pembiayaan dan Ekonomi Politik Ketangguhan

Kesenjangan pembiayaan membatasi kemampuan kota melaksanakan adaptasi. Kebutuhan investasi mencakup pembangunan aset, pemeliharaan, operasi, perlindungan ekosistem, dukungan bagi rumah tangga, dan penguatan kapasitas. Anggaran daerah sering bersaing dengan kebutuhan layanan harian, sementara manfaat pencegahan tidak selalu terlihat segera. Perencanaan fiskal yang baik mengidentifikasi biaya sepanjang umur aset, risiko biaya kegagalan, dan manfaat sosial yang muncul di luar satu dinas atau wilayah.

Sumber pembiayaan dapat berasal dari transfer pemerintah pusat, pendapatan asli daerah, pinjaman, obligasi daerah bila kerangka memungkinkan, kemitraan pemerintah-swasta, hibah, serta pendanaan iklim. Pemilihan instrumen harus mempertimbangkan siapa yang membayar dan siapa yang memperoleh manfaat. Proyek perlindungan yang menaikkan nilai lahan dapat menghasilkan penerimaan tambahan, tetapi juga dapat mendorong spekulasi dan penggusuran. Pembiayaan campuran tidak otomatis adil; syarat kontrak, risiko fiskal, transparansi, serta keterjangkauan layanan perlu diumumkan.

Laporan iklim dan pembangunan Indonesia menempatkan adaptasi sebagai bagian dari strategi pembangunan dan investasi jangka panjang (World Bank, 2023). Perencanaan investasi dapat menggunakan penilaian ekonomi yang memperhitungkan kerugian yang dihindari, manfaat kesehatan, waktu perjalanan, kualitas ekosistem, dan distribusi manfaat. Rasio manfaat-biaya saja bisa menguntungkan kawasan bernilai aset tinggi dan mengabaikan kampung padat yang nilai pasarnya rendah, meskipun jumlah penduduk terdampaknya besar. Penilaian multi-kriteria dan analisis distribusi dapat memperlihatkan trade-off tersebut. Pemerintah sebaiknya memublikasikan asumsi, rentang ketidakpastian, dan dampak pada kelompok berpendapatan rendah.

Pemeliharaan adalah komponen pembiayaan yang menentukan manfaat nyata. Saluran yang tidak dibersihkan, pompa yang gagal, sensor yang tidak dikalibrasi, taman yang tidak dirawat, dan jaringan air yang bocor dapat membuat modal awal terbuang. Setiap proyek perlu mempunyai sumber dana operasi, penanggung jawab, standar layanan, dan prosedur pemeriksaan. Kontrak berbasis hasil dapat membantu bila indikatornya terukur dan tidak mendorong pengabaian wilayah yang lebih sulit dilayani.

Pemerintah juga dapat menggunakan pengadaan publik untuk mendorong standar bangunan dan infrastruktur yang tahan iklim, serta menciptakan permintaan bagi tenaga kerja lokal. Namun persyaratan teknis harus sesuai kemampuan pasar dan diawasi dari risiko korupsi atau praktik greenwashing. Informasi kontrak, biaya, perubahan pekerjaan, dan hasil layanan perlu tersedia bagi publik. Akuntabilitas fiskal membangun kepercayaan bahwa dana ketangguhan digunakan untuk mengurangi risiko warga.

10. Data, Teknologi, dan Sistem Peringatan

Data membantu kota memahami risiko dan memprioritaskan tindakan, tetapi kualitas keputusan tetap bergantung pada desain tata kelola. Peta elevasi, data hujan, citra satelit, sensor sungai, catatan kesehatan, jaringan infrastruktur, dan laporan warga dapat digabungkan untuk analisis. Dataset yang berbeda skala, tahun,

dan definisi perlu diperiksa sebelum dipadukan. Pemerintah harus menjelaskan ketidakpastian, membatasi akses pada data sensitif, dan menyediakan versi ringkas yang dapat dipakai masyarakat.

Sistem peringatan dini harus berujung pada tindakan yang jelas. Informasi prakiraan perlu diterjemahkan menjadi ambang operasi untuk pompa, penutupan jalan, pembukaan tempat evakuasi, pemberitahuan kepada fasilitas kesehatan, dan bantuan kepada warga. Peringatan yang terlalu sering tanpa petunjuk tindakan akan mengurangi kepercayaan. Sistem perlu menjangkau orang dengan telepon sederhana, tanpa internet, keterbatasan penglihatan atau pendengaran, serta hambatan bahasa.

Teknologi digital dapat membantu membangun kembaran digital perkotaan, model banjir, atau dasbor pemantauan, tetapi representasi digital bukan kenyataan itu sendiri. Model akan mewarisi keterbatasan data dan asumsi. Bila model tidak mencakup permukiman informal, kegiatan ekonomi harian, atau infrastruktur informal, rekomendasinya dapat mengarahkan investasi ke tempat yang sudah terlayani. Validasi lapangan dan keterlibatan pengguna memastikan bahwa peta dan simulasi sesuai dengan pengalaman warga.

Keterbukaan data dapat memperkuat akuntabilitas dan inovasi. Universitas, komunitas, media, dan usaha lokal dapat membantu menganalisis masalah jika data dasar dapat diakses dengan perlindungan privasi. Pemerintah perlu menerbitkan metadata, metode, tanggal pembaruan, dan cara melaporkan kesalahan. Sistem interoperabel mencegah setiap dinas membangun basis data terpisah yang sulit dibandingkan.

Pemanfaatan kecerdasan buatan dapat mendukung deteksi kerusakan, prakiraan lokal, dan pengelompokan laporan warga. Penerapannya harus diuji untuk bias, kesalahan, keamanan, dan kemampuan menjelaskan keputusan. Algoritme tidak boleh menggantikan tanggung jawab pejabat atau menolak bantuan tanpa pemeriksaan manusia. Tujuan teknologi adalah memperbaiki kecepatan dan mutu keputusan publik, dengan mekanisme koreksi yang mudah bagi warga.

11. Kasus Jakarta dan Semarang

Jakarta menghadapi perpaduan risiko pesisir, banjir sungai, penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan konsentrasi aset ekonomi. Respons yang bertahan lama memerlukan pengelolaan air tanah, perluasan layanan air perpipaan, perlindungan daerah imbuhan, perbaikan drainase, dan koordinasi dengan wilayah hulu serta kota penyangga. Penilaian kerentanan pesisir Jakarta juga menggabungkan muka laut relatif, penurunan tanah, perubahan garis pantai, dan karakteristik gelombang (As-syakur et al., 2023). Kebijakan perlindungan pantai dapat mengurangi ancaman tertentu, tetapi perlu dinilai dampaknya pada ekosistem, nelayan, akses pantai, dan distribusi risiko. Infrastruktur besar tidak dapat menggantikan pengurangan penyebab penurunan tanah.

Penanganan banjir Jakarta perlu menghubungkan pengendalian limpasan di wilayah hulu dan tengah dengan kapasitas sungai, waduk, drainase lingkungan, pompa, dan perlindungan pesisir. Pendekatan ini mengurangi kecenderungan mencari satu solusi tunggal. Informasi banjir harus dirancang untuk keputusan keluarga dan layanan publik: jalan mana yang ditutup, fasilitas mana yang tetap beroperasi, dan bagaimana warga dapat mengakses evakuasi. Kampung yang mengalami banjir berulang memerlukan pilihan peningkatan di tempat dan relokasi yang dinegosiasikan berdasarkan risiko serta kebutuhan sosial.

