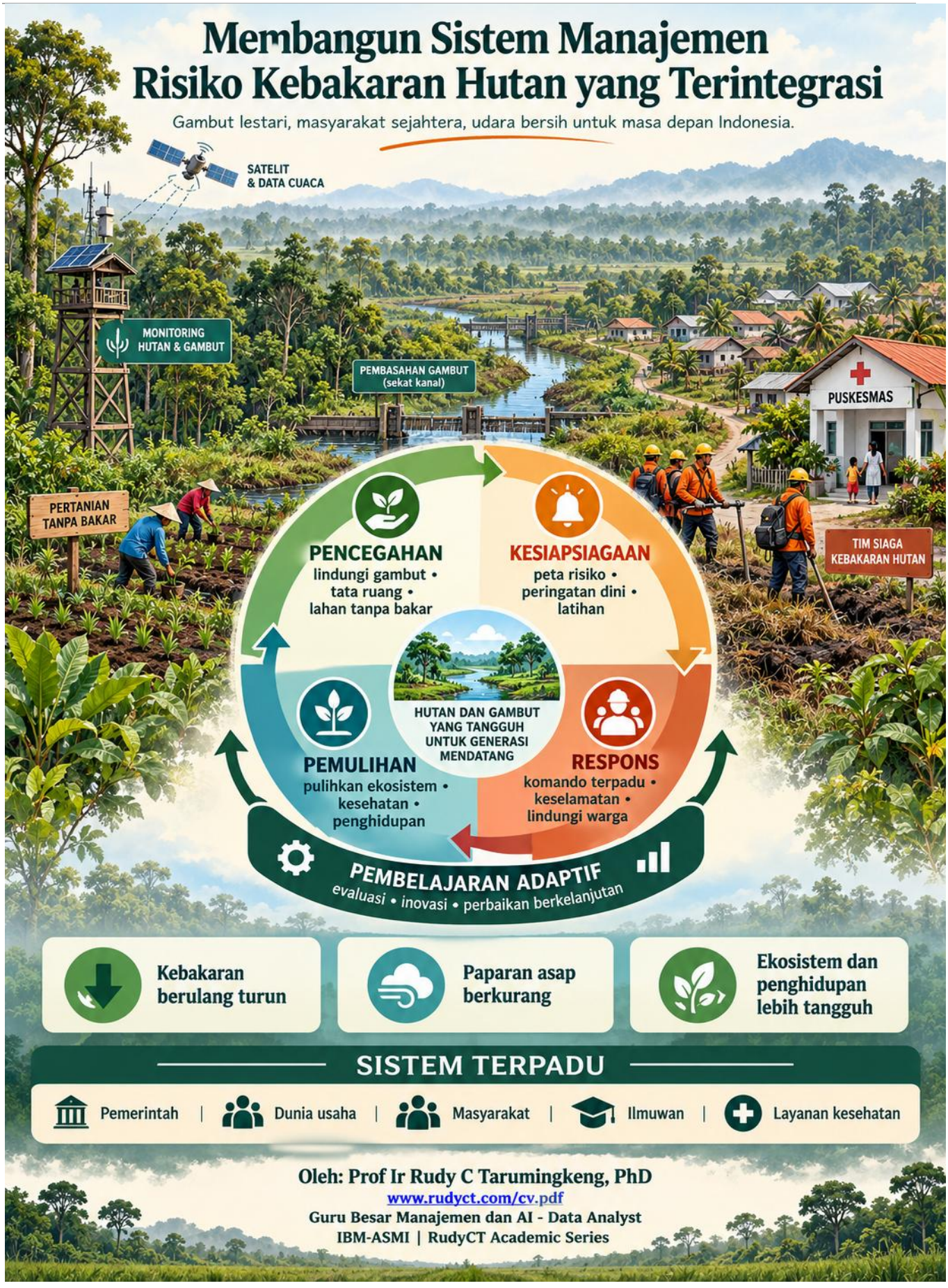

Membangun Sistem Manajemen Risiko Kebakaran Hutan yang Terintegrasi
Gambut lestari, masyarakat sejahtera, udara bersih untuk masa depan Indonesia.
SATELIT & DATA CUACA
MONITORING HUTAN & GAMBUT
PEMBASAHAN GAMBUT (sekat kanal)
PUSKESMAS
PERTANIAN TANPA BAKAR
TIM SIAGA KEBAKARAN HUTAN
PENCEGAHAN
lindungi gambut • tata ruang • lahan tanpa bakar
KESIAPSIAGAAN
peta risiko • peringatan dini • latihan
HUTAN DAN GAMBUT YANG TANGGUH UNTUK GENERASI MENDATANG
PEMULIHAN
pulihkan ekosistem • kesehatan • penghidupan
RESPONS
komando terpadu • keselamatan • lindungi warga
PEMBELAJARAN ADAPTIF
evaluasi • inovasi • perbaikan berkelanjutan
Kebakaran berulang turun
Paparan asap berkurang
Ekosistem dan penghidupan lebih tangguh
SISTEM TERPADU
Pemerintah | Dunia usaha | Masyarakat | Ilmuwan | Layanan kesehatan
Oleh: Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD
www.rudyct.com/cv.pdf
Guru Besar Manajemen dan AI - Data Analyst
IBM-ASMI | RudyCT Academic Series

Membangun Sistem Manajemen Risiko Kebakaran Hutan yang Terintegrasi

Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD
www.rudyct.com/cv.pdf

IBM-ASMI | RudyCT Academic Series

Abstrak

Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia merupakan risiko sosial-ekologis yang terbentuk oleh hubungan antara cuaca dan iklim, kondisi vegetasi, tata air gambut, perubahan penggunaan lahan, praktik pertanian, insentif ekonomi, serta kapasitas kelembagaan. Sistem yang hanya mengandalkan pemadaman saat api membesar tidak cukup untuk mengurangi kejadian berulang, kerusakan ekosistem, paparan asap, kerugian ekonomi, dan emisi karbon. Artikel ini menguraikan rancangan sistem manajemen risiko kebakaran yang menghubungkan pengurangan risiko, kesiapsiagaan, respons, pemulihan, dan pembelajaran adaptif. Pembahasan menempatkan lanskap sebagai unit pengelolaan, menjelaskan pembagian peran pemerintah, dunia usaha, masyarakat, ilmu pengetahuan, dan layanan kesehatan, serta mengusulkan tata kelola data dan pembiayaan yang dapat dipertanggungjawabkan. Pendekatan terpadu harus menggabungkan pencegahan struktural—termasuk perlindungan dan pembasahan kembali gambut, tata ruang yang peka risiko, alternatif pembukaan lahan tanpa bakar, dan pengelolaan sumber pengapian—dengan peringatan dini, komando insiden yang jelas, perlindungan kesehatan, penegakan hukum yang konsisten, dan pemulihan mata pencaharian.

Keberhasilannya diukur bukan hanya dari jumlah titik panas yang dipadamkan, melainkan dari penurunan luas dan keparahan kebakaran, paparan penduduk, kerugian, emisi, serta ketimpangan risiko. Rancangan ini relevan bagi Indonesia karena kebakaran dapat bergerak melintasi batas administrasi dan menghubungkan persoalan kehutanan, pertanian, kesehatan, iklim, pembangunan wilayah, dan keadilan sosial.

Kata Kunci

manajemen risiko; kebakaran hutan dan lahan; gambut; tata kelola kolaboratif; peringatan dini; kesiapsiagaan; kesehatan masyarakat; pemulihan; Indonesia

1. Pendahuluan

Kebakaran hutan sering tampak sebagai peristiwa yang dimulai ketika nyala api terlihat. Dalam kenyataan, api yang muncul di lapangan merupakan ujung dari rantai kondisi yang terbentuk jauh sebelumnya: perubahan tutupan lahan, penurunan muka air tanah, penumpukan bahan bakar, musim kering, praktik penyiapan lahan, lemahnya pengawasan, dan tidak tersedianya pilihan ekonomi yang terjangkau bagi pengelola lahan. Jika pengelolaan baru dimulai setelah asap menyebar, sistem bekerja pada titik paling mahal dan paling berbahaya dalam rangkaian risiko.

Indonesia menghadapi tantangan khusus karena kebakaran dapat berlangsung pada hutan mineral, lahan pertanian, perkebunan, semak, dan terutama lahan gambut yang telah dikeringkan. Api permukaan pada gambut dapat berkembang menjadi pembakaran membara di bawah permukaan. Kondisi ini membuat sumber api sulit dikenali, pemadaman membutuhkan banyak air dan tenaga, serta api dapat muncul kembali sesudah tampak padam. Pengeringan gambut, kanal, fragmentasi vegetasi, dan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kondisi hidrologis meningkatkan kerentanan. Penelitian pada unit

hidrologis gambut di Riau menemukan hubungan antara intensitas drainase di kawasan hutan gambut dan luas terbakar, serta menunjukkan bahwa pengulangan kebakaran dapat terjadi pada lokasi yang sama (Rossita et al., 2023).

Risiko kebakaran tidak dapat diterangkan hanya sebagai akibat cuaca atau perilaku individu. Cuaca kering memengaruhi peluang api menyala dan menyebar, tetapi keputusan manusia menentukan sumber pengapian, kondisi bahan bakar, dan kesiapan pengendalian. Kondisi tersebut dipengaruhi hak atas lahan, struktur rantai pasok, akses terhadap alat dan modal, kualitas layanan penyuluhan, serta kejelasan tanggung jawab. Analisis risiko karena itu perlu menjawab tiga pertanyaan: apa yang dapat terbakar dan seberapa mungkin terbakar; siapa dan apa yang terpapar; serta faktor sosial, kelembagaan, dan fisik apa yang membuat dampak menjadi besar.

Artikel ini memakai istilah kebakaran hutan dan lahan (karhutla) untuk menjelaskan kebakaran vegetasi dan lahan yang berpotensi mengganggu kehidupan, aset, ekosistem, kesehatan, dan iklim. Fokusnya adalah membangun sistem manajemen risiko yang bekerja sebelum, selama, dan sesudah kejadian. Sistem dimaknai sebagai hubungan antara mandat, data, sumber daya, keputusan, pelaksanaan, pengawasan, dan pembelajaran. Perangkat teknologi hanya menjadi salah satu unsur; ia tidak menggantikan keputusan yang sah, kapasitas lapangan, ataupun kepercayaan masyarakat.

Argumen utama tulisan ini ialah bahwa sistem yang efektif perlu menggeser pusat gravitasi dari operasi pemadaman musiman menuju pengelolaan risiko sepanjang tahun dan sepanjang bentang alam. Pergeseran ini bukan berarti mengurangi pentingnya pemadaman. Sebaliknya, pencegahan yang baik melindungi petugas pemadam, memberi waktu untuk respons, serta membatasi eskalasi. Respons cepat tetap mutlak diperlukan, tetapi hanya dapat bekerja bila didukung pemetaan risiko, komunikasi yang dapat dipercaya, logistik, komando yang jelas, dan pembelajaran pascakejadian.

2. Kerangka konseptual risiko kebakaran

2.1 Bahaya, paparan, kerentanan, dan kapasitas

Bahaya adalah potensi kejadian kebakaran dan karakteristik fisik yang menentukan perilakunya, termasuk peluang penyalaan, intensitas, kecepatan rambat, lama pembakaran, dan produksi asap. Paparan menunjuk manusia, rumah, fasilitas kesehatan, sekolah, infrastruktur, lahan produksi, habitat, dan aset budaya yang berada di lokasi yang dapat terkena api atau asap. Kerentanan adalah keadaan yang membuat unsur terpapar lebih mudah mengalami kerugian, misalnya rumah dengan bahan mudah terbakar, akses evakuasi terbatas, penyakit pernapasan, ketergantungan pada pendapatan harian, atau kemampuan terbatas membeli alat pembukaan lahan tanpa bakar. Kapasitas adalah sumber daya, pengetahuan, organisasi, jaringan, dan kewenangan yang memungkinkan masyarakat dan lembaga mengurangi bahaya atau dampak.

Secara konseptual, risiko dapat dipahami sebagai interaksi bahaya, paparan, dan kerentanan yang dikurangi oleh kapasitas. Rumus sederhana seperti Risiko = Bahaya × Paparan × Kerentanan / Kapasitas membantu komunikasi, tetapi tidak boleh dianggap sebagai hukum matematis universal. Komponen tersebut tidak selalu dapat diukur dengan skala yang sama dan hubungan di antaranya dapat berubah menurut waktu serta lokasi. Peta bahaya yang tinggi belum tentu berarti kerugian tinggi jika tidak terdapat aset atau jika sistem perlindungan kuat. Sebaliknya, kebakaran kecil dapat menghasilkan krisis kesehatan besar bila asap tertahan di permukiman padat dan kelompok rentan tidak memperoleh informasi maupun layanan.

2.2 Kebakaran sebagai risiko sistemik

Risiko sistemik timbul ketika gangguan pada satu bagian merambat ke bagian lain. Kebakaran di gambut dapat menimbulkan asap, mengganggu sekolah dan pelayanan kesehatan, menunda penerbangan, mengurangi produktivitas,

mengganggu rantai pasok, dan menambah emisi. Kerugian di satu kabupaten dapat mendorong tekanan pada layanan kesehatan dan ekonomi di kabupaten lain. Karena itu, sistem manajemen perlu memahami keterhubungan lintas sektor, lintas wilayah, dan lintas waktu. Kebijakan tata ruang, pertanian, jalan, perkebunan, pengelolaan air, kesehatan, dan perubahan iklim dapat memperbesar atau menurunkan risiko secara bersamaan.

Pendekatan sistem juga menuntut perhatian pada umpan balik. Contohnya, drainase meningkatkan akses ekonomi dan membuka lahan, tetapi turut mengeringkan gambut. Kebakaran berulang dapat mengubah struktur vegetasi dan meningkatkan kemungkinan kebakaran berikutnya. Sebaliknya, restorasi hidrologis dapat mengurangi kekeringan, namun harus dikombinasikan dengan mata pencaharian yang sesuai agar masyarakat tidak terdorong membuka kanal baru atau membakar lahan. Karena itu, intervensi tunggal jarang cukup. Tinjauan intervensi pencegahan kebakaran gambut Indonesia menunjukkan bahwa kombinasi pendekatan dan konteks lokal memengaruhi hasil; paket kebijakan perlu dirancang sesuai kondisi kelembagaan dan sosial masing-masing desa (Carmenta et al., 2021).

2.3 Siklus manajemen risiko

Siklus operasional mencakup pengurangan risiko atau pencegahan, kesiapsiagaan, respons, pemulihan, dan pembelajaran. Pengurangan risiko mengurangi peluang api serta dampaknya sebelum kejadian; kesiapsiagaan memastikan orang, peralatan, prosedur, informasi, dan logistik siap digunakan; respons menghentikan api, menyelamatkan jiwa, melindungi aset, mengelola asap, dan mengoordinasikan bantuan; pemulihan memulihkan fungsi ekologis, kesehatan, layanan publik, ekonomi, dan hubungan sosial; pembelajaran mengubah kebijakan dan praktik berdasarkan bukti. FAO menggambarkan pendekatan terpadu melalui lima R: review and analysis, risk reduction, readiness, response, dan recovery. Kerangka tersebut menegaskan bahwa satu fase tidak dapat menggantikan fase lain (FAO, n.d.).

Siklus bukan urutan yang berjalan lurus. Pemulihan dapat dimulai saat api belum sepenuhnya padam, sedangkan pengurangan risiko berjalan selama respons dan setelah pemulihan. Analisis pascakejadian seharusnya memperbarui peta bahaya, standar operasi, prioritas investasi, dan rencana tata ruang. Pembelajaran juga mencakup kejadian nyaris celaka, kegagalan komunikasi, kebakaran kecil, dan kesalahan data, bukan hanya bencana besar.

2.4 Prinsip desain sistem

Sistem terpadu setidaknya perlu memenuhi tujuh prinsip. Pertama, berbasis risiko dan bukti dengan memadukan data satelit, informasi lapangan, cuaca, hidrologi, penggunaan lahan, dan kerentanan sosial. Kedua, berbasis lanskap karena unit hidrologis dan jalur asap sering melampaui batas administrasi. Ketiga, subsidiaritas: keputusan lokal dilakukan sedekat mungkin dengan masalah, tetapi disokong dan dapat ditingkatkan ke tingkat lebih tinggi bila skala melampaui kapasitas lokal. Keempat, inklusivitas dan keadilan: distribusi perlindungan, biaya, manfaat, dan pemulihan harus diperiksa secara terbuka. Kelima, interoperabilitas data dan prosedur agar berbagai organisasi dapat bertindak berdasarkan informasi yang konsisten. Keenam, kehati-hatian: ketidakpastian tidak menjadi alasan menunda tindakan perlindungan yang layak. Ketujuh, akuntabilitas yang memeriksa kualitas keputusan dan pemenuhan kewajiban, bukan sekadar jumlah kegiatan.

3. Profil risiko kebakaran Indonesia

3.1 Variasi ekologi dan penggunaan lahan

Indonesia bukan satu tipe lanskap kebakaran. Risiko di hutan rawa gambut berbeda dari kebakaran savana, lahan pertanian kering, hutan pegunungan, atau semak yang berbatasan dengan permukiman. Kebijakan seragam yang mengabaikan variasi ekologi dapat salah sasaran. Di beberapa ekosistem, api merupakan unsur ekologis yang terjadi secara alami atau dikelola secara tradisional; pada ekosistem gambut tropis yang basah, kebakaran luas dan

berulang biasanya menunjukkan perubahan kondisi yang serius. Pengelolaan karhutla Indonesia harus menolak dua penyederhanaan sekaligus: menganggap setiap api sebagai fenomena alam yang tidak terkait tata kelola, dan menganggap setiap penggunaan api oleh masyarakat memiliki sebab serta skala yang sama.

Pembakaran dapat dilakukan oleh petani kecil untuk mengurangi residu, gulma, dan biaya kerja; pembukaan skala besar dapat terkait ekspansi komersial, spekulasi lahan, atau lemahnya pengawasan. Tujuan, skala, kepemilikan, kontrol, dan dampaknya perlu diselidiki berdasarkan bukti. Kebijakan pencegahan yang adil membedakan penggunaan api lokal yang terkendali dari pembakaran yang membahayakan orang lain, tetapi tetap memastikan bahwa larangan disertai pilihan teknis dan dukungan yang realistis.

3.2 Kekeringan, El Niño, dan perubahan iklim

Variabilitas iklim memengaruhi curah hujan, panjang musim kering, kelembapan bahan bakar, suhu, dan kondisi angin. Di Kalimantan, aktivitas kebakaran terkait kombinasi konversi lahan industri dan kekeringan El Niño, yang menguatkan perlunya membaca iklim dan tata guna lahan secara bersamaan (Sloan et al., 2017). Periode kering yang berkepanjangan dapat meningkatkan bahaya, khususnya pada lahan gambut yang telah dikeringkan; kajian pada lahan basah termodifikasi di Asia Tenggara menunjukkan bahwa perubahan manusia pada lahan basah dapat meningkatkan bahaya kebakaran (Taufik et al., 2019). Fenomena iklim tidak menentukan secara langsung di mana dan bagaimana kebakaran terjadi; kondisi tata guna lahan, hidrologi, sumber pengapian, dan tata kelola menentukan apakah bahaya cuaca berubah menjadi bencana. Karena itu, sistem tidak boleh menunggu sinyal iklim ekstrem. Pemetaan wilayah, pengurangan kerentanan, perawatan peralatan, dan penguatan masyarakat perlu berlangsung sebelum prakiraan menunjukkan musim kering berat.

Analisis iklim juga harus menghindari determinisme. Prediksi musiman bersifat probabilistik. Prakiraan yang menyebut peluang musim kering di atas normal perlu diterjemahkan ke dalam tindakan bertingkat, bukan dianggap sebagai kepastian kebakaran. Pemerintah dapat menetapkan ambang pemantauan muka air tanah, jadwal patroli, kesiapan pompa, pembatasan kegiatan berisiko, komunikasi kesehatan, dan penguatan stok logistik berdasarkan gabungan informasi, dengan prosedur yang menjelaskan tingkat kepercayaan dan ketidakpastian.

3.3 Gambut dan sistem tata air

Gambut menyimpan bahan organik yang terbentuk dalam keadaan jenuh air. Ketika lahan dikeringkan, permukaan gambut lebih mudah teroksidasi dan bahan bakar menjadi lebih kering. Kanal dapat mengubah hidrologi pada wilayah yang lebih luas daripada bidang lahan yang dilintasinya. Mencegah api di gambut karena itu tidak hanya berarti mengawasi batas petak atau memadamkan nyala, tetapi menjaga fungsi hidrologi pada skala kesatuan hidrologis gambut. Penyekatan kanal, pengelolaan pintu air, pemantauan muka air, perlindungan kubah gambut, dan pengendalian pembangunan baru harus disusun sebagai rangkaian tata air yang konsisten.

Kebijakan pembasahan kembali perlu diikuti pemantauan dan tata kelola bersama. Struktur sekat yang tidak dirawat, rancangan yang tidak sesuai kondisi lokal, atau konflik antar-pengguna air dapat membuat pekerjaan tidak berfungsi. Tindakan restorasi juga perlu mempertimbangkan banjir, akses transportasi, tanaman yang sesuai, dan hak masyarakat. Tidak setiap lahan dapat dikembalikan pada kondisi sama; tujuan realistis mencakup mempertahankan kelembapan, mencegah pembukaan baru, meningkatkan tutupan vegetasi yang sesuai, mengurangi emisi dan kebakaran, serta menjaga sumber penghidupan.

3.4 Penggunaan api dan ekonomi rumah tangga

Bagi sebagian rumah tangga, membakar adalah teknologi murah dan cepat dibandingkan menebas, mengangkut, mencacah, dan mengolah residu secara mekanis. Namun biaya sosial kebakaran tidak tercermin dalam biaya privat tersebut. Jika larangan diberlakukan tanpa akses terhadap alat, tenaga kerja, pendampingan, dan pasar, peraturan dapat menjadi beban yang tidak proporsional bagi petani kecil. Kajian tentang penggunaan api untuk penyiapan lahan menunjukkan bahwa biaya privat tidak selalu mencerminkan biaya sosial kebakaran; bagi petani kecil, keputusan praktik juga dipengaruhi akses terhadap tenaga, modal, alat, dan jasa pengolahan residu (Simorangkir, 2007).

Pilihan ekonomi memengaruhi perilaku. Mesin pencacah yang tersedia melalui koperasi atau brigade layanan bersama dapat menurunkan biaya tetap. Skema pembayaran jasa, kredit alat, bantuan kompos, pengumpulan biomassa, atau insentif untuk praktik tanpa bakar dapat membuat pencegahan layak secara ekonomi. Keberhasilan tidak cukup diukur dari jumlah mesin dibagikan; ukuran yang lebih penting adalah tingkat penggunaan, biaya per hektare, waktu tunggu, perawatan, kualitas layanan, dan perubahan praktik yang bertahan beberapa musim.

