



## Pemetaan Sebaran Lahan Terbangun di Zona Sempadan Sesar Pasuruan Menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 21/PRT/M/2007

Azril Chairil<sup>1\*</sup>, Febrian Eka Ardhiansyah<sup>1</sup>, Ahmad Dzaki As Sajjad<sup>1</sup>, Ahmad Yusuf<sup>1</sup>, Aufa Rihhadatya Aisy Ramadhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang

\*Correspondence: Azril Chairil E-mail: [azril.chairil.2307226@students.um.ac.id](mailto:azril.chairil.2307226@students.um.ac.id)

### ABSTRAK

Sesar Pasuruan merupakan sesar normal aktif sepanjang  $\pm 13$  km yang berpotensi menyebabkan gempa bumi dengan dampak yang signifikan. Sesar Pasuruan terletak dekat dengan kawasan perkotaan padat penduduk seperti Kota Pasuruan dan Kota Probolinggo yang keduanya memiliki lebih dari 450 ribu penduduk. Selain itu, terdapat instalasi penting milik negara seperti Lapangan Terbang Grati dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap Grati yang berada kurang dari 6 km dari garis sesar. Untuk itu, diperlukan adanya pemetaan zona sempadan dan menghitung sebaran bangunan yang berada di dalamnya. Pemetaan zona sempadan dilakukan menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 21/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi. Zona sempadan ditetapkan menjadi zona sempadan tidak stabil dan zona sempadan kurang stabil. Zona sempadan tidak stabil mencakup 11 desa di dua kecamatan, sedangkan zona sempadan kurang stabil mencakup 19 desa di tiga kecamatan. Berdasarkan metode *overlay* antara zona sempadan dengan data hasil identifikasi bangunan melalui interpretasi citra satelit, didapatkan jumlah sebaran bangunan sebanyak 1.908 dalam zona sempadan tidak stabil dan 12.360 bangunan dalam zona sempadan kurang stabil.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Submitted/Received 10 Des 2024

First Revised 17 Des 2024

Accepted 17 Jan 2025

First Available Online 22 Jan 2025

Publication Date 30 Mar 2025

#### Keyword:

*gempa bumi; sesar normal; zona sempadan, mitigasi bencana.*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di batas beberapa lempeng tektonik utama dunia, antara lain Lempeng Laut Filipina, Lempeng Carolina, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Sunda (Hutchings & Mooney, 2021). Pertemuan Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Sunda membentuk zona subduksi sepanjang pantai barat Pulau Sumatra hingga Kepulauan Maluku. Irsyam *et al.*, (2017) membagi zona subduksi Sunda menjadi Busur Sunda dan Busur Banda di mana Busur Sunda terbagi menjadi Busur Sunda Barat dan Busur Sunda Timur. Busur Sunda Barat terbentang dari Kepulauan Andaman hingga Selat Sunda, sedangkan Busur Sunda Timur terbentang dari Selat Sunda hingga Flores. Seismisitas Busur Sunda Barat cenderung lebih aktif dibandingkan Busur Sunda Timur.

Zona subduksi Jawa (yang termasuk dalam Busur Sunda Timur) memiliki frekuensi dan magnitudo gempa yang cenderung lebih rendah dibandingkan zona subduksi Sumatra. Pola struktur dan karakteristik seismisitas Pulau Jawa berbeda dengan Pulau Sumatra. Perbedaan tersebut diakibatkan oleh perubahan pola subduksi dari *oblique convergence* di Pulau Sumatra menjadi frontal di selatan Pulau Jawa. Seismisitas di Pulau Jawa sebagian besar berupa gempa yang berasosiasi dengan zona subduksi dan sesar darat. Walaupun gempa yang terjadi di zona subduksi Jawa tidak pernah tercatat lebih dari Mw 8, beberapa gempa dangkal yang berasal dari sesar darat berpotensi sangat merugikan mengingat pesatnya kegiatan ekonomi dan padatnya pemukiman di Jawa. Selain itu, permukiman masyarakat Jawa banyak terbentuk di daerah endapan aluvial muda yang riskan terhadap amplifikasi gempa dan likuefaksi.