Semarang menghadapi penurunan tanah dan banjir pesisir yang telah membentuk adaptasi sehari-hari rumah tangga; kajian terdahulu telah memetakan genangan pasang yang berkaitan dengan penurunan tanah di kota tersebut (Marfai & King, 2008). Studi Bott dan kolega menunjukkan pentingnya memahami bagaimana warga menilai risiko dan menyesuaikan kehidupan mereka. Pemerintah dapat membangun perlindungan fisik, tetapi penilaian juga harus memeriksa apakah perlindungan itu mengurangi kebutuhan mitigasi penurunan tanah atau

hanya menunda konsekuensi. Akses terhadap air, pekerjaan, transportasi, dan layanan kesehatan perlu menjadi bagian dari kebijakan adaptasi.

Kedua kota memperlihatkan nilai penting strategi adaptasi yang berurutan. Langkah awal dapat meliputi pengendalian pengambilan air tanah, perbaikan layanan dasar, perlindungan ruang air, serta peningkatan sistem peringatan. Dalam jangka lebih panjang, pemerintah perlu mengevaluasi apakah sebagian area masih layak dihuni dengan biaya dan risiko yang dapat diterima. Keputusan jangka panjang tersebut memerlukan pembahasan terbuka, bukti, dan perlindungan bagi warga yang paling terdampak.

Pelajaran dari Jakarta dan Semarang berlaku pula bagi kota pesisir lain, tetapi tidak dapat dipindahkan secara mekanis. Topografi, geologi, struktur ekonomi, kapasitas pemerintah, dan organisasi masyarakat berbeda. Kota-kota pesisir kecil dan menengah sering memiliki anggaran serta tenaga teknis terbatas, sehingga dukungan nasional dan kerja sama antarkota dapat meningkatkan kemampuan analisis dan pengadaan. Strategi perlu disesuaikan dengan proses lokal, bukan meniru proyek megacity.

12. Kota Menengah dan IKN sebagai Ujian Perencanaan

Kota menengah berperan penting dalam struktur urban Indonesia. Sebagian menjadi pusat pendidikan, perdagangan, pelabuhan, pertanian, atau industri yang menghubungkan daerah pedalaman dengan pasar nasional. Pertumbuhan yang terarah dapat memperluas akses layanan dan lapangan kerja. Namun kapasitas perencanaan, pendapatan daerah, serta ketersediaan data sering lebih terbatas daripada di metropolitan besar. Dukungan teknis dan standar nasional perlu mudah diakses tanpa memaksakan satu model yang sama.

Penelitian adaptasi multi-bahaya pada sepuluh kota Indonesia menggambarkan variasi ancaman dan kemampuan lokal. Pendekatan lintas kota dapat membantu pemerintah membandingkan praktik, tetapi harus menempatkan perbedaan geografis dan sosial dalam konteks. Kota di pesisir, dataran tinggi, cekungan sungai, dan pulau kecil memerlukan pilihan berbeda. Jaringan pembelajaran antarkota dapat membagi protokol, perangkat analisis, kontrak standar, dan pengalaman implementasi.

Pembangunan Ibu Kota Nusantara memberi kesempatan untuk menguji bagaimana kota baru dapat menghindari pola yang menghasilkan risiko jangka panjang. Klaim bahwa kota dirancang hijau perlu diterjemahkan ke indikator yang dapat diverifikasi: konsumsi lahan, perlindungan hutan dan keanekaragaman hayati, ketergantungan pada kendaraan, kebutuhan air dan energi, keterjangkauan hunian, serta ketahanan terhadap panas, hujan ekstrem, kebakaran, dan kekeringan. Kajian pemodelan panas di IKN menunjukkan bahwa pembangunan urban sendiri dapat mengubah kondisi termal, sehingga rancangan iklim mikro harus diteliti secara lokal. Bukti dari Makassar juga menunjukkan bahwa ruang hijau dan biru dapat membantu melindungi sebagian permukiman informal dari paparan pulau panas (Ramsay et al., 2023).

Perencanaan kota baru juga perlu memperhitungkan kebutuhan pekerja, masyarakat yang telah tinggal di wilayah tersebut, dan komunitas adat. Pertumbuhan penduduk pendukung dapat meluas jauh dari kawasan inti apabila perumahan terjangkau tidak disediakan. Akibatnya, perjalanan panjang dan tekanan lahan dapat muncul di sekitar kota yang dipromosikan sebagai rendah emisi. Pengakuan hak, konsultasi bermakna, dan pembagian manfaat harus menjadi bagian dari evaluasi proyek.

Kota baru tidak menggantikan kebutuhan memperbaiki kota yang telah ada. Mayoritas warga perkotaan akan terus tinggal di permukiman dan metropolitan yang sudah terbentuk. Investasi nasional perlu menjaga keseimbangan antara pembangunan pusat baru dan peningkatan layanan dasar di kota-kota lama, termasuk kawasan yang mengalami banjir, panas, kemacetan, dan kekurangan air. Kemajuan urban Indonesia akan dinilai dari kualitas hidup penduduk di seluruh jaringan kota, bukan dari satu proyek unggulan.

13. Mitigasi Emisi dan Adaptasi sebagai Agenda Terpadu

Kota berkontribusi pada emisi melalui bangunan, transportasi, energi, industri, dan pengelolaan sampah. Kebijakan mitigasi dapat mengurangi paparan polusi dan biaya energi, sementara adaptasi melindungi warga dari dampak yang sudah terjadi atau tidak dapat dihindari. Keduanya dapat saling mendukung, tetapi tidak selalu otomatis sejalan. Infrastruktur pendinginan yang mengandalkan listrik berbasis fosil, tanggul yang merusak ekosistem, atau relokasi yang memperpanjang perjalanan dapat menciptakan konsekuensi iklim lain.

Transportasi umum, pembangunan berorientasi transit, jalur pejalan kaki, dan hunian dekat pekerjaan dapat menekan emisi sekaligus meningkatkan akses. Hasilnya bergantung pada keterjangkauan tarif, keselamatan, integrasi antarmoda, dan perlindungan penghuni lama di sekitar stasiun. Tanpa kebijakan perumahan, investasi transit dapat meningkatkan harga tanah dan mendorong keluarga berpenghasilan rendah semakin jauh dari pusat pekerjaan.

Efisiensi energi bangunan mengurangi biaya dan dapat menjaga kenyamanan ketika suhu meningkat. Standar bangunan perlu menggabungkan ventilasi pasif, pencahayaan, bahan, orientasi, dan ketahanan terhadap banjir atau angin. Renovasi rumah lama memerlukan dukungan keuangan dan bantuan teknis agar peningkatan standar tidak membebani pemilik berpendapatan rendah atau menaikkan biaya sewa secara berlebihan.

Pengelolaan sampah berkontribusi pada pengurangan emisi dan ketahanan drainase bila sampah tidak menyumbat aliran. Sistem harus menyediakan layanan pengumpulan yang teratur, pemilahan, pengolahan organik, pemulihan material, dan pengelolaan residu yang aman. Pekerja sektor informal yang telah mengumpulkan dan memilah bahan perlu dilibatkan dalam rancangan sistem dan memperoleh perlindungan kerja yang layak.

Kebijakan terpadu memerlukan ukuran kinerja yang menghubungkan emisi, paparan, layanan, dan pemerataan. Pemerintah dapat menilai apakah proyek menurunkan emisi per perjalanan, memperbaiki akses bagi kelompok miskin, mengurangi genangan, serta meningkatkan kesehatan. Pelaporan yang terpisah antara mitigasi dan adaptasi dapat menyembunyikan interaksi kebijakan. Penganggaran iklim sebaiknya menandai manfaat bersama dan risiko konflik antar sasaran.