3.5 Asap sebagai jalur risiko tersendiri

Asap dapat menimbulkan risiko jauh dari lokasi api. Partikel halus, gas iritan, serta penurunan jarak pandang menimbulkan beban kesehatan, mengganggu transportasi, sekolah, pekerjaan, dan pelayanan publik. Manajemen kebakaran dan manajemen asap beririsan, tetapi tidak identik. Api mungkin berada di area yang sulit dijangkau, sementara penduduk yang terpapar berada di wilayah lain. Sistem terpadu harus memantau arah dan kualitas udara, menyampaikan instruksi kesehatan, memastikan ruang aman dan layanan kesehatan siap, serta mengelola komunikasi lintas wilayah. Data jumlah titik panas saja tidak mencukupi untuk menggambarkan paparan atau dampak kesehatan.

3.6 Risiko lintas batas administrasi

Satu kebakaran dapat terjadi di wilayah izin, desa, kawasan hutan, atau batas kabupaten yang berbeda; asap bergerak mengikuti angin; sistem air mengikuti kesatuan hidrologis; dan aset ekonomi mengikuti rantai pasok. Peta dan tata kerja yang berhenti di batas kabupaten menciptakan celah koordinasi. Perencanaan berbasis lanskap perlu menetapkan mekanisme berbagi data, jalur komando, serta pembagian biaya dan dukungan antarwilayah.

4. Pemetaan risiko dan penilaian kerentanan

4.1 Peta yang mendukung keputusan

Peta risiko perlu menggabungkan lapisan-lapisan yang masing-masing memiliki asal, tanggal, resolusi, skala, dan keterbatasan yang diketahui: tutupan lahan, status kawasan dan izin, jenis tanah, jaringan kanal, elevasi, kedalaman dan kondisi gambut, riwayat kebakaran, titik panas, akses jalan, hidrologi, prakiraan cuaca, permukiman, sekolah, puskesmas, rumah sakit, tempat evakuasi, serta kelompok sosial rentan. Setiap lapisan tidak perlu diperlakukan sebagai kebenaran tunggal. Data peta perlu divalidasi dengan pengetahuan warga, pengecekan lapangan, dan pengukuran setempat.

Peta harus menjawab keputusan spesifik. Jika tujuannya mengatur patroli, peta perlu menunjukkan area prioritas, jalur akses, sumber air, dan titik komunikasi. Jika tujuannya melindungi kesehatan, peta perlu menghubungkan prakiraan asap dengan lokasi fasilitas kesehatan, sekolah, kelompok rentan, dan rute evakuasi. Jika tujuannya menegakkan hukum, harus tersedia jejak bukti yang menjaga integritas lokasi, waktu, kepemilikan, dan sumber data. Peta serbaguna yang terlalu padat justru menyulitkan pengguna.

4.2 Indikator risiko dan batasannya

Titik panas satelit adalah indikasi anomali termal, bukan bukti final bahwa ada kebakaran yang dapat dipadamkan. Awan, tutupan kanopi, resolusi sensor,

waktu lintasan, sumber panas non-kebakaran, serta intensitas api memengaruhi deteksi. Sistem patroli kebakaran Indonesia menggunakan titik panas sebagai salah satu informasi untuk menentukan lokasi pengawasan, namun harus dikonfirmasi melalui informasi lapangan (Sitanggang et al., 2022). Indikator lain seperti indeks kekeringan, curah hujan, tinggi muka air, kelembapan tanah, kondisi bahan bakar, dan laporan warga melengkapi gambaran. Kualitas indikator perlu diukur melalui tingkat deteksi, kesalahan positif, waktu pemberitahuan, dan kegunaannya bagi keputusan.

Penilaian risiko perlu memasukkan ketidakpastian. Peta kategori tinggi-sedang-rendah memudahkan komunikasi tetapi dapat menyembunyikan variasi dan ambang yang digunakan. Pengguna perlu mengetahui dasar kategorisasi serta kapan peta diperbarui. Untuk keputusan besar, sistem dapat menampilkan rentang kemungkinan atau skenario, bukan satu angka yang tampak pasti. Model prediktif perlu diuji di lokasi berbeda dan musim berbeda; performa di satu provinsi tidak otomatis berlaku untuk seluruh Indonesia.

4.3 Kerentanan sosial dan aset kritis

Kerentanan sosial dipengaruhi usia, kesehatan, disabilitas, pekerjaan, pendapatan, bahasa, akses informasi, kondisi rumah, status lahan, mobilitas, dan jaringan dukungan. Data sensitif harus dikelola dengan perlindungan privasi, tujuan penggunaan yang sah, dan akses terbatas. Pemetaan kelompok rentan tidak bertujuan memberi label permanen, tetapi memastikan bantuan dan komunikasi dapat mencapai mereka. Daftar penduduk yang membutuhkan bantuan evakuasi perlu diperbarui bersama perangkat desa, kader kesehatan, dan kelompok warga, bukan hanya dibangun dari basis data administratif.

Fasilitas kritis meliputi sumber air, menara komunikasi, gardu listrik, rumah sakit, puskesmas, sekolah, pusat evakuasi, gudang logistik, dan jalur distribusi. Penilaian juga perlu mengetahui ketergantungan antarfasilitas. Rumah sakit yang memiliki generator tetapi kehabisan bahan bakar tetap rentan; pusat

evakuasi tanpa udara bersih dapat memindahkan paparan, bukan menguranginya.

5. Arsitektur tata kelola terpadu

5.1 Prinsip whole-of-government dan whole-of-society

Kebakaran tidak dapat dikelola oleh satu kementerian atau satu komando saja. Sistem perlu melibatkan lembaga yang bertanggung jawab atas kehutanan, lingkungan, pertanian, perkebunan, tata ruang, penanggulangan bencana, meteorologi, kesehatan, kepolisian, penegakan hukum, pekerjaan umum, desa, dan pendidikan. Dunia usaha mengelola kewajiban operasional dan dampak kegiatan pada lahan yang menjadi tanggung jawabnya. Masyarakat memegang pengetahuan lokal, memantau perubahan, dan menjadi pelaksana pencegahan. Universitas serta lembaga riset mengembangkan dan mengevaluasi bukti. Media dan organisasi masyarakat sipil menghubungkan informasi dengan publik serta memberi pengawasan.

Whole-of-government bukan berarti semua lembaga harus hadir pada setiap keputusan. Yang diperlukan ialah mandat, titik koordinasi, protokol eskalasi, data yang dapat dipakai bersama, serta mekanisme penyelesaian perbedaan. Untuk menghindari rapat tanpa keputusan, setiap forum perlu memiliki masalah yang hendak diselesaikan, pejabat pengambil keputusan, tenggat, sumber daya, dan tindak lanjut yang dapat diperiksa.

5.2 Pembagian peran lintas tingkat

Di tingkat nasional, pemerintah menetapkan standar, kebijakan, pembiayaan antardaerah, data dasar, dukungan udara, dan koordinasi saat kapasitas daerah terlampaui. Provinsi menyelaraskan lintas kabupaten, mengelola sumber daya regional, dan menghubungkan informasi cuaca, hidrologi, dan kesehatan. Kabupaten/kota menerjemahkan analisis risiko ke rencana operasi, layanan pertanian, kesehatan, tata ruang, dan pengawasan. Desa mengidentifikasi titik

rentan, menjaga sumber air dan peralatan, mengorganisasi patroli, menyampaikan peringatan, serta mengelola partisipasi warga.

Pembagian itu bukan tangga birokrasi yang kaku. Eskalasi dukungan harus dipicu oleh ambang operasional yang transparan, seperti jumlah kejadian aktif, potensi penyebaran, ancaman terhadap permukiman atau fasilitas kritis, kapasitas air dan personel, atau indeks kualitas udara. Pemerintah daerah perlu mengetahui siapa yang berwenang meminta dukungan, bagaimana permintaan dicatat, serta siapa yang menetapkan prioritas ketika beberapa lokasi memerlukan sumber daya yang sama.

5.3 Tanggung jawab negara dan pelaku usaha

Perusahaan yang mengelola konsesi perlu memiliki rencana pencegahan dan penanggulangan yang dapat diaudit: peta bahaya, saluran komunikasi, patroli, sumber air, peralatan, tenaga terlatih, pengendalian pembukaan lahan, pemantauan muka air di gambut, prosedur tanggap darurat, dan kerja sama dengan komunitas sekitar. Kewajiban tersebut tidak boleh berhenti pada dokumen kepatuhan. Uji lapangan dan audit berbasis risiko perlu memastikan peralatan berfungsi, personel tersedia, pintu air dapat dioperasikan, dan laporan kejadian akurat. Keterbukaan informasi yang tidak membahayakan keselamatan atau proses hukum dapat meningkatkan kepercayaan dan mengurangi spekulasi.

Tanggung jawab perlu mengikuti kendali dan manfaat. Pemilik izin, kontraktor, pemasok, pengelola lahan, dan pembeli dapat memiliki kewajiban yang berbeda. Penilaian atribusi memerlukan bukti; kedekatan titik panas terhadap batas lahan tidak otomatis membuktikan pelaku. Penegakan perlu membedakan kelalaian, pembiaran, pelanggaran sengaja, dan tindakan pencegahan yang memadai, dengan prosedur yang menjamin keadilan dan kepastian hukum.

5.4 Pemerintahan desa dan kelembagaan komunitas

Masyarakat Peduli Api (MPA), kelompok tani, koperasi, kelompok perempuan, pemuda, pemimpin adat, dan relawan dapat menjadi inti pencegahan lokal. Namun relawan tidak boleh menggantikan kewajiban pemerintah dan perusahaan atau dikirim tanpa pelatihan, alat pelindung, komunikasi, air, serta prosedur keselamatan. Penelitian mengenai pengelolaan kebakaran berbasis komunitas di Indonesia menyoroti pentingnya dukungan pendanaan berkelanjutan kepada MPA, pembelajaran partisipatif, dan sistem pemantauan berbasis masyarakat agar peran mereka dapat dijalankan dengan efektif (Nurhidayah et al., 2023; Purnomo et al., 2024).

Partisipasi bermakna berarti masyarakat ikut menetapkan prioritas, menguji rancangan, mengawasi pelaksanaan, dan memperoleh akses pada informasi hasil. Konsultasi satu kali setelah rencana disusun tidak cukup. Jika warga diminta menjaga kanal, melapor, atau tidak membakar, maka pembagian biaya, kompensasi waktu, akses teknologi, dan manfaat pemulihan juga harus jelas.

5.5 Keadilan dalam seluruh siklus

Distribusi perlindungan perlu memperhatikan siapa yang menerima sumber daya dan siapa yang menanggung biaya larangan atau pembatasan. Keadilan prosedural berarti keputusan dapat dipahami, warga dapat menyampaikan bukti, dan keberatan mendapat tanggapan. Keadilan restoratif menanyakan bagaimana kerusakan kesehatan, mata pencaharian, relasi sosial, dan ekosistem dipulihkan. Kerangka keadilan dalam manajemen risiko kebakaran menempatkan keadilan distributif, prosedural, dan restoratif pada fase pencegahan, kesiapsiagaan, respons, serta pemulihan (Schinko et al., 2023). Bagi Indonesia, prinsip tersebut berarti bantuan tidak semata diberikan berdasarkan luas kerusakan aset formal, tetapi juga melihat rumah tangga tanpa hak lahan formal, pekerja harian, perempuan yang menjalankan perawatan, dan masyarakat adat.

6. Pencegahan struktural dan pengurangan bahaya

6.1 Tata ruang dan pengendalian penggunaan lahan

Pencegahan paling tahan lama dimulai dari keputusan mengenai lokasi, jenis, dan intensitas pemanfaatan lahan. Area gambut dalam, kubah gambut, kawasan lindung, koridor ekologis, dan wilayah dengan sejarah kebakaran berulang perlu menerima perlindungan yang sesuai fungsi. Izin, rencana tata ruang, pembangunan jalan, dan kanal perlu ditinjau bersama karena satu keputusan dapat mengubah hidrologi maupun akses pembukaan lahan. Peta risiko harus hadir dalam proses perizinan dan penganggaran, bukan hanya dalam dashboard saat musim kering.

Pemerintah daerah dapat melakukan audit spasial pada wilayah dengan kebakaran berulang: apakah batas kawasan jelas; apakah drainase legal atau ilegal; apakah lahan telantar menimbulkan akumulasi bahan bakar; siapa yang berwenang memelihara infrastruktur air; dan apakah lokasi permukiman baru berada pada jalur asap atau kebakaran. Hasil audit harus memunculkan tindakan korektif dan tenggat, tidak berhenti pada daftar masalah.

6.2 Pengelolaan gambut dan air

Rencana pencegahan gambut perlu dikelola pada kesatuan hidrologis. Penyekatan kanal, pemantauan muka air, perbaikan pintu air, rehabilitasi vegetasi, pengendalian drainase, dan perlindungan areal alami harus diselaraskan. Pengukuran muka air hendaknya dilakukan dengan metode dan interval yang konsisten, disertai pemeriksaan lapangan. Sensor otomatis berguna pada lokasi prioritas, tetapi tidak dapat mengganti perawatan dan pengetahuan operator lokal. Informasi muka air perlu dikaitkan dengan prosedur tindakan, seperti pemeriksaan pompa, pembatasan kegiatan berisiko, patroli, dan peningkatan komunikasi kepada warga.

Rewetting bukan sekadar menutup kanal. Sebuah intervensi hidrologi dapat memengaruhi kebun, jalan, pemukiman, dan aliran air masyarakat.

Perencanaan perlu membuat peta manfaat dan potensi dampak serta forum mediasi bagi pengguna lahan. Pada area yang tidak cocok untuk pertanian intensif dengan drainase, pilihan paludikultur, agroforestri lahan basah, hasil hutan bukan kayu, atau komoditas yang sesuai kelembapan dapat mengurangi tekanan untuk mengeringkan gambut.

6.3 Pembukaan lahan tanpa bakar

Alternatif tanpa bakar mencakup penebasan bertahap, pencacahan residu, penggunaan mulsa, kompos, pengomposan setempat, pemanfaatan biomassa, penanaman penutup tanah, olah tanah minimum, dan jasa alat bersama. Pemilihan cara bergantung pada jenis vegetasi, skala petak, kondisi tanah, tenaga kerja, kalender tanam, dan biaya. Penyuluh perlu menghindari resep tunggal; petani harus dapat membandingkan biaya dan manfaat pada petak demonstrasi sebelum beralih.

Sistem layanan alat bersama dapat dikelola koperasi, BUMDes, kelompok tani, penyedia jasa, atau kemitraan publik-swasta. Rancangan bisnis perlu menjawab siapa yang memiliki mesin, siapa operatornya, bagaimana biaya dibebankan, kapan perawatan dilakukan, bagaimana alat menjangkau lokasi terpencil, serta apa yang terjadi jika permintaan meningkat saat puncak musim tanam. Insentif sebaiknya membantu biaya transisi dan hasil lingkungan yang dapat diverifikasi, tanpa menghukum petani yang belum memiliki pilihan teknis layak.

6.4 Pencegahan penyalaan dan pengelolaan bahan bakar

Sumber penyalaan dapat berasal dari aktivitas pembukaan lahan, pembakaran sampah, kebakaran pinggir jalan, kegiatan rekreasi, peralatan, dan kelalaian. Penilaian lokal harus mengidentifikasi waktu dan lokasi pengapian paling mungkin, termasuk jalur logistik dan batas lahan. Langkah pengendalian dapat berupa aturan izin aktivitas berisiko, pengawasan pada hari dengan bahaya tinggi, penyediaan zona kerja, pemadaman alat, komunikasi publik, pengelolaan residu, dan pemeriksaan terhadap praktik kontraktor.

Pengelolaan bahan bakar harus sesuai ekologi. Di beberapa lanskap, pemotongan vegetasi atau pembersihan jalur strategis dapat mengurangi rambatan, tetapi pembersihan luas dapat merusak habitat, meningkatkan erosi, atau mengeringkan tanah. Pada gambut, menjaga kelembapan dan mencegah drainase biasanya lebih mendasar daripada sekadar mengurangi bahan bakar permukaan. Tindakan berbasis ekosistem perlu dikaji dampak sampingnya melalui pemantauan sebelum dan setelah pelaksanaan.

6.5 Insentif, sanksi, dan perubahan perilaku

Pencegahan memerlukan kombinasi insentif positif, pengurangan biaya, norma sosial, layanan, informasi, dan penegakan. Insentif yang memberikan penghargaan hanya berdasarkan tidak adanya titik panas dapat mendorong pelaporan yang tidak akurat atau menghukum komunitas karena api dari luar wilayah. Ukuran kinerja harus mempertimbangkan upaya, kualitas pelaporan, kondisi luar, dan hasil lanskap. Kajian terhadap program pencegahan di desa-desa Indonesia mengindikasikan bahwa paket intervensi menghasilkan hasil berbeda antar lokasi, serta menyoroti peran sanksi dan komunikasi risiko kesehatan bersama pertanyaan keadilan (Carmenta et al., 2021).

Penegakan hukum dibutuhkan untuk menghentikan tindakan yang merugikan publik dan memberi sinyal bahwa kewajiban berlaku bagi semua pelaku. Namun penegakan tidak efektif bila hanya menyasar pihak yang mudah dijangkau, sementara keputusan penggunaan lahan skala besar tidak diperiksa. Investigasi harus transparan, berbasis bukti, proporsional, dan konsisten. Program perubahan perilaku juga perlu menerangkan alasan aturan, alternatif yang tersedia, serta saluran pengaduan dan klarifikasi.

7. Kesiapsiagaan dan peringatan dini

7.1 Peringatan dini yang berorientasi tindakan

Peringatan dini bukan hanya model prediksi atau pesan singkat. Ia merupakan rantai: pengetahuan risiko, pemantauan, analisis dan prediksi, komunikasi, serta kemampuan bertindak. Rantai ini gagal bila salah satu mata rantainya putus—misalnya indikator tersedia namun tidak dipahami, pesan tidak menjangkau warga, atau warga tahu ancaman tetapi tidak memiliki alat untuk merespons. Setiap tingkat peringatan perlu dihubungkan dengan tindakan yang disepakati, penanggung jawab, waktu pelaksanaan, dan sumber daya.

Contoh protokol bertingkat dapat menggunakan status normal, waspada, siaga, dan tanggap darurat. Status waspada mengaktifkan pemantauan rutin; status siaga menambah patroli, inspeksi pompa, pembatasan pekerjaan berisiko, dan stok kesehatan; status tanggap darurat mengaktifkan komando insiden, dukungan lintas wilayah, perlindungan publik, dan komunikasi berkala. Ambang harus ditentukan berdasarkan data setempat dan dievaluasi setelah musim kebakaran. Satu angka muka air tanah tidak selalu mewakili seluruh lanskap, dan ambang perlu diselaraskan dengan jenis gambut, lokasi, serta tujuan pengelolaan.

7.2 Informasi satelit, sensor, dan laporan warga

Sistem data dapat menggabungkan pengamatan satelit, radar, prakiraan cuaca, sensor muka air, stasiun pemantau kualitas udara, drone sesuai kebutuhan dan aturan, laporan petugas, foto geotag, serta panggilan warga. Setiap jenis data memiliki keterbatasan: satelit dapat tertutup awan atau tidak menangkap pembakaran membara; sensor lapangan dapat rusak atau bergeser; laporan warga dapat terlambat, tidak lengkap, atau sulit diverifikasi. Karena itu, sistem perlu memberikan identitas sumber, waktu pembaruan, tingkat keyakinan, serta jalur verifikasi.

Dashboard harus mendukung prioritas, bukan menjadi tujuan. Petugas membutuhkan tampilan yang cepat dibuka dengan sinyal rendah, peta yang dapat diakses luring, kontak langsung, dan panduan tindakan. Masyarakat memerlukan pesan sederhana dalam bahasa lokal dan format yang sesuai—pengeras suara, radio, SMS, grup pesan, papan informasi, atau kunjungan petugas. Pelaporan harus memiliki mekanisme umpan balik agar warga mengetahui apakah laporan diterima, diverifikasi, dan ditindaklanjuti.

7.3 Rencana operasi dan simulasi

Setiap desa dan kabupaten berisiko tinggi perlu memiliki peta operasi yang memperlihatkan sumber air, lokasi peralatan, jalur masuk, titik kumpul, fasilitas kritis, batas kawasan, dan saluran komunikasi. Rencana menetapkan siapa menjadi pemimpin awal, siapa yang menghubungi komando lebih tinggi, bagaimana perlindungan petugas, dan kapan api harus ditangani oleh personel yang lebih terlatih. Simulasi tahunan perlu menguji skenario yang realistis: laporan api membara di gambut saat cuaca kering, sinyal seluler terganggu, petugas desa kekurangan air, dan asap bergerak ke permukiman.

Setelah simulasi, evaluasi tidak sekadar menghitung peserta. Tim mencatat waktu dari deteksi ke verifikasi, waktu keputusan, keberhasilan komunikasi, kesiapan alat, hambatan kewenangan, dan keselamatan personel. Catatan tersebut menjadi daftar koreksi dengan penanggung jawab dan tenggat.

7.4 Kesiapan layanan kesehatan dan perlindungan publik

Dinas kesehatan, puskesmas, rumah sakit, sekolah, dan dinas sosial perlu memiliki rencana menghadapi asap. Puskesmas menyiapkan surveilans gejala, masker sesuai standar dan kebutuhan, oksigen serta obat esensial, jadwal layanan, dan mekanisme rujukan. Sekolah perlu mengetahui kapan kegiatan luar ruang dikurangi atau dihentikan dan bagaimana pembelajaran alternatif dilakukan. Kelompok rentan—bayi, anak, lansia, ibu hamil, penyandang

disabilitas, serta penderita penyakit jantung atau paru—memerlukan komunikasi yang dapat diakses dan dukungan nyata.

Kebijakan masker tidak boleh menggantikan pengurangan paparan. Penutupan celah bangunan, ruang udara lebih bersih, pengaturan aktivitas, perlindungan pekerja luar ruang, dan evakuasi bila diperlukan dapat melengkapi pesan kesehatan. Data kualitas udara harus dapat dipahami publik dan dilengkapi penjelasan mengenai durasi paparan, kelompok berisiko, dan langkah perlindungan.

8. Respons dan komando insiden

8.1 Aktivasi dan struktur komando

Saat api terdeteksi, prioritas awal adalah memastikan lokasi dan karakter kejadian, mengamankan petugas, melindungi jiwa, dan mencegah perluasan. Komando insiden harus menyatukan informasi dan keputusan tanpa menghapus kewenangan masing-masing lembaga. Penanggung jawab lapangan ditetapkan berdasarkan aturan yang jelas; fungsi operasi, perencanaan, logistik, dan administrasi/pembiayaan diberi tugas spesifik. Untuk kejadian kecil, struktur dapat sederhana. Bila api meluas atau melintasi wilayah, komando harus berkembang dan melibatkan otoritas terkait.