Salah satu provinsi di Pulau Jawa yang memiliki sesar aktif adalah Jawa Timur. Beberapa sesar di Jawa Timur yang telah teridentifikasi antara lain Sesar Kendeng (segmen Waru dan segmen Surabaya), Sesar Pasuruan, Sesar Probolinggo, Sesar Bawean, Sesar Wongsorejo, dan zona Sesar Rembang Madura Kangean Sakala (RMKS) (Irsyam *et al.*, 2017). Sesar Pasuruan merupakan sesar turun atau sesar normal yang sering dijumpai di Jawa Timur. Sebagian besar sesar di Jawa Timur memiliki laju pergeseran atau sliprate yang rendah berkisar antara 4,5-0,2 mm/tahun (Irsyam *et al.*, 2017).

Sesar Pasuruan terletak di Tanjung Warangan, Kabupaten Pasuruan. Gawir sesar dapat diamati sepanjang  $\pm 13$  km membentang dari Kecamatan Lekok hingga Kecamatan Nguling. Sesar Pasuruan memiliki dua segmen yaitu segmen barat-timur dan segmen barat laut-tenggara. Segmen barat-timur merupakan segmen utama sepanjang  $\pm 13$  km dengan ketinggian singkapan berkisar antara 2-50 meter. Sesar Pasuruan merupakan sesar aktif yang berpotensi menyebabkan gempa bumi mencapai 6,6 magnitudo. Sesar Pasuruan bergerak secara *dip-slip* dengan mekanisme sesar turun dengan laju pergeseran sebesar 0,2 mm/tahun (Irsyam *et al.*, 2017). Berdasarkan laju pergeseran dan panjang segmen sesar utama sepanjang 13 km, diperkirakan Sesar Pasuruan berpotensi menyebabkan gempa bumi dengan kekuatan 6,6 magnitudo (Marliyani *et al.*, 2019). Bagian atas Sesar Pasuruan memotong formasi Tuf Rabano (Qvtr), sedangkan bagian bawah memotong formasi Batuan Gunungapi Tengger Tua (Qpvt). Formasi Rabano tersusun atas tuf sela, tuf berbatuapung, batupasir tufan, breksi gunungapi, dan konglomerat. Formasi Gunungapi Tengger Tua tersusun dari breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat, dan lahar (Suharsono & Suwarti, 1992). Daerah di sekitar Sesar Pasuruan didominasi oleh ladang dan perkebunan dengan kantong-kantong pemukiman padat penduduk. Selain itu, terdapat instalasi penting milik negara seperti Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati, Lapangan Terbang Grati milik Pusat Penerbangan Angkatan Laut, dan Markas Komando Latih Korps Marinir.

Sejarah kegempaan Sesar Pasuruan tercatat dalam lapisan stratigrafi yang tersingkap pada gawir sesar. Telah terjadi paling sedikit 6 kali gempa bumi yang menyebabkan deformasi strata tanah pada gawir sesar (Marliyani *et al.*, 2019). Gempa bumi akibat Sesar Pasuruan diperkirakan tidak periodik dengan periode pengulangan gempa bumi diperkirakan antara 239 hingga 365 tahun dengan median 302 tahun (Marliyani, 2016 dalam Baskoro *et al.*, 2019). Selain itu, Soetardjo *et al.*, (1985) mencatat bahwa telah terjadi gempa bumi di daerah Pasuruan dengan intensitas VI *Modified Mercalli Intensity* (MMI) pada tahun 1889 yang menyebabkan kerusakan bangunan.