14. Peta Jalan Implementasi dan Ukuran Keberhasilan

Peta jalan kota tangguh iklim dimulai dengan diagnosis yang dapat dipakai mengambil keputusan. Pemerintah memetakan bahaya, paparan, kerentanan sosial, kondisi infrastruktur, dan kapasitas fiskal. Diagnosis perlu menetapkan dasar data dan indikator sebelum proyek dipilih. Warga dan pelaku usaha harus dapat memeriksa apakah gambaran resmi sesuai dengan pengalaman setempat. Ketidaksesuaian menjadi alasan untuk memperbaiki data, bukan untuk mengabaikan kesaksian warga.

Tahap berikutnya adalah menentukan prioritas berdasarkan tingkat risiko, jumlah penduduk terdampak, potensi kehilangan layanan, biaya tindakan, dan manfaat lintas sektor. Prioritas tidak boleh semata-mata mengikuti kemudahan proyek atau nilai aset. Kota dapat mengembangkan portofolio yang mencakup perbaikan segera, investasi menengah, serta keputusan struktural jangka panjang. Setiap pilihan perlu menunjukkan ketidakpastian, biaya pemeliharaan, dan kemungkinan dampak di wilayah lain.

Pelaksanaan perlu dibagi ke dalam program dengan penanggung jawab, anggaran, jadwal, standar hasil, dan mekanisme pelaporan yang jelas. Pemerintah dapat menguji solusi pada skala terbatas, mengukur hasil, lalu memperluas intervensi yang terbukti sesuai. Uji coba harus dirancang agar tidak menjadikan warga sebagai

objek eksperimen tanpa persetujuan dan perlindungan. Pembelajaran dan koreksi perlu menjadi bagian kontrak serta prosedur kerja.

Indikator keberhasilan mencakup berkurangnya jumlah orang dan aset yang terpapar, waktu pemulihan layanan, keandalan pasokan air, jumlah rumah yang aman, akses ke ruang teduh, serta kecepatan bantuan pascabencana. Ukuran proses seperti jumlah rapat atau dokumen yang disahkan tidak menunjukkan perubahan risiko dengan sendirinya. Indikator perlu dipilah menurut pendapatan, gender, usia, disabilitas, status hunian, dan wilayah agar ketidakadilan tidak tersembunyi dalam rata-rata kota.

Evaluasi berkala menguji apakah proyek mengurangi risiko atau memindahkannya. Pemerintah perlu memantau perubahan iklim, urbanisasi, nilai lahan, kondisi ekosistem, dan perilaku penggunaan layanan. Bila asumsi awal tidak lagi berlaku, rencana dan anggaran harus dapat disesuaikan. Ketangguhan merupakan proses belajar dan pengelolaan jangka panjang, sehingga laporan kemajuan sebaiknya memuat kegagalan, alasan perubahan, dan hasil yang belum tercapai.

15. Agenda Pengetahuan, Pendidikan, dan Kepemimpinan

Perguruan tinggi dapat membantu pemerintah daerah melalui riset terapan, pendidikan lintas disiplin, dan evaluasi independen. Teknik sipil, perencanaan wilayah, kesehatan masyarakat, ekonomi, administrasi, ilmu lingkungan, komunikasi, dan ilmu data perlu bekerja bersama. Mahasiswa dapat memetakan titik genangan, menilai akses ruang teduh, menganalisis anggaran, atau mendokumentasikan adaptasi warga. Proyek akademik harus dirancang bersama mitra lokal agar hasilnya menjawab kebutuhan dan tidak berhenti sebagai laporan.

Pendidikan iklim perkotaan perlu memberi pemahaman bahwa perubahan iklim berkaitan dengan keputusan tata ruang, investasi, konsumsi, kesehatan, dan keadilan. Aparatur publik memerlukan pelatihan untuk membaca peta risiko, menyiapkan analisis biaya siklus hidup, merancang konsultasi, dan menggunakan data dengan hati-hati. Jurnalis dan masyarakat sipil dapat memperkuat pengawasan melalui literasi risiko dan akses informasi yang memadai.

Pengetahuan lokal memberi informasi yang kerap tidak tersedia dalam catatan teknis. Warga dapat mengetahui pola pasang, lokasi genangan, perubahan sumur, jalur aman, dan kebutuhan kelompok yang jarang terdengar. Pengumpulan pengetahuan perlu memperoleh persetujuan, memberi pengakuan, dan menjelaskan bagaimana informasi digunakan. Pengetahuan lokal melengkapi pengukuran ilmiah; keduanya dapat diuji dan diperbarui melalui pengamatan bersama.

Kepemimpinan kota menentukan konsistensi lintas masa. Pemimpin perlu menjaga komitmen pada layanan dan perlindungan warga meski manfaat investasi pencegahan tidak segera terlihat. Namun ketangguhan tidak boleh bergantung pada satu figur. Peraturan, pembiayaan, data, organisasi masyarakat, serta mekanisme evaluasi menciptakan kesinambungan ketika kepemimpinan berubah. Jaringan wali kota dan kemitraan antardaerah dapat mempercepat pembelajaran dan memperkuat negosiasi pendanaan.

Agenda penelitian ke depan perlu menguji efektivitas dan distribusi manfaat kebijakan. Masih diperlukan data jangka panjang tentang panas, banjir, penyakit terkait iklim, migrasi, perubahan mata pencaharian, serta dampak proyek perlindungan terhadap nilai tanah. Studi tentang kota kecil, permukiman informal, perempuan, kelompok disabilitas, dan masyarakat adat perlu diperluas. Evaluasi yang terbuka membantu membedakan tindakan yang menghasilkan ketangguhan nyata dari proyek yang hanya menampilkan citra hijau.

16. Kerja Sama Metropolitan dan Hubungan Hulu Hilir

Wilayah metropolitan bekerja sebagai satu sistem fungsional meskipun pemerintahannya terpecah. Warga tinggal di satu kabupaten, bekerja di kota inti, menggunakan jalan yang dibiayai pemerintah provinsi, dan bergantung pada air yang berasal dari daerah hulu. Bila masing-masing pemerintah mengejar target sendiri, kebijakan dapat saling meniadakan. Pembangunan permukiman baru di hulu, misalnya, dapat meningkatkan limpasan ke kawasan hilir; pembatasan lalu lintas di pusat tanpa layanan angkutan umum lintas batas dapat memperbesar kemacetan di jalan penghubung.

Kerja sama yang efektif dimulai dengan menetapkan fungsi bersama. Pemerintah perlu menyepakati batas sistem yang relevan untuk tiap masalah, karena batas DAS, perjalanan komuter, jaringan sampah, dan pelayanan air tidak selalu sama. Mereka kemudian dapat menetapkan sasaran lintas wilayah, seperti penurunan luas genangan, waktu tempuh, kehilangan air, atau emisi perjalanan. Pembagian biaya dan manfaat harus transparan agar daerah yang menanggung perlindungan hulu memperoleh dukungan yang sepadan.

Bentuk kelembagaan dapat beragam, dari perjanjian layanan hingga badan pengelola metropolitan dengan mandat khusus. Efektivitasnya ditentukan oleh kewenangan, sumber pendanaan, keterwakilan, dan akses data. Kesepakatan perlu memuat proses penyelesaian sengketa, pengawasan, dan prosedur meninjau keputusan saat risiko atau populasi berubah. Tanpa aturan tersebut, koordinasi mudah berhenti ketika prioritas politik berganti.

Kawasan hulu dan hilir memiliki hubungan ekonomi dan ekologis yang perlu terlihat dalam anggaran. Perlindungan hutan, lahan basah, mata air, dan sempadan sungai memberi manfaat bagi kota di hilir. Pembayaran jasa lingkungan atau transfer fiskal dapat membantu membagi biaya, asalkan didasarkan pada hasil terukur dan tidak mengabaikan hak masyarakat lokal. Masyarakat penjaga ekosistem perlu memperoleh manfaat dan tidak kehilangan akses terhadap sumber penghidupan.

