JOURNAL OF SPATIAL TRANSFORMATION
Volume 02 Nomor 02 Tahun 2026
ISSN 3123-7665
Journal Homepage: https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/jtr

ANALISIS KERAWANAN BENCANA KEBAKARAN BERDASARKAN KONDISI BANGUNAN DAN AKSESIBILITAS DI KAWASAN PERKOTAAN SUNGGUMINASA CAMBAYYA

Ahmad Fajar Maulana[1], Iyan Awaluddin[1], Siti Fatimah[1*],
[1] Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar
[*] Email : sitifatimah.st@uin-alauddin.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan kebakaran di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya melalui pendekatan spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Penilaian dilakukan dengan mengintegrasikan variabel kondisi bangunan yang meliputi kepadatan bangunan, material konstruksi, jarak antar bangunan, serta jumlah lantai, bersama variabel aksesibilitas berupa lebar jalan, jarak dari pos pemadam kebakaran, dan jarak ke sumber air. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerawanan kebakaran terbagi menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi, dengan dominasi pada kategori sedang sebesar 45 persen dan kategori tinggi sebesar 29 persen. Kluster kerawanan tinggi terutama ditemukan pada permukiman padat yang berkembang secara organik, dicirikan oleh bangunan berimpitan dan jaringan jalan sempit yang membatasi akses pemadam. Variabel aksesibilitas terbukti menjadi faktor utama yang memperkuat kerentanan, khususnya pada wilayah dengan jarak sumber air lebih dari 1.000 meter dan jarak pos pemadam lebih dari 3.000 meter. Skenario mitigasi menunjukkan bahwa intervensi berbasis ruang seperti penataan bangunan, penyediaan hydrant dan tandon air komunal, serta peningkatan akses jalan mampu menurunkan tingkat kerawanan secara signifikan. Penelitian ini menegaskan perlunya strategi mitigasi komprehensif yang mengintegrasikan perbaikan fisik lingkungan, peningkatan infrastruktur pemadam kebakaran, dan penguatan kapasitas masyarakat untuk menciptakan kawasan permukiman yang lebih aman dan tangguh terhadap kebakaran.

Kata Kunci : *kebakaran, permukiman, bangunan, aksesibilitas, mitigasi.*

A. PENDAHULUAN

Urbanisasi yang berkembang pesat di berbagai kota Indonesia telah memicu pertumbuhan permukiman padat yang sering tidak mengikuti prinsip perencanaan tata ruang. Kondisi ini meningkatkan risiko kebakaran, terutama pada kawasan yang ditandai oleh jarak bangunan berdekatan, material konstruksi yang mudah terbakar, instalasi listrik tidak standar, serta keterbatasan akses evakuasi dan jalur

pemadam kebakaran (Saragih & Lestari, 2023). Faktor-faktor tersebut membuat kebakaran mudah terjadi dan sulit dikendalikan, sehingga mengancam keselamatan warga dan menimbulkan kerugian besar (Sulistyaningtyas dkk., 2024).

Kerentanan menjadi lebih tinggi pada permukiman yang tumbuh cepat tanpa diimbangi infrastruktur keselamatan yang memadai. Tata letak bangunan dan tingkat aksesibilitas lingkungan memainkan peran penting dalam menentukan seberapa cepat api dapat menyebar dan bagaimana respons pemadam dapat dilakukan. Jalan lingkungan yang sempit, bangunan tidak standar, dan gangguan kelistrikan menjadi pemicu utama meningkatnya risiko kebakaran di kawasan perkotaan. Namun, kajian yang menggabungkan kondisi bangunan dan aksesibilitas sebagai indikator spasial kerawanan masih jarang dilakukan, terutama di kota berukuran menengah.

Provinsi Sulawesi Selatan, khususnya Kabupaten Gowa, menunjukkan dinamika urbanisasi yang kuat dan peningkatan permukiman padat yang signifikan. Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya menampung sekitar 79 persen penduduk Gowa, sehingga tekanan terhadap ruang dan kebutuhan hunian meningkat pesat. Pertumbuhan tersebut tidak selalu diikuti pengawasan pembangunan, sehingga banyak bangunan berdiri rapat tanpa mempertimbangkan jarak aman atau akses penanganan darurat. Data BPS Gowa (2024) menunjukkan peningkatan kasus kebakaran dari 53 pada tahun 2021 menjadi 96 pada tahun 2023, terutama di kawasan padat yang tidak terencana.

Melihat tingginya risiko dan terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan variabel fisik bangunan dan aksesibilitas, kajian ini penting dilakukan. Karakteristik bangunan dan kondisi akses dinilai sebagai dua komponen utama yang mempengaruhi kemampuan kawasan dalam menghadapi kebakaran serta efektivitas respons darurat (Saragih & Lestari, 2023). Karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerawanan kebakaran secara spasial berdasarkan dua kelompok indikator tersebut, sehingga dapat menjadi dasar perencanaan tata ruang dan strategi mitigasi yang lebih efektif pada kawasan perkotaan berkerentanan tinggi.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Kerawanan kebakaran di kawasan perkotaan merupakan hasil interaksi antara karakter fisik bangunan, struktur ruang, dan kapasitas penanggulangan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bangunan dan jarak antarbangunan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat kerawanan, terutama pada kawasan permukiman padat dengan pola ruang yang tidak terencana. Studi di lingkungan urban Asia menegaskan bahwa struktur permukiman yang rapat mempercepat rambatan api dan meningkatkan kompleksitas respons pemadaman (Guo dkk., 2025). Dalam konteks ini, karakteristik spasial seperti bentuk blok permukiman, jaringan gang sempit, dan tidak adanya ruang terbuka menjadi faktor utama pembentuk risiko kebakaran.

Selain aspek spasial, material bangunan juga memainkan peran penting dalam menentukan tingkat kerentanan. Bangunan semi permanen dan non permanen yang menggunakan material mudah terbakar terbukti memiliki tingkat penyulutan dan laju rambatan api yang lebih tinggi dibandingkan bangunan permanen. Penelitian empiris pada berbagai permukiman padat menunjukkan bahwa material berdaya bakar tinggi memperbesar peluang titik nyala dan mempercepat penyebaran api, terutama pada lingkungan dengan jarak bangunan yang berdekatan (Anwar, 2019). Dengan demikian, material konstruksi merupakan salah satu variabel yang harus diperhatikan dalam penilaian risiko maupun dalam penyusunan strategi mitigasi.