Kebingungan komando muncul jika beberapa lembaga mengeluarkan instruksi berbeda atau sumber daya tiba tanpa pengendalian. Sistem perlu menetapkan titik kumpul, prosedur permintaan bantuan, pencatatan personel dan peralatan, serta mekanisme pergantian tugas. Laporan situasi berkala merangkum lokasi, cuaca, perilaku api, dampak, kebutuhan, dan keputusan yang telah diambil. Informasi yang tidak pasti ditandai sebagai sementara agar tidak menjadi fakta tetap melalui pengulangan.

8.2 Strategi pemadaman yang sesuai kondisi

Taktik pemadaman bergantung pada tipe kebakaran, bahan bakar, akses, cuaca, sumber air, dan kemampuan personel. Pada api bawah permukaan gambut, membasahi permukaan tidak selalu memadamkan bara; pembasahan dan pemeriksaan ulang harus mencapai kedalaman yang relevan. Api yang terlalu berbahaya untuk ditangani petugas tanpa perlindungan memerlukan strategi aman, dukungan spesialis, atau perubahan prioritas. Keselamatan personel bukan pilihan tambahan; prosedur kerja harus mengatur alat pelindung, komunikasi, pengawasan, hidrasi, waktu kerja, zona berbahaya, dan pencatatan kejadian cedera atau nyaris celaka.

Aset udara dapat membantu lokasi tertentu tetapi bukan pengganti akses darat, pemetaan, sumber air, dan koordinasi. Penggunaan air atau bahan pemadam harus mempertimbangkan efektivitas, akses, keselamatan penerbangan, dampak lingkungan, dan kondisi lapangan. Setelah pemadaman, patroli susulan dan pemeriksaan bara harus dilakukan sesuai risiko. Kepulangan tim sebelum api benar-benar terkendali dapat menimbulkan kebakaran ulang dan kerugian lebih besar.

8.3 Penanganan asap dan komunikasi risiko

Respons mengelola dua krisis sekaligus: api dan paparan asap. Komunikasi publik menyampaikan apa yang diketahui, apa yang belum diketahui, lokasi yang terdampak, tindakan yang harus dilakukan, kapan informasi berikutnya diberikan, dan nomor atau kanal bantuan. Pesan perlu konsisten antara pemerintah daerah, layanan kesehatan, sekolah, dan perusahaan. Jika data berbeda, perbedaan dijelaskan sumber dan waktunya; menyembunyikan ketidakpastian dapat merusak kepercayaan.

Perlindungan kelompok rentan memerlukan daftar kontak, kendaraan, obat rutin, dan dukungan pengasuh yang disepakati sebelumnya. Tempat pengungsian perlu dinilai dari kualitas udara, air, sanitasi, akses disabilitas,

keamanan, privasi, dan kedekatan dengan layanan kesehatan. Pengungsian harus proporsional terhadap ancaman dan tidak mengabaikan pilihan warga, kecuali terdapat keadaan darurat yang membahayakan jiwa.

8.4 Logistik dan interoperabilitas

Kebutuhan logistik mencakup air, pompa, selang, bahan bakar, suku cadang, alat pelindung, kendaraan, komunikasi, makanan, obat, dan tempat istirahat. Daftar inventaris nasional maupun daerah perlu menampilkan lokasi, kondisi, kapasitas, masa pakai, dan kontak pengelola. Standar sambungan, frekuensi komunikasi, format koordinat, serta identitas kejadian perlu diselaraskan agar alat dan personel dari satu organisasi dapat bekerja bersama. Donasi dan bantuan perlu diterima berdasarkan kebutuhan operasional dan dicatat untuk mencegah penumpukan barang yang tidak sesuai.

9. Pemulihan pascakebakaran

9.1 Pemulihan sebagai pengurangan risiko berikutnya

Pemulihan yang hanya mengembalikan keadaan sebelum kebakaran dapat mempertahankan penyebab kerentanan. Jika lahan kembali dikeringkan, residu kembali dibakar, atau permukiman dipulihkan tanpa rencana asap, risiko berikutnya tetap tinggi. Pemulihan perlu mengurangi risiko masa depan dan memperbaiki ketimpangan yang memperbesar dampak. Penilaian awal mencakup kerusakan tanah dan vegetasi, fungsi hidrologi, kesehatan, pendapatan, pendidikan, infrastruktur, hak dan akses, serta kebutuhan trauma psikososial.

Pemulihan ekologis memerlukan pilihan yang sesuai kondisi. Regenerasi alami dapat menjadi pilihan pada lokasi tertentu; lokasi lain membutuhkan revegetasi spesies lokal, perlindungan bibit, pengendalian erosi, atau restorasi hidrologi. Penanaman pohon tidak otomatis memulihkan ekosistem, dan jenis yang tidak sesuai dapat memperburuk kebutuhan air atau meningkatkan bahan bakar.

Keputusan restorasi didasarkan pada tujuan ekologi, hidrologi, ekonomi warga, serta risiko iklim masa depan.

9.2 Pemulihan mata pencaharian

Rumah tangga kehilangan pendapatan ketika lahan terbakar, asap menghentikan pekerjaan, pasar terganggu, atau anggota keluarga sakit. Bantuan pascabencana perlu menjangkau pekerja informal, penyewa, buruh kebun, petani tanpa bukti hak formal, perempuan pengelola usaha rumah tangga, dan masyarakat yang tidak terdaftar dalam basis data. Dukungan dapat mencakup bantuan tunai, penggantian alat produksi, layanan kesehatan, akses kredit, pembukaan pasar, pelatihan, serta transisi ke usaha yang tidak bergantung pada drainase atau pembakaran.

Program penghidupan perlu dirancang bersama warga dan didasarkan pada kelayakan pasar. Pemberian bibit tanpa akses pembeli atau bimbingan teknis sering tidak menghasilkan pendapatan. Evaluasi perlu melihat manfaat jangka menengah, distribusi manfaat antar rumah tangga, kerja perawatan yang tidak dibayar, serta kemungkinan tekanan baru terhadap hutan.

9.3 Pemeriksaan dampak dan tanggung jawab

Pascakebakaran adalah waktu untuk mengumpulkan bukti secara cermat. Citra satelit, observasi tanah, catatan operasi, kesaksian warga, dokumen perusahaan, dan data cuaca dapat menjelaskan asal dan dampak kejadian. Penilaian kerusakan harus membedakan luas terbakar, tingkat keparahan, durasi pembakaran, emisi, kerugian ekonomi, serta paparan. Angka agregat tanpa metode atau rentang ketidakpastian dapat menyesatkan kebijakan dan kompensasi.

Audit pascakejadian menilai apakah rencana berjalan, keputusan dibuat pada waktu yang tepat, sumber daya mencukupi, warga menerima informasi, dan kewajiban dipenuhi. Audit bukan hanya untuk mencari kesalahan individu; ia harus menemukan kegagalan sistem dan menentukan tindakan korektif. Bila

terdapat pelanggaran, proses penegakan hukum berjalan melalui jalur yang sah dan berbasis bukti.

10. Sistem informasi, AI, dan analitik risiko

10.1 Arsitektur data yang dapat dipercaya

Sistem informasi terpadu memerlukan katalog data, standar metadata, identitas lokasi bersama, aturan akses, jadwal pembaruan, dan mekanisme pencatatan perubahan. Data nasional dapat membantu membandingkan kondisi antarwilayah, sementara data lokal memberi detail yang diperlukan untuk operasi. Interoperabilitas memungkinkan lembaga menghubungkan data tanpa menghilangkan sumber dan tanggung jawab pemiliknya. Setiap keputusan penting perlu dapat ditelusuri: informasi apa yang dipakai, siapa memverifikasi, siapa menyetujui, serta kapan keputusan ditinjau.

Keamanan data merupakan bagian dari keandalan. Lokasi aset kritis dan data pribadi tidak perlu dibuka tanpa batas. Sistem mengatur akses bertingkat, pencadangan, pemulihan ketika jaringan gagal, dan prosedur penanganan manipulasi atau kebocoran. Keterbukaan tetap penting untuk informasi publik—misalnya risiko, kualitas udara, tindakan pemerintah, dan hasil pemantauan—tetapi harus diselaraskan dengan privasi dan keselamatan.

10.2 Peran AI dan batasannya

AI dapat mendukung klasifikasi tutupan lahan, deteksi perubahan, pemodelan kemungkinan kebakaran, pengenalan asap pada kamera, penyaringan laporan, prioritas patroli, dan estimasi penyebaran asap. Manfaatnya bergantung pada kualitas data, representasi kondisi lokal, pemeliharaan model, dan integrasi dengan keputusan. Model yang dilatih pada hutan berdaun kering di negara lain mungkin gagal pada api gambut yang membara dan tertutup asap. Sistem perlu diuji dengan data lokal dan dinilai pada musim serta wilayah yang berbeda.

AI tidak boleh menjadi dasar tunggal untuk penindakan atau penolakan bantuan. Keluaran model memiliki kemungkinan salah positif dan salah negatif. Petugas perlu dapat melihat alasan klasifikasi, batas kepercayaan, dan cara melaporkan kesalahan. Warga yang terdampak harus memiliki jalur klarifikasi ketika keputusan yang memengaruhi hak atau bantuan didasarkan pada peta atau skor. Tata kelola AI memerlukan penanggung jawab manusia, audit bias, keamanan, dan dokumentasi perubahan versi.

10.3 Pengukuran kinerja sistem digital

Kinerja teknologi dinilai dari dampak operasional: apakah waktu verifikasi lebih cepat, apakah wilayah prioritas benar-benar terjangkau, apakah kualitas informasi meningkat, apakah kesalahan deteksi dapat ditangani, dan apakah data digunakan untuk mencegah kerugian. Jumlah dashboard, model, atau sensor yang dipasang bukan ukuran keberhasilan. Evaluasi membandingkan biaya siklus hidup dengan manfaat, termasuk biaya listrik, koneksi, kalibrasi, pelatihan, perbaikan, dan tata kelola data.

11. Pembiayaan dan insentif kelembagaan

11.1 Menggeser belanja dari reaktif ke preventif

Belanja pemadaman sering terlihat mendesak dan mudah dibenarkan secara politis; pembiayaan pencegahan menghasilkan manfaat yang tersebar dan tampak kurang dramatis. Padahal patroli, tata air, alternatif pertanian, pemeliharaan, latihan, layanan kesehatan, dan pengawasan izin memerlukan anggaran tahunan yang stabil. Perencanaan anggaran perlu menunjukkan biaya yang dihindari, siapa penerima manfaat, serta bagaimana dana mengurangi kerugian publik.

Anggaran berbasis risiko dapat mengalokasikan sumber daya lebih besar ke wilayah dengan kemungkinan kebakaran dan kerugian tinggi, sambil menjaga kapasitas dasar di wilayah lain. Pengalokasian tidak boleh menghukum daerah

yang memiliki data lebih baik karena mereka melaporkan risiko lebih banyak. Dana kontingensi perlu memiliki aturan aktivasi dan pelaporan agar respons cepat tanpa mengurangi akuntabilitas.

11.2 Pembiayaan bersama dan pembayaran berbasis hasil

Pemerintah, pemegang izin, pembeli komoditas, lembaga keuangan, dan mitra pembangunan dapat berbagi biaya pencegahan. Pembayaran berbasis hasil harus memiliki indikator yang sulit dimanipulasi, memperhitungkan kondisi eksternal, dan tidak mengalihkan kewajiban dasar perusahaan kepada masyarakat. Skema insentif desa dapat menggabungkan capaian lingkungan dengan proses partisipatif, transparansi penggunaan dana, pemeliharaan infrastruktur, dan peningkatan kapasitas. Pembiayaan berjangka pendek tanpa kesinambungan sering menghasilkan kelompok relawan tanpa dukungan setelah proyek selesai.

11.3 Menilai manfaat ekonomi secara luas

Analisis ekonomi perlu memasukkan biaya kesehatan, kehilangan hari sekolah dan kerja, gangguan transportasi, kerusakan ekosistem, emisi, kerugian usaha kecil, serta biaya respons. Nilai ekonomi kebakaran tidak hanya ditentukan oleh luas lahan terbakar atau harga komoditas. Distribusi kerugian juga penting: rumah tangga berpendapatan rendah lebih sulit menyerap kehilangan pendapatan, sementara kelompok dengan aset besar mungkin memiliki perlindungan asuransi. Evaluasi proyek pencegahan perlu memperlihatkan siapa yang menanggung biaya dan siapa yang memperoleh manfaat.

12. Pengukuran kinerja, evaluasi, dan pembelajaran

12.1 Indikator hasil, bukan hanya kegiatan

Kinerja sistem perlu diukur pada beberapa tingkat. Input mencakup anggaran, personel, dan alat; proses mencakup latihan, patroli, pemeliharaan, dan koordinasi; keluaran mencakup waktu respons, cakupan informasi, dan jumlah

titik yang diverifikasi; hasil mencakup penurunan luas dan keparahan kebakaran, kejadian berulang, paparan asap, kerugian, serta emisi; dampak jangka panjang mencakup kondisi ekosistem, kesehatan, dan ketahanan mata pencaharian.

Indikator harus memiliki definisi, pembilang, penyebut, sumber data, pemilik, frekuensi, serta batas interpretasi. “Jumlah titik panas ditangani” misalnya tidak menerangkan apakah penanganan berhasil, apakah data terdeteksi tepat waktu, atau apakah kebakaran terjadi kembali. Indikator perlu disandingkan dengan catatan naratif dan verifikasi independen.

12.2 Evaluasi dampak dan atribusi

Kebakaran dipengaruhi faktor iklim dan sosial yang berubah dari tahun ke tahun. Karena itu, membandingkan luas terbakar tahun ini dengan tahun sebelumnya tidak otomatis menunjukkan dampak program. Evaluasi dapat memakai pembanding wilayah, tren historis, analisis spasial, wawancara, dan data hidrologi untuk menilai apakah perubahan mungkin terkait intervensi. Evaluasi melaporkan faktor luar seperti El Niño, curah hujan, harga komoditas, perubahan penggunaan lahan, dan kualitas deteksi. Ketidakpastian atribusi bukan alasan menghindari evaluasi; ia alasan untuk menyusun klaim secara proporsional.

12.3 Tinjauan pascakejadian

Tinjauan setelah insiden perlu dilakukan tanpa menunggu laporan tahunan. Pertanyaan utamanya: apa yang direncanakan; apa yang terjadi; faktor apa yang menjelaskan perbedaan; keputusan mana yang membantu atau menghambat; apakah kelompok terdampak memperoleh perlindungan; dan perubahan apa yang harus dilakukan. Tinjauan berlangsung lintas organisasi dan, bila memungkinkan, melibatkan masyarakat. Temuan disusun dalam daftar tindakan dengan penanggung jawab dan tenggat. Siklus baru dimulai

ketika perbaikan anggaran, SOP, latihan, tata ruang, atau pengawasan benar-benar dilakukan.

13. Tahapan penerapan di Indonesia

13.1 Tahap pertama: mandat dan diagnosis

Pemerintah daerah membentuk tim pengarah lintas sektor dengan mandat operasional dan daftar keputusan yang dapat diambil. Tim mengidentifikasi unit lanskap prioritas, sejarah kebakaran, status gambut, populasi terpapar, aset penting, pelaku dan pemilik data, serta kesenjangan kapasitas. Diagnosis dilakukan secara partisipatif dan membedakan kondisi desa, kawasan, dan konsesi. Hasil tahap ini adalah peta masalah, pembagian tanggung jawab, dan baseline indikator.

13.2 Tahap kedua: rencana risiko dan paket intervensi

Untuk setiap wilayah prioritas, tim menyusun paket yang menghubungkan tata air, praktik pertanian, pengawasan, peringatan dini, kesehatan, respons, dan penghidupan. Paket tidak harus seragam. Desa dengan gambut terdrainase memerlukan fokus pada muka air, kanal, dan pilihan usaha; area pertanian mineral mungkin lebih menekankan pengelolaan residu, alat tanpa bakar, dan pengawasan sumber pengapian; kawasan dekat permukiman memerlukan jalur evakuasi dan pengelolaan asap. Rencana mengidentifikasi biaya, pelaksana, jadwal, risiko samping, dan indikator verifikasi.

13.3 Tahap ketiga: pembiayaan, kontrak, dan pelatihan

Anggaran tahunan mengaitkan pekerjaan pencegahan dengan dinas dan sumber dana yang jelas. Perjanjian kerja sama menentukan akses alat, pemeliharaan infrastruktur, berbagi data, perlindungan relawan, dan mekanisme pengaduan. Pelatihan tidak berhenti pada satu kali sosialisasi; ia mencakup latihan berulang, pendampingan teknis, evaluasi, dan sertifikasi sesuai kebutuhan tugas. Masyarakat perlu dilibatkan dalam penyusunan jadwal

dan evaluasi agar kegiatan tidak mengabaikan kalender kerja dan kebutuhan penghidupan.

13.4 Tahap keempat: simulasi dan operasi musim kering

Menjelang musim kering, pemerintah memeriksa kondisi pompa, sekat kanal, radio, kendaraan, sumber air, tempat evakuasi, alat pelindung, data kontak, dan stok kesehatan. Simulasi menguji kejadian pada wilayah yang memiliki risiko tinggi, bukan hanya lokasi yang mudah dijangkau. Saat operasi berlangsung, status risiko diperbarui berkala dan prioritas dikaji berdasarkan kondisi aktual, bukan semata jadwal kalender. Setiap kejadian dicatat dalam format yang konsisten dan dihubungkan dengan laporan kesehatan serta kerusakan.

13.5 Tahap kelima: pemulihan dan pembelajaran antarmusim

Sesudah kejadian, pemerintah dan mitra memulihkan mata pencaharian dan fungsi ekosistem, memeriksa dampak terhadap kelompok rentan, dan menuntaskan evaluasi. Pelajaran mengubah rencana musim berikutnya. Jika sumber air tidak berfungsi, tanggung jawab perawatan diperjelas; jika laporan warga tidak ditindaklanjuti, jalur eskalasi diperbaiki; jika larangan pembakaran tanpa alternatif memicu konflik, layanan pertanian dan pembiayaan dibenahi. Keberlanjutan sistem bergantung pada apakah pengalaman diterjemahkan menjadi perubahan institusional.

14. Ilustrasi kasus: desa gambut yang berulang mengalami kebakaran

Bayangkan sebuah desa di tepian kesatuan hidrologis gambut dengan sebagian lahan pertanian warga, kawasan berhutan, kanal lama, dan perkebunan skala besar. Selama musim hujan, warga menggunakan lahan untuk tanaman pangan dan kebun campuran. Menjelang musim kering, beberapa petak dibersihkan; residu yang menumpuk membuat pembakaran dianggap cara tercepat. MPA memiliki beberapa pompa, tetapi bahan bakar dan selang tidak cukup. Titik panas satelit kadang muncul setelah api

membesar, sementara laporan warga tidak selalu sampai ke petugas kabupaten. Pada musim kering panjang, asap mengganggu sekolah dan puskesmas.

Sistem terintegrasi memulai kerja sebelum musim kering: pemetaan jaringan kanal dan lokasi terbakar berulang; diskusi dengan kelompok tani; pengukuran muka air; penentuan sumber air; inspeksi jalan; dan pengujian komunikasi. Pemerintah kabupaten memberi layanan alat pencacah secara bersama, dengan jadwal yang disepakati kelompok tani. Demonstrasi membandingkan waktu kerja, biaya, dan hasil mulsa pada beberapa jenis petak. BUMDes atau koperasi memungut tarif layanan rendah dan mengelola dana perawatan. Perusahaan di sekitar desa menyumbang akses air dan dukungan peralatan sesuai kewajiban yang dipantau, bukan menggantikan layanan publik.

MPA menerima pelatihan keselamatan dan imbalan untuk tugas yang terukur; mereka tidak diminta memadamkan kebakaran bawah tanah tanpa alat dan keahlian. Pos desa menggabungkan laporan warga, sensor muka air, prakiraan cuaca, serta informasi titik panas. Ketika ambang bahaya meningkat, patroli bertambah, pembukaan lahan berisiko dihentikan sementara, pompa diperiksa, dan klinik mengaktifkan rencana perlindungan asap. Bila ditemukan api, petugas memverifikasi lokasi, mengaktifkan komando, serta menetapkan batas aman. Laporan rutin memberi tahu masyarakat tentang status dan tindakan yang dilakukan.

Sesudah musim, tim mengevaluasi apakah kebakaran berulang berkurang, apakah biaya layanan alat terjangkau, apakah kanal tetap cukup basah, dan apakah layanan kesehatan menjangkau keluarga yang paling terdampak. Jika suatu petak masih terbakar, tim menyelidiki penyebab: apakah ada sumber api dari luar, apakah residu belum terkelola, apakah aliran kanal mengering, ataukah alat tidak tiba tepat waktu. Kasus hipotetis ini menunjukkan bahwa pencegahan bukan kampanye moral semata; ia merupakan layanan publik, tata kelola air, pilihan ekonomi, dan sistem informasi yang terhubung.

15. Hambatan pelaksanaan dan cara mengatasinya

15.1 Fragmentasi kewenangan

Mandat yang terpecah dapat menghasilkan informasi tanpa keputusan dan keputusan tanpa pelaksana. Penyelesaiannya memerlukan matriks kewenangan untuk setiap tindakan: siapa pemimpin, siapa pelaksana, siapa dikonsultasikan, dan siapa diberi tahu. Matriks harus disahkan, diuji dalam simulasi, dan diperbarui. Bila terdapat mandat tumpang tindih, forum koordinasi memerlukan mekanisme penyelesaian, bukan hanya daftar peserta.

15.2 Ketidakpastian hak dan penguasaan lahan

Konflik tenurial menyulitkan pencegahan dan pemulihan. Masyarakat mungkin ragu berinvestasi dalam tata air jika hak akses tidak pasti; pemerintah dapat sulit menentukan siapa bertanggung jawab; dan bantuan dapat tersalur hanya kepada pemegang dokumen formal. Pendataan partisipatif, mediasi, pengakuan hak, dan pembagian manfaat perlu menjadi bagian dari strategi risiko. Ini bukan pengganti penegakan; kejelasan hak memperkuat kemampuan menegakkan tanggung jawab.

15.3 Kesenjangan kapasitas dan pembiayaan

Kabupaten dengan risiko tinggi belum tentu memiliki anggaran, alat, atau tenaga memadai. Skema pembiayaan perlu mempertimbangkan kebutuhan wilayah dan kemampuan fiskal. Pelatihan lintas kabupaten, pusat peralatan regional, layanan teknis bergerak, dan perjanjian dukungan dapat menutup kesenjangan. Pengadaan harus memperhitungkan biaya siklus hidup dan kesiapan operator; peralatan canggih tanpa suku cadang akan menjadi aset yang tidak berfungsi.

15.4 Kepercayaan dan komunikasi

Masyarakat akan mengabaikan peringatan jika informasi sebelumnya tidak akurat atau tidak disertai tindakan. Kepercayaan dibangun melalui konsistensi,

transparansi, kecepatan koreksi, dan penghormatan pada pengetahuan lokal. Jika pemerintah belum mengetahui penyebab asap atau lokasi api, lebih baik menyatakan batas informasi dan menjelaskan kapan pembaruan tersedia daripada mengumumkan kepastian yang keliru.