Periode pengulangan gempa bumi yang lama menyebabkan potensi gempa bumi akibat sesar ini dianggap sebelah mata. Belum ada kebijakan terkait tata ruang mengenai potensi bencana akibat sesar ini dari pemerintah daerah setempat. Sebagai contoh, Peraturan Daerah Kabupaten Pasuruan Nomor 12 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah juga tidak menjelaskan secara spesifik detail tata ruang di sekitar Sesar Pasuruan. Selain itu, belum ada peta kawasan rawan bencana gempa bumi yang diterbitkan oleh pihak yang berwenang. Untuk itu, diperlukan pemetaan zonasi rawan bencana dan pemetaan lahan terbangun secara detail guna keperluan mitigasi bencana lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah yang termasuk dalam zona sempadan Sesar Pasuruan berdasarkan landasan hukum Peraturan Menteri PUPR Nomor 21/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi. Landasan hukum serupa untuk penetapan zona sempadan sesar aktif yaitu Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Peraturan ini ditetapkan pada 10 Maret 2008 sekaligus mencabut Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 1997 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Pasal 61 ayat (4) peraturan ini menyatakan bahwa kawasan yang terletak di zona patahan aktif ditetapkan dengan kriteria sempadan dengan lebar paling sedikit 250 meter dari tepi jalur patahan aktif. Namun, Pasal 61 dalam peraturan ini dihapus dengan penetapan Peraturan Pemerintah No. 13 Tahun 2017 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Permen PUPR No. 21/PRT/M/2007 menjelaskan penggunaan skoring berdasarkan pembobotan dan nilai kemampuan variabel untuk penilaian kelas kemampuan lahan (*land capability ratings*) serta penentuan tingkat risiko kawasan rawan gempa bumi. Matriks skoring tersebut berisi empat variabel yaitu geologi (sifat teknik dan keteknikan batuan), kemiringan lereng, kegempaan, dan struktur geologi. Variabel struktur geologi terbagi menjadi tiga kelas, yaitu: 1) Jauh dari zona sesar (lebih dari 1000 m dari garis sesar) diklasifikasikan sebagai zona stabil; 2) Dekat dengan zona sesar (100 - 1000 m dari zona sesar) diklasifikasikan sebagai zona kurang stabil; dan 3) Pada zona sesar (kurang dari 100 m dari zona sesar) diklasifikasikan sebagai zona tidak stabil. Mengacu pada kriteria di atas, tahapan yang perlu dilalui untuk mencapai tujuan utama tersebut antara lain:

- a. Mengidentifikasi dan mendelineasi garis Sesar Pasuruan;
- b. Memetakan zona sempadan sejauh 0-100 meter dari Sesar Pasuruan sebagai zona tidak stabil;
- c. Memetakan zona sempadan sejauh 100-1000 meter dari Sesar Pasuruan sebagai zona kurang stabil;
- d. Memetakan zona sempadan Sesar Pasuruan berdasarkan administratif desa;

Menghitung dan memetakan bangunan yang berada dalam zona sempadan tidak stabil dan kurang stabil.

## 2. METODE

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini meliputi dua kecamatan di Kabupaten Pasuruan, yaitu Kecamatan Lekok dan Kecamatan Nguling. Lokasi penelitian ini didasarkan pada hasil delineasi garis sesar menurut Suharsono dan Suwarti (1992) serta hasil delineasi garis sesar berdasarkan foto udara oleh Marliyani dkk. (2019). Delineasi Sesar Pasuruan oleh Marliyani dkk. (2019) menggunakan basis foto udara terbitan tahun 1993, sehingga diperlukan delineasi baru menggunakan sumber data terkini dari citra satelit.