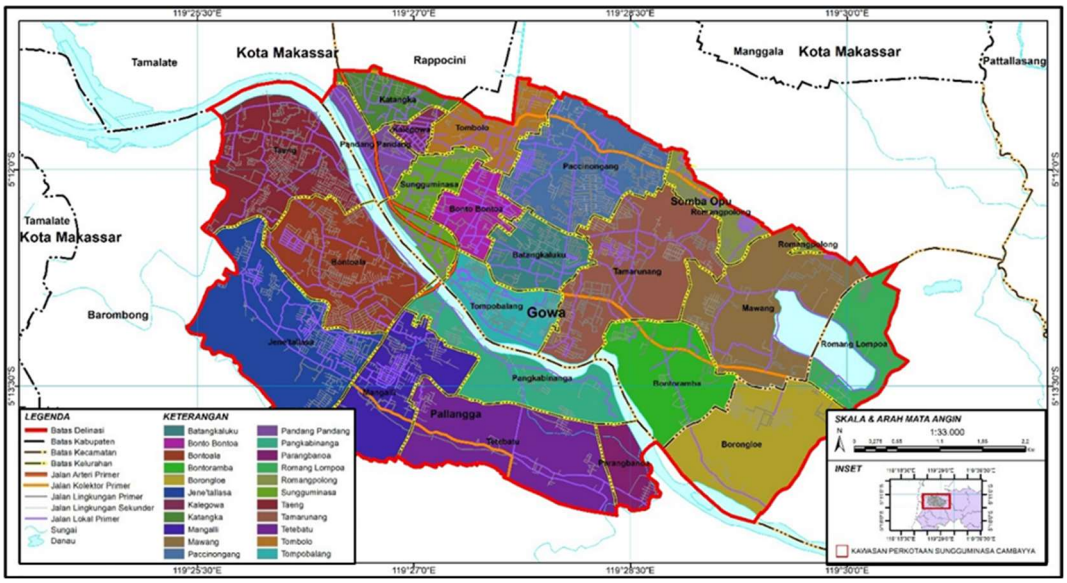
Aspek aksesibilitas juga merupakan determinan penting dalam manajemen kebakaran perkotaan. Keterbatasan lebar jalan, jarak yang jauh dari pos pemadam, dan minimnya sumber air dinilai dapat memperlambat waktu respons dan memperbesar skala kerusakan. Studi terkait respons pemadam kebakaran di kawasan berkerapatan tinggi menekankan bahwa kualitas jaringan jalan dan ketersediaan sumber air merupakan faktor kritis yang menentukan efektivitas operasi pemadaman (NFPA, 2025). Penelitian lain juga menegaskan bahwa kawasan dengan akses terbatas lebih rentan mengalami peningkatan dampak kebakaran karena kesulitan mobilisasi petugas pada fase awal kejadian (Tsaqila dkk., 2021). Secara keseluruhan, literatur ilmiah menunjukkan bahwa penilaian kerawanan kebakaran membutuhkan pendekatan holistik yang mengintegrasikan faktor fisik, spasial, serta kapasitas aksesibilitas.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Kawasan ini dipilih karena merupakan pusat aktivitas perkotaan dengan kepadatan penduduk dan permukiman yang tinggi. Pengumpulan data dilakukan dalam rentang April–Desember 2025, mencakup tahap survei lapangan, pengolahan data, dan analisis spasial.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian menggunakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif mencakup luas wilayah, kepadatan bangunan, jarak antarbangunan, lebar jalan, jarak ke pos pemadam kebakaran, serta jarak ke sumber air. Data kualitatif diperoleh melalui observasi kondisi fisik permukiman, dokumentasi visual, dan wawancara dengan BPBD dan Dinas Pemadam Kebakaran untuk menggali informasi kesiapsiagaan dan kondisi infrastruktur kebakaran



Gambar 1. Peta Delineasi Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, untuk mencatat kondisi bangunan dan aksesibilitas secara aktual; wawancara dengan instansi terkait guna memahami persepsi risiko dan kinerja sistem pemadaman; dan telaah pustaka terhadap dokumen perencanaan, data statistik, citra spasial, dan literatur terkait kebakaran perkotaan.

Variabel Penelitian

Variabel fisik yang dianalisis meliputi kepadatan bangunan, material bangunan, jarak antarbangunan, jumlah lantai bangunan, lebar jalan, jarak dari pos pemadam, dan jarak dari sumber air. Seluruh indikator diklasifikasikan dan diberi skor berdasarkan tingkat kerawanan (Tabel 1).

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Keterangan	Kategori	Nilai
Kondisi Bangunan	Kepadatan Bangunan	>57 unit/Ha	Tinggi	30
		32-57 unit/Ha	Sedang	20
		<32 unit/Ha	Rendah	10
	Material Bangunan	Bangunan non-permanen	Tinggi	30
		Bangunan semi-permanen	Sedang	20
		Bangunan permanen	Rendah	10
	Jarak Antar Bangunan	Berimpitan	Tinggi	30
		Renggang	Sedang	20
		Berjauhan	Rendah	10
	Jumlah Lantai Bangunan	>2 lantai	Tinggi	30
		2 lantai	Sedang	20

Variabel	Indikator	Keterangan	Kategori	Nilai
		1 lantai	Rendah	10
Aksesibilitas	Lebar Jalan	<3 m	Tinggi	30
		3-6 m	Sedang	20
		>6 m	Rendah	10
	Jarak dari Pos Pemadam Kebakaran	>3000 m	Tinggi	30
		1500-3000 m	Sedang	20
		<1500 m	Rendah	10
	Jarak dari Sumber Air	>1000 m	Tinggi	30
		400-1000 m	Sedang	20
		<400 m	Rendah	10

Analisis Data

Analisis utama menggunakan superimpose berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menilai tingkat kerawanan kebakaran. Tahapannya mencakup: (1) klasifikasi indikator; (2) pemberian skor; (3) pembobotan menggunakan penilaian lima ahli melalui metode Expert Choice untuk menentukan pengaruh relatif tiap indicator; dan (4) proses overlay untuk menghasilkan zonasi kerawanan. Nilai total diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kerawanan menggunakan perhitungan interval kelas.

Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menafsirkan hasil pemetaan, mengidentifikasi karakteristik kawasan berisiko, serta merumuskan arahan mitigasi struktural yang mencakup pengaturan bangunan, peningkatan aksesibilitas, dan penyediaan sarana pemadam kebakaran.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya merupakan pusat pemerintahan dan permukiman utama Kabupaten Gowa yang berkembang pesat seiring perluasan aktivitas kota. Kawasan ini berada pada koordinat 119°25’25” sampai 119°30’25” BT dan 5°11’16” sampai 5°14’26” LS, mencakup 22 desa dan kelurahan dengan luasan wilayah yang sangat beragam. Kelurahan seperti Jenetallasa, Bontoala, dan Mawang memiliki area yang luas sehingga pola bangunannya lebih menyebar, sedangkan wilayah seperti Kalegowa dan Parangbanoa memiliki area yang kecil sehingga tekanan terhadap lahan jauh lebih besar. Variasi spasial ini mempengaruhi tingkat kepadatan, pola permukiman, dan struktur ruang yang menjadi dasar pembentukan kerentanan kebakaran di setiap wilayah.