Kerja sama metropolitan juga penting untuk evakuasi dan kesinambungan layanan. Bencana dapat membuat warga melintasi batas wilayah untuk mencari tempat aman, layanan kesehatan, atau tempat kerja alternatif. Rencana gabungan harus menjelaskan kesesuaian sistem peringatan, pembukaan tempat perlindungan, pertukaran data, pengalihan transportasi, serta pembagian biaya bantuan. Latihan bersama akan menemukan kesenjangan sebelum keadaan darurat memaksa keputusan.

17. Permukiman Informal dan Hak atas Kota yang Aman

Permukiman informal sering tumbuh karena pasar formal gagal menyediakan rumah terjangkau dekat pekerjaan. Warga memilih lokasi yang tersedia, membangun secara bertahap, dan menciptakan jaringan layanan serta dukungan sosial. Kondisi hunian mungkin padat, rentan banjir, atau tidak memiliki sanitasi, tetapi kawasan tersebut juga menjadi pusat kehidupan ekonomi dan komunitas. Kebijakan yang menganggap penghuninya sebagai masalah dapat menghilangkan pengetahuan dan kapasitas yang dibutuhkan untuk mengurangi risiko.

Pemerintah dapat meningkatkan keamanan melalui pendekatan bertahap. Langkah pertama ialah memetakan rumah, akses air, drainase, jalur evakuasi, bahaya, dan kebutuhan kelompok rentan bersama warga. Perbaikan teknis dapat diprioritaskan menurut tingkat bahaya dan kelayakan, termasuk peninggian lantai, penguatan struktur, peningkatan sanitasi, serta pembukaan akses. Kepastian bermukim atau perlindungan dari pengusiran mendadak penting agar keluarga bersedia berinvestasi memperbaiki rumah.

Ada lokasi yang risikonya tidak dapat dikurangi hingga tingkat yang dapat diterima. Dalam keadaan itu, relokasi mungkin diperlukan, tetapi harus direncanakan bersama warga dan didasarkan pada bukti. Lokasi baru perlu dekat pekerjaan dan layanan, memiliki hak tenurial yang jelas, serta terhubung dengan transportasi. Kompensasi

hanya atas nilai bangunan mengabaikan kehilangan jaringan sosial, pelanggan usaha, biaya perjalanan, dan akses terhadap sumber daya bersama.

Peningkatan lingkungan dapat memicu kenaikan harga lahan dan mendorong penggusuran melalui mekanisme pasar. Proyek ketangguhan perlu mengantisipasi perubahan sewa dan nilai properti melalui perlindungan penyewa, pengaturan pemindahan usaha, bantuan hukum, serta pemantauan perpindahan penduduk. Keberhasilan diukur dari pengurangan risiko yang dirasakan warga lama, bukan hanya dari perubahan tampilan fisik.

Organisasi warga dapat berperan dalam pemeliharaan saluran, pemetaan bahaya, penyebaran peringatan, dan pengawasan proyek. Pemerintah perlu memberi akses informasi serta sumber daya, sambil menjaga agar tanggung jawab dasar tidak dialihkan dari lembaga publik kepada sukarelawan. Kemitraan yang adil mengakui kontribusi warga serta menyediakan saluran pengaduan saat proyek atau bantuan tidak berjalan sesuai kesepakatan.

18. Pangan Energi dan Rantai Pasok Perkotaan

Kota bergantung pada jaringan pasokan pangan, energi, obat, bahan bangunan, dan barang kebutuhan sehari-hari yang membentang jauh melampaui wilayahnya. Banjir, panas, kekeringan, kebakaran, atau gangguan pelabuhan dapat memutus aliran barang dan meningkatkan harga. Rumah tangga berpendapatan rendah cepat merasakan tekanan tersebut karena sebagian besar pengeluaran mereka digunakan untuk kebutuhan dasar. Perencanaan iklim kota perlu menilai titik kritis rantai pasok dan kapasitas penyangga, bukan hanya aset di dalam batas kota.

Keamanan pangan memerlukan informasi tentang sumber pasokan, rute distribusi, gudang, pasar tradisional, fasilitas pendingin, dan ketergantungan pada energi. Pemerintah dapat menyusun protokol untuk menjaga akses pasar saat jalan terganggu dan memastikan kelompok rentan menerima bantuan. Pasar lokal, kebun kota, dan pertanian peri-urban dapat melengkapi jaringan pangan, meskipun tidak mampu menggantikan seluruh kebutuhan kota. Perlindungan lahan pertanian dan sumber air di sekitar kota memperkuat ketahanan jangka panjang.

Sistem energi harus memasok layanan penting saat permintaan naik atau infrastruktur rusak. Rumah sakit, pompa air, dan fasilitas evakuasi memerlukan rencana cadangan yang aman. Efisiensi gedung dan pembangkit terdistribusi dapat menurunkan tekanan pada jaringan, tetapi teknologi penyimpanan dan pasokan perlu disesuaikan dengan biaya, keselamatan, serta kemampuan operasi setempat. Generator berbahan bakar fosil saat gangguan dapat menambah polusi di lingkungan padat.

Transisi energi perlu melindungi pekerja dan pelanggan berpendapatan rendah. Kebijakan tarif yang mendorong efisiensi dapat membebani keluarga yang tidak mampu mengganti peralatan atau memperbaiki rumah. Program renovasi dan bantuan energi perlu diarahkan ke rumah yang paling panas dan tidak efisien. Perubahan teknologi industri dan transportasi harus disertai pelatihan agar kehilangan pekerjaan dapat diantisipasi.

Pemerintah kota dapat membangun peta ketergantungan dengan perusahaan utilitas, pasar, rumah sakit, operator logistik, dan komunitas. Peta tersebut menunjukkan jalur pasokan alternatif, stok darurat, waktu pemulihan, dan kelompok yang akan mengalami kekurangan lebih dahulu. Latihan simulasi bersama pelaku swasta menguji apakah rencana krisis dapat dijalankan ketika banyak sektor menghadapi gangguan serentak.

19. Kesiapsiagaan Respons dan Pemulihan Bencana

Ketangguhan iklim memerlukan kesiapan menghadapi kejadian yang tetap akan terjadi sekalipun adaptasi berjalan baik. Pemerintah perlu menghubungkan pemantauan risiko dengan keputusan operasional. Ketika prakiraan hujan ekstrem menunjukkan ambang tertentu, dinas terkait dapat memeriksa pompa, menutup titik jalan rawan, memberi peringatan, dan menyiapkan tempat berlindung. Ambang dan kewenangan harus diketahui sebelumnya agar respons tidak tertunda oleh kebingungan administratif.

Komunikasi risiko harus menjelaskan apa yang diketahui, apa yang belum pasti, dan tindakan yang dianjurkan. Pesan yang berbeda untuk warga, pengelola fasilitas, dan operator transportasi dapat meningkatkan kejelasan. Saluran komunikasi perlu berlapis, termasuk radio, pengeras suara, pesan singkat, media sosial, dan jaringan organisasi lokal. Informasi harus memperhatikan bahasa, literasi, dan kebutuhan akses penyandang disabilitas.

Evakuasi memerlukan transportasi yang dapat diakses, tempat perlindungan, dukungan bagi orang yang memerlukan bantuan, serta perlindungan harta benda. Rute harus diuji dalam kondisi hujan dan gangguan listrik, bukan hanya terlihat baik pada peta. Tempat pengungsian memerlukan sanitasi, privasi, air, pengelolaan obat, ruang aman bagi anak, dan tata kelola yang melindungi kelompok berisiko terhadap kekerasan.