### 2.2 Bahan Penelitian

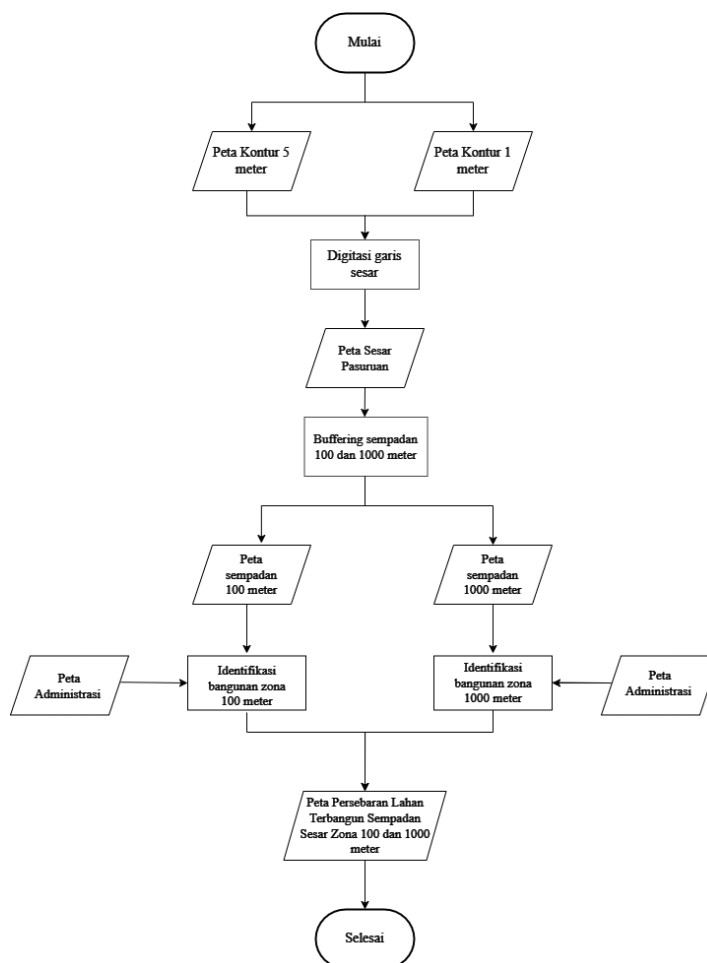
Penelitian ini menggunakan data sekunder seperti Peta Geologi skala 1:100.000 terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPPGe), batas administrasi kecamatan dan desa terbitan Badan Informasi Geospasial (BIG), serta Peta Rupabumi Digital Indonesia terbitan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). Selain itu, hasil delineasi Sesar Pasuruan oleh Marliyani dkk. (2019) dan peta kontur berbasis *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) terbitan BIG digunakan untuk membantu delineasi Sesar Pasuruan. Citra satelit resolusi tinggi keluaran terbaru milik Google Earth digunakan untuk delineasi citra dan verifikasi lahan terbangun. Data dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Daftar Bahan Penelitian Yang Digunakan

No.	Data Yang Digunakan	Sumber	Tahun
1	Peta Geologi Lembar Probolinggo	Suharsono dan Suwarti, PPPG	1992
2	Delineasi Sesar Pasuruan	Marliyani dkk.	2019
3	Batas administrasi kecamatan	BIG	2019
4	Batas administrasi desa/kelurahan	BIG	2019
5	Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar 1608-231 Nguling	Bakosurtanal	1999
6	Citra Satelit Resolusi Tinggi	Google Earth	2024
7	<i>Digital Elevation Model</i> (DEM) Nasional 1608-14	Badan Informasi Geospasial	2018
8	<i>Digital Elevation Model</i> (DEM) Nasional 1608-23	Badan Informasi Geospasial	2018

### 2.3 Langkah Penelitian

Secara keseluruhan, metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu: 1) Pengumpulan data sekunder dan kajian literatur; 2) Pengolahan dan analisis data geospasial; dan 3) Penyusunan laporan. Tahap pertama melibatkan pengumpulan data geospasial seperti peta geologi, peta deliniasi sesar pada penelitian terdahulu, dan *shapefile* batas administrasi. Pengolahan data geospasial kemudian dilakukan melalui beberapa langkah, termasuk proses deliniasi garis sesar menggunakan perangkat lunak QGIS. Selanjutnya, dilakukan pembuatan *buffer* pada sisi atas dan bawah sesar dengan lebar 100 meter dan 1000 meter. Setelah itu, dilakukan identifikasi sebaran bangunan. Proses identifikasi ini menggunakan interpretasi citra satelit resolusi tinggi dari Google Earth tahun 2024 untuk mempermudah validasi sebaran bangunan. Identifikasi bangunan dilakukan dengan metode digitasi manual secara *on-screen*, sehingga meminimalisasi potensi kesalahan pada proses digitasi. Setelah tahapan tersebut selesai, dilakukan rekapitulasi jumlah bangunan berdasarkan batas administrasi desa. Rekapitulasi ini hanya mencakup bangunan yang berada dalam koridor atau *buffer* yang telah ditetapkan. Diagram alir pada Gambar 1 menggambarkan keseluruhan proses penelitian yang dilakukan.