1. Karakteristik Spasial Kawasan Penelitian

Dari segi pemanfaatan ruang, kawasan ini didominasi oleh permukiman yang tumbuh secara organik mengikuti pola perkembangan kota yang tidak terencana secara formal. Banyak permukiman berkembang mengikuti koridor jalan utama,

lalu meluas ke area belakang melalui pemadatan lahan kosong atau pembentukan subdivisi kecil. Jaringan jalan didominasi oleh gang dengan lebar 1 sampai 3 meter yang sulit dilalui kendaraan pemadam kebakaran. Kondisi ini menyebabkan akses respons darurat menjadi terbatas dan meningkatkan risiko meluasnya kebakaran. Pola permukiman padat semacam ini sangat umum di kawasan perkotaan Indonesia dan telah terbukti menjadi faktor penting yang meningkatkan potensi kebakaran akibat keterbatasan akses dan minimnya ruang terbuka yang dapat berfungsi sebagai pemutus rambatan api.

Karakteristik spasial Sungguminasa Cambayya menunjukkan terbentuknya kluster-kluster permukiman padat yang memiliki tingkat kerentanan jauh lebih tinggi dibandingkan area yang lebih terbuka. Kluster ini terutama muncul pada kelurahan dengan bangunan rapat, sedikit ruang jeda antar rumah, dan akses jalan terbatas. Dalam konteks risiko, pola seperti ini menciptakan lingkungan yang mudah tersulut dan sulit ditangani ketika kebakaran terjadi. Struktur ruang yang kompleks, kepadatan tinggi, dan jaringan jalan yang tidak memadai menjadikan kerawanan kebakaran sebagai konsekuensi langsung dari karakter permukiman yang berkembang tanpa kontrol spasial yang kuat. Pemahaman terhadap pola keruangan inilah yang menjadi dasar dalam menentukan strategi mitigasi yang tepat dan terukur.

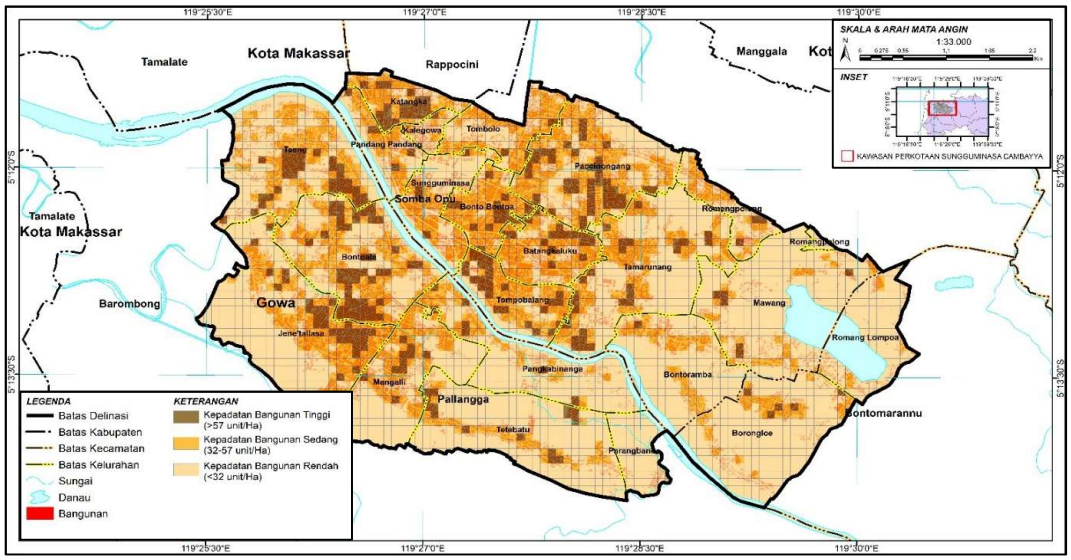
2. Analisis Kondisi Bangunan

Kondisi bangunan di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya menunjukkan struktur fisik yang beragam, dengan sebaran kepadatan bangunan yang tidak merata (Gambar 2). Data hasil overlay menunjukkan bahwa kepadatan rendah mendominasi 65 persen wilayah, sedangkan kepadatan tinggi hanya mencakup 9 persen wilayah tetapi terlokalisasi pada kluster permukiman lama yang rapat. Kluster padat ini berpotensi menjadi titik kritis penyebaran api karena keterbatasan ruang pemisah antar bangunan. Temuan ini sejalan dengan penelitian di kawasan urban padat yang menunjukkan bahwa semakin kecil jarak antarrumah dan semakin tinggi kepadatan, maka semakin besar potensi rambatan api pada tahap awal kebakaran (Guo dkk., 2025).

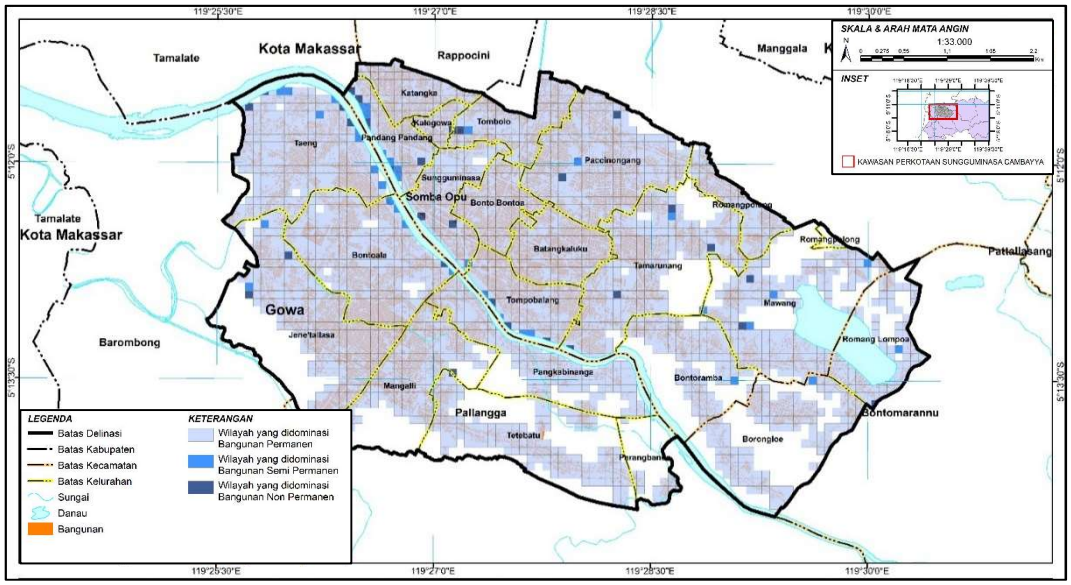
Material bangunan menjadi parameter penting lain yang mempengaruhi tingkat kerentanan (Gambar 3). Mayoritas bangunan di kawasan ini merupakan bangunan permanen (72,5 persen), sementara bangunan semi permanen dan non permanen memiliki proporsi kecil namun terkonsentrasi pada blok tertentu yang rentan. Penelitian empiris menunjukkan bahwa material mudah terbakar seperti kayu, papan, dan seng memiliki tingkat penyulutan yang lebih tinggi dan mempercepat laju rambatan api, terutama pada daerah yang secara spasial padat (Anwar, 2019). Hal ini memperkuat bahwa meskipun persentase bangunan non permanen kecil, keberadaannya yang mengelompok tetap berpotensi meningkatkan kerawanan kebakaran secara signifikan.