15.5 Kesenjangan antara larangan dan pilihan

Larangan membakar tanpa pilihan teknis dapat meningkatkan konflik atau membuat praktik bersembunyi. Strategi yang lebih efektif menyatukan regulasi dengan akses alat, layanan, pembiayaan, dan pasar. Penegakan terhadap pelanggaran besar tetap dilakukan, tetapi sistem juga menyediakan jalur bagi petani kecil untuk mengubah praktik. Bantuan yang jelas dan mudah diakses membuat kepatuhan mungkin dilakukan.

15.6 Kelelahan program dan proyek jangka pendek

Banyak proyek berlangsung beberapa tahun, sedangkan risiko kebakaran bersifat berulang. Ketika dana proyek selesai, sensor, kelompok masyarakat, dan kanal dapat ditinggalkan. Setiap program perlu menetapkan pemilik lokal, anggaran perawatan, strategi alih kelola, serta indikator yang tetap dipantau setelah pendanaan eksternal berakhir. Dana publik dan kewajiban perusahaan perlu memastikan fungsi inti tetap berjalan.

16. Agenda riset dan pengembangan kapasitas

Agenda riset perlu menjembatani analisis biofisik dengan ekonomi, kesehatan, hukum, perilaku, dan kelembagaan. Pertanyaan penting mencakup hubungan antara muka air gambut dan kejadian berulang pada skala lokal; biaya efektif berbagai alternatif tanpa bakar; dampak paket intervensi dibandingkan tindakan tunggal; efektivitas ambang peringatan dalam mengubah keputusan; distribusi paparan asap menurut pekerjaan, usia, dan pendapatan; serta cara mengukur pemulihan yang adil.

Penelitian sebaiknya mengikuti lokasi dalam beberapa musim, menggabungkan data kuantitatif dan pengalaman warga, serta menyatakan keterbatasan. Penggunaan citra satelit memerlukan validasi lapangan; model risiko perlu dievaluasi dengan data independen; survei perilaku perlu menghindari asumsi bahwa jawaban sama dengan tindakan. Riset partisipatif dapat membantu merancang intervensi yang sesuai konteks, sedangkan evaluasi independen menguji apakah manfaat bertahan.

Pengembangan kapasitas mencakup pelatihan pengelolaan api, interpretasi data, kepemimpinan lapangan, kesehatan lingkungan, penyelesaian konflik, tata kelola air, penggunaan alat tanpa bakar, komunikasi risiko, dan evaluasi. Kurikulum perlu dibedakan menurut fungsi: pimpinan membutuhkan kemampuan menetapkan prioritas dan akuntabilitas; petugas lapangan membutuhkan kompetensi teknis dan keselamatan; warga memerlukan informasi praktis serta akses layanan; tenaga kesehatan membutuhkan protokol paparan dan rujukan.

17. Rekomendasi kebijakan

Pertama, tetapkan peta jalan nasional manajemen risiko kebakaran yang menyelaraskan kebijakan kehutanan, gambut, pertanian, tata ruang, kesehatan, iklim, dan penanggulangan bencana. Peta jalan perlu menerjemahkan mandat menjadi indikator hasil, kebutuhan pembiayaan, dan mekanisme evaluasi lintas wilayah.

Kedua, prioritaskan pencegahan hidrologis pada gambut: perlindungan kawasan yang masih berfungsi, pengendalian drainase, pemantauan muka air, dan tata kelola kanal di tingkat kesatuan hidrologis. Restorasi harus disertai persetujuan serta pengaturan manfaat bagi masyarakat yang bergantung pada lahan.

Ketiga, jadikan pembukaan lahan tanpa bakar sebagai layanan pertanian yang dapat diakses. Pemerintah daerah dan desa perlu mendukung alat bersama,

penyuluhan, pengelolaan biomassa, pembiayaan masa transisi, dan akses pasar. Larangan menjadi lebih efektif ketika kepatuhan dapat dilakukan.

Keempat, bangun sistem peringatan dini yang terhubung dengan keputusan dan sumber daya. Data satelit, iklim, gambut, lapangan, dan kualitas udara harus memiliki protokol verifikasi dan ambang tindakan yang transparan. Informasi publik disajikan dalam format yang mudah dimengerti, termasuk bahasa daerah dan sarana luring.

Kelima, perkuat komando respons dan perlindungan petugas. Standarkan permintaan bantuan, logistik, keselamatan, pencatatan insiden, dan interoperabilitas. MPA dan relawan didukung sebagai mitra, bukan diperlakukan sebagai pengganti kewajiban lembaga.

Keenam, integrasikan kesehatan dan keadilan sosial ke semua fase. Rencana kebakaran memuat perlindungan kelompok rentan, dukungan bagi sekolah serta fasilitas kesehatan, pemulihan mata pencaharian, dan mekanisme kompensasi yang adil. Evaluasi harus mengetahui siapa yang tidak terjangkau.

Ketujuh, tegakkan kewajiban secara konsisten terhadap seluruh skala pelaku. Investigasi mengandalkan bukti yang terjaga, sementara audit kepatuhan memeriksa pelaksanaan nyata. Keterbukaan hasil dan mekanisme pengaduan memperkuat akuntabilitas.

Kedelapan, ubah struktur belanja agar perawatan, pencegahan, dan evaluasi memperoleh pendanaan tetap. Anggaran operasional desa, kabupaten, dan provinsi harus dapat mempertahankan peralatan, kelompok masyarakat, pemantauan, dan layanan teknis sepanjang tahun.

18. Kesimpulan

Membangun sistem manajemen risiko kebakaran hutan yang terintegrasi berarti mengelola hubungan antara ekologi, penggunaan lahan, tata air, ekonomi rumah tangga, kesehatan, kelembagaan, dan iklim. Sistem tidak cukup dengan meningkatkan jumlah pemadaman, sensor, atau kampanye. Ia

perlu mencegah kondisi yang membuat api mudah menyala dan sulit dipadamkan, mengurangi paparan, memastikan kesiapsiagaan, mengoordinasikan respons, memulihkan ekosistem dan penghidupan, serta mengubah kebijakan berdasarkan pengalaman.

Pengalaman Indonesia menegaskan pentingnya lanskap gambut dan peran masyarakat. Pencegahan perlu dimulai dengan menjaga kelembapan gambut, mengatur penggunaan lahan, mengurangi pembukaan melalui pembakaran, dan menyediakan alternatif ekonomi yang terjangkau. Peringatan dini harus memicu tindakan yang sudah disepakati. Respons harus mengutamakan keselamatan, komunikasi, komando, dan dukungan lintas wilayah. Pemulihan perlu menghindari pengulangan sumber kerentanan. Dalam seluruh proses, tata kelola harus membagi tanggung jawab dengan jelas, membangun kepercayaan, dan memastikan keadilan bagi mereka yang menanggung risiko maupun biaya perubahan.

Ukuran keberhasilan yang paling bermakna bukan banyaknya kegiatan, melainkan apakah orang lebih terlindungi, ekosistem lebih tahan, risiko kebakaran berulang turun, mata pencaharian tetap berdaya, serta keputusan dapat dijelaskan dan dipertanggungjawabkan. Sistem terpadu akan bertahan ketika pencegahan menjadi kerja rutin lintas sektor dan lintas musim, bukan respons sementara setelah asap terlihat.

Glossarium

- **Bahaya kebakaran**: Potensi terjadinya api dan karakteristik yang menentukan peluang penyalaan, intensitas, rambatan, dan dampaknya.
- **Gambut**: Akumulasi bahan organik yang terbentuk dalam kondisi jenuh air dan memiliki fungsi penyimpanan karbon serta pengaturan tata air.
- **Kesatuan hidrologis gambut (KHG)**: Kesatuan ekosistem gambut yang ditentukan oleh hubungan hidrologi, umumnya dibatasi sungai, laut, atau elemen hidrologis lain.

- **Kesiapsiagaan**: Pengetahuan, kapasitas, sumber daya, prosedur, dan latihan untuk melakukan tindakan ketika ancaman meningkat.
- **Kerentanan**: Kondisi fisik, sosial, ekonomi, kesehatan, atau kelembagaan yang meningkatkan kemungkinan mengalami kerugian.
- **Manajemen risiko terpadu**: Pengelolaan lintas fase dan lintas sektor yang menghubungkan pencegahan, kesiapsiagaan, respons, pemulihan, serta pembelajaran.
- **Masyarakat Peduli Api (MPA)**: Kelompok masyarakat yang dilibatkan dalam pencegahan dan penanggulangan kebakaran dengan dukungan, pelatihan, peralatan, dan perlindungan yang memadai.
- **Paparan**: Keberadaan manusia, aset, layanan, atau ekosistem pada lokasi atau kondisi yang dapat terkena api maupun asap.
- **Pembasahan kembali (rewetting)**: Upaya memperbaiki kondisi hidrologis gambut agar kelembapan meningkat dan kerentanan terhadap kebakaran berkurang.
- **Peringatan dini**: Proses menyatukan pengetahuan risiko, pemantauan, analisis, komunikasi, dan kemampuan bertindak sebelum dampak membesar.
- **Titik panas (hotspot)**: Indikasi anomali termal yang dideteksi sensor satelit; memerlukan verifikasi dan tidak selalu menandakan kebakaran aktual.
- **Tata kelola kolaboratif**: Pengambilan keputusan dan pelaksanaan bersama oleh lembaga pemerintah, masyarakat, usaha, dan pengetahuan dengan tanggung jawab yang disepakati.
- **Tata ruang peka risiko**: Perencanaan penggunaan ruang yang memasukkan bahaya, paparan, kerentanan, fungsi ekosistem, dan kapasitas penanggulangan.
- **Pemulihan tangguh**: Pemulihan fungsi sosial-ekonomi dan ekologis yang sekaligus mengurangi risiko bencana berikutnya.
- **Interoperabilitas**: Kemampuan sistem, data, prosedur, dan organisasi yang berbeda untuk bertukar serta menggunakan informasi secara konsisten.

- **Keadilan distributif**: Keadilan dalam pembagian risiko, manfaat, biaya, perlindungan, dan bantuan.
- **Keadilan prosedural**: Keadilan dalam proses keputusan, termasuk akses informasi, partisipasi, transparansi, dan mekanisme keberatan.
- **Keadilan restoratif**: Upaya memperbaiki kerusakan dan kerugian serta mengakui kebutuhan kelompok terdampak dalam pemulihan.
- **Sistem komando insiden**: Struktur koordinasi yang mengatur kepemimpinan, operasi, perencanaan, logistik, komunikasi, dan dukungan dalam suatu kejadian.
- **Risiko sistemik**: Risiko yang muncul melalui hubungan dan ketergantungan antarsistem serta dapat merambat melampaui sektor atau wilayah asal.

19. Integrasi kesehatan masyarakat dalam manajemen kebakaran

Kebijakan kebakaran yang menempatkan kesehatan hanya sebagai urusan setelah asap muncul kehilangan kesempatan untuk mengurangi dampak sejak awal. Paparan asap adalah jalur risiko yang dapat meluas ke wilayah yang tidak mengalami api secara langsung. Karena itu, analisis risiko harus menghubungkan lokasi dan perilaku api dengan arah angin, kondisi atmosfer, kualitas udara, lokasi penduduk, pola mobilitas, dan kapasitas pelayanan. Pemantauan kesehatan dan pemantauan lingkungan perlu saling memberi informasi tanpa menunggu data sempurna.

Dinas kesehatan dapat menyusun pemetaan kapasitas berbasis fasilitas: berapa pasien tambahan yang dapat dilayani puskesmas; apakah rumah sakit mempunyai ruang dengan filtrasi memadai; bagaimana ketersediaan oksigen, obat asma, dan alat pelindung bagi petugas; serta bagaimana rujukan dilakukan jika jalan atau bandara terganggu. Rencana tersebut perlu memuat prosedur ketika jaringan komunikasi tidak stabil. Klinik lapangan, layanan bergerak, atau kunjungan kader dapat menjangkau kelompok yang tidak datang ke fasilitas kesehatan karena biaya, jarak, disabilitas, atau kewajiban merawat anggota keluarga.

Peringatan kesehatan harus memperhitungkan perbedaan kebutuhan. Pekerja kebun dan petani mungkin tetap berada di luar ruang karena pendapatan harian mereka bergantung pada kerja tersebut. Pesan untuk mengurangi kegiatan luar ruangan harus dilengkapi kebijakan perlindungan pekerja: penyesuaian jam kerja, ruang istirahat dengan udara lebih bersih, akses air, dan larangan memaksa kerja ketika kondisi berbahaya. Sekolah membutuhkan kriteria yang jelas untuk membatasi kegiatan luar, mengalihkan pembelajaran, dan menyampaikan informasi kepada orang tua. Rumah tangga perlu mengetahui langkah perlindungan yang layak secara ekonomi dan kapan harus meminta pertolongan medis.

Sistem surveilans dapat memantau gejala pernapasan, kunjungan layanan, absensi sekolah, dan indikator kualitas udara. Data tersebut harus ditafsirkan hati-hati karena perubahan jumlah pasien dapat dipengaruhi akses layanan, pelaporan, atau faktor penyakit lain. Pemantauan tidak bertujuan menyalahkan fasilitas ketika angka meningkat, tetapi membantu menambah layanan dan mengidentifikasi lokasi yang membutuhkan perlindungan lebih. Evaluasi pascakejadian dapat mengukur apakah kelompok rentan memperoleh peringatan tepat waktu, apakah lokasi pengungsian menurunkan paparan, dan apakah bantuan mencakup kebutuhan obat rutin.

Kebijakan kesehatan juga berkontribusi pada pencegahan. Informasi mengenai dampak asap dapat menjadi bagian dialog masyarakat tentang risiko pembakaran, tetapi komunikasi harus disertai pilihan praktis dan tidak berubah menjadi kampanye menyalahkan korban. Bukti kesehatan dapat membantu pemerintah membandingkan biaya pencegahan dengan biaya layanan, produktivitas yang hilang, dan dampak jangka panjang. Dengan demikian, kesehatan bukan sekadar sektor penerima dampak, melainkan bagian dari sistem tata kelola kebakaran.

20. Penegakan hukum, pembuktian, dan akuntabilitas

Sistem manajemen risiko yang kuat membutuhkan penegakan hukum yang konsisten dan dapat dipercaya. Namun keputusan hukum harus dibedakan dari penilaian risiko operasional. Model prediksi dapat mengarahkan patroli ke wilayah tertentu, tetapi tidak dapat dengan sendirinya menentukan kesalahan pidana atau administratif. Penetapan tanggung jawab memerlukan pengumpulan bukti yang sah, analisis sebab kebakaran, pemastian lokasi, hubungan penguasaan lahan, dan penilaian apakah kewajiban pencegahan dipenuhi.

Agar bukti dapat digunakan, setiap data lapangan memiliki catatan waktu, lokasi, pengambil, metode, dan rantai pengelolaan. Foto dan video sebaiknya menyimpan metadata dengan kontrol perubahan; koordinat diverifikasi; sampel tanah atau vegetasi diberi identitas; serta keterangan saksi dikumpulkan dengan prosedur yang menghormati hak. Data satelit dapat memberikan konteks temporal dan spasial, namun interpretasi perlu mempertimbangkan resolusi, tutupan awan, keterbatasan waktu lintasan, dan kondisi permukaan. Pelatihan gabungan bagi penyidik, petugas kehutanan, pemadam, dan ahli geospasial dapat meningkatkan konsistensi dokumentasi.

Akuntabilitas mempunyai beberapa lapisan. Akuntabilitas politik menanyakan apakah pemimpin menetapkan prioritas dan sumber daya yang memadai. Akuntabilitas administratif memeriksa pelaksanaan kewajiban dan kepatuhan SOP. Akuntabilitas hukum memproses pelanggaran berdasarkan hukum. Akuntabilitas sosial menyediakan saluran bagi warga untuk meminta penjelasan dan menyampaikan pengaduan. Akuntabilitas ilmiah memeriksa mutu data dan interpretasi. Lapisan-lapisan tersebut saling memperkuat, tetapi tidak boleh dicampur sehingga laporan teknis langsung diperlakukan sebagai putusan hukum.

Mekanisme pengaduan perlu mudah diakses, aman dari pembalasan, mempunyai nomor pelacakan, dan memberikan informasi perkembangan.

Pengaduan dapat menyangkut keterlambatan respons, perilaku petugas, konflik kepentingan, dampak proyek restorasi, atau perusahaan yang tidak menjalankan kewajiban. Perlindungan pelapor dan mekanisme investigasi yang independen memperkuat kualitas informasi. Pemerintah juga perlu menerbitkan ringkasan hasil pemeriksaan dan tindakan korektif dengan tetap melindungi proses hukum serta data pribadi.

21. Koordinasi regional dan dampak lintas batas

Asap dan kebakaran tidak tunduk pada batas administrasi. Angin dapat membawa asap melintasi kabupaten, provinsi, bahkan negara; bantuan dapat berpindah lintas yurisdiksi; rantai pasok melibatkan perusahaan yang beroperasi di banyak wilayah; dan dampak ekonomi meluas melalui penerbangan serta perdagangan. Manajemen risiko perlu dibangun pada dua skala: koordinasi domestik lintas wilayah dan kerja sama regional internasional.

Di tingkat domestik, provinsi dapat menjadi simpul data dan dukungan operasi, tetapi harus ada mekanisme antarkabupaten yang berjalan sebelum keadaan darurat. Informasi prakiraan angin, muka air, lokasi api, kualitas udara, dan kapasitas fasilitas kesehatan perlu dibagikan dengan format yang disepakati. Perjanjian dukungan lintas wilayah memuat jenis aset yang dapat diminta, pejabat pemberi persetujuan, biaya operasi, perlindungan tenaga, dan tata cara komando ketika personel dari daerah berbeda bekerja bersama. Jika tanggung jawab biaya tidak jelas, setiap daerah mungkin enggan mengirim sumber daya saat diperlukan.

Di tingkat regional, kerja sama ASEAN dan mekanisme bilateral dapat membantu pertukaran data, peningkatan kapasitas, teknologi, serta dukungan darurat. Kerja sama harus berlandaskan prinsip kedaulatan, transparansi, kebutuhan, dan koordinasi yang dipimpin negara terdampak. Data bersama sebaiknya disertai definisi yang sama untuk hotspot, kualitas udara, luas

terbakar, dan kategori bantuan. Pertukaran informasi secara rutin lebih bermanfaat daripada komunikasi yang baru dimulai saat krisis diplomatik.

Pelaku usaha lintas negara memiliki peran penting karena modal, pemasok, dan pembeli dapat berada di luar wilayah asal produksi. Standar rantai pasok dapat memberi insentif pencegahan, tetapi pemantauan perlu meliputi petani kecil agar persyaratan lingkungan tidak mengeluarkan mereka dari pasar tanpa dukungan. Perusahaan dan pembeli dapat membiayai sistem layanan tanpa bakar, restorasi, dan pemantauan bersama, dengan mekanisme yang menjaga independensi data dan menghindari klaim lingkungan yang tidak terverifikasi.

22. Matriks implementasi dan indikator kendali

Tabel berikut memberi contoh hubungan antara masalah, tindakan, penanggung jawab, keluaran, dan indikator hasil. Matriks perlu disesuaikan dengan struktur organisasi dan peraturan yang berlaku di setiap daerah; ia bukan pengganti penetapan kewenangan formal.

Bidang	Tindakan inti	Penanggung jawab utama	Bukti pelaksanaan	Indikator hasil
Tata ruang dan izin	Audit wilayah berulang terbakar, drainase, dan penggunaan lahan	Pemerintah daerah bersama instansi teknis	Peta audit, daftar koreksi, keputusan tindak lanjut	Berkurangnya pembukaan dan drainase berisiko
Pengelolaan gambut	Pemantauan muka air dan pemeliharaan sekat kanal	Pengelola kawasan, pemerintah, masyarakat,	Catatan sensor dan inspeksi, jadwal pemeliharaan	Tren kelembapan lebih baik dan luas kebakaran

Bidang	Tindakan inti	Penanggung jawab utama	Bukti pelaksanaan	Indikator hasil
	pada KHG prioritas	pemegang izin		berulang menurun
Pertanian tanpa bakar	Layanan alat bersama, demonstrasi dan pendampingan	Dinas pertanian, desa, koperasi, kelompok tani	Catatan penggunaan, biaya dan cakupan	Proporsi petak yang disiapkan tanpa bakar meningkat
Kesiapsiagaan	Latihan, pemeriksaan logistik dan protokol ambang tindakan	BPBD dan perangkat daerah	Laporan latihan, daftar aset aktif	Waktu deteksi-verifikasi dan aktivasi berkurang
Kesehatan	Rencana asap, surveilans, ruang lebih bersih dan rujukan	Dinas kesehatan, sekolah, fasilitas layanan	Protokol, stok, catatan komunikasi	Kelompok rentan lebih cepat memperoleh perlindungan
Respons	Komando, keselamatan, pencatatan dan bantuan lintas wilayah	Komandan insiden dan lembaga terkait	Log operasi dan laporan situasi	Luas dan keparahan api serta cedera petugas menurun

Bidang	Tindakan inti	Penanggung jawab utama	Bukti pelaksanaan	Indikator hasil
Penegakan	Pemeriksaan bukti dan audit kewajiban	Aparat penegak hukum dan regulator	Dokumen pemeriksaan, hasil audit	Kepatuhan meningkat dan pelanggaran berulang berkurang
Pemulihan	Restorasi, pemulihan pendapatan dan tinjauan pascakejadian	Pemerintah, komunitas, perusahaan terkait	Rencana pemulihan, daftar tindakan korektif	Mata pencaharian pulih tanpa peningkatan kembali risiko

Indikator harus disusun bersama target dan baseline. Misalnya, “jumlah desa yang memiliki pompa” hanya indikator keluaran. Pemerintah perlu mengetahui persentase pompa yang berfungsi pada awal musim, waktu mobilisasi, kecukupan operator, serta apakah pompa dapat mengakses sumber air ketika dibutuhkan. Demikian pula, jumlah warga yang mengikuti sosialisasi tidak cukup menggambarkan kemampuan masyarakat merespons peringatan.

Kinerja juga perlu dipilah menurut jenis lahan, skala pengelola, status wilayah, jenis kelamin, usia, disabilitas, dan status sosial ekonomi bila data aman dan relevan. Pemilahan memperlihatkan apabila hasil agregat tampak baik tetapi kelompok tertentu tetap mengalami paparan tinggi. Data yang terpilah membantu menyempurnakan layanan tanpa menstigmatisasi masyarakat.

23. Rencana tindakan 100 hari, 1 tahun, dan 5 tahun

23.1 Seratus hari pertama

Dalam tiga bulan awal, pemerintah daerah dapat membentuk tim lintas sektor dengan mandat dan jadwal rapat keputusan; menetapkan unit lanskap prioritas; mengumpulkan data dasar yang paling penting; memetakan sumber air, aset kritis, dan desa dengan kebakaran berulang; menguji saluran laporan; serta memeriksa kesiapan alat dan fasilitas kesehatan. Kegiatan ini tidak menunggu penyempurnaan seluruh basis data. Tim dapat memulai dengan informasi yang tersedia, mencatat kekurangan, dan memperbaruinya secara bertahap.