**Gambar 1.** Diagram Alir

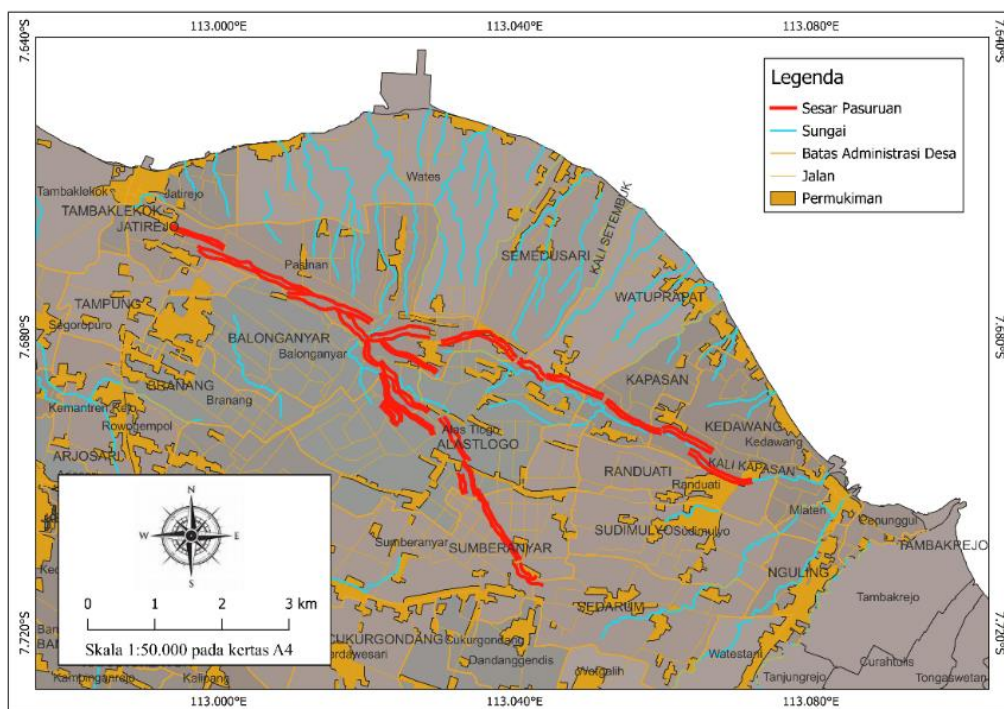
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Sebaran Sesar Pasuruan

Analisis *overlay* garis sesar dengan batas administratif desa menunjukkan bahwa Sesar Pasuruan tersebar di 4 desa di Kecamatan Lekok dan 6 desa di Kecamatan Nguling. Bagian Sesar Pasuruan terpanjang terdapat di Desa Pasinan, Kecamatan Lekok dengan panjang 6.693 m, sedangkan bagian terpendek terdapat di Desa Sedarum, Kecamatan Nguling sepanjang 116 m. Panjang keseluruhan garis sesar seluruh segmen adalah 19.205 m. Panjang Sesar Pasuruan tiap desa ditunjukkan dalam Tabel 2. Visualisasi garis sesar, batas administrasi, dan wilayah permukiman dapat diamati pada Gambar 2.

**Tabel 2.** Panjang Garis Sesar Pasuruan Tiap Desa

Kecamatan	Desa	Panjang Sesar (m)
Lekok	Pasinan	6.693
	Balunganyar	1.311
	Alas Tlogo	4.244
	Semedusari	807
Nguling	Watuprapat	1.027
	Sumberanyar	1.525
	Kapasan	1.020
	Randuati	693
	Sedarum	116
	Kedawang	1.769
<b>JUMLAH</b>		<b>19.205</b>