Selain kepadatan dan material, jarak antar bangunan merupakan indikator paling menentukan dalam pembentukan pola kerawanan (Gambar 4). Analisis menunjukkan bahwa sekitar 38 persen wilayah didominasi bangunan berimpitan, yang secara teoritis dan empiris terbukti meningkatkan potensi *fire spread* secara

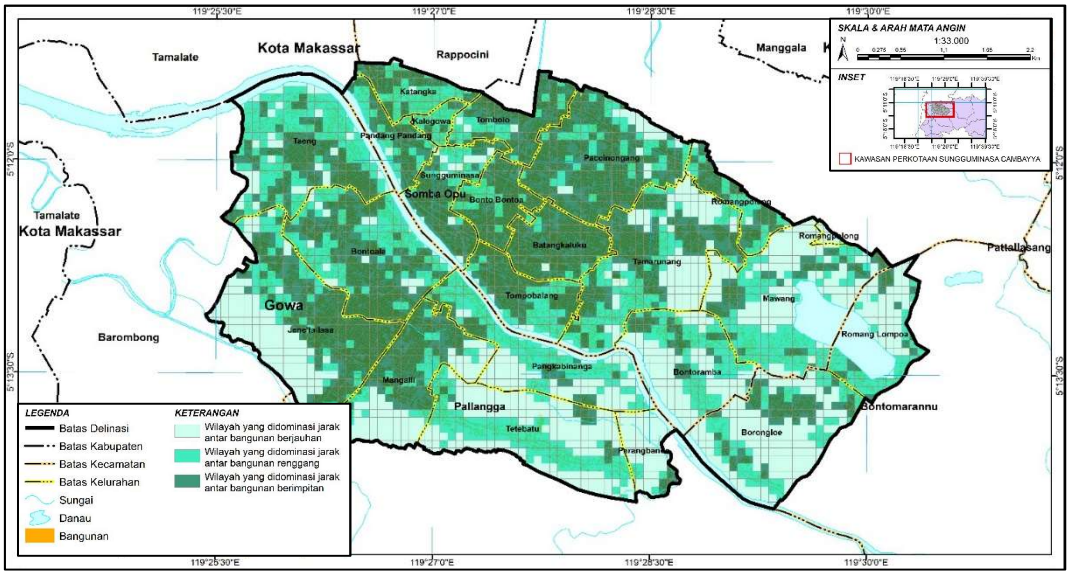
langsung. Studi pemodelan kebakaran pada lingkungan urban menunjukkan bahwa spasi antar bangunan yang sangat sempit dapat mempercepat perpindahan panas secara radiasi dan konveksi, menyebabkan api merambat ke bangunan lain hanya dalam hitungan menit (Wang dkk., 2022). Dengan demikian, kombinasi jarak rapat, penggunaan material mudah terbakar pada sebagian blok, dan padatnya susunan bangunan menjadikan kondisi fisik Sungguminasa Cambayya memiliki kerentanan struktural yang perlu mendapat perhatian dalam upaya mitigasi kebakaran.



Gambar 2. Peta Kepadatan Bangunan Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya



Gambar 3. Peta Material Bangunan Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya



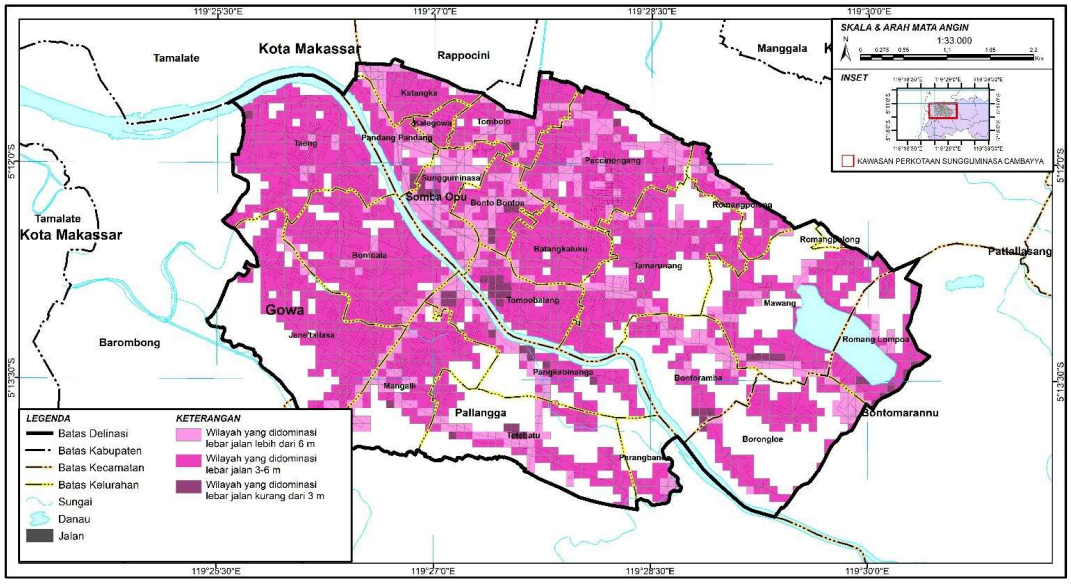
Gambar 4. Peta Jarak Antar Bangunan Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya

3. Analisis Aksesibilitas

Aksesibilitas merupakan komponen krusial dalam menentukan tingkat kerawanan kebakaran, terutama terkait kemampuan petugas pemadam mencapai lokasi kejadian dalam waktu respons yang memadai (Gambar 5). Analisis spasial menunjukkan bahwa banyak permukiman di Sungguminasa Cambayya berada di dalam jaringan jalan sempit dengan lebar hanya 1 sampai 3 meter, sehingga tidak dapat dilalui oleh kendaraan pemadam kebakaran. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian yang menyatakan bahwa keterbatasan akses dan kualitas jaringan jalan merupakan hambatan utama dalam respons darurat, dan dapat melipatgandakan luas area terbakar dalam peristiwa kebakaran permukiman padat (Ferreria dkk., 2016). Minimnya akses ini tidak hanya memperlambat mobilitas pemadam, tetapi juga menyulitkan proses evakuasi warga ketika kebakaran terjadi.