Pemetaan cepat perlu memasukkan suara desa dan operator lapangan. Pemerintah melakukan kunjungan pada kanal, lokasi api berulang, fasilitas kesehatan, dan jalur akses. Di setiap lokasi, tim membuat daftar tindakan segera dengan pemilik, biaya, dan tenggat. Contohnya: memperbaiki pompa, membersihkan jalur akses, mengisi stok bahan bakar, menyepakati jadwal layanan pencacah, atau memasang papan nomor laporan. Keputusan cepat yang sederhana dapat mencegah kegagalan besar di awal musim.

23.2 Tahun pertama

Dalam tahun pertama, daerah menguji satu paket intervensi pada lanskap prioritas: pengelolaan air, alternatif pertanian, peringatan dini, latihan respons, kesehatan, penegakan, serta evaluasi. Paket diuji dalam kondisi nyata dan disesuaikan berdasarkan umpan balik. Pemerintah menyusun pembiayaan lintas dinas dan menetapkan kewajiban perusahaan berdasarkan regulasi. Pusat data minimum menghubungkan laporan lapangan, cuaca, hidrologi, dan kualitas udara tanpa menuntut sistem digital yang mahal.

Pada akhir tahun, evaluasi menilai hasil dan proses. Jika intervensi tidak menurunkan risiko, tim tidak otomatis menyimpulkan masyarakat tidak patuh. Mereka meneliti apakah layanan memadai, jadwal tepat, infrastruktur

berfungsi, insentif adil, dan data benar. Keputusan untuk memperluas program didasarkan pada bukti efektivitas, kapasitas perawatan, dan penerimaan warga.

23.3 Lima tahun

Dalam lima tahun, pemerintah memperluas sistem yang terbukti efektif; menanamkan pencegahan dalam rencana tata ruang dan rencana pembangunan; membangun layanan pertanian tanpa bakar yang stabil; memulihkan wilayah gambut prioritas; memperkuat tenaga ahli dan MPA; serta menerapkan pembiayaan berbasis risiko dan hasil. Hasil jangka menengah diukur pada kebakaran berulang, kondisi hidrologis, paparan kesehatan, dan ketahanan pendapatan.

Target lima tahunan harus realistis dan memperhitungkan ketidakpastian iklim. Pemerintah menetapkan indikator yang dapat dipantau setiap tahun, tetapi tidak memberi insentif untuk menyembunyikan kejadian. Evaluasi independen pada tahun ketiga dan kelima memeriksa dampak, distribusi manfaat, dan risiko samping. Rencana berikutnya menggunakan hasil tersebut sebagai baseline baru.

24. Pelajaran manajerial untuk organisasi publik dan swasta

Dari perspektif manajemen, sistem kebakaran adalah jaringan operasi yang memerlukan strategi, struktur, sumber daya, kompetensi, informasi, budaya keselamatan, dan insentif yang konsisten. Strategi pencegahan tidak dapat dilaksanakan jika anggaran hanya tersedia saat keadaan darurat. Struktur organisasi tidak efektif jika kewenangan tumpang tindih. Kompetensi tidak berkembang hanya melalui satu kali pelatihan. Data tidak berguna bila tidak diterjemahkan menjadi prioritas. Budaya keselamatan tidak terbentuk apabila petugas didorong mengambil risiko yang tidak perlu demi menyelesaikan target.

Pemimpin organisasi perlu menghubungkan tujuan jangka panjang—misalnya menjaga fungsi hidrologi dan mengurangi kebakaran berulang—dengan target

operasional tahunan seperti inspeksi, pemeliharaan, layanan tanpa bakar, dan latihan. Target tidak boleh mendorong permainan angka. Jika kinerja dinilai dari rendahnya hotspot yang dilaporkan, organisasi mungkin berusaha mengurangi pelaporan, bukan menurunkan api. Indikator perlu menggabungkan hasil objektif, kualitas data, dan tinjauan independen.

Manajemen risiko juga harus mengelola trade-off. Pembatasan akses dapat melindungi gambut tetapi mengganggu mata pencaharian; pembangunan jalan mempercepat layanan namun membuka akses yang dapat meningkatkan tekanan; pemadaman udara membantu pada lokasi tertentu tetapi mempunyai biaya dan risiko. Keputusan yang baik tidak menyembunyikan trade-off. Ia menjelaskan pilihan, bukti, dampak yang diperkirakan, siapa yang menanggung biaya, dan mekanisme mitigasi.

Bagi organisasi swasta, pencegahan kebakaran bukan sekadar reputasi atau kepatuhan. Operasi yang berulang kali terganggu asap, kehilangan lahan produksi, konflik dengan masyarakat, dan sanksi hukum memberi dampak pada kesinambungan bisnis dan biaya modal. Perusahaan dapat memasukkan risiko kebakaran ke dalam audit rantai pasok, keputusan investasi, manajemen kontraktor, pengadaan, dan target lingkungan. Namun pengungkapan komitmen perlu dibuktikan melalui data operasi dan hasil di lapangan.

25. Kerangka evaluasi kematangan sistem

Daerah dapat menilai kematangan sistem pada lima tingkat. Tingkat awal ditandai respons ad hoc, data terpisah, dan tanggung jawab tidak jelas. Tingkat berkembang memiliki peta risiko serta rencana dasar, tetapi pencegahan dan layanan masih bergantung proyek. Tingkat terkelola memiliki protokol lintas sektor, pembiayaan tahunan, latihan, dan mekanisme pemantauan. Tingkat terpadu menghubungkan sistem data, tata ruang, kesehatan, air, pertanian, perusahaan, dan komunitas dengan evaluasi hasil. Tingkat adaptif melakukan tinjauan berbasis bukti secara berkala, mengubah investasi sesuai skenario,

mengurangi ketimpangan, dan mempertahankan kemampuan walau terjadi pergantian pimpinan.

Kerangka kematangan ini bukan perlombaan peringkat. Tujuannya membantu pemerintah menentukan langkah berikutnya. Daerah tidak harus membeli teknologi baru untuk berpindah tingkat; mungkin perbaikan yang paling penting adalah menetapkan penanggung jawab, mengalokasikan dana pemeliharaan, membuka data dasar, atau memberi perlindungan kepada relawan. Skor kematangan perlu divalidasi oleh pihak independen dan masyarakat agar tidak menjadi laporan kepatuhan sendiri.

26. Kesimpulan tambahan tentang transformasi kelembagaan

Transformasi kelembagaan terjadi ketika fungsi pencegahan memperoleh kedudukan yang sama pentingnya dengan operasi darurat. Pemerintah membuat keputusan tata ruang yang memasukkan risiko; anggaran rutin membiayai pemeliharaan dan layanan; perusahaan menjalankan kewajiban di wilayah operasinya; masyarakat dapat mengakses alternatif dan ikut mengawasi; layanan kesehatan siap menghadapi paparan; dan sistem informasi menghasilkan keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan. Perubahan seperti itu membutuhkan kepemimpinan yang konsisten serta mekanisme yang bertahan melampaui satu musim atau masa jabatan.

Dalam masyarakat yang beragam, kesepakatan tidak selalu berarti semua pihak mempunyai pandangan identik. Perbedaan kepentingan perlu dikelola melalui prosedur yang adil, bukti yang dapat ditinjau, dan pembagian tanggung jawab yang sepadan dengan kendali. Sistem yang kuat memberi ruang kepada warga untuk menyampaikan bahwa suatu kebijakan tidak berjalan, tanpa menganggap kritik sebagai hambatan. Ia juga berani menghentikan program yang tidak efektif dan mengalihkan sumber daya ke tindakan yang lebih bermanfaat.

Karena perubahan iklim, ekonomi, dan penggunaan lahan akan terus mengubah profil risiko, sistem manajemen kebakaran tidak pernah selesai dirancang. Ia harus terus diuji dan diperbaiki. Setiap musim kebakaran memberi data baru mengenai kondisi bahan bakar, efektivitas tata air, kesiapan lembaga, serta kebutuhan masyarakat. Dengan menjadikan informasi itu bagian dari proses perencanaan dan anggaran, Indonesia dapat bergerak dari pola krisis berulang menuju pengelolaan risiko yang lebih antisipatif, inklusif, dan berkelanjutan.

27. Hubungan penggunaan lahan, kebakaran, dan perubahan iklim

Pengelolaan risiko kebakaran berada di persimpangan kebijakan iklim dan pembangunan wilayah. Kebakaran gambut melepaskan karbon yang tersimpan lama; deforestasi mengurangi kemampuan lanskap menyerap karbon dan mengubah siklus air; degradasi vegetasi dapat membuat permukaan lebih rentan terhadap kekeringan. Namun pengurangan emisi tidak boleh dipersempit menjadi penghitungan karbon. Perlindungan gambut juga terkait kualitas air, biodiversitas, pengetahuan lokal, dan penghidupan. Kebijakan iklim yang hanya membayar ton karbon yang dapat diukur dapat mengabaikan manfaat sosial dan fungsi ekosistem yang tidak mudah dimonetisasi.

Adaptasi iklim perlu dimasukkan ke keputusan operasi. Perubahan pola hujan mengubah kalender tanam, ketersediaan air, dan efektivitas tindakan. Infrastruktur yang dibangun berdasarkan rata-rata curah hujan historis dapat tidak memadai ketika periode kering lebih lama. Skenario iklim membantu menilai apakah kanal, sekat, sumber air, dan rencana evakuasi akan tetap berfungsi dalam kondisi ekstrem. Skenario tidak dimaksudkan memberi ramalan pasti, melainkan membandingkan ketahanan beberapa pilihan terhadap rentang masa depan yang mungkin.

Mitigasi emisi dan adaptasi dapat saling menguatkan apabila restorasi hidrologis menjaga gambut tetap basah, praktik pertanian mengurangi

pembakaran, dan perlindungan vegetasi mengurangi paparan. Terdapat juga kemungkinan trade-off. Penanaman spesies yang cepat tumbuh mungkin memberi pendapatan jangka pendek, tetapi memperbesar kebutuhan air atau risiko bahan bakar. Pembangunan infrastruktur untuk akses pemadaman dapat membuka wilayah baru bagi ekspansi. Penilaian dampak perlu dilakukan sebelum investasi dan ditinjau setelah pelaksanaan.

Pelaporan iklim dan karhutla memerlukan metode yang konsisten. Luas terbakar tidak secara langsung sama dengan jumlah emisi, karena emisi bergantung pada jenis lahan, kedalaman pembakaran, biomassa, dan metode estimasi. Perkiraan harus menerangkan asumsi dan rentang ketidakpastian. Pemerintah dapat membangun inventaris kebakaran yang menghubungkan data aktivitas dengan faktor emisi, tetapi angka tersebut tidak menggantikan evaluasi kerugian kesehatan serta sosial.

28. Pengetahuan lokal dan tata kelola yang menghargai konteks

Masyarakat setempat sering memahami tanda-tanda awal yang tidak terlihat dalam data satelit: perubahan warna air, arah angin, suara satwa, kondisi tanaman, perilaku kanal, dan lokasi tanah yang cepat kering. Pengetahuan tersebut bukan pengganti pengukuran ilmiah, tetapi dapat menambah ketepatan diagnosis. Sistem terpadu perlu memiliki cara untuk menyimpan dan memeriksa observasi warga, misalnya melalui catatan lapangan yang dikumpulkan kelompok, peta partisipatif, dan forum evaluasi musiman.

Pengetahuan lokal juga beragam. Praktik masyarakat adat, petani pendatang, pekebun, buruh kebun, dan warga desa yang hidup dari perikanan tidak selalu sama. Pemetaan sosial perlu menghindari anggapan bahwa satu tokoh mewakili seluruh kelompok. Perempuan, pemuda, kelompok minoritas, penyandang disabilitas, dan pekerja tanpa status formal perlu mendapat saluran suara yang aman. Pertemuan konsultasi harus memperhitungkan waktu kerja, bahasa, akses transportasi, dan relasi kuasa.

Pengakuan terhadap tradisi tidak berarti meniadakan perlindungan publik. Jika praktik lokal menimbulkan risiko besar di kondisi cuaca tertentu, pembatasan dapat diperlukan. Namun pembatasan harus dikembangkan melalui proses yang menjelaskan bukti bahaya, menyediakan alternatif, dan memberi jalur penyesuaian. Sebaliknya, aturan yang tidak sensitif konteks dapat mendorong praktik berpindah ke waktu atau tempat yang lebih sulit diawasi. Perundingan sosial yang baik membantu menemukan aturan yang efektif dan dapat diterima.

Peta partisipatif juga dapat menjadi sarana penyelesaian konflik. Warga dapat menunjukkan batas lahan yang tidak tercatat, sumber air yang digunakan bersama, atau kanal yang memengaruhi wilayah lain. Informasi ini perlu diperlakukan dengan hati-hati karena dapat berhubungan dengan hak dan konflik. Pemerintah harus menjelaskan siapa dapat mengakses data, untuk tujuan apa, dan bagaimana warga dapat mengoreksi peta. Partisipasi yang menghormati hak membangun legitimasi yang dibutuhkan ketika tindakan pencegahan membatasi aktivitas.

29. Sistem informasi dan alur keputusan praktis

Alur keputusan yang efektif membedakan tahapan deteksi, verifikasi, penilaian, keputusan, tindakan, dan konfirmasi hasil. Ketika sensor atau warga melaporkan indikasi api, pusat informasi mencatat sumber serta waktu. Petugas mengonfirmasi melalui komunikasi, citra, patroli, atau observasi lapangan. Penilaian menentukan jenis lahan, tingkat bahaya, kemungkinan rambatan, akses, sumber air, ancaman terhadap penduduk, dan keselamatan tim. Pejabat berwenang menetapkan respons; komando mengalokasikan personel dan logistik; petugas melaporkan hasil; dan tim memeriksa apakah titik api kembali muncul.

Rangkaian tersebut dapat diringkas menjadi tingkat layanan yang disepakati. Misalnya, laporan prioritas tinggi di dekat permukiman ditanggapi dengan

konfirmasi segera, sedangkan laporan dengan keyakinan rendah di area terpencil ditangani melalui gabungan pemantauan dan patroli. Target waktu harus mempertimbangkan topografi, kondisi jaringan, dan kapasitas. Tujuannya bukan menciptakan janji yang tidak realistis, melainkan menampilkan hambatan serta membenahi proses yang dapat diperbaiki.

Satu ID kejadian membantu menghubungkan laporan satelit, laporan warga, catatan pemadaman, observasi kesehatan, dan bukti pascakejadian. Tanpa identitas kejadian, beberapa laporan dapat dihitung sebagai kejadian berbeda atau kejadian yang sama tercatat dengan lokasi yang tidak konsisten. Sistem perlu menyimpan pembaruan, bukan menimpa sejarah. Perubahan status dicatat bersama petugas yang mengubah, alasan, dan bukti. Hal tersebut bermanfaat untuk analisis operasional dan akuntabilitas.

Sistem informasi harus mempunyai prosedur ketika teknologi gagal. Formulir kertas, radio, peta luring, dan daftar kontak cadangan memastikan operasi tetap berlangsung ketika internet padam. Data analog dapat dimasukkan kemudian dengan mencatat waktu perekaman awal dan waktu digitalisasi. Ketergantungan total pada jaringan seluler atau satu vendor menciptakan risiko baru. Kesiapan digital berarti kemampuan bekerja dengan dan tanpa infrastruktur digital.

30. Manajemen sumber daya manusia dan keselamatan petugas

Petugas kebakaran bekerja dalam kondisi panas, asap, kelelahan, medan sulit, serta tekanan waktu. Pengelolaan risiko harus melindungi tenaga tetap, kontraktor, relawan, dan masyarakat yang ikut membantu. Organisasi menetapkan standar kompetensi berdasarkan jenis tugas, bukan menyamakan seluruh orang sebagai pemadam. Tugas observasi, pengoperasian pompa, pengamanan perbatasan api, pertolongan pertama, pengelolaan logistik, dan komunikasi memiliki risiko serta persyaratan berbeda.

Setiap tim memerlukan pengarahan sebelum operasi, penilaian kondisi, pengawas keselamatan, komunikasi dua arah, batas waktu kerja, istirahat, air minum, alat pelindung, dan akses pertolongan medis. Keputusan untuk menghentikan operasi ketika kondisi tidak aman harus dilindungi dari sanksi kinerja. Insiden cedera dan nyaris celaka dilaporkan untuk pembelajaran, bukan disembunyikan demi menjaga citra organisasi. Pelatihan keselamatan juga mencakup bahaya api bawah tanah, perubahan arah angin, pohon rapuh, mesin, dan kondisi asap.

Kesejahteraan psikologis petugas perlu masuk dalam sistem. Musim panjang dengan paparan asap dan kejadian berulang dapat menimbulkan stres, gangguan tidur, kecemasan, dan kelelahan. Rotasi, dukungan rekan, akses konseling, dan pengakuan atas kontribusi membantu menjaga kapasitas. Setelah operasi berat, evaluasi tidak hanya membicarakan taktik, tetapi juga pengalaman tenaga kerja dan kondisi yang mereka hadapi.

Pengembangan karier memperkuat kemampuan kelembagaan. Pemerintah perlu mempertahankan tenaga yang memiliki kompetensi kebakaran, hidrologi gambut, sistem informasi, komunikasi risiko, dan kesehatan lingkungan. Skema pelatihan bersama lintas lembaga menciptakan bahasa operasional yang sama. Sertifikasi perlu didukung oleh praktik berulang dan pembaruan kompetensi, bukan sekadar kehadiran pada kelas.

31. Mengelola konflik dan negosiasi kepentingan

Kebakaran sering berada pada wilayah dengan klaim lahan, kepentingan produksi, konservasi, dan kebutuhan penghidupan yang beririsan. Konflik dapat muncul ketika kanal ditutup, akses dibatasi, batas konsesi diperiksa, atau bantuan diberikan kepada kelompok tertentu. Sistem terpadu membutuhkan mekanisme mediasi yang dapat dijalankan sebelum konflik berubah menjadi sabotase atau ketidakpatuhan. Fasilitator harus memahami struktur sosial

setempat dan tidak menjadi pihak yang mempunyai kepentingan langsung terhadap keputusan.

Negosiasi dapat dimulai dengan menyepakati fakta dasar: peta, sumber air, area terbakar, kelompok pengguna, serta kewenangan tiap pihak. Selanjutnya pihak-pihak mengidentifikasi kebutuhan yang tidak dapat ditawar—misalnya perlindungan rumah, akses air minum, atau larangan drainase pada area tertentu—dan pilihan yang dapat disesuaikan. Kesepakatan ditulis dengan bahasa yang dipahami, penanggung jawab, jadwal, sumber dana, mekanisme keluhan, serta cara meninjau ulang. Kesepakatan tidak menggantikan hukum, tetapi membantu menerjemahkan kewajiban menjadi praktik yang dapat dilaksanakan.

Konflik kepentingan harus diumumkan dan dikelola. Jika pemimpin kelompok juga menjadi pemasok alat atau perusahaan mendanai kegiatan yang kemudian diaudit, sistem perlu mencegah keputusan sepihak dan memastikan transparansi. Pengawasan bersama dan audit independen dapat mengurangi kecurigaan. Pembagian manfaat yang adil membantu menjaga kerja sama jangka panjang.

32. Ketahanan layanan publik selama musim kebakaran

Kesiapan pelayanan publik perlu dirancang agar fungsi dasar tetap berjalan ketika asap mengganggu transportasi dan kesehatan masyarakat. Pemerintah daerah menyusun rencana kesinambungan untuk administrasi penting, pendidikan, pengangkutan bahan pangan, layanan kesehatan, air bersih, listrik, komunikasi, dan tempat pengungsian. Setiap rencana mengidentifikasi layanan minimal, lokasi alternatif, personel cadangan, prosedur kerja jarak jauh bila sesuai, dan kebutuhan logistik.

Puskesmas dapat menetapkan jalur triase untuk gejala pernapasan dan prosedur rujukan yang tidak bergantung pada satu rumah sakit. Sekolah menyiapkan materi belajar yang dapat diakses dari rumah atau pusat

komunitas saat kegiatan luar ruang harus dihentikan. Dinas sosial memperbarui mekanisme perlindungan bagi keluarga yang kehilangan pendapatan dan pengasuh yang tidak dapat meninggalkan anggota keluarga rentan. Transportasi publik dapat menerima informasi tentang jarak pandang dan kualitas udara agar penyesuaian jadwal dilakukan dengan aman.

Ketahanan layanan menuntut koordinasi dengan penyedia swasta. Operator telekomunikasi membantu menjaga cakupan komunikasi; perusahaan energi merencanakan perlindungan jaringan; penyedia air memastikan sumber tidak tercemar; dan perusahaan logistik menjaga distribusi bantuan. Perjanjian perlu disusun lebih awal agar dukungan tidak hanya bergantung pada negosiasi saat krisis. Pengujian rencana kontinuitas melalui simulasi menemukan ketergantungan yang biasanya tidak tampak dalam dokumen.

33. Model logika perubahan sistem

Model logika membantu organisasi menjelaskan bagaimana intervensi diharapkan menghasilkan perubahan. Input berupa anggaran, tenaga, data, alat, kewenangan, dan kemitraan digunakan untuk melaksanakan kegiatan seperti perlindungan gambut, layanan pertanian tanpa bakar, patroli, latihan, komunikasi kesehatan, dan penegakan. Kegiatan menghasilkan keluaran berupa lahan yang diawasi, petani yang dilayani, kanal yang dirawat, kelompok yang terlatih, serta laporan yang diverifikasi. Keluaran kemudian diharapkan mengubah perilaku dan kondisi, misalnya menurunkan penggunaan api, meningkatkan kesiapan, menjaga muka air, dan mempercepat deteksi. Hasil tersebut berkontribusi pada tujuan jangka panjang berupa kebakaran lebih sedikit dan lebih kecil, paparan asap lebih rendah, kerugian berkurang, ekosistem pulih, serta mata pencaharian lebih tangguh.

Model logika harus menuliskan asumsi. Layanan alat akan mengubah praktik hanya jika alat tersedia tepat waktu, sesuai kondisi petak, dan biaya dapat dibayar. Penyekatan kanal akan menjaga kelembapan hanya jika struktur

dirawat, pengguna air menyepakati operasi, dan tidak ada drainase baru di sekitarnya. Peringatan akan mempercepat respons hanya jika laporan dipercaya, komunikasi mencapai petugas, dan sumber daya tersedia. Menyatakan asumsi membuat evaluasi lebih jujur dan membantu menemukan di titik mana rantai perubahan terputus.

Model juga mencatat kemungkinan dampak tak diinginkan. Insentif yang terlalu berorientasi pada hasil titik panas dapat mendorong tidak melapor; pembatasan lahan dapat memindahkan tekanan ke kawasan lain; restorasi tanpa konsultasi dapat mengubah akses air; dan pembangunan jalur pemadam dapat meningkatkan akses untuk konversi. Pemantauan perlu mendeteksi dampak samping sejak awal. Jika terjadi, perbaikan dilakukan tanpa menunggu evaluasi akhir proyek.