Gambar 2. Peta Batas Administrasi Desa di Sekitar Sesar Pasuruan

### 3.2 Zona Sempadan Tidak Stabil Sesar Pasuruan

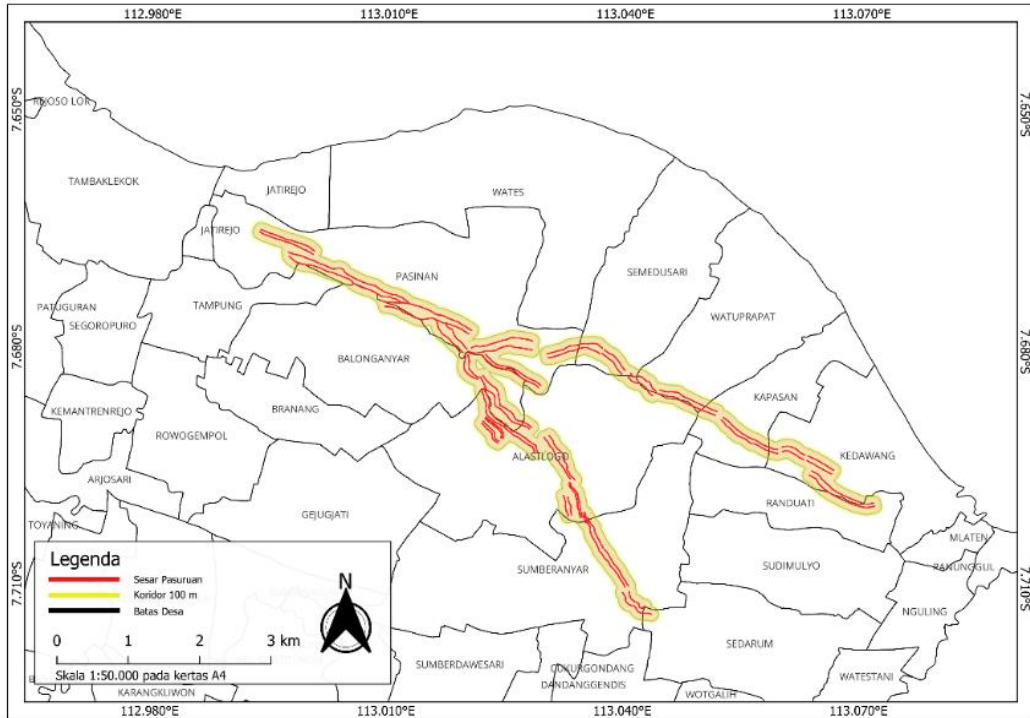
Hasil dari analisis overlay dan buffering menunjukkan bahwa zona sempadan tidak stabil sejauh 0-100 meter dari garis sesar meliputi 11 desa di dua kecamatan. Terdapat 5 desa di Kecamatan Lekok dan 6 desa di Kecamatan Nguling yang dilalui oleh zona sempadan tidak stabil. Desa dengan zona sempadan tidak stabil paling luas adalah Desa Pasinan dengan luas 156 Ha atau sekitar 19,16% terhadap luas desa keseluruhan. Sementara itu, desa dengan zona sempadan tidak stabil paling sempit adalah Desa Sedarum dengan 3 Ha atau hanya sekitar 1,03% dari total luas desa. Rincian luas desa yang termasuk dalam zona sempadan tidak stabil dapat dilihat dalam Tabel 3. Peta zona sempadan tidak stabil Sesar Pasuruan dapat ditinjau pada Gambar 3.

Tabel 3. Luas Zona Sempadan Tidak Stabil Tiap Desa

Kecamatan	Desa	Luas Desa (Ha)	Luas Zona Sempadan Tidak Stabil (Ha)	Persentase Luas Zona Sempadan Terhadap Luas Desa (%)
Lekok	Pasinan	814	156	19,16
	Balunganyar	510	59	11,57
	Alas Tlogo	557	95	17,06
	Semedusari	411	23	5,60
	Tampung	189	3,6	1,90
Nguling	WatuPrapat	407	19	4,67
	Sumber Anyar	635	43	6,77



Kapasan	221	28	12,67
Randuati	175	13	7,43
Sedarum	292	3	1,03
Kedawang	225	43	19,11
<b>JUMLAH</b>	<b>4.436</b>	<b>485,6</b>	<b>10,95</b>