Selain keterbatasan lebar jalan, jarak dari pos pemadam kebakaran juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap tingkat kerawanan. Data penelitian menunjukkan bahwa sekitar 45 persen wilayah memiliki jarak lebih dari 3.000 meter dari pos pemadam, sehingga masuk dalam kategori kerawanan tinggi. Dalam konteks kebakaran urban, standar internasional menetapkan bahwa waktu respon ideal adalah 4 sampai 8 menit, dan keterlambatan respon akibat jarak yang jauh dapat meningkatkan tingkat kerusakan secara eksponensial (NFPA, 2025). Dengan konfigurasi ruang yang kompleks ditambah keterbatasan akses, jarak yang terlalu jauh dari pos pemadam di Sungguminasa dipastikan meningkatkan risiko meluasnya kebakaran sebelum unit pemadam tiba di lokasi.

Indikator aksesibilitas yang paling bermasalah adalah jarak ke sumber air, yang merupakan faktor utama dalam operasional pemadaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekitar 91 persen area berada lebih dari 1.000 meter dari sumber air seperti hydrant atau fasilitas air baku, sehingga masuk kategori kerawanan sangat tinggi. Studi terkait manajemen kebakaran di kawasan permukiman menyatakan bahwa ketersediaan air adalah determinan paling kritis karena mempengaruhi durasi dan efektivitas pemadaman, khususnya di wilayah yang tidak memiliki sistem hydrant terintegrasi (Tsaqila dkk., 2021). Kondisi di Sungguminasa menggambarkan keterbatasan struktural yang membuat kawasan tersebut secara inheren tidak siap menghadapi kebakaran skala menengah maupun besar. Kombinasi antara akses jalan sempit, jarak jauh ke pos pemadam, dan keterbatasan sumber air menjadikan aksesibilitas sebagai faktor penentu yang memperkuat kerentanan kebakaran pada permukiman ini.



Gambar 5. Peta Lebar Jalan Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya

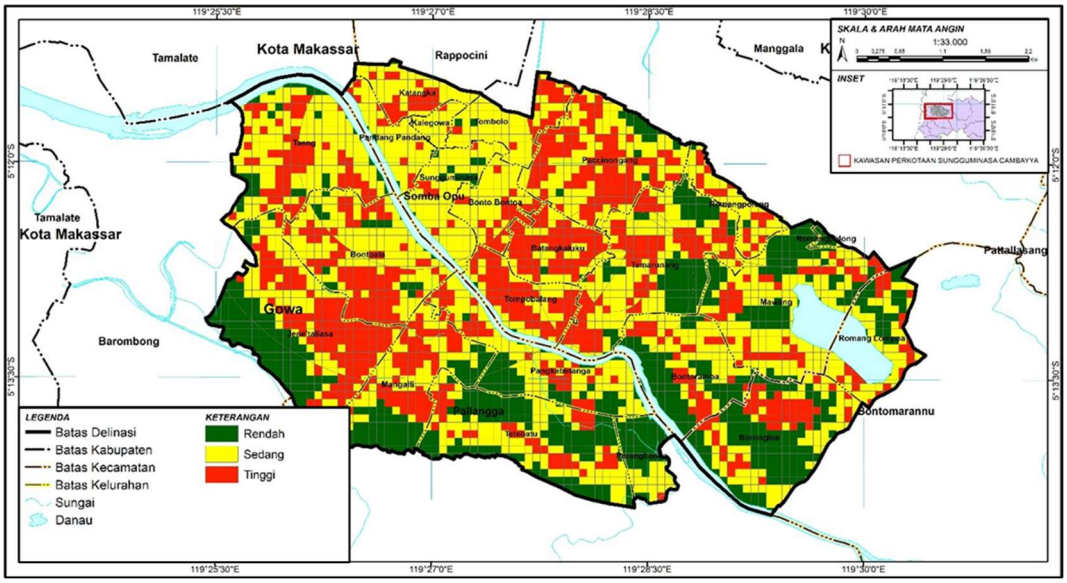
4. Sintesis Tingkat Kerawanan Kebakaran (Hasil Overlay)

Sintesis hasil analisis overlay seluruh indikator menunjukkan bahwa tingkat kerawanan kebakaran di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu kerawanan rendah sebesar 26 persen, kerawanan sedang sebesar 45 persen, dan kerawanan tinggi sebesar 29 persen dari total wilayah (Gambar 6).

Dominasi kerawanan sedang mengindikasikan bahwa sebagian besar kawasan memiliki potensi risiko yang substantif tetapi belum mencapai tingkat kritis, sementara hampir sepertiga wilayah memiliki kerentanan tinggi yang memerlukan intervensi segera. Pola kerawanan yang teridentifikasi memperlihatkan hubungan langsung dengan struktur ruang kawasan, terutama konsentrasi permukiman padat, gang sempit, dan jarak antarbangunan yang berimpitan. Dalam banyak

kasus perkotaan, kombinasi faktor tersebut telah terbukti menjadi pemicu utama penyebaran api secara cepat dan sulit dikendalikan (Stevens & Rush, 2025).

Analisis pola spasial menunjukkan bahwa kerawanan tidak tersebar secara acak, melainkan membentuk kluster kluster kerawanan tinggi pada permukiman lama yang tumbuh organik tanpa kontrol tata ruang. Kluster besar kerawanan ini ditemukan pada kelurahan seperti Bontoala, Mangalli, Parangbanoa, dan Jenetallasa, di mana karakteristik fisik bangunan dan aksesibilitasnya konsisten dengan elemen pemicu risiko kebakaran. Fenomena konsentrasi risiko kebakaran pada blok padat serupa juga ditemukan pada berbagai kota di negara berkembang, di mana pertumbuhan permukiman informal dan pengisian ruang secara spontan menciptakan lingkungan yang sangat rentan ketika terjadi kebakaran (Twigg dkk., 2017). Struktur spasial semacam ini menyebabkan jalur propagasi api menjadi sangat efisien sehingga meningkatkan intensitas dan kecepatan penyebaran kebakaran dari satu bangunan ke bangunan lainnya.