34. Daftar pemeriksaan kesiapan daerah

Sebelum musim kering, pimpinan daerah dapat memeriksa pertanyaan berikut bersama perangkat teknis dan perwakilan masyarakat:

1. Apakah peta risiko mencakup sejarah kejadian, kondisi gambut dan kanal, permukiman, fasilitas kesehatan, sumber air, serta data kerentanan yang relevan?
2. Apakah laporan hotspot dan warga memiliki prosedur verifikasi, identitas kejadian, penanggung jawab, dan jalur eskalasi?
3. Apakah pompa, selang, kendaraan, radio, alat pelindung, bahan bakar, dan sumber air telah diuji di lapangan?
4. Apakah petugas memahami komando, batas keselamatan, area kerja, dan kapan harus meminta bantuan tambahan?
5. Apakah petani memiliki akses pada alat dan layanan pembukaan lahan tanpa bakar yang terjangkau pada waktu yang dibutuhkan?
6. Apakah pengelolaan kanal, sekat, dan muka air memiliki pemilik, anggaran perawatan, serta kesepakatan pengguna?

7. Apakah puskesmas, rumah sakit, sekolah, dan dinas sosial telah menguji protokol paparan asap dan perlindungan kelompok rentan?
8. Apakah rencana bantuan lintas kabupaten memiliki aturan persetujuan, komando, logistik, biaya, dan perlindungan personel?
9. Apakah masyarakat mengetahui cara memperoleh informasi, melapor, mengajukan keluhan, dan melihat tindak lanjut?
10. Apakah anggaran pencegahan dan pemulihan tersedia secara rutin, bukan hanya dalam bentuk proyek sementara?

Pemeriksaan sebaiknya menghasilkan status tindakan, bukan sekadar jawaban ya atau tidak. Setiap kekurangan dihubungkan dengan risiko, tingkat prioritas, penanggung jawab, dan tenggat. Laporan ringkas dapat dipublikasikan agar warga mengetahui kesiapan pemerintah dan membantu memverifikasi kemajuan. Pertanyaan yang belum dapat dijawab menjadi agenda pembiayaan dan peningkatan kapasitas.

35. Implikasi bagi pendidikan dan literasi kebencanaan

Pendidikan kebakaran perlu menjelaskan proses ekologis, praktik pertanian, kesehatan, tata kelola, dan keselamatan. Kurikulum sekolah dapat menggunakan observasi lingkungan sekitar—misalnya perubahan muka air, kualitas udara, kondisi vegetasi, atau jalur evakuasi—sebagai proyek pembelajaran. Materi perlu membedakan hotspot dari api terverifikasi dan menjelaskan cara menilai informasi digital. Literasi ini penting agar siswa dapat membantu keluarga memahami peringatan tanpa menyebarkan klaim tidak teruji.

Perguruan tinggi dapat mengembangkan program lintas disiplin yang menghubungkan kehutanan, pertanian, manajemen, kesehatan masyarakat, teknologi informasi, hukum, dan ilmu sosial. Mahasiswa dapat dilibatkan dalam pemetaan partisipatif, pengujian layanan alat, evaluasi komunikasi risiko, atau analisis data dengan persetujuan masyarakat dan prosedur etis. Program pengabdian tidak semestinya berhenti pada sosialisasi satu hari; kerja

kolaboratif jangka panjang dapat mendampingi kelompok dalam evaluasi dan pembelajaran.

Literasi bagi pejabat dan manajer juga penting. Pengambil keputusan perlu memahami ketidakpastian satelit, batas prediksi cuaca, risiko gambut, dan implikasi indikator kinerja. Pelatihan kepemimpinan kebencanaan dapat menggunakan simulasi yang memaksa peserta membuat prioritas dalam keterbatasan sumber daya. Setelah latihan, peserta membandingkan keputusan dan menjelaskan dasar bukti, konsekuensi, serta cara berkomunikasi kepada publik.

37. Rancangan register risiko kebakaran untuk pemerintah daerah

Register risiko adalah daftar dinamis yang membantu organisasi menjaga agar ancaman, pemilik risiko, tindakan, dan bukti pengendalian tidak hilang dalam pergantian rapat atau pejabat. Register bukan sekadar formulir administratif. Ia menghubungkan diagnosis dengan anggaran dan menentukan risiko mana yang memerlukan pemilik tindakan.

Untuk setiap risiko, daerah mencatat uraian sebab dan kejadian, dampak yang mungkin terjadi, lokasi, kelompok yang terpapar, tingkat kemungkinan, konsekuensi, indikator awal, pengendalian yang sudah ada, kesenjangan, tindakan tambahan, penanggung jawab, tenggat, kebutuhan dana, dan status penyelesaian. Risiko dapat diberi kode lokasi atau unit hidrologis agar dapat dibandingkan dari waktu ke waktu. Skor numerik dapat membantu pengurutan, tetapi narasi dan bukti pendukung tetap diperlukan karena nilai risiko serupa dapat timbul dari kombinasi faktor yang berbeda.

Contoh risiko pertama ialah api bawah permukaan di lahan gambut dekat desa, dipicu oleh kelembapan rendah dan aktivitas pembukaan lahan. Dampak yang mungkin meliputi kebakaran berulang, paparan asap, kerusakan kebun, dan bahaya bagi petugas. Indikator awal mencakup muka air rendah, laporan asap, peningkatan aktivitas di lahan, dan prakiraan cuaca kering. Pengendalian dapat

berupa pemantauan hidrologi, patroli, layanan tanpa bakar, sumber air, dan pembatasan aktivitas berisiko. Kesenjangan mungkin muncul karena kanal tidak terawat atau pompa tidak tersedia. Pemilik tindakan perlu ditetapkan berdasarkan mandat: pemerintah memperbaiki sistem pemantauan, kelompok tani mengatur jadwal layanan, dan pemegang izin memenuhi kewajibannya pada area kelola.

Contoh risiko kedua ialah kegagalan komunikasi saat jaringan seluler terputus. Dampaknya adalah keterlambatan verifikasi, duplikasi penugasan, dan keterlambatan evakuasi. Pengendalian meliputi radio, daftar kontak, titik komunikasi alternatif, formulir luring, dan latihan. Contoh ketiga ialah layanan pembukaan lahan tanpa bakar tidak tersedia tepat waktu. Dampaknya adalah petani kembali menggunakan api atau kalender tanam tertunda. Pengendalian mencakup kapasitas mesin, operator cadangan, pembiayaan operasional, dan kontrak layanan. Register sebaiknya dibahas sebelum musim dan diperbarui setelah perubahan risiko, bukan hanya saat penyusunan rencana tahunan.

Pimpinan dapat menggunakan register dalam tinjauan berkala. Setiap rapat membahas perubahan pada risiko tinggi, status tindakan, hambatan kewenangan, dan keputusan yang diperlukan. Risiko yang belum terkendali tidak dihilangkan dari dokumen; ia tetap dicatat dengan alasan dan tindakan sementara. Pelaporan semacam ini membangun budaya organisasi yang menghadapi kenyataan dan mencegah rasa aman palsu.

38. Protokol skenario dan ambang tindakan

Daerah dapat menggunakan skenario untuk menguji apakah sistem tetap berfungsi ketika kondisi berubah. Skenario dasar menggambarkan musim dengan curah hujan mendekati pola rata-rata, beberapa laporan titik panas, dan kapasitas operasi tersedia. Skenario berat mencakup periode kering panjang, beberapa kebakaran serentak, dan peningkatan kualitas udara buruk di sejumlah kecamatan. Skenario ekstrem menggabungkan kebakaran

membara di gambut, arah angin berubah, listrik dan komunikasi terganggu, tenaga pemadam kelelahan, dan rujukan kesehatan melampaui kapasitas. Skenario bukan ramalan; ia alat untuk menemukan ketergantungan dan menentukan prioritas.

Untuk setiap skenario, tim menetapkan pemicu dan tindakan. Pemicu dapat berupa tren penurunan muka air pada beberapa titik ukur, prakiraan hujan dan angin, jumlah laporan terverifikasi, peningkatan indeks kualitas udara, atau keterbatasan kapasitas pemadaman. Karena satu indikator dapat salah, aktivasi biasanya memakai kombinasi bukti. Tim menentukan siapa yang dapat mengubah status risiko, bagaimana keputusan disampaikan, siapa yang mencatatnya, dan kapan status ditinjau kembali.

Skenario dasar menguji pekerjaan rutin: pemeliharaan pompa, jadwal layanan alat, pemutakhiran daftar kelompok rentan, dan verifikasi jalur sumber air. Skenario berat menguji mekanisme penguatan: permintaan personel lintas kabupaten, penambahan patroli, penghentian sementara kegiatan yang memicu api, dan pengiriman stok kesehatan. Skenario ekstrem menguji komando gabungan, evakuasi, kesinambungan layanan publik, perlindungan petugas, prioritas penggunaan alat udara, serta komunikasi ketika informasi tidak lengkap.

Setelah simulasi, tim mendokumentasikan keputusan yang tertunda, asumsi yang keliru, alat yang tidak kompatibel, serta informasi yang sulit ditemukan. Setiap temuan diberi pemilik tindakan. Dengan demikian, simulasi tidak berubah menjadi seremoni. Daerah dapat mengulang bagian skenario yang bermasalah dalam latihan berikutnya sampai prosedur dapat dilakukan dalam kondisi waktu terbatas dan informasi yang tidak sempurna.

39. Standar layanan minimum bagi desa dan kelompok tani

Perencanaan desa perlu menetapkan layanan minimum yang dapat diakses warga. Layanan dasar mencakup informasi risiko dalam bahasa yang dipahami,

cara melapor dan memperoleh pembaruan, jadwal pemantauan, prosedur perlindungan keluarga, akses penyuluh, serta sarana untuk menyiapkan lahan tanpa bakar. Standar layanan juga perlu memuat waktu tanggapan terhadap permintaan alat, kondisi alat, mekanisme pemeliharaan, dan biaya yang transparan.

Kelompok tani dapat menyusun jadwal penggunaan mesin berdasarkan luas dan kalender tanam, menentukan lokasi penampungan biomassa, serta membagi tanggung jawab pengoperasian. Jika alat dipakai bergilir, kelompok menetapkan pencatatan jam operasi, bahan bakar, perbaikan, dan mutu hasil. Penyuluh membantu membandingkan metode sesuai jenis lahan dan komoditas. Untuk residu yang dapat dimanfaatkan, kelompok dapat bermitra dengan peternak, pengolah kompos, atau pelaku usaha bioekonomi, tetapi kelayakan pasar harus diuji sebelum investasi besar dilakukan.

Standar layanan tidak mengharuskan semua desa memiliki alat yang sama. Desa yang jauh dari akses jalan mungkin membutuhkan peralatan portabel atau operator lokal, sementara desa dengan petak lebih luas mungkin memerlukan layanan mesin yang dikelola lintas desa. Pendanaan dapat menggunakan kombinasi APBDes, dukungan kabupaten, kontribusi pengguna, dan kemitraan. Kriteria subsidi harus terbuka agar bantuan tidak hanya dinikmati kelompok yang lebih berpengaruh.

Kepala desa dan kelompok masyarakat perlu melaporkan layanan yang belum tersedia, tetapi juga dapat memberi penilaian terhadap mutu. Mekanisme pengaduan sebaiknya memungkinkan warga memberi masukan tanpa takut kehilangan akses bantuan. Pemerintah kabupaten meninjau laporan tersebut dan menyediakan dukungan teknis. Dengan demikian, kebijakan pencegahan menjadi pelayanan publik yang bisa dinilai warga, bukan hanya larangan yang dijatuhkan kepada mereka.

40. Rencana komunikasi risiko publik

Komunikasi risiko disiapkan sebelum musim kering dan dirancang untuk situasi ketika informasi masih berkembang. Rencana mencantumkan juru bicara, pihak yang memverifikasi data, kanal resmi, jadwal pembaruan, bahasa, format aksesibel, dan prosedur koreksi informasi keliru. Informasi perlu disesuaikan dengan audiens: petani membutuhkan arahan praktik dan layanan; pekerja luar ruang perlu panduan perlindungan kerja; keluarga perlu mengetahui langkah kesehatan dan lokasi layanan; media memerlukan data dasar serta narahubung yang responsif.

Pesan yang baik memiliki lokasi dan periode berlaku, sumber informasi, tindakan yang dianjurkan, kelompok yang perlu memberi perhatian, dan waktu pembaruan berikutnya. Jika kualitas udara memburuk, pesan harus menghindari istilah teknis tanpa penjelasan. Masyarakat perlu mengetahui apakah anak sekolah perlu mengurangi aktivitas luar, bagaimana melindungi anggota keluarga yang mempunyai penyakit pernapasan, dan di mana memperoleh pertolongan. Bila pengetahuan mengenai sumber api belum pasti, pesan tidak boleh mengaitkan kejadian dengan pelaku tertentu sebelum verifikasi.

Komunikasi dua arah diperlukan untuk menerima laporan dan mengidentifikasi kebutuhan. Saluran digital dapat dilengkapi posko, radio lokal, nomor telepon, pengeras suara desa, dan komunikasi langsung melalui kader. Pusat informasi mencatat laporan dan meneruskan kepada unit yang bertanggung jawab. Petugas memberi konfirmasi penerimaan agar warga mengetahui laporan tidak hilang. Pertanyaan publik dapat dianalisis sebagai sinyal masalah, seperti lokasi pengungsian yang sulit dijangkau, kekurangan masker, atau pesan yang tidak dipahami.

Setelah krisis, organisasi mengumumkan ringkasan kejadian, tindakan yang dilakukan, dampak yang diketahui, ketidakpastian yang masih ada, serta agenda perbaikan. Komunikasi pascakejadian penting untuk menjaga

kepercayaan dan mencegah rumor. Laporan dapat dipublikasikan dalam format ringkas disertai data teknis bagi peneliti, media, dan masyarakat yang ingin memeriksa lebih jauh.

41. Kerangka evaluasi biaya dan manfaat

Analisis biaya pencegahan perlu menggunakan rentang waktu yang cukup panjang untuk menangkap manfaat menghindari kejadian. Komponen biaya meliputi investasi alat dan infrastruktur, operasi tahunan, pelatihan, penyuluhan, pemeliharaan, pengukuran, koordinasi, kompensasi, serta biaya transisi bagi rumah tangga. Manfaat mencakup kejadian dan luas terbakar yang dapat dihindari, berkurangnya paparan, emisi yang tidak dilepaskan, hari kerja dan sekolah yang tidak hilang, ekosistem yang terjaga, dan biaya respons yang dapat dihemat.

Penghitungan tidak mudah karena banyak manfaat publik tidak memiliki harga pasar, sementara emisi dan kesehatan membutuhkan asumsi. Pemerintah perlu menampilkan metode serta rentang estimasi, dan menyajikan analisis distribusi. Proyek dengan manfaat moneter yang tampak kecil mungkin tetap penting jika melindungi kelompok rentan atau mencegah kerusakan ekosistem yang tidak dapat dipulihkan. Analisis biaya-manfaat adalah alat untuk memperjelas pilihan, bukan satu-satunya dasar keputusan.

Perbandingan biaya dilakukan pada unit yang relevan. Biaya per hektare layanan tanpa bakar dapat dibandingkan dengan biaya penyiapan menggunakan cara lain, tetapi harus memasukkan produktivitas dan dampak kebakaran. Biaya pemantauan muka air dibandingkan dengan nilai penurunan risiko kebakaran dan biaya perawatan kanal. Biaya fasilitas kesehatan lebih bersih dibandingkan dengan kerugian kesehatan dan produktivitas. Analisis sensitivitas menguji apakah kesimpulan berubah ketika harga komoditas, curah hujan, durasi musim, atau tingkat kepatuhan berbeda.

Pembiayaan perlu menetapkan siapa yang membayar dan siapa yang memperoleh manfaat. Jika masyarakat diminta mengubah praktik untuk menurunkan risiko yang juga menguntungkan perusahaan dan wilayah hilir, pembagian biaya harus mencerminkan kontribusi dan manfaat tersebut. Skema pembayaran dapat bersifat campuran, tetapi perlu menghindari ketergantungan pada satu donor atau pendapatan karbon yang tidak pasti. Kewajiban inti regulator dan pemegang izin tetap berada pada pihak yang memiliki mandat maupun kendali.

42. Etika pengumpulan data dan perlindungan privasi

Pengelolaan risiko membutuhkan informasi tentang penduduk, lahan, kesehatan, dan mata pencaharian. Data sensitif dapat membantu mengarahkan perlindungan, tetapi juga dapat menimbulkan risiko jika digunakan untuk tujuan lain. Sebelum pengumpulan, lembaga menjelaskan tujuan, dasar penggunaan, siapa yang dapat mengakses, masa penyimpanan, serta cara memperbaiki data. Data kesehatan individu tidak dibagikan secara terbuka; analisis publik menggunakan agregasi yang tidak mengidentifikasi orang.

Peta partisipatif yang mencatat klaim tenurial, wilayah adat, atau sumber penghidupan perlu mengikuti prinsip persetujuan dan akses yang disepakati. Tidak semua data komunitas harus dipublikasikan. Penggunaan ulang untuk penegakan, perizinan, atau komersial perlu mengikuti aturan serta persetujuan yang berlaku. Kelompok yang menyumbang data juga menerima informasi mengenai temuan dan manfaat yang dihasilkan.

Keputusan berbasis data harus menyediakan jalur koreksi. Jika peta menunjukkan rumah tangga tidak berada di wilayah bantuan padahal warga mengalami dampak, mereka dapat mengajukan bukti. Jika model memberi skor tinggi pada satu lokasi, pejabat meninjau sumber dan kualitas data sebelum membatasi hak atau menolak bantuan. Mekanisme koreksi

memperbaiki kualitas sistem serta melindungi warga dari kesalahan yang tersembunyi di balik teknologi.

43. Pertanyaan evaluasi untuk pembuat kebijakan

Pada akhir satu siklus musim kebakaran, pembuat kebijakan dapat menilai beberapa pertanyaan pokok. Apakah penggunaan lahan dan tata air berubah pada wilayah yang paling berisiko, atau hanya aktivitas pemadaman yang meningkat? Apakah petani kecil memiliki pilihan teknologi yang dapat mereka gunakan tanpa menunda musim tanam secara berlebihan? Apakah perusahaan memenuhi dan membuktikan kewajibannya? Apakah peringatan diterjemahkan menjadi tindakan yang melindungi orang? Apakah kualitas dan keterbukaan data meningkat? Apakah bantuan dan pemulihan menjangkau rumah tangga yang tidak tercatat dalam sistem administratif?

Pertanyaan berikutnya menyangkut kualitas organisasi: apakah kewenangan jelas ketika api melintasi batas; apakah personel dan alat cukup aman; apakah sumber daya daerah dapat ditingkatkan; apakah layanan kesehatan dan sekolah siap; dan apakah tinjauan pascakejadian menghasilkan perubahan kebijakan. Jika jawaban bergantung pada individu tertentu, sistem belum cukup terlembaga. Jika prosedur tetap berjalan ketika pejabat berganti, relawan mendapat dukungan rutin, dan data dipakai dalam anggaran, sistem mulai menjadi kemampuan organisasi.

Akhirnya, evaluasi harus meminta pendapat warga dan petugas lapangan mengenai beban, manfaat, serta pengalaman mereka. Keberhasilan yang dilaporkan pemerintah bisa berbeda dari pengalaman rumah tangga. Dialog ini bukan tambahan simbolik; ia menghasilkan informasi mengenai biaya tersembunyi, akses yang timpang, dan dampak tak terduga. Kebijakan yang belajar dari bukti teknis dan pengalaman sosial lebih mungkin bertahan dan memperoleh legitimasi.

44. Perbedaan rancangan untuk lanskap gambut dan lahan mineral

Sistem terpadu tetap memakai prinsip yang sama, tetapi urutan intervensi berbeda menurut ekologi dan penggunaan lahan. Di lanskap gambut, kondisi air dan konektivitas kanal sering menjadi variabel kunci. Rencana operasi memerlukan pemantauan muka air yang representatif, perlindungan kubah, pembatasan drainase, pengawasan api membara, dan akses air untuk pemadaman. Pemilik tindakan dapat tersebar antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat. Karena itu, kesepakatan tata air perlu berada pada skala hidrologis, bukan hanya berdasarkan batas kepemilikan petak.

Di lahan mineral pertanian, masalah utama mungkin berhubungan dengan pembakaran residu, semak kering, tebasan baru, batas kebun, dan kebiasaan pengelolaan vegetasi. Intervensi dapat memprioritaskan jadwal layanan pencacah, mulsa, pembuatan kompos, jalur sekat vegetasi, pengendalian sampah, serta pengawasan pada hari berbahaya. Masyarakat dan penyuluh berperan besar dalam menyesuaikan metode terhadap tanaman, tanah, dan tenaga kerja. Pengelolaan air tetap penting, tetapi penyekatan kanal tidak menjadi solusi universal.

Di wilayah dekat permukiman, fasilitas publik, dan infrastruktur, penilaian paparan dan evakuasi menjadi lebih penting. Rencana dapat memerlukan zona aman, jalur keluar, pembatasan aktivitas tertentu, perlindungan rumah, dan ketersediaan ruang udara lebih bersih. Di bentang alam konservasi, tujuan utama dapat mencakup perlindungan habitat dan pemulihan ekologis, dengan pertimbangan bahwa respons yang salah dapat merusak tanah, vegetasi, atau spesies.

Klasifikasi lanskap ini membantu menghindari praktik copy-paste. Daerah dapat membagi wilayah ke beberapa tipe risiko, kemudian menyusun paket intervensi dan indikator yang cocok. Di semua tipe, masyarakat tetap memiliki peran dan sektor kesehatan tetap perlu memantau paparan; yang berbeda adalah tindakan prioritas dan urutan investasinya.

45. Rangkaian koordinasi sebelum, selama, dan setelah insiden

Koordinasi pra-insiden dimulai dari kesepakatan bersama tentang peta, standar informasi, kontak, dan cara mengaktifkan sumber daya. Perusahaan menyampaikan rencana operasi kepada otoritas terkait sesuai kewajiban; pemerintah memutakhirkan peta risiko; desa memastikan daftar kontak dan sumber air; dinas kesehatan menyiapkan rencana paparan; serta BPBD menguji prosedur eskalasi. Setiap lembaga menyepakati jadwal laporan rutin dan kebutuhan data minimum.

Saat insiden, pusat koordinasi mengumpulkan laporan, menghindari duplikasi, dan menyediakan gambaran situasi. Komandan insiden menetapkan prioritas, sementara fungsi teknis memberi masukan mengenai kondisi lahan, cuaca, sumber air, dan kesehatan. Jika api melintasi batas, komando menetapkan satu saluran komunikasi antardaerah dan satu format laporan. Bila kapasitas penuh, permintaan dukungan berisi jenis sumber daya, jumlah, lokasi, waktu dibutuhkan, kondisi keselamatan, serta pejabat yang menyetujui. Catatan tersebut mencegah sumber daya tiba tanpa penugasan yang jelas.