**Gambar 3.** Peta Zona Sempadan Tidak Stabil Sesar Pasuruan

**3.3 Zona Sempadan Kurang Stabil Sesar Pasuruan**

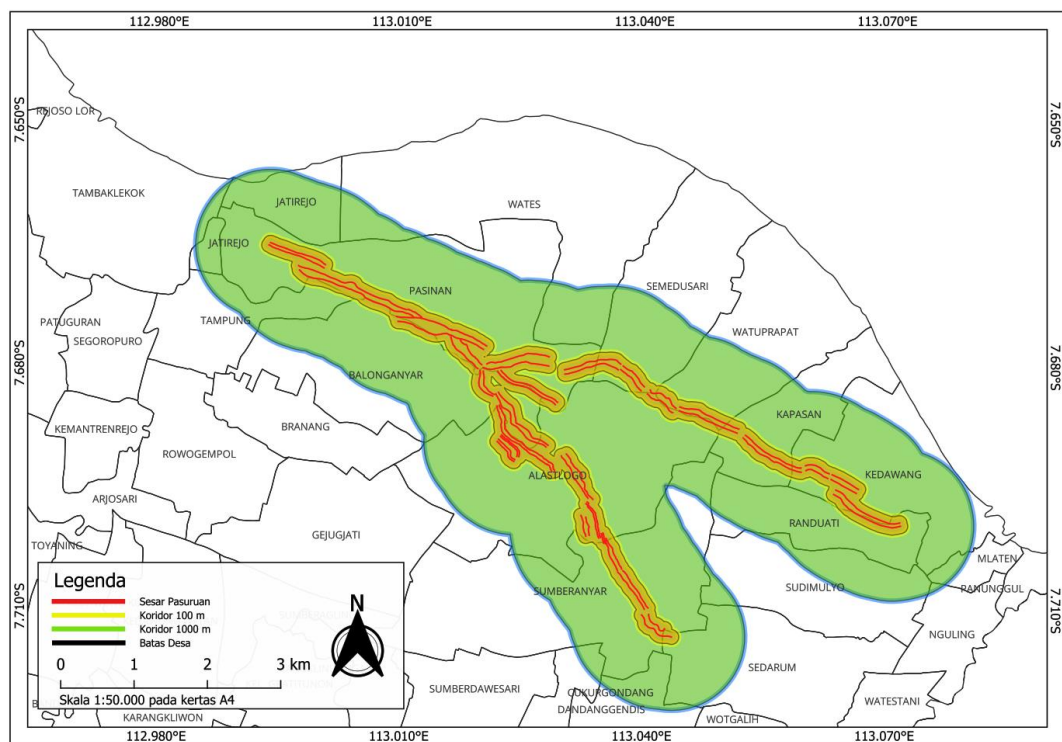
Zona sempadan kurang stabil sejauh 100-1000 meter dari garis sesar mencakup 19 desa di tiga kecamatan. Zona sempadan kurang stabil melingkupi 8 desa di Kecamatan Lekok, 10 desa di Kecamatan Nguling, dan 1 desa di Kecamatan Grati. Desa Alas Tlogo menjadi desa dengan zona sempadan kurang stabil paling luas sekitar 499 hektar atau setara dengan 75,49% luas desa. Sedangkan Desa Nguling sebagai desa dengan cakupan zona sempadan kurang stabil paling sempit sekira 1,7 hektar atau sekitar 0,88% dari luas desa keseluruhan. Cakupan zona sempadan kurang stabil setiap desa diuraikan dalam Tabel 4. Gambar 4 menunjukkan peta zona sempadan kurang stabil Sesar Pasuruan.