Gambar 6. Peta Tingkat Kerawanan Bencana Kebakaran Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya

Sintesis kerawanan ini menegaskan bahwa risiko kebakaran pada kawasan penelitian tidak hanya disebabkan oleh satu variabel, tetapi merupakan hasil dari akumulasi faktor bangunan dan aksesibilitas yang saling memperkuat. Ketika jarak bangunan rapat, akses jalan terbatas, dan ketersediaan sumber air sangat minim, kerentanan meningkat secara signifikan. Penelitian terkait manajemen risiko kebakaran menekankan bahwa kondisi lingkungan seperti ini dapat menghasilkan "amplified hazard zones" yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap insiden kebakaran meskipun trigger awalnya kecil (Babrauskas, 2016). Dengan demikian, sintesis kerawanan pada Sungguminasa Cambayya menegaskan perlunya pendekatan mitigasi berbasis spasial yang mampu mengatasi faktor-faktor

dominan secara terintegrasi, terutama pada wilayah berkerawanan tinggi yang secara struktural paling berisiko.

Tabel 2. Data Luasan Per Kelurahan Tingkat Kerawanan Bencana Kebakaran Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya

No.	Desa/Kelurahan	Kerawanan Rendah	Kerawanan Sedang	Kerawanan Tinggi	Total
1.	Batangkaluku	15.873	313.951	638.032	967.856
2.	Bonto Bontoa	2.964	531.900	246.990	781.854
3.	Bontoala	226.824	1.279.253	912.677	2.418.755
4.	Bontoramba	803.978	641.398	331.102	1.776.479
5.	Borongloe	1.165.521	740.751	511.327	2.417.600
6.	Jene'tallasa	1.020.162	884.583	1.225.047	3.129.792
7.	Kalegowa	-	201.668	14.436	216.104
8.	Katangka	6.703	422.174	211.998	640.876
9.	Mangalli	595.507	682.874	661.702	1.940.084
10.	Mawang	1.094.032	1.326.802	469.856	2.890.691
11.	Paccinongang	162.414	1.021.020	1.139.811	2.323.245
12.	Pandang Pandang	98.999	554.194	98.291	751.484
13.	Pangkabinanga	556.825	972.405	368.457	1.897.687
14.	Parangbanoa	402.609	201.288	10.508	614.405
15.	Romang Lompoa	545.369	579.866	236.381	1.361.616
16.	Romangpolong	79.975	408.901	174.610	663.485
17.	Sungguminasa	135.977	835.511	69.582	1.041.070
18.	Taeng	460.842	1.453.562	708.458	2.622.862
19.	Tamarunang	744.136	1.203.588	918.060	2.865.784
20.	Tetebatu	1.170.195	945.972	423.487	2.539.653
21.	Tombolo	20.000	649.833	229.674	899.507
22.	Tompobalang	46.144	376.294	625.220	1.047.657
Total		9.355.050	16.227.787	10.225.707	35.808.545

5. Pola Spasial Kerawanan

Pola spasial kerawanan kebakaran di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya menunjukkan bahwa risiko tidak tersebar merata, melainkan terkonsentrasi dalam bentuk kluster pada wilayah tertentu. Hasil pemetaan memperlihatkan bahwa kawasan dengan tingkat kerawanan tinggi banyak ditemukan pada permukiman lama yang berkembang secara organik dan tidak mengikuti pola tata ruang formal (Gambar 6, Tabel 2). Kelurahan seperti Bontoala, Mangalli, Parangbanoa, dan bagian dari Jenetallasa menjadi fokus kerawanan karena kombinasi antara struktur bangunan rapat, jaringan jalan sempit, dan minimnya ruang terbuka yang berfungsi sebagai pemutus rambatan api (Tabel 2). Pola kluster ini sesuai dengan karakteristik permukiman padat di kota-kota

berkembang, di mana kepadatan dan ketidakteraturan ruang meningkatkan akumulasi risiko kebakaran (Zhang dkk., 2020).

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa pola penyebaran kerawanan membentuk struktur spasial menyerupai jaringan linear bercabang, terutama di sepanjang koridor gang sempit yang saling terhubung. Konvergensi risiko pada jaringan permukiman seperti ini telah dibahas dalam berbagai studi spasial, yang menyatakan bahwa morfologi jaringan jalan berperan penting dalam menentukan jalur rambatan api dan tingkat keterjangkauan pemadam kebakaran (Tsai & Chang, 2023). Pada Sungguminasa, gang-gang berukuran kecil menjadikan area-area tertentu terisolasi secara fungsional dari akses pemadam, sehingga meningkatkan potensi terjadinya "api terperangkap" dalam blok permukiman. Hal ini memperpanjang durasi pembakaran dan memperbesar kemungkinan penyebaran api ke lingkungan sekitar.

Pola kerawanan juga memiliki keterkaitan dengan keberadaan fasilitas sumber air pemadam. Bahkan pada wilayah dengan bangunan permanen yang relatif lebih aman, jarak yang sangat jauh dari sumber air menyebabkan area tersebut tetap memiliki tingkat kerawanan tinggi. Keadaan ini menciptakan pola risiko campuran di mana variabel aksesibilitas memperkuat kerentanan struktural bangunan. Studi kebakaran perkotaan menegaskan bahwa kombinasi antara kerapatan bangunan, akses jalan terbatas, dan jarak sumber air yang jauh secara signifikan meningkatkan potensi kehilangan aset dan korban jiwa (Srinurak dkk., 2016). Oleh karena itu, pola spasial kerawanan pada Sungguminasa tidak hanya menggambarkan distribusi fisik risiko, tetapi juga menunjukkan bagaimana interaksi antar variabel membentuk struktur risiko yang kompleks dan saling terkait.