Pemulihan pascabencana menentukan apakah kondisi sosial membaik atau kembali pada kerentanan semula. Bantuan tunai, perbaikan layanan, rekonstruksi rumah, pemulihan usaha, dan dukungan kesehatan jiwa perlu dikoordinasikan. Prinsip membangun kembali dengan lebih aman harus diterapkan melalui standar lokasi, desain, dan kualitas kerja. Namun prinsip itu tidak boleh menjadi alasan memindahkan komunitas tanpa konsultasi atau mengurangi hak atas kompensasi.

Evaluasi setelah kejadian harus menelusuri kapan peringatan diterbitkan, siapa menerimanya, layanan mana gagal, dan kelompok mana paling sulit pulih. Temuan perlu disebarkan kepada publik dan diubah menjadi perbaikan anggaran, prosedur, atau desain. Pengalaman warga merupakan bukti penting, terutama ketika data administratif tidak merekam kerugian kecil berulang seperti kehilangan upah, kerusakan barang rumah, atau biaya kesehatan.

20. Peran Dunia Usaha dan Pasar Properti

Keputusan perusahaan dan pengembang memengaruhi lokasi aset, pekerjaan, perumahan, serta infrastruktur perkotaan. Usaha dapat mengurangi risiko dengan menilai paparan fasilitas dan rantai pasok, menyesuaikan operasi, serta berbagi informasi dengan pemerintah. Namun kepentingan komersial tidak selalu sama dengan kepentingan publik. Pemerintah perlu memastikan bahwa perlindungan aset swasta tidak memindahkan banjir atau biaya kepada komunitas sekitar.

Pengembang sebaiknya mengungkap risiko iklim dan dampak proyek pada limpasan, panas, akses jalan, air tanah, dan ekosistem. Kajian dampak perlu memperhitungkan kondisi kumulatif ketika banyak proyek dibangun berdekatan. Pemerintah dapat mensyaratkan infrastruktur bersama dan memastikan pemeliharaan jangka panjang, termasuk setelah pengembang menyerahkan kawasan kepada pemerintah atau pengelola lain.

Pasar properti dapat memberi sinyal risiko bila pembeli dan pemberi pinjaman memperoleh informasi memadai. Peta bahaya yang transparan, standar pengungkapan, dan penilaian aset yang memperhitungkan risiko jangka panjang membantu mencegah harga lahan menyembunyikan biaya publik. Pemerintah perlu mencegah informasi risiko menjadi alasan spekulasi atau pemindahan warga tanpa perlindungan. Data harus dapat digunakan masyarakat untuk memperjuangkan layanan serta memperoleh dukungan teknis.

Usaha kecil menghadapi hambatan berbeda dari perusahaan besar. Pedagang, bengkel, pekerja rumahan, dan usaha keluarga mungkin tidak memiliki asuransi, fasilitas cadangan, atau akses pinjaman pemulihan. Program ketangguhan dapat menyediakan informasi, fasilitas penyimpanan aman, kredit pemulihan yang wajar, dan dukungan bagi rantai pasok lokal. Perencanaan pasar dan pusat perdagangan harus menjaga akses pelanggan serta jalur evakuasi.

Kemitraan publik-swasta perlu menyeimbangkan pembagian risiko secara transparan. Kontrak harus menyatakan standar layanan, data yang wajib dibuka, cara menangani perubahan biaya, tanggung jawab pemeliharaan, dan konsekuensi bila hasil tidak tercapai. Pemerintah tetap bertanggung jawab melindungi kepentingan publik, terutama ketika layanan dasar atau pengelolaan risiko diserahkan kepada operator komersial.

21. Instrumen Kebijakan dan Standar Pelaksanaan

Kebijakan iklim perkotaan perlu terhubung dengan perangkat hukum dan administrasi yang telah digunakan pemerintah. Rencana tata ruang, kajian lingkungan, izin pembangunan, rencana kontinjensi, standar bangunan, dan pengadaan publik dapat memasukkan pertimbangan risiko iklim. Integrasi tersebut mengurangi kemungkinan agenda ketangguhan berjalan sebagai program terpisah yang tidak memengaruhi keputusan investasi utama.

Standar teknis perlu memperhitungkan usia aset dan perubahan kondisi iklim. Desain drainase, jembatan, rumah sakit, dan fasilitas air sebaiknya diuji terhadap rentang skenario relevan, dengan ruang untuk menyesuaikan bila proyeksi berubah. Standar nasional memberi dasar konsistensi, sementara pemerintah daerah memerlukan ruang untuk menyesuaikan parameter lokal. Pembaruan standar harus disertai pelatihan dan pedoman penerapan.

Kajian lingkungan dan sosial perlu menilai dampak kumulatif, pilihan alternatif, dan distribusi risiko. Dokumen yang lengkap secara administratif belum tentu menunjukkan dampak bila data dasar lemah atau konsultasi berlangsung setelah rancangan utama ditetapkan. Pemerintah dapat meningkatkan mutu kajian melalui penelaahan independen, publikasi data, dan tindak lanjut yang dapat dilacak.

Pengadaan dapat mengubah sasaran kebijakan menjadi persyaratan yang dapat diperiksa. Dokumen tender dapat mensyaratkan ketahanan desain, penggunaan material sesuai, aksesibilitas, pengelolaan limpasan, dan rencana pemeliharaan. Indikator perlu dikaitkan dengan kualitas layanan, bukan hanya volume barang yang diserahkan. Audit teknis dan pemeriksaan masyarakat dapat membantu mendeteksi perbedaan spesifikasi dengan kondisi lapangan.

Kepastian aturan dan pengawasan yang konsisten menurunkan biaya bagi warga maupun pelaku usaha. Peraturan perlu menyatakan siapa berwenang, prosedur apa berlaku, bagaimana keberatan diajukan, dan kapan keputusan ditinjau. Kebijakan yang tidak ditegakkan secara merata mendorong pelanggaran dan mengurangi kepercayaan. Transparansi perizinan serta rekam tindak lanjut mempersempit ruang keputusan sewenang-wenang.

22. Strategi Tahapan Berdasarkan Waktu dan Risiko

Kota dapat membagi agenda ketangguhan ke dalam tindakan segera, investasi menengah, dan transformasi jangka panjang. Tindakan segera seperti pembersihan saluran, pembaruan kontak darurat, perlindungan fasilitas kesehatan, serta pemetaan titik panas dapat mengurangi kerugian dengan biaya relatif rendah. Langkah cepat

ini memberi manfaat, tetapi tidak boleh menjadi alasan menunda perubahan tata ruang, sistem air, dan pola pembangunan yang lebih mendasar.

Investasi menengah dapat memperbaiki jaringan air, transportasi, drainase, dan ruang publik, serta meningkatkan kualitas permukiman. Pilihan investasi perlu memperhatikan ketergantungan antaraset. Peningkatan jalan, misalnya, dapat mengubah arah limpasan dan memerlukan perlindungan bagi rumah yang lebih rendah. Proyek harus dirancang dengan analisis hulu-hilir dan diuji terhadap skenario berbeda.

Transformasi jangka panjang mungkin mencakup perubahan penggunaan lahan, pemindahan fungsi tertentu, penghentian pengambilan air tanah, pengembangan sistem transit, atau relokasi terencana dari lokasi berbahaya. Kebijakan tersebut menuntut negosiasi sosial dan dukungan fiskal. Pemerintah perlu memulai dialog sebelum batas risiko terlampaui agar warga mempunyai waktu mempertimbangkan pilihan dan membangun kehidupan di lokasi baru.

Keputusan dapat disusun secara adaptif melalui titik tinjau yang ditetapkan sebelumnya. Pemerintah menentukan indikator pemicu, seperti laju penurunan tanah, frekuensi banjir, penurunan mutu air, atau biaya operasi perlindungan. Bila indikator terlampaui, rencana ditinjau untuk menentukan apakah desain harus diperkuat, layanan perlu diubah, atau pilihan relokasi menjadi lebih layak. Pendekatan ini menghindari keputusan yang sepenuhnya bergantung pada satu proyeksi jauh ke depan.