**Tabel 4.** Luas Zona Sempadan Kurang Stabil Tiap Desa

Kecamatan	Desa	Luas Desa (Ha)	Luas Zona Sempadan Kurang Stabil (Ha)	Persentase Luas Zona Sempadan Terhadap Luas Desa (%)
	Pasinan	615	372	60,49
Lekok	Balunganyar	453	262	57,84
	Alas Tlogo	661	499	75,49



	Semedusari	382	118	30,89
	Tampung	204	65	31,86
	Wates	762	115	15,09
	Jatirejo	240	123	51,25
	Tambaklekok	610	11	1,80
<hr/>				
	Watuprapat	384	108	28,13
	Sumberanyar	668	317	47,46
	Kapasan	216	121	56,02
	Randuati	194	96	49,48
Nguling	Sedarum	381	182	47,77
	Kedawang	364	242	66,48
	Sudimulyo	314	100	31,85
	Dandang Gendis	325	43	13,23
	Mlaten	58	11	18,97
	Nguling	194	1,7	0,88
<hr/>				
Grati	Cukur Gondang	240	12	5,00
<hr/>				
<b>JUMLAH</b>		<b>7.265</b>	<b>2798,7</b>	<b>38,52</b>



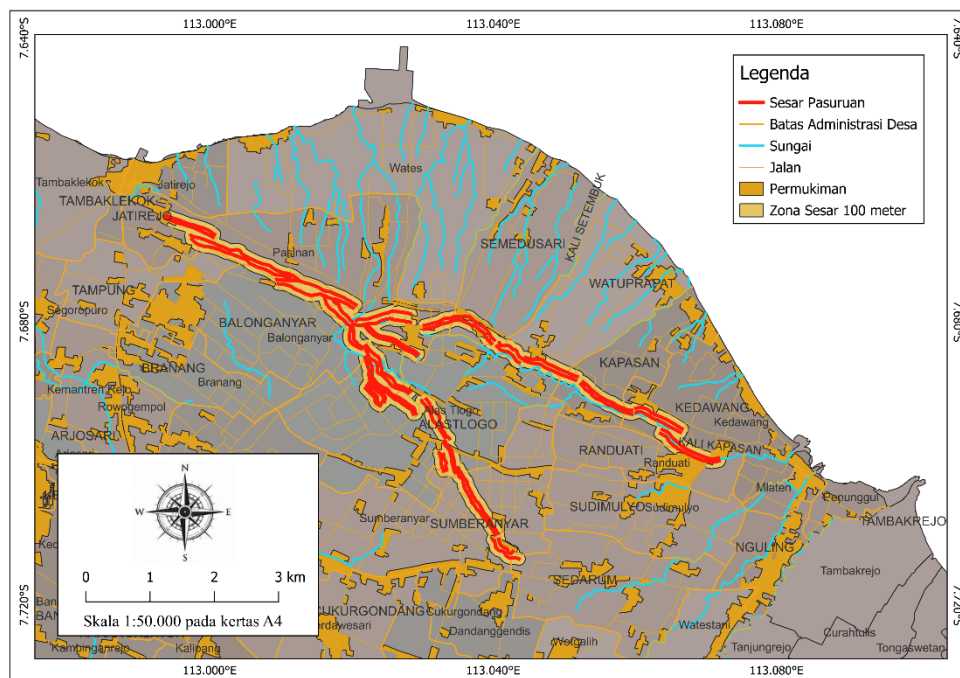
Gambar 4. Peta Zona Sempadan Kurang Stabil Sesar Pasuruan

### 3.4 Sebaran Bangunan Dalam Zona Tidak Stabil

Dari sebelas desa yang termasuk dalam cakupan zona tidak stabil, hanya sembilan desa yang memiliki bangunan di dalam zona tersebut. Desa Tampung dan Desa Sedarum tidak memiliki lahan terbangun di dalam zona tidak stabil. Desa dengan jumlah bangunan terbanyak di dalam zona tidak stabil yaitu Desa Pasinan Kecamatan Lekok dengan estimasi 560 bangunan diikuti Desa Randuati Kecamatan Nguling dengan 404 bangunan. Secara keseluruhan, terdapat 1.908 bangunan yang dibangun di dalam zona tidak stabil. Detail jumlah bangunan yang berada dalam zona sempadan tidak stabil dijelaskan pada Tabel 5. Persebaran pemukiman dalam batas administrasi desa ditunjukkan dalam Gambar 5.

**Tabel 5.** Jumlah