Setelah insiden, lembaga menghimpun data operasi dan dampak dalam satu paket pembelajaran. Pemerintah daerah mengundang masyarakat, perusahaan, petugas kesehatan, pemadam, dan penyidik sesuai kebutuhan. Pertemuan membedakan fakta, interpretasi, dan dugaan. Tindakan korektif ditetapkan secara spesifik, misalnya memperbaiki sekat pada lokasi tertentu, mengubah protokol laporan, menambah operator, atau meninjau keputusan izin. Tinjauan tidak menunda proses hukum, dan proses hukum tidak menghilangkan kebutuhan pembelajaran sistem.

Koordinasi lintas siklus memerlukan pejabat penghubung yang memiliki waktu dan kewenangan. Jika seluruh koordinasi dibebankan sebagai tugas tambahan kepada satu orang tanpa sekretariat, kesinambungan akan mudah hilang. Pemerintah dapat membentuk sekretariat teknis yang mengelola catatan,

tindak lanjut, peta, dan evaluasi; keputusan strategis tetap berada pada pejabat yang memiliki mandat.

46. Kontrol internal untuk perusahaan dan pengelola kawasan

Perusahaan atau pengelola kawasan dapat mengintegrasikan risiko kebakaran ke sistem pengendalian internal. Dewan dan pimpinan menetapkan kebijakan yang menyatakan tanggung jawab, kewenangan, standar operasi, serta sumber daya. Manajer kebun atau kawasan mengidentifikasi bahaya pada unit kerja dan menghubungkan rencana harian dengan kondisi cuaca serta kelembapan. Kontraktor memperoleh pengarahan, pembatasan, dan pengawasan yang sama dengan pekerja tetap. Fungsi audit memeriksa bukti operasi dan menyampaikan temuan kepada pimpinan yang dapat mengambil tindakan.

Kontrol utama meliputi larangan atau izin aktivitas berisiko, pengelolaan residu, pemeliharaan alat, pengawasan api, pemeriksaan pintu air, patroli, ketersediaan air, latihan, pelaporan, dan investigasi insiden. Bukti tidak berhenti pada daftar peralatan. Perusahaan menguji mesin, mencatat waktu respons, memeriksa kondisi sumber air, dan mendokumentasikan perbaikan. Kegagalan kontrol dilaporkan secara internal sebelum menjadi masalah publik; namun sistem internal tidak menggantikan pelaporan kewajiban kepada regulator.

Manajemen kontrak perlu memastikan pihak ketiga memahami aturan pembukaan lahan dan batas operasional. Kontrak dapat menentukan siapa bertanggung jawab atas pengawasan, pelatihan, penanganan insiden, dan bukti pemenuhan. Perusahaan memeriksa rantai pasok dan memberikan bantuan teknis kepada petani mitra, khususnya jika standar lingkungan menuntut perubahan praktik. Pengeluaran petani kecil dari rantai pasok tanpa dukungan dapat mendorong masalah berpindah ke pasar lain, sehingga pemberdayaan dan verifikasi perlu berjalan bersama.

Pimpinan meninjau kinerja dengan indikator leading dan lagging. Indikator leading termasuk inspeksi, pemeliharaan, latihan, dan cakupan pendampingan.

Indikator lagging termasuk kebakaran, luas terbakar, pelanggaran, cedera, dan dampak asap. Organisasi yang hanya menilai jumlah kebakaran dapat menyembunyikan risiko laten; organisasi yang hanya menghitung inspeksi dapat menyelesaikan kegiatan tanpa memperbaiki hasil. Kombinasi membantu menentukan apakah kontrol bekerja.

47. Rancangan indikator inti dan definisi pengukuran

Satu set indikator inti perlu dibatasi agar organisasi mampu mengumpulkan data dengan mutu baik. Contoh indikator pencegahan ialah luas gambut prioritas yang mempunyai pemantauan muka air operasional, proporsi lahan pertanian sasaran yang mendapat layanan tanpa bakar, dan proporsi kanal kritis yang diperiksa sebelum musim. Definisi mencakup wilayah rujukan, tanggal pengukuran, denominator, serta metode validasi. “Cakupan layanan” dihitung dari luas atau jumlah petani yang benar-benar menerima layanan, bukan hanya yang masuk daftar penerima.

Indikator kesiapsiagaan dapat mengukur proporsi aset yang lulus uji lapangan, persentase relawan yang mempunyai kompetensi dan perlindungan yang sesuai tugas, waktu rata-rata verifikasi, dan proporsi fasilitas kesehatan yang menguji protokol asap. Indikator respons mencakup waktu dari laporan ke penugasan, kejadian yang ditangani sesuai prosedur keselamatan, kebakaran yang muncul kembali setelah pemadaman, serta cedera personel. Indikator pemulihan dapat mengukur rumah tangga terdampak yang memperoleh dukungan sesuai kebutuhan, fungsi hidrologis yang membaik, dan tindakan korektif yang selesai.

Indikator hasil lingkungan memerlukan interpretasi lintas musim. Luas terbakar dan jumlah kejadian dipilah menurut tipe lahan dan tingkat keparahan. Data emisi disajikan bersama metode. Untuk asap, indikator mencakup hari dengan kualitas udara berisiko, durasi paparan, lokasi yang terdampak, dan akses penduduk pada peringatan serta layanan. Untuk keadilan, indikator menilai

distribusi bantuan, akses kelompok rentan, partisipasi bermakna, serta penyelesaian keluhan.

Pengumpulan indikator tidak boleh membebani petugas secara berlebihan. Organisasi memilih data yang dapat memengaruhi keputusan dan mengurangi duplikasi laporan. Definisi dipublikasikan dalam kamus indikator, sehingga angka dari dua kabupaten dapat dibandingkan dengan makna yang sama. Auditor atau evaluator memeriksa sampel catatan, mengonfirmasi data lapangan, dan melaporkan kesalahan pengukuran secara terbuka.

48. Penanganan ketidakpastian dan keputusan di bawah tekanan

Keputusan kebakaran sering dibuat sebelum informasi lengkap tersedia. Menunggu kepastian dapat membuat api membesar, sedangkan bertindak berdasarkan informasi salah dapat membahayakan petugas dan masyarakat. Pendekatan yang wajar membedakan keputusan yang dapat dibalik dan tidak dapat dibalik, menilai konsekuensi menunggu, dan menetapkan bukti minimum yang diperlukan. Patroli tambahan biasanya dapat dibatalkan bila risiko turun; evakuasi besar atau pembatasan akses memiliki dampak sosial lebih besar dan memerlukan komunikasi serta dukungan yang lebih kuat.

Pejabat menggunakan prakiraan sebagai distribusi kemungkinan. Mereka mencatat tingkat keyakinan, risiko jika salah, dan waktu peninjauan ulang. Bila model cuaca memiliki ketidakpastian tinggi tetapi konsekuensi kebakaran berpotensi berat, tindakan pencegahan berbiaya rendah dapat dilakukan lebih awal. Untuk keputusan mahal, organisasi dapat membandingkan beberapa skenario, berkonsultasi dengan ahli, dan menyiapkan pilihan kontingensi.

Pembelajaran dari kesalahan membutuhkan organisasi yang tidak mendorong penyembunyian. Jika laporan salah, petugas mencatat penyebab dan memperbaiki prosedur. Jika respons terlambat, evaluasi memeriksa alur keputusan, jaringan, logistik, dan kewenangan, bukan hanya kinerja individu.

Akuntabilitas tetap ada, tetapi organisasi membedakan kekeliruan yang muncul dari sistem yang buruk, kelalaian, dan tindakan sengaja.

49. Menjamin keberlanjutan kelembagaan

Sistem yang terpadu memerlukan mekanisme agar kemampuan bertahan ketika proyek, pejabat, atau pendanaan berubah. Dokumen perencanaan menetapkan fungsi inti dan pemiliknya; anggaran rutin mendanai pemeliharaan; pusat pelatihan menjaga kompetensi; data dan prosedur disimpan dalam sistem yang dapat dialihkan; serta forum lintas sektor memantau tindakan korektif. Pergantian staf diantisipasi dengan dokumentasi, kaderisasi, dan pelatihan berjenjang.

Keberlanjutan juga bergantung pada hasil yang dirasakan. Jika masyarakat melihat bahwa layanan alat tersedia, sumber air terjaga, laporan ditindaklanjuti, dan bantuan diberikan secara adil, kerja sama lebih mungkin bertahan. Jika perusahaan merasakan bahwa kewajiban dan koordinasi jelas, investasi pencegahan menjadi bagian operasi. Jika pemerintah daerah dapat menunjukkan bahwa pencegahan mengurangi beban respons dan melindungi ekonomi lokal, anggaran publik lebih mudah dipertahankan.

Pendanaan eksternal dapat mempercepat inovasi, tetapi desain proyek harus sejak awal menentukan cara alih kelola dan biaya setelah proyek berakhir. Evaluasi donor perlu memberi bobot pada kapasitas perawatan, pembelajaran, dan perubahan kelembagaan, bukan hanya jumlah kegiatan selama masa hibah. Sistem yang benar-benar berkelanjutan memiliki ruang untuk menyesuaikan metode, tetapi mempertahankan fungsi inti: mengenali risiko, mengambil keputusan, bertindak, melindungi warga, memulihkan, dan belajar.

50. Tata kelola pada lanskap yang melintasi batas wilayah

Pada bentang alam yang terdiri atas beberapa kabupaten, perbedaan prosedur administratif dapat menghambat respons walaupun semua pihak memiliki tujuan yang sama. Satu kabupaten mungkin menetapkan status siaga

berdasarkan prakiraan iklim, sementara wilayah sebelah menunggu titik panas terdeteksi. Perusahaan menggunakan peta operasional sendiri dan desa memakai batas yang diwariskan secara lokal. Tanpa kerangka data bersama, informasi tidak dapat dirangkai menjadi gambaran risiko yang utuh.

Pemerintah provinsi dapat menyusun perjanjian manajemen lanskap yang menetapkan wilayah rujukan, identitas kejadian, jenis data yang dibagi, frekuensi pembaruan, dan pejabat penghubung. Perjanjian tersebut memuat prosedur ketika api, asap, atau aliran air melintasi batas; cara meminta bantuan; aturan komando; dan mekanisme menyelesaikan perbedaan. Data yang dibagikan meliputi titik panas dan hasil verifikasi, prakiraan cuaca, kualitas udara, kondisi hidrologi, sumber daya pemadaman, dan kapasitas layanan kesehatan.

Forum lanskap perlu mempunyai sekretariat teknis dan kelompok kerja operasional, bukan hanya pimpinan daerah yang bertemu sesekali. Sekretariat mengelola basis data, pembaruan kontak, jadwal pemeliharaan, rencana latihan, dan daftar tindakan korektif. Kelompok kerja membahas masalah tertentu seperti sumber air bersama, konektivitas kanal, rute asap, akses fasilitas kesehatan, atau operasi pada batas konsesi. Pimpinan meninjau keputusan yang melibatkan kewenangan dan anggaran antardaerah.

Pembagian biaya menjadi bagian penting. Daerah hilir yang terpapar asap mungkin menerima manfaat dari pencegahan di daerah hulu, sedangkan kabupaten tempat lahan berada menanggung biaya patroli dan restorasi. Perjanjian fiskal dapat mendistribusikan biaya secara adil melalui dukungan provinsi, dana pusat, kontribusi pengelola lahan, atau pembiayaan bersama. Mekanisme harus transparan dan melindungi daerah yang berupaya melakukan pencegahan tetapi memiliki kapasitas fiskal rendah.

Keberhasilan koordinasi diukur dari perubahan pada operasi bersama: data dapat dipakai lintas wilayah; dukungan tiba sesuai waktu; sumber air dan jalur evakuasi tersedia; komunikasi kepada publik konsisten; serta perbedaan

kepentingan diselesaikan melalui prosedur yang jelas. Banyaknya forum atau nota kesepahaman tidak cukup apabila keputusan tidak dilaksanakan.

51. Manajemen proyek pencegahan dan pembelajaran antarmusim

Program pencegahan dapat dikelola sebagai portofolio, bukan daftar proyek yang berdiri sendiri. Setiap intervensi memiliki tujuan, asumsi, penerima manfaat, risiko, biaya, jadwal, indikator, dan hubungan dengan kegiatan lain. Pengelola portofolio menilai apakah penyekatan kanal tanpa dukungan mata pencaharian dapat bertahan; apakah pengadaan mesin cocok dengan jumlah operator; dan apakah pelatihan pemadaman sejalan dengan protokol kesehatan serta keselamatan.

Siklus manajemen dimulai dengan diagnosis dan persetujuan tujuan. Desain teknis disusun bersama masyarakat dan unit yang akan melaksanakan. Anggaran memasukkan belanja modal dan biaya operasi beberapa tahun. Pelaksanaan dibagi ke tahapan dengan titik pemeriksaan; jika asumsi penting tidak terpenuhi, rancangan dapat diubah. Akhir musim menjadi kesempatan untuk membandingkan output, outcome, dan biaya serta memutuskan apakah intervensi perlu diperluas, dipertahankan, dimodifikasi, atau dihentikan.

Pembelajaran antarmusim membutuhkan catatan yang konsisten. Kejadian kecil dan tindakan yang berhasil juga didokumentasikan. Tim menyimpan data sumber, keputusan, peran, waktu, konsekuensi, dan bukti hasil. Catatan bukan hanya untuk menyusun laporan kepada donor. Ia menjadi memori organisasi yang dapat digunakan saat pegawai berganti atau kejadian serupa berulang. Pengelola perlu menjaga dokumentasi agar mudah dicari, memiliki pemilik, dan mematuhi perlindungan data.

Proyek harus mempunyai rencana transisi sejak awal. Jika sebuah kelompok masyarakat menerima alat, siapa yang membayar perawatan setelah dukungan proyek berakhir? Jika pemerintah memakai dashboard yang dikembangkan mitra, siapa yang mengelola server, memperbarui data, dan melatih pengguna?

Jika pembayaran insentif berakhir, praktik apa yang membuat manfaat ekonomi tetap menarik? Pertanyaan tersebut harus dijawab sebelum kegiatan dimulai, bukan setelah pendanaan selesai.

Pimpinan portofolio juga mengelola hubungan antarproyek. Dua organisasi dapat mengadakan pelatihan serupa di desa yang sama, sementara desa lain tidak pernah menerima layanan. Pemetaan program mengurangi duplikasi dan membuka peluang berbagi fasilitas. Mekanisme ini membantu dana yang terbatas menghasilkan cakupan lebih merata serta memungkinkan evaluasi yang lebih kuat.

52. Rencana pengawasan yang seimbang

Pengawasan efektif tidak berarti pemeriksaan seragam dengan frekuensi sama di seluruh wilayah. Prioritas ditentukan oleh besarnya risiko, rekam jejak, kerentanan, perubahan penggunaan lahan, dan bukti ketidakpatuhan. Wilayah dengan drainase baru, kebakaran berulang, atau kewajiban perusahaan yang belum dipenuhi dapat menerima inspeksi lebih sering. Namun pendekatan berbasis risiko harus diterangkan agar tidak menjadi alasan diskriminasi atau pemeriksaan sewenang-wenang.

Pengawasan menggabungkan analisis jarak jauh dan pemeriksaan lapangan. Peta perubahan tutupan lahan dan kanal membantu menentukan lokasi, sementara inspeksi memastikan kondisi faktual. Pemeriksa mencatat lokasi, foto, kondisi peralatan, sumber air, catatan pelatihan, serta prosedur yang berlaku. Jika temuan memerlukan perbaikan, organisasi diberi tenggat yang sesuai tingkat bahayanya. Temuan serius atau berulang diteruskan ke proses penegakan. Saluran klarifikasi memberi ruang bagi pihak yang diperiksa untuk menyampaikan bukti tambahan.

Agar tidak terjadi konflik kepentingan, pemeriksa mengungkapkan hubungan dengan pihak yang diaudit dan menggunakan prosedur penugasan yang transparan. Hasil audit disimpan secara terlindungi dan ringkasan publik

memuat temuan penting, tindakan korektif, serta status penyelesaian. Untuk masyarakat, pengawasan juga memeriksa mutu layanan pemerintah—apakah laporan diproses, peralatan desa dirawat, alat pertanian tersedia, dan bantuan menjangkau kelompok rentan.

Pengawasan kinerja dinilai dari kemampuan mengoreksi, bukan hanya banyaknya pelanggaran yang ditemukan. Bila inspeksi berulang menemukan masalah yang sama, regulator menilai apakah kewajiban tidak jelas, sanksi tidak efektif, dukungan teknis kurang, atau pengawasan tidak terhubung dengan keputusan izin. Dengan begitu, data pengawasan memperbaiki kebijakan sekaligus memastikan aturan dijalankan.

53. Inovasi dan adopsi teknologi yang berorientasi kebutuhan

Inovasi sistem kebakaran dapat berupa pemantauan sensor, aplikasi patroli, komunikasi satelit, layanan pemetaan, sistem pelaporan, alat mekanis, teknik kompos, atau pemanfaatan residu. Inovasi hanya berguna ketika menjawab masalah nyata dan dapat dipelihara. Uji coba dimulai dari pertanyaan operasional, misalnya apakah sensor dapat memberi peringatan lebih awal daripada patroli, apakah aplikasi dapat digunakan tanpa sinyal, atau apakah mesin pencacah dapat bekerja pada kondisi tanah tertentu.

Proses pengadaan yang baik mencakup evaluasi kebutuhan, uji lapangan, pelatihan, integrasi dengan sistem yang ada, dukungan teknis, dan biaya kepemilikan total. Vendor tidak menentukan sendiri indikator keberhasilan. Pengguna lapangan, masyarakat, dan lembaga teknis turut menilai performa dalam kondisi aktual. Model prediksi perlu membandingkan hasil dengan baseline dan metode yang lebih sederhana, sebab teknologi lebih kompleks belum tentu lebih tepat.

Adopsi memerlukan perubahan proses kerja. Jika aplikasi menambah langkah pencatatan tanpa mengurangi formulir lain, petugas dapat mengabaikannya. Jika dashboard menunjukkan risiko tetapi tidak tersedia mekanisme

memerintahkan patroli, informasi berhenti sebagai tampilan. Jika alat pertanian disimpan jauh dari lahan, akses nyata tidak berubah. Desain inovasi meninjau siapa pengguna, kapan digunakan, apa keputusan yang didukung, dan apa konsekuensi bila teknologi gagal.

Pengadaan berskala kecil dapat dilakukan bertahap. Tahap pertama menguji teknologi pada satu atau dua lokasi dengan kriteria keberhasilan dan kegagalan. Tahap berikutnya mempertimbangkan variasi ekologi dan sosial. Perluasan hanya dilakukan bila bukti menunjukkan manfaat, kapasitas operasi tersedia, dan risiko privasi maupun keselamatan dikelola. Cara ini mencegah investasi besar pada sistem yang tidak cocok.

54. Integritas bukti dan mutu publikasi

Analisis kebakaran digunakan untuk kebijakan, pendanaan, komunikasi publik, serta proses hukum. Karena itu, integritas bukti harus dijaga sejak data dikumpulkan hingga disajikan. Setiap estimasi luas terbakar mencatat metode klasifikasi dan resolusi data; estimasi emisi menyebut faktor serta asumsi; analisis risiko menjelaskan skenario; dan survei masyarakat mencatat metode pemilihan responden. Batasan tersebut membuat hasil dapat ditafsirkan dengan benar.

Laporan membedakan hasil observasi dari interpretasi dan rekomendasi. Misalnya, keberadaan titik panas adalah observasi sensor; kesimpulan bahwa titik tersebut merupakan kebakaran perlu verifikasi; penetapan penyebab membutuhkan bukti tambahan. Penyampaian yang membedakan tingkatan tersebut mengurangi salah paham serta menjaga reputasi institusi. Bila data kemudian diperbarui, versi laporan dicatat dan perubahan dijelaskan.

Publikasi akademik, laporan pemerintah, dan komunikasi media memiliki tingkat rincian berbeda, tetapi menggunakan prinsip ketertelusuran yang sama. Rujukan perlu dapat diperiksa, istilah didefinisikan, angka tidak dilepas dari konteks, dan ketidakpastian diterangkan. Peneliti perlu menghindari pemilihan

lokasi atau periode yang hanya mendukung kesimpulan tertentu. Replikasi dan akses pada data yang tidak sensitif memperkuat kepercayaan serta memungkinkan perbandingan lintas musim.

55. Pemulihan ekologis berbasis hasil dan fungsi

Pemulihan ekologis dapat memiliki tujuan beragam: mempertahankan kelembapan, memulihkan tutupan asli, mengurangi erosi, meningkatkan konektivitas habitat, membatasi invasi spesies, dan mendukung penggunaan yang sesuai oleh masyarakat. Tujuan harus spesifik per lokasi. Pada lahan gambut terbakar, regenerasi dan suksesi alami dapat efektif jika gangguan lanjutan dihentikan dan hidrologi cukup baik. Di lokasi lain, spesies lokal perlu ditanam atau tekanan kebakaran dan penggembalaan perlu dikendalikan.

Pemantauan restorasi tidak hanya menghitung bibit. Indikator meliputi kelangsungan hidup tanaman, komposisi spesies, tutupan vegetasi, tinggi muka air, kualitas air, tanda kebakaran baru, dan pemanfaatan masyarakat. Pengamatan dilakukan beberapa tahun karena fungsi ekosistem pulih lebih lambat daripada masa proyek. Masyarakat dilibatkan dalam pemantauan dan memperoleh manfaat dari aktivitas restorasi seperti pembibitan, patroli, perawatan, atau pengembangan produk berkelanjutan.

Restorasi perlu mempertimbangkan bahwa tujuan ekologis dan sosial dapat saling melengkapi tetapi tidak selalu otomatis. Penutupan kanal mungkin membantu menjaga kelembapan tetapi mengubah akses transportasi atau aliran air. Penanaman dapat mengurangi degradasi tetapi menimbulkan konflik bila tanaman atau tata kelola tidak disepakati. Penilaian dampak, konsultasi, dan mekanisme penyelesaian keluhan mengurangi risiko sosial yang dapat membuat pekerjaan terbengkalai.

Setiap kegiatan restorasi memiliki rencana keberlanjutan, termasuk siapa yang memelihara, sumber biaya, siapa yang memantau, dan tindakan ketika hasil tidak sesuai target. Pemerintah menghindari klaim keberhasilan terlalu dini dan

mempublikasikan kemajuan beserta kendala. Pendekatan berbasis fungsi memberi ruang untuk mengubah metode apabila data menunjukkan pilihan awal tidak efektif.