Strategi bertahap memerlukan kesinambungan kebijakan lintas siklus politik. Pemerintah dapat membangun konsensus melalui target, anggaran multi-tahun, pelaporan publik, dan pengawasan legislatif. Organisasi profesi, universitas, media, serta kelompok warga dapat menjaga perhatian terhadap hasil. Kesinambungan bukan berarti kebijakan tidak boleh berubah; perubahan harus didasarkan pada bukti dan dijelaskan kepada masyarakat.

23. Ekosistem Perkotaan dan Infrastruktur Biru Hijau

Ekosistem perkotaan menyediakan fungsi yang sering tidak tercatat dalam neraca infrastruktur. Daerah resapan, sungai, rawa, mangrove, hutan kota, kebun, dan pepohonan jalan membantu mengatur air, suhu, kualitas udara, serta habitat. Kerusakan ekosistem mengurangi fungsi tersebut dan dapat menaikkan biaya layanan teknis. Namun kawasan hijau bukan ruang kosong yang bebas dialihfungsikan; banyak di antaranya menopang mata pencaharian, budaya, dan hak masyarakat.

Perencanaan infrastruktur biru hijau perlu dimulai dengan inventarisasi kondisi ekologi dan kebutuhan sosial. Pemerintah dapat mengidentifikasi hubungan antara ruang terbuka, aliran air, konektivitas habitat, panas, dan permukiman. Pemetaan harus mengikutsertakan penggunaan informal seperti berkebun, memancing, atau akses ke sungai. Pengakuan penggunaan ini membantu merancang perlindungan tanpa menutup akses warga yang bergantung pada kawasan tersebut.

Solusi berbasis alam memberi manfaat berlapis ketika dirancang dengan tujuan dan ukuran yang jelas. Lahan basah dapat menyimpan air dan mendukung keanekaragaman hayati, sedangkan koridor pohon memberi naungan dan jalur ekologis. Setiap intervensi membutuhkan pemeliharaan, hak pengelolaan, dan sumber air yang memadai. Tanaman yang tidak sesuai kondisi lokal dapat gagal atau mengganggu infrastruktur. Karena itu, keberhasilan penghijauan dinilai melalui kelangsungan hidup tanaman, fungsi hidrologis, akses publik, dan manfaat bagi penduduk sekitar.

Ekosistem dapat menjadi bagian dari perlindungan pantai, tetapi kapasitasnya bergantung pada lebar, kondisi, sedimentasi, dan tekanan pembangunan. Mangrove yang terfragmentasi mungkin tidak memberikan

perlindungan yang sama dengan ekosistem utuh. Restorasi membutuhkan waktu dan ruang untuk proses alam. Pemerintah perlu menggabungkan perlindungan ekosistem dengan langkah lain sesuai tingkat ancaman serta menghindari klaim bahwa satu intervensi alam akan menyelesaikan semua risiko.

Pendanaan untuk pemeliharaan ekosistem perlu melibatkan pemerintah, pemilik lahan, pengguna, serta masyarakat setempat. Mekanisme insentif sebaiknya memberi manfaat jangka panjang dan tidak mendorong penguasaan lahan oleh pihak yang lebih kuat. Pemantauan bersama dapat mengaitkan perubahan kondisi ekosistem dengan banjir, panas, dan kesehatan. Data yang dihasilkan membantu pemerintah membandingkan biaya perlindungan alam dengan biaya membangun dan merawat infrastruktur teknis.

24. Migrasi Iklim dan Perubahan Demografi Kota

Perubahan iklim memengaruhi keputusan bermigrasi melalui kerugian pertanian, bencana, kekurangan air, dan perubahan mata pencaharian. Namun migrasi jarang disebabkan satu faktor. Kesempatan kerja, pendidikan, hubungan keluarga, konflik penggunaan lahan, dan akses layanan ikut membentuk keputusan. Sebagian orang pindah sementara atau berpindah bertahap; sebagian lainnya tidak memiliki sumber daya untuk meninggalkan lokasi berbahaya. Kebijakan kota sebaiknya menghindari label migran iklim yang menyederhanakan pengalaman yang beragam.

Pertumbuhan penduduk di kota dapat mencerminkan migrasi, pertumbuhan alami, perubahan batas, dan perluasan kawasan terbangun. Pemerintah memerlukan data yang cukup untuk merencanakan hunian, sekolah, layanan kesehatan, air, dan transportasi tanpa membatasi hak bergerak. Pemetaan penduduk harus menjaga privasi dan tidak digunakan untuk menolak layanan. Pendataan partisipatif dapat membantu mengenali kelompok yang tidak tercatat dalam sistem administrasi.

Pendatang sering memasuki pasar kerja informal dan menghadapi hambatan memperoleh rumah aman atau layanan dasar. Bila permukiman terjangkau tidak tersedia, mereka dapat terdorong ke lahan rawan atau lingkungan dengan layanan terbatas. Kebijakan perumahan, akses dokumen, perlindungan pekerja, dan pencegahan diskriminasi membantu mengurangi kerentanan tersebut. Layanan publik yang inklusif mendukung stabilitas sosial dan produktivitas kota.

Sebagian rumah tangga menghadapi kebutuhan untuk pindah ketika lokasi tinggal mengalami banjir berulang, abrasi, atau kekurangan air. Perencanaan pemukiman kembali perlu membedakan relokasi sukarela yang didukung dengan pemindahan paksa. Warga membutuhkan informasi mengenai risiko, pilihan tempat, hak atas tanah, biaya perjalanan, dan prospek pekerjaan. Kesepakatan harus dibangun sebelum pembongkaran dan disertai pemantauan mutu kehidupan di lokasi baru.

Kota dapat membangun kerja sama dengan daerah asal dan wilayah penerima migrasi. Informasi tentang layanan, keterampilan, kebutuhan kerja, dan bantuan sosial dapat diselaraskan lintas wilayah. Pengakuan terhadap jaringan keluarga dan komunitas membantu pendatang menghadapi guncangan. Riset jangka panjang tentang migrasi, perubahan pekerjaan, dan akses layanan akan mendukung kebijakan yang lebih sesuai dengan perubahan demografi.

25. Metode Penilaian Risiko dan Pemantauan Hasil

Penilaian risiko yang berguna menghubungkan data bahaya dengan paparan dan kerentanan. Peta curah hujan saja tidak menunjukkan siapa yang akan kehilangan rumah atau layanan. Analisis perlu memasukkan lokasi penduduk, jenis hunian, akses jalan, fasilitas kesehatan, jaringan utilitas, pendapatan, usia, disabilitas, dan

kondisi tenurial. Data harus diperbarui dan dibaca sesuai skala yang tepat agar rata-rata kota tidak menyembunyikan kantong risiko tinggi.

Pemerintah dapat menggabungkan catatan historis, pengamatan lapangan, sensor, citra satelit, wawancara, dan pengetahuan warga. Tiap sumber menjawab pertanyaan berbeda dan memiliki batas. Citra satelit membantu melihat perubahan tutupan lahan, tetapi tidak mengungkapkan kondisi di dalam rumah. Wawancara menunjukkan dampak kehidupan sehari-hari, tetapi perlu dirancang untuk menghindari bias sampel. Triangulasi data memperkuat penilaian.