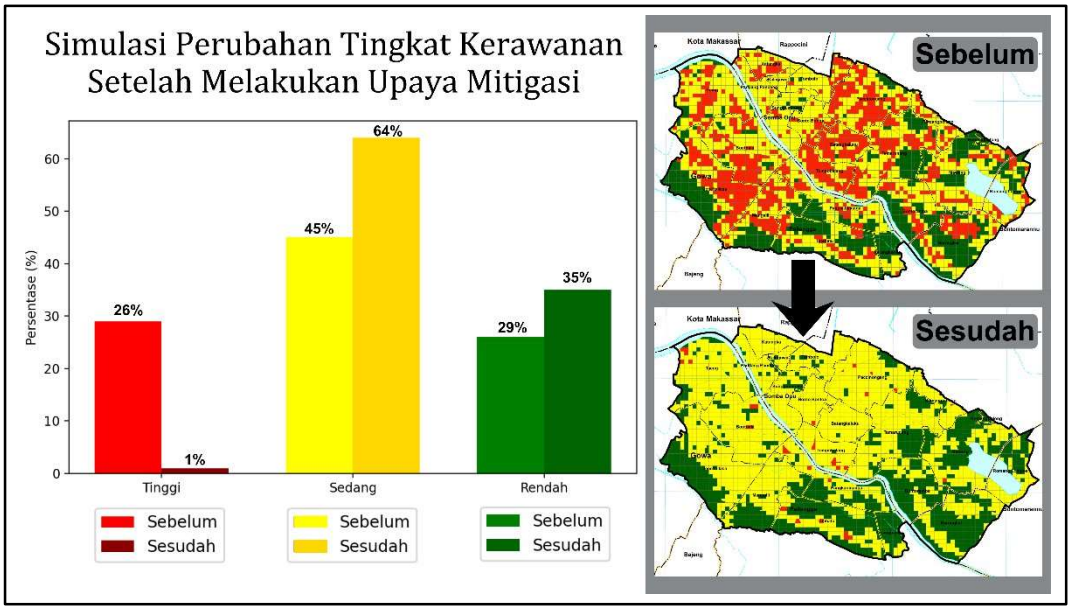
6. Evaluasi Skenario Mitigasi

Evaluasi skenario mitigasi pada Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya dilakukan dengan membandingkan dua pendekatan utama, yaitu skenario tanpa penanganan (*Do-Nothing*) dan skenario dengan penanganan (*Do-Something*). Hasil analisis menunjukkan bahwa apabila tidak dilakukan upaya penanganan, area berkerawanan tinggi berpotensi tetap stabil atau bahkan meluas karena tidak ada perubahan signifikan pada variabel pemicu seperti kepadatan bangunan, jarak antarbangunan, dan keterbatasan aksesibilitas (Gambar 7). Hal ini selaras dengan temuan penelitian mengenai kawasan permukiman padat di Asia Tenggara, di mana risiko kebakaran meningkat seiring berjalannya waktu ketika intervensi struktural dan nonstruktural tidak dilakukan secara sistematis (Jigyasu, 2016). Dengan demikian, skenario tanpa penanganan bukanlah pilihan yang dapat diterima mengingat kompleksitas dan besarnya risiko kawasan.

Sebaliknya, skenario *Do-Something* memperlihatkan penurunan kerawanan yang signifikan pada wilayah yang sebelumnya masuk kategori risiko tinggi. Intervensi seperti penataan jarak antarbangunan, penyediaan tandon air komunal dan hydrant, peningkatan akses jalan terhadap blok permukiman padat, serta penambahan pos pemadam kebakaran terbukti mengurangi kerentanan baik dari sisi fisik maupun operasional. Perubahan pola risiko ini sesuai dengan hasil kajian

kebijakan mitigasi kebakaran di kawasan urban yang menekankan pentingnya pendekatan multi-intervensi berbasis ruang untuk memastikan efektivitas mitigasi jangka panjang (Masoumi dkk., 2019). Dengan kata lain, penguatan infrastruktur proteksi kebakaran perlu berjalan paralel dengan perbaikan tata ruang agar respons darurat dapat ditingkatkan secara menyeluruh.

Simulasi spasial menunjukkan bahwa wilayah berkerawanan tinggi dalam skenario *Do-Something* mengalami penurunan luas yang nyata, terutama pada permukiman padat dengan akses air dan akses jalan yang ditingkatkan (Gambar 7)s. Pengurangan risiko ini mengonfirmasi bahwa intervensi fisik memiliki dampak terbesar pada kawasan yang secara struktural paling rentan. Pola seperti ini juga dicatat dalam studi manajemen risiko perkotaan yang menyimpulkan bahwa penataan ulang jaringan jalan kecil, penyediaan sumber air strategis, dan peningkatan kapasitas kelembagaan pemadam kebakaran merupakan komponen mitigasi yang paling efektif dalam lingkungan berkerapatan tinggi (Rahmawati dkk., 2016). Dengan demikian, implementasi skenario *Do-Something* memberikan bukti kuat bahwa mitigasi berbasis ruang dan fasilitas dapat mengubah struktur risiko kawasan secara substansial, menjadikannya langkah prioritas dalam pengelolaan kebakaran di Sungguminasa Cambayya.



Gambar 7. Simulasi Perubahan Tingkat Kerawanan Setalah Melakukan Upaya Mitigasi

Integrasi seluruh temuan penelitian menunjukkan bahwa kerawanan kebakaran di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya merupakan hasil dari interaksi kompleks antara faktor struktural bangunan, aksesibilitas kawasan, dan keterbatasan infrastruktur penunjang. Analisis kepadatan bangunan, jarak antarbangunan, dan material konstruksi memperlihatkan bahwa kawasan padat

dengan bangunan berimpitan memiliki risiko paling tinggi terhadap penyulutan dan penyebaran kebakaran. Kondisi ini diperkuat oleh keterbatasan akses jalan serta jauhnya jarak dari fasilitas pemadam dan sumber air, yang menopang terbentuknya kluster risiko di beberapa kelurahan. Pola interaksi multi faktor tersebut sejalan dengan studi kerentanan kebakaran di kawasan urban yang menegaskan bahwa risiko kebakaran meningkat ketika faktor fisik dan aksesibilitas saling memperkuat (Samora-Arvela dkk., 2023).

Temuan ini memberikan gambaran bahwa kebijakan mitigasi kebakaran di Sungguminasa tidak dapat dilakukan secara parsial, melainkan harus mengadopsi pendekatan terpadu berbasis ruang. Peningkatan akses jalan pada blok blok padat, penyediaan hydrant dan tandon air komunal, serta peningkatan kualitas bangunan merupakan strategi yang saling melengkapi untuk menurunkan kerentanan. Pendekatan tersebut konsisten dengan rekomendasi berbagai studi kebijakan kebakaran di permukiman padat yang menekankan perlunya integrasi antara intervensi struktural, tata ruang, dan penguatan kapasitas kelembagaan pemadam kebakaran (Masoumi dkk., 2019). Dengan penerapan intervensi yang terarah pada wilayah berkerawanan tinggi, efektivitas mitigasi dapat meningkat signifikan dan memberikan dampak jangka panjang dalam mengurangi potensi kerugian.