56. Etos kepemimpinan dalam pengurangan risiko

Kepemimpinan yang efektif menjaga perhatian pada risiko sebelum krisis dan bersedia mengalokasikan sumber daya untuk mencegah kerugian yang belum terjadi. Pimpinan meminta bukti kesiapan, meninjau masalah lintas sektor, dan melindungi petugas yang melaporkan kegagalan. Ia tidak mengukur kinerja hanya dari kecepatan respons atau jumlah kegiatan, tetapi juga dari kualitas perencanaan, keselamatan, dan keadilan hasil.

Kepala daerah dan pimpinan organisasi perlu menetapkan arah yang konsisten: pencegahan adalah tanggung jawab rutin; keselamatan lebih penting daripada penampilan heroik; data yang tidak pasti harus disampaikan secara jujur; dan masyarakat merupakan mitra dengan hak untuk didengar. Arah ini diterjemahkan ke keputusan konkret—anggaran pemeliharaan, staf koordinasi, layanan bagi petani, dukungan kesehatan, dan penegakan yang tidak tebang pilih.

Kepemimpinan juga bersifat kolektif. Koordinator desa, kepala puskesmas, penyuluh, manajer perusahaan, komandan lapangan, dan organisasi masyarakat mengambil keputusan dalam lingkup masing-masing. Sistem terpadu memberi mereka mandat, informasi, dan saluran eskalasi yang diperlukan. Hasil bergantung pada kemampuan organisasi bekerja bersama dan menyampaikan masalah secara terbuka.

Pada akhirnya, manajemen risiko kebakaran adalah cara mengelola hubungan manusia dengan lanskap. Api menjadi bencana ketika masyarakat terpapar, ekosistem kehilangan fungsi, dan lembaga tidak mampu mencegah atau melindungi. Dengan pengetahuan ilmiah, tata kelola yang adil, teknologi yang berguna, dan kepemimpinan yang bertanggung jawab, kebakaran dapat

dikelola sebagai risiko yang dikurangi secara bertahap, bukan diterima sebagai krisis tahunan yang tidak terhindarkan.

57. Tata kelola dana darurat dan pembiayaan pencegahan

Dana darurat perlu memungkinkan pengadaan dan mobilisasi segera, tetapi kecepatan tidak menghapus kebutuhan dokumentasi. Pemerintah menetapkan kondisi aktivasi, pejabat yang berwenang, kategori belanja yang diperbolehkan, batas transaksi, serta jenis bukti yang disimpan. Formulir singkat untuk permintaan sumber daya dapat disiapkan sebelum musim kebakaran, sehingga saat operasi berlangsung petugas tidak harus membangun sistem administrasi baru.

Penggunaan dana dicatat per kejadian dan fungsi: operasi pemadaman, perlindungan kesehatan, evakuasi, logistik, perbaikan infrastruktur, dan pemulihan. Catatan memasukkan lokasi, waktu, pemasok, jumlah, bukti penerimaan, serta hasil atau kebutuhan yang dipenuhi. Pengawasan dilakukan secara bertingkat menurut nilai dan urgensi. Pembelian yang bersifat mendesak tetap memerlukan verifikasi setelahnya, pemeriksaan konflik kepentingan, dan publikasi ringkasan penggunaan dana sesuai aturan.

Pengendalian anggaran perlu menjamin agar dana darurat tidak menyerap seluruh pembiayaan pencegahan. Pemerintah menyusun anggaran tahunan khusus untuk pemeliharaan kanal, patroli, latihan, layanan tanpa bakar, komunikasi, kesehatan, dan dukungan kelompok masyarakat. Jika pencegahan hanya dibiayai ketika proyek tersedia, organisasi akan kehilangan kapasitas saat program berakhir. Perencanaan keuangan multi-tahun memungkinkan pengadaan suku cadang, tenaga operator, pelatihan berkala, dan pemantauan jangka panjang.

Dana pencegahan dapat digabung dari beberapa sumber, tetapi pembagian tanggung jawab perlu dinyatakan. Pemerintah membiayai mandat publik; pemegang izin memenuhi kewajiban pada area operasi; pembeli komoditas

dan lembaga keuangan dapat mendukung rantai pasok yang lebih aman; dan mitra pembangunan dapat membantu penguatan kapasitas serta inovasi. Pendanaan eksternal tidak boleh mengalihkan kewajiban pemerintah atau pelaku usaha. Syarat pendanaan harus mempertimbangkan hasil, biaya transaksi, dan akses komunitas terhadap keputusan.

Sistem fiskal yang baik mempublikasikan kebutuhan dan capaian. Masyarakat dapat melihat berapa anggaran yang dialokasikan untuk pencegahan, berapa yang telah digunakan, serta tindakan apa yang dibiayai. Transparansi disertai audit dan mekanisme keluhan dapat mengurangi risiko kebocoran. Jika dana dibagi antardaerah, rumus alokasi mempertimbangkan tingkat risiko, populasi terpapar, kebutuhan kapasitas, dan kemampuan fiskal. Daerah yang berhasil mengidentifikasi masalah tidak boleh kehilangan dukungan hanya karena data mereka lebih lengkap.

58. Kemitraan lintas sektor dan kontrak kinerja

Kemitraan antara pemerintah, perusahaan, perguruan tinggi, organisasi masyarakat sipil, dan komunitas dapat memperluas kapasitas. Namun istilah kemitraan tidak boleh mengaburkan siapa bertanggung jawab atas kewajiban hukum dan pelayanan publik. Pemerintah tetap bertugas menetapkan regulasi, mengawasi, melindungi masyarakat, dan menyediakan koordinasi. Perusahaan bertanggung jawab atas dampak serta kesiapan di bawah kendalinya. Mitra akademik mendukung riset dan evaluasi; organisasi masyarakat sipil dapat membantu partisipasi dan pemantauan; komunitas berkontribusi pada pengelolaan lokal dan pengetahuan.

Perjanjian kemitraan yang baik menjelaskan tujuan, ruang lingkup, kontribusi setiap pihak, kepemilikan data dan alat, standar keselamatan, pembagian biaya, tata cara pengaduan, masa berlaku, serta mekanisme penghentian. Perjanjian mencantumkan ukuran kinerja yang dapat diperiksa, bukan hanya daftar aktivitas. Misalnya, layanan alat bersama dinilai dari waktu tunggu, luas petak

yang ditangani, biaya, mutu pemeliharaan, dan keberlanjutan penggunaan. Dukungan kanal dinilai dari fungsi hidrologis dan kondisi sosial, bukan semata jumlah bangunan sekat.

Kontrak kinerja dapat menyelaraskan insentif, tetapi desain yang buruk mendorong manipulasi. Pembayaran tidak didasarkan hanya pada jumlah kejadian yang rendah; faktor cuaca, kejadian dari luar, perubahan tutupan, dan kualitas pelaporan perlu diperhitungkan. Audit independen dapat memverifikasi hasil. Sanksi kontrak proporsional dengan tingkat pelanggaran dan memastikan kesempatan untuk memperbaiki kesalahan administratif yang tidak menimbulkan bahaya segera.

Kemitraan juga memerlukan perlindungan dari dominasi aktor yang memiliki dana atau pengaruh lebih besar. Forum kolaborasi menjamin komunitas dapat menolak kegiatan yang mengganggu hak, menyampaikan bukti, dan meminta peninjauan. Anggaran partisipasi, fasilitator independen, dan informasi dalam bahasa yang dipahami membantu mengurangi kesenjangan. Hasil kemitraan dilaporkan secara terbuka dan dievaluasi bersama penerima manfaat.

59. Analisis pembelajaran dari kebakaran berulang

Kebakaran yang berulang di lokasi sama perlu dianalisis sebagai sinyal bahwa kontrol yang ada tidak memadai. Analisis dimulai dengan menyusun kronologi kejadian beberapa tahun: perubahan penggunaan lahan, kondisi curah hujan, tinggi muka air, jaringan kanal, waktu penyalaan, pola pemadaman, praktik pertanian, dan perubahan akses. Peta riwayat kebakaran dipadukan dengan wawancara warga dan catatan operasi untuk menemukan mekanisme yang mungkin menjelaskan pengulangan.

Tim menguji beberapa hipotesis. Kebakaran dapat berulang karena sumber api yang sama muncul setiap musim; karena bara lama tidak padam; karena lahan terus mengering; karena akses pemadaman tidak memadai; karena kontraktor berganti tanpa pelatihan; atau karena aktivitas pertanian tidak memiliki

alternatif ekonomis. Beberapa mekanisme dapat bekerja bersama. Tidak ada satu pelaku atau sebab yang diasumsikan benar sebelum bukti terkumpul.

Setiap hipotesis membawa implikasi tindakan berbeda. Bila sebab utama adalah kanal yang menurunkan muka air, penyekatan saja perlu ditunjang pemeliharaan dan kesepakatan penggunaan. Bila sumbernya aktivitas penyiapan lahan, layanan alat dan jadwal kerja dapat diperbaiki. Bila verifikasi terlambat, protokol informasi dan komunikasi direvisi. Bila investigasi menunjukkan kelalaian atau pelanggaran, penegakan dilakukan berdasarkan bukti dan kewenangan.

Pembelajaran yang terbuka dapat menghindari pengulangan kebijakan yang tidak sesuai. Misalnya, menambah jumlah patroli tanpa menangani kondisi air atau biaya pembukaan lahan mungkin menekan laporan sementara tetapi tidak mengubah pendorong risiko. Sebaliknya, intervensi teknis yang efektif di satu desa dapat gagal di desa lain jika pola kepemilikan, topografi, atau akses berbeda. Karena itu, replikasi harus menyalin prinsip yang terbukti sambil menyesuaikan desain dengan konteks.

60. Sintesis akhir

Sistem manajemen risiko kebakaran yang terintegrasi dibangun melalui hubungan yang konsisten antara pengetahuan, keputusan, sumber daya, tindakan, dan pertanggungjawaban. Pengetahuan mengenali ancaman dan kelompok terpapar. Keputusan menentukan prioritas dan pembagian peran. Sumber daya membuat tindakan dapat dilakukan. Pelaksanaan mengurangi bahaya dan melindungi masyarakat. Evaluasi menilai hasil dan memperbaiki sistem.

Pencegahan yang efektif menggabungkan tata ruang, pengelolaan gambut, pilihan pertanian tanpa bakar, pengendalian sumber penyalaan, edukasi, insentif, dan penegakan. Kesiapsiagaan memastikan peringatan memicu tindakan, fasilitas kesehatan dan sekolah siap, personel terlindungi, serta

logistik dapat dimobilisasi. Respons menggunakan komando, komunikasi, pemadaman yang sesuai kondisi, serta perlindungan kesehatan. Pemulihan memperbaiki ekosistem, pendapatan, layanan, dan keadilan; pembelajaran mengubah kebijakan dan anggaran.

Teknologi—satelit, sensor, sistem informasi, dan AI—dapat mempercepat pengenalan risiko dan memperbaiki prioritas, tetapi manfaatnya bergantung pada mutu data, kemampuan petugas, tata kelola etis, dan akses masyarakat. Tidak ada sistem digital yang dapat menggantikan perlindungan hidrologis, layanan lapangan, atau kewenangan yang jelas. Karena itu, investasi teknologi harus dinilai berdasarkan keputusan yang menjadi lebih baik dan dampak yang dapat diverifikasi.

Kebakaran bukan konsekuensi yang sepenuhnya dapat dihilangkan, tetapi kebakaran yang berulang dan meluas dapat dicegah dengan mengurangi faktor penyebab dan kerentanan. Indonesia memerlukan pendekatan lintas musim serta lintas sektor yang mengakui variasi lanskap, hak masyarakat, dan pentingnya penghidupan. Ketika pencegahan menjadi bagian dari tata kelola rutin dan pemulihan memperkuat ketahanan, respons tidak lagi menjadi satu-satunya wajah kebijakan. Itulah peralihan kelembagaan yang diperlukan untuk melindungi manusia, lingkungan, dan pembangunan jangka panjang.

61. Tata kelola adaptif sebagai cara kerja permanen

Tata kelola adaptif mengakui bahwa risiko dan kemampuan lembaga berubah. Setiap musim memberikan informasi baru tentang curah hujan, perilaku api, efektivitas layanan, serta dampak kebijakan pada masyarakat. Data baru dapat menunjukkan bahwa peta perlu diperbarui, ambang tindakan harus diubah, atau pembiayaan tidak mencukupi. Organisasi yang adaptif membuat mekanisme rutin untuk memperbarui keputusan tanpa kehilangan konsistensi tujuan.

Pembaruan dilakukan dengan siklus tinjauan yang jelas. Sebelum musim, pemerintah menilai kesiapan dan mengesahkan prioritas. Selama musim, informasi operasional ditinjau secara berkala dan tindakan dapat ditingkatkan atau dikurangi. Setelah musim, tim mengevaluasi hasil, menemukan sebab deviasi, serta menyusun koreksi. Pada awal tahun anggaran berikutnya, hasil evaluasi dibawa ke perencanaan dan pengadaan. Siklus ini membuat pembelajaran terhubung dengan keputusan nyata.

Adaptasi perlu membedakan perubahan strategi dari perubahan tujuan. Tujuannya tetap melindungi kehidupan, mengurangi kerusakan, menjaga fungsi ekosistem, dan mendukung penghidupan yang tangguh. Strategi dapat berubah ketika bukti menunjukkan bahwa suatu intervensi tidak efektif atau mempunyai dampak samping. Peninjauan dilakukan secara transparan dan melibatkan pihak yang terdampak sehingga perubahan tidak dianggap sebagai keputusan sepihak.

Keputusan adaptif dapat diuji melalui indikator pemicu. Jika muka air turun melewati kisaran yang disepakati, tindakan pengelolaan air diperkuat. Jika laporan api meningkat, patroli dan sumber daya ditambah. Jika fasilitas kesehatan hampir mencapai kapasitas, layanan bergerak dan ruang aman diaktifkan. Jika layanan tanpa bakar memiliki waktu tunggu panjang, organisasi menambah operator atau memperbaiki jadwal. Indikator pemicu harus dikaji berkala dan tidak boleh dianggap berlaku sama untuk semua lokasi.

62. Panduan tinjauan tahunan pimpinan

Pimpinan dapat menutup siklus tahunan dengan meninjau apakah sistem memiliki data yang cukup, mandat yang jelas, dan anggaran yang sepadan dengan tingkat risiko. Mereka memeriksa apakah informasi yang dikumpulkan benar-benar mengubah tindakan; apakah intervensi mencapai lokasi dan kelompok yang direncanakan; apakah masyarakat dapat menggunakan layanan

tanpa biaya atau prosedur yang tidak realistis; serta apakah perusahaan menjalankan tanggung jawab operasional.

Tinjauan kemudian menilai kinerja kesiapsiagaan dan respons. Apakah peringatan sampai tepat waktu? Apakah petugas dapat bekerja dengan aman? Apakah logistik berada di lokasi yang tepat? Apakah pusat koordinasi menyediakan informasi yang konsisten? Apakah perlindungan kesehatan, sekolah, dan evakuasi berfungsi? Kegagalan dibahas sebagai masalah sistem dengan tetap menetapkan tanggung jawab yang sesuai.

Pada fase pemulihan, pimpinan memeriksa apakah lahan yang rusak direstorasi dengan tujuan jelas, bantuan menjangkau keluarga yang kehilangan pendapatan, serta keluhan memperoleh penyelesaian. Mereka juga mempertimbangkan dampak yang belum terlihat—misalnya penurunan pendapatan yang terlambat, penyakit yang memerlukan tindak lanjut, atau konflik atas tata air. Pemulihan harus dinilai beberapa kali, bukan hanya setelah kegiatan selesai.

Akhirnya, tinjauan tahunan menentukan tiga sampai lima prioritas perbaikan yang dapat dibiayai dan diperiksa. Prioritas yang sedikit tetapi benar-benar dilaksanakan lebih berguna daripada daftar panjang yang tidak mempunyai pemilik. Setiap prioritas ditetapkan penanggung jawab, tenggat, sumber dana, indikator, serta cara pelibatan masyarakat. Dengan cara itu, manajemen risiko menjadi proses yang memiliki kesinambungan dan dapat dinilai oleh publik.

63. Penutup

Pencegahan kebakaran yang terintegrasi mengandalkan kerja yang sering tidak terlihat: menjaga kanal, melayani petani, memelihara mesin, melatih relawan, memperbarui peta, menyiapkan layanan kesehatan, serta menyelaraskan keputusan antarlembaga. Kerja tersebut mengurangi peluang krisis sekaligus menyediakan fondasi bagi respons yang cepat dan terarah apabila api tetap terjadi.

Kebijakan yang berkelanjutan menempatkan keselamatan masyarakat, fungsi ekologis, dan keadilan sebagai ukuran bersama. Tidak ada satu teknologi, lembaga, atau program yang dapat memenuhi seluruh kebutuhan. Hasil bergantung pada perpaduan kemampuan publik, tanggung jawab usaha, partisipasi warga, pengetahuan ilmiah, dan pembelajaran yang jujur. Integrasi menjadi nyata ketika unsur-unsur tersebut saling mendukung dalam keputusan dan pembiayaan sehari-hari.

Atas dasar itu, agenda kebijakan bergerak dari respons episodik menuju pengurangan risiko sepanjang tahun. Setiap kejadian menjadi sumber pembelajaran, tetapi pencegahan tidak menunggu kejadian berikutnya. Pemerintah dan mitra bertindak berdasarkan risiko yang dapat diperkirakan, mengutamakan wilayah serta kelompok yang paling rentan, dan memperbaiki tata kelola agar manfaat perlindungan dinikmati secara luas.

64. Ringkasan prioritas operasional

Dalam setiap kabupaten atau provinsi yang menghadapi risiko karhutla, pimpinan dapat menerjemahkan kerangka ini menjadi lima pekerjaan inti. Pertama, mengenali lokasi dan kelompok yang menghadapi risiko terbesar melalui peta gabungan dan verifikasi lapangan. Kedua, mengurangi faktor penyebab melalui tata ruang, perlindungan gambut, layanan pertanian tanpa bakar, dan pemeliharaan sumber air. Ketiga, memastikan informasi dini memiliki tindakan, penanggung jawab, dan sumber daya yang telah disiapkan. Keempat, mengoordinasikan respons dan perlindungan kesehatan dengan komando serta protokol yang jelas. Kelima, memulihkan fungsi ekosistem dan mata pencaharian sambil memperbaiki kebijakan berdasarkan evaluasi.

Kelima pekerjaan tersebut tidak harus menunggu proyek besar. Pemerintah dapat mulai dengan menetapkan pejabat penghubung, memperbarui daftar kontak, menguji pompa, menyediakan jalur pelaporan, melakukan demonstrasi alat, memeriksa fasilitas kesehatan, dan menyepakati siapa yang merawat

infrastruktur air. Langkah awal ini menghasilkan bukti mengenai kesenjangan dan mendorong pembiayaan yang lebih terarah.

Setiap wilayah memilih indikator yang paling relevan, tetapi tetap mengukur hasil, keselamatan, dan keadilan. Penurunan jumlah kebakaran tanpa data mutu pelaporan belum cukup; peningkatan jumlah patroli tanpa evaluasi risiko juga belum membuktikan efektivitas. Bukti lapangan, pengalaman warga, data kesehatan, dan kondisi ekologis perlu dibaca bersama. Bila hasil berbeda dari rencana, sistem mencari penyebab dan mengubah intervensi, bukan menyalahkan satu kelompok secara otomatis.

Dengan memusatkan perhatian pada pekerjaan inti tersebut, manajemen risiko dapat dilaksanakan bertahap, disesuaikan dengan kapasitas lokal, dan tetap terhubung dengan tujuan nasional. Nilai sistem terintegrasi terletak pada kemampuan menghubungkan tindakan kecil dan besar dalam satu arah: mengurangi kemungkinan kebakaran, membatasi dampak ketika terjadi, serta memulihkan kondisi tanpa mengulang sumber risiko yang sama.

Daftar Pustaka

Carmenta, R., Zabala, A., Trihadmojo, B., Gaveau, D., Salim, M. A., & Phelps, J. (2021). Evaluating bundles of interventions to prevent peat-fires in Indonesia. *Global Environmental Change, 67*, 102154. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102154

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). *Integrated fire management*. https://www.fao.org/forestry/firemanagement/en

Nurhidayah, L., Astuti, R., Hidayat, H., & Siburian, R. (2023). Community-based fire management and peatland restoration in Indonesia. In A. Triyanti, M. Indrawan, L. Nurhidayah, & M. A. Marfai (Eds.), *Environmental governance in Indonesia*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15904-6_8

Page, S. E., Siegert, F., Rieley, J. O., Boehm, H.-D. V., Jaya, A., & Limin, S. (2002). The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature, 420*, 61–65. https://doi.org/10.1038/420061a

Purnomo, H., Puspitaloka, D., Okarda, B., Andrianto, A., Qomar, N., Sutikno, S., Muhammad, A., Basuki, I., Jalil, A., & Prasetyo, P. (2024). Community-based fire prevention and peatland restoration in Indonesia: A participatory action research approach. *Environmental Development, 50*, 100971. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2024.100971

Rossita, A., Boer, R., Hein, L., Nurrochmat, D., & Riqqi, A. (2023). Peatland fire regime across Riau peat hydrological unit, Indonesia. *Forest and Society, 7*(1), 76–94. https://doi.org/10.24259/fs.v7i1.21996

Schinko, T., Berchtold, C., Handmer, J., Deubelli-Hwang, T., Preinfalk, E., Linnerooth-Bayer, J., Scolobig, A., Serra, M., & Plana, E. (2023). A framework for considering justice aspects in integrated wildfire risk management. *Nature Climate Change, 13*, 788–795. https://doi.org/10.1038/s41558-023-01726-0

Simorangkir, D. (2007). Fire use: Is it really the cheaper land preparation method for large-scale plantations? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12*(1), 147–164. https://doi.org/10.1007/s11027-006-9049-2

Sitanggang, I. S., Syaufina, L., Trisminingsih, R., Ramdhany, D., Nuradi, E., Hidayat, M. F. A., Rahmawan, H., Wulandari, Ardiansyah, F., Albar, I., & Krisnanto, F. (2022). Indonesian forest and land fire prevention patrol system. *Fire, 5*(5), 136. https://doi.org/10.3390/fire5050136

Sloan, S., Locatelli, B., Wooster, M. J., & Gaveau, D. L. A. (2017). Fire activity in Borneo driven by industrial land conversion and drought during El Niño periods, 1982–2010. *Global Environmental Change, 47*, 95–109. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.10.001

Tacconi, L. (2016). Preventing fires and haze in Southeast Asia. *Nature Climate Change, 6*(7), 640–643. https://doi.org/10.1038/nclimate3008

Taufik, M., Setiawan, B. I., & Van Lanen, H. A. J. (2019). Increased fire hazard in human-modified wetlands in Southeast Asia. *Ambio, 48*(4), 363–373. https://doi.org/10.1007/s13280-018-1082-3

Thoha, A. S., Saharjo, B. H., Boer, R., & Ardiansyah, M. (2019). Characteristics and causes of forest and land fires in Kapuas District, Central Kalimantan Province, Indonesia. *Biodiversitas, 20*(1). https://doi.org/10.13057/biodiv/d200113