Skenario masa depan membantu menguji keputusan saat proyeksi iklim, pertumbuhan penduduk, dan perubahan lahan belum pasti. Pemerintah dapat menilai apakah investasi tetap bermanfaat pada beberapa skenario, berapa biaya menunda, dan kapan keputusan sulit harus dibuat. Rentang ketidakpastian perlu disajikan dengan jelas. Keputusan dapat menggunakan pendekatan fleksibel yang memungkinkan peningkatan atau perubahan fungsi aset sesuai perkembangan risiko.

Pemantauan harus mencatat kondisi awal, sasaran, metode pengukuran, frekuensi, dan pihak yang bertanggung jawab. Indikator hasil dapat meliputi jumlah warga yang terlindungi, penurunan durasi layanan terputus, peningkatan akses air, waktu pemulihan, dan penurunan paparan panas. Indikator perlu dipilih berdasarkan kelompok dan lokasi. Pemerintah juga mencatat efek yang tidak diinginkan, seperti naiknya biaya hunian atau berpindahnya banjir ke wilayah tetangga.

Evaluasi independen membantu menguji apakah perubahan terjadi karena program atau karena faktor lain. Kajian dapat membandingkan lokasi dengan intervensi dan lokasi serupa tanpa intervensi, memeriksa data sebelum dan sesudah, serta mewawancarai pengguna layanan. Hasil negatif tetap penting karena dapat menghindarkan perluasan kebijakan yang tidak efektif. Pemerintah perlu menyediakan data evaluasi agar universitas dan masyarakat dapat memeriksa kesimpulan.

26. Model Pembelajaran dan Replikasi Kebijakan Antarkota

Kota belajar dari pengalaman kota lain, tetapi penyalinan program tanpa penyesuaian sering gagal. Sebuah proyek yang berhasil karena karakter tanah, pola organisasi, atau sumber pendanaan tertentu mungkin tidak cocok di lokasi lain. Pertukaran pengetahuan sebaiknya membahas kondisi yang membuat praktik itu berhasil, biaya operasi, hasil bagi kelompok berbeda, dan kendala yang dihadapi. Dengan cara ini, pembelajaran membantu adaptasi kebijakan dan bukan sekadar pertukaran slogan.

Jaringan antarkota dapat menyelenggarakan telaah sejawat, pelatihan teknis, pengadaan bersama, dan basis pengetahuan terbuka. Kota dengan pengalaman lebih panjang dapat membantu kota lain menyusun data dasar dan protokol, sementara kota kecil dapat memberi inovasi yang sesuai dengan kapasitas terbatas. Dukungan provinsi dan pemerintah pusat membuat jaringan berkelanjutan melalui pendanaan, sekretariat, serta hubungan dengan standar nasional.

Uji coba kebijakan perlu memiliki pertanyaan evaluasi yang spesifik. Jika kota mencoba permukaan berpori, misalnya, evaluasi mengukur daya resap, biaya perawatan, kenyamanan pejalan kaki, keselamatan, serta dampak terhadap genangan di sekitar. Hasilnya dibandingkan dengan kondisi awal dan alternatif lain. Pelaporan yang terbuka mencegah contoh keberhasilan dipromosikan tanpa informasi tentang biaya atau keterbatasannya.

Replikasi harus mempertimbangkan kemampuan organisasi. Program yang memerlukan pengumpulan data berbiaya tinggi atau keterampilan langka mungkin tidak berkelanjutan bila tidak disertai transfer pengetahuan. Pemerintah dapat memilih metode sederhana yang cukup baik dan dapat dipelihara, lalu memperbaikinya

seiring meningkatnya kapasitas. Kemitraan akademik mendukung validasi, sedangkan komunitas membantu melihat apakah kebijakan berfungsi di lapangan.

Pembelajaran antarkota memperkuat ketangguhan nasional ketika kegagalan dan keberhasilan sama-sama terdokumentasi. Pemerintah pusat dapat menyusun repositori studi kasus, data standar, panduan teknis, dan pembiayaan untuk evaluasi. Hasil belajar perlu masuk ke peraturan, desain proyek, dan kurikulum aparatur. Proses berulang ini membuat adaptasi iklim menjadi fungsi rutin pemerintahan, bukan proyek sesaat yang menghilang setelah pendanaan awal berakhir. Praktik ini juga memberi ruang bagi generasi muda untuk menguji kebijakan dan mengembangkan solusi lokal berdasarkan bukti.

27. Prioritas Strategis bagi Pemerintah dan Masyarakat

Prioritas pertama adalah mencegah penambahan paparan baru. Setiap keputusan mengenai perumahan, kawasan industri, jalan, dan fasilitas publik perlu diuji terhadap bahaya kini dan yang diperkirakan selama umur aset. Pemerintah harus menahan pembangunan yang akan membebani dataran banjir, daerah imbuan air, sempadan sungai, serta ekosistem pesisir. Kebijakan pembatasan perlu berjalan bersama penyediaan rumah terjangkau dan lokasi kegiatan ekonomi yang aman agar beban tidak jatuh kepada warga yang tidak mempunyai pilihan pasar.

Prioritas kedua ialah menjamin layanan dasar yang mengurangi kerentanan sehari-hari. Air bersih, sanitasi, drainase, transportasi umum, layanan kesehatan, dan perumahan aman berfungsi sebagai infrastruktur adaptasi. Ketika layanan tersebut lemah, rumah tangga menanggung biaya lebih tinggi untuk menghadapi panas, banjir, dan gangguan pasokan. Anggaran adaptasi perlu memprioritaskan lingkungan dengan paparan tinggi dan akses layanan rendah. Program yang meningkatkan layanan sekaligus memperkuat mata pencaharian memberi manfaat lebih luas daripada perlindungan aset saja.

Prioritas ketiga adalah membangun kapasitas fiskal dan teknis pemerintahan daerah. Kota memerlukan akses terhadap data, staf terlatih, instrumen pembiayaan, dan kemampuan menyiapkan proyek yang dapat dilaksanakan. Pemerintah pusat dapat membantu melalui transfer berbasis risiko, standar, dukungan analisis, dan pendanaan pemeliharaan. Skema bantuan sebaiknya memperhitungkan kapasitas daerah yang berbeda, sehingga kota yang sumber dayanya kecil tidak tertinggal hanya karena kesulitan memenuhi persyaratan administrasi yang rumit.

Prioritas keempat ialah membuat koordinasi lintas wilayah menjadi bagian dari tata kelola rutin. Kesepakatan tentang DAS, transportasi, pengelolaan sampah, air baku, dan evakuasi perlu mengikat lembaga yang bertanggung jawab. Data bersama, target lintas batas, anggaran, dan mekanisme penyelesaian konflik dapat mengurangi kebijakan yang memindahkan risiko. Masyarakat dan organisasi sipil perlu memperoleh akses untuk memeriksa kinerja kerja sama tersebut.

Prioritas kelima adalah menilai kemajuan dari perubahan yang dialami warga. Pemerintah dapat melaporkan berapa banyak penduduk yang memperoleh akses air aman, berapa lama layanan berhenti saat bencana, seberapa cepat rumah tangga pulih, dan apakah kelompok berpendapatan rendah mampu bertahan di wilayah yang ditingkatkan. Pengukuran semacam itu memperlihatkan apakah program mengurangi ketimpangan atau justru mendorong perpindahan warga. Indikator perlu ditinjau bersama penerima manfaat dan diperbarui ketika kondisi kota berubah.

Prioritas tersebut saling bergantung. Tata ruang yang baik tanpa investasi air dan hunian dapat menghalangi warga miskin memperoleh tempat tinggal; infrastruktur yang andal tanpa tata kelola hulu-hilir dapat memindahkan banjir; teknologi peringatan tanpa prosedur respons tidak menyelamatkan warga. Karena itu,

pemerintah perlu mengelola portofolio kebijakan dan melihat keterkaitan antarprogram sejak tahap perencanaan. Setiap proyek utama sebaiknya menjelaskan kontribusinya terhadap tujuan iklim, risiko yang masih tersisa, dan konsekuensi bagi wilayah atau kelompok lain.