Selain kebijakan fisik, temuan penelitian ini juga menegaskan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam upaya mitigasi kebakaran. Banyak studi menunjukkan bahwa kawasan permukiman padat di negara berkembang memiliki tingkat keberhasilan mitigasi yang lebih tinggi ketika strategi top-down dari pemerintah dikombinasikan dengan pendekatan berbasis komunitas seperti pembentukan satuan relawan kebakaran tingkat RT atau RW dan edukasi pencegahan kebakaran (Shaw, 2012). Keterlibatan komunitas menjadi krusial di Sungguminasa mengingat karakteristik fisik permukiman yang sulit dijangkau unit pemadam, sehingga respons awal dari masyarakat dapat menjadi faktor yang menentukan. Dengan demikian, integrasi hasil penelitian ini menegaskan perlunya kebijakan mitigasi kebakaran yang holistik, adaptif, dan berfokus pada kolaborasi antara pemerintah daerah, pemadam kebakaran, dan masyarakat.

E. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kerawanan kebakaran di Kawasan Perkotaan Sungguminasa Cambayya dipengaruhi oleh kombinasi faktor kondisi bangunan dan aksesibilitas yang saling memperkuat. Kluster permukiman padat dengan bangunan berimpitan, penggunaan material mudah terbakar, dan minimnya ruang terbuka menjadi wilayah dengan risiko tertinggi. Variabel aksesibilitas seperti jalan sempit, jarak jauh dari pos pemadam, serta keterbatasan sumber air semakin memperburuk kerentanan, sehingga sebagian besar area penelitian berada pada kategori kerawanan sedang hingga tinggi. Pola kerawanan yang terbentuk secara spasial memperlihatkan konsentrasi risiko pada permukiman yang berkembang organik tanpa kontrol tata ruang.

Hasil sintesis menunjukkan bahwa mitigasi kebakaran memerlukan pendekatan terpadu berbasis spasial untuk mengurangi risiko secara efektif. Intervensi seperti pelebaran akses jalan, penyediaan hydrant dan tandon air komunal, penataan

jarak antar bangunan, serta peningkatan kapasitas pos pemadam terbukti mampu menurunkan tingkat kerawanan dalam skenario penanganan. Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya strategi mitigasi yang komprehensif dan adaptif, melibatkan pemerintah daerah, lembaga pemadam kebakaran, dan partisipasi masyarakat untuk menciptakan lingkungan permukiman yang lebih aman dan tangguh terhadap ancaman kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, Y. (2019). *Kerentanan Kebakaran Permukiman Padat di Kelurahan Sidodamai Kecamatan Samarinda Ilir Kota Samarinda*. Jurnal Azimut, 2(2), 121-132.

Babrauskas, V., Gann, R. G., Levin, B. C., Paabo, M., Harris, R. H., Peacock, R. D., & Yusa, S. (1998). A methodology for obtaining and using toxic potency data for fire hazard analysis. *Fire Safety Journal*, *31*(4), 345-358.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa. (2024). *Kabupaten Gowa dalam Angka 2024*. BPS Kabupaten Gowa.

Ferreira, T. M., Vicente, R., da Silva, J. A. R. M., Varum, H., Costa, A., & Maio, R. (2016). Urban fire risk: Evaluation and emergency planning. *Journal of Cultural Heritage*, *20*, 739-745.

Guo, X., Ding, L., & Ji, J. (2025). Method for Fire Risk Assessment of Urban Power Substation Considering Data Uncertainty. *Fire Technology*, 1-27.

Jigyasu, R. (2016). *Reducing disaster risks to urban cultural heritage: global challenges and opportunities*. Journal of Heritage Management, 1(1), 59-67.

Masoumi, Z., van L. Genderen, J., & Maleki, J. (2019). Fire risk assessment in dense urban areas using information fusion techniques. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *8*(12), 579.

National Fire Protection Association (NFPA). (2025). *Fire loss in the United States*. NFPA Research — Fire Statistical Reports. https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fire-loss-in-the-united-states

Rahmawati, D., Pamungkas, A., Aulia, B. U., Larasati, K. D., Rahadyan, G. A., & Dito, A. H. (2016). Participatory mapping for urban fire risk reduction in high-density urban settlement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *227*, 395-401.

Samora-Arvela, A., Aranha, J., Correia, F., Pinto, D. M., Magalhães, C., & Tedim, F. (2023). *Understanding building resistance to wildfires: a multi-factor approach*. Fire, 6(1), 32.

Saragih, R. A. I., & Lestari, F. (2023). Kerentanan Kebakaran Daerah Perkotaan: Analisis Risiko Dan Pemetaan Di Jakarta Timur, Indonesia. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *4*(2), 1974-81.

Shaw, R. (2012). *Community based disaster risk reduction*. Emerald Group Publishing.

Srinurak, N., Mishima, N., Fuchikami, T., & Duangthima, W. (2016). Analysis of urban morphology and accessibility character to provide evacuation route in historic area. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *216*, 460-469.

Stevens, S., & Rush, D. (2025). *Urban fire spread modelling: a review of dynamic computational models and potential for application to informal settlement fires.* International Journal of Disaster Risk Reduction, 105528.

Sulistyaningtyas, S. A., Nugraha, A. L., & Hadi, F. (2024). Analisis Risiko Bencana Kebakaran Permukiman Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kecamatan Banyumanik Dan Tembalang, Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, *13*(1), 48-57.

Tsai, M. T., & Chang, H. W. (2023). Contribution of accessibility to urban resilience and evacuation planning using spatial analysis. *International journal of environmental research and public health*, *20*(4), 2913.

Tsaqila, D. N., Miladan, N., & Utomo, R. P. (2021). Studi tingkat aksesibilitas sumber air penanggulangan kebakaran di Kecamatan Tambora Kota Administrasi Jakarta Barat. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, *16*(2), 348.

Twigg, J., Christie, N., Haworth, J., Osuteye, E., & Skarlatidou, A. (2017). Improved methods for fire risk assessment in low-income and informal settlements. *International journal of environmental research and public health*, *14*(2), 139.

Wang, Y., Beshir, M., Hadden, R., Cicione, A., Krajcovic, M., Gibson, L., & Rush, D. (2022). Laboratory experiment of fire spread between two informal settlement dwellings. *International Journal of Thermal Sciences*, *171*, 107195.

Zhang, X., Yao, J., Sila-Nowicka, K., & Jin, Y. (2020). Urban fire dynamics and its association with urban growth: Evidence from Nanjing, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*(4), 218.