28. Kesimpulan

Masa depan urbanisasi Indonesia akan ditentukan oleh kemampuan kota mengarahkan pertumbuhan tanpa memperbesar risiko dan ketimpangan. Iklim yang berubah memperburuk sebagian ancaman, tetapi tingkat kerugian juga dibentuk oleh tata ruang, kualitas layanan, pola pembiayaan, dan distribusi kekuasaan. Oleh sebab itu, kebijakan kota tangguh harus menempatkan pengurangan paparan, keandalan layanan dasar, kesehatan, dan perlindungan kelompok rentan sebagai tujuan pembangunan utama.

Pemerintah perlu mengelola banjir dan pesisir pada skala wilayah, mengendalikan penggunaan air tanah, memperkuat sistem drainase dan air bersih, mengurangi panas melalui desain kota, serta menjaga ekosistem. Infrastruktur harus dipadukan dengan solusi berbasis alam, perumahan yang aman dan terjangkau, sistem peringatan, dan perlindungan sosial. Semua investasi membutuhkan rencana operasi dan pemeliharaan yang realistis.

Pengalaman Jakarta dan Semarang menunjukkan bahwa masalah fisik, sosial, dan kelembagaan saling terkait. Kota-kota pesisir menengah dan kota pedalaman menghadapi kombinasi bahaya yang berbeda serta keterbatasan kapasitas yang khas. IKN menawarkan kesempatan untuk menerapkan prinsip perencanaan tangguh sejak awal, tetapi keberhasilannya perlu dinilai berdasarkan dampak yang terukur pada ekosistem, layanan, emisi, hak masyarakat, serta keterjangkauan hidup.

Ketangguhan iklim adalah hasil dari keputusan publik yang dapat diperiksa. Pemerintah harus memublikasikan risiko, asumsi, prioritas, anggaran, dan kemajuan; warga perlu berpartisipasi sebelum keputusan mengikat; dan lembaga nasional perlu mendukung kapasitas daerah serta koordinasi lintas batas. Dengan tata kelola yang adil dan pembelajaran yang berkelanjutan, urbanisasi dapat menjadi jalan menuju kota yang lebih aman, sehat, produktif, dan layak dihuni.

Bagi pemerintah, urutan tindakan harus menghubungkan pencegahan dengan perlindungan saat ini. Pengendalian pembangunan baru, pemulihan daerah resapan, serta pengelolaan air tanah mencegah risiko tambahan. Pada saat yang sama, peningkatan drainase, layanan kesehatan, peringatan dini, dan bantuan sosial melindungi warga yang kini tinggal di kawasan terpapar. Pendekatan berlapis memberi ruang bagi kota mengurangi bahaya jangka panjang tanpa mengabaikan kebutuhan mendesak.

Bagi dunia pendidikan dan masyarakat, ketangguhan menjadi agenda kewargaan dan pembelajaran. Perguruan tinggi dapat menguji kebijakan dan melatih tenaga profesional; sekolah dapat membangun pemahaman tentang risiko lokal; organisasi masyarakat dapat membantu menyebarkan informasi dan mengawasi proyek. Hubungan ini perlu menghormati keahlian masing-masing dan membuka data yang aman untuk dibagikan. Dengan demikian, pengetahuan tidak hanya tersimpan dalam dokumen rencana, tetapi membantu warga membuat keputusan dan menuntut layanan yang lebih baik.

Glossarium

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

Bahaya iklim. Kejadian atau kecenderungan fisik terkait iklim yang dapat menimbulkan korban, kerusakan, atau gangguan layanan.

Daerah aliran sungai. Wilayah daratan yang mengalirkan air hujan menuju sungai, danau, atau laut melalui sistem aliran yang saling terhubung.

Keadilan iklim. Prinsip yang menilai pembagian manfaat dan beban, mutu proses pengambilan keputusan, serta pengakuan atas pengalaman kelompok terdampak.

Ketangguhan iklim. Kemampuan mengantisipasi risiko, menjaga fungsi penting, pulih dari gangguan, dan mengubah kondisi yang menghasilkan kerentanan.

Kota tangguh iklim. Kota yang mengintegrasikan adaptasi dan pengurangan emisi ke dalam tata ruang, infrastruktur, layanan, pembiayaan, serta tata kelola.

Paparan. Keberadaan penduduk, aset, mata pencaharian, atau ekosistem di tempat yang dapat terdampak bahaya.

Pulau panas perkotaan. Kondisi ketika kawasan terbangun memiliki suhu lebih tinggi daripada wilayah sekitarnya karena bentuk dan material kota serta aktivitas manusia.

Penurunan muka tanah. Turunnya elevasi permukaan tanah, yang dapat dipicu oleh proses geologi dan aktivitas manusia seperti pengambilan air tanah.

Risiko iklim. Potensi dampak merugikan yang muncul melalui interaksi bahaya, paparan, kerentanan, dan kapasitas adaptif.

Solusi berbasis alam. Perlindungan, pengelolaan, atau pemulihan ekosistem yang memberi manfaat bagi manusia sekaligus menjaga keanekaragaman hayati.

Kerentanan. Kecenderungan penduduk atau sistem untuk mengalami dampak buruk akibat kondisi sosial, ekonomi, fisik, dan kelembagaan.

Kembaran digital. Representasi digital suatu sistem fisik yang dapat diperbarui dengan data dan dipakai untuk analisis atau simulasi.

Daftar Pustaka

- Bott, L. M., Schöne, T., Illigner, J., Haghshenas Haghighi, M., Gisevius, K., & Braun, B. (2021). Land subsidence in Jakarta and Semarang Bay: The relationship between physical processes, risk perception, and household adaptation. *Ocean & Coastal Management*, 211, 105775. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105775>
- 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>
- Pelling, M., Dodman, D., Hayward, B., Castan-Broto, V., Chow, W. T. L., & Taylor, F. (2022). Cities, settlements and key infrastructure. In *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* (pp. 907–1040). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.008>

- 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), Article e33708. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33708>
- Marfai, M. A., & King, L. (2008). Tidal inundation mapping under enhanced land subsidence in Semarang, Central Java Indonesia. *Natural Hazards*, 44, 93–109. <https://doi.org/10.1007/s11069-007-9144-z>
- As-syakur, A. R., Rachman, H. A., Nandika, M. R., Setiawati, M. D., Manessa, M. D. M., Dewi, A. K., & Pratama, R. T. (2023). Coastal vulnerability assessment for the megacity of Jakarta, Indonesia under enhanced sea-level rise and land subsidence. In *Climate change, community response and resilience: Insight for socio-ecological sustainability* (pp. 433–450). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18707-0.00023-0>
- Abdillah, A., Buchari, R. A., Widianingsih, I., & Nurasa, H. (2023). Climate change governance for urban resilience for Indonesia: A systematic literature review. *Cogent Social Sciences*, 9(1), Article 2235170. <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2235170>
- United Nations Human Settlements Programme. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. UN-Habitat. <https://unhabitat.org/wcr/>
- World Bank. (2019). *Time to ACT: Realizing Indonesia's urban potential* (Vol. 2: Main report). World Bank Group. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/911201570172672747>
- World Bank. (2023). *Indonesia country climate and development report*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/country/indonesia/publication/indonesia-country-climate-and-development-report>
- Ramsay, E. E., Duffy, G. A., Burge, K., Taruc, R. R., Fleming, G. M., Faber, P. A., & Chown, S. L. (2023). Spatio-temporal development of the urban heat island in a socioeconomically diverse tropical city. *Environmental Pollution*, 316(Part 1), Article 120443. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120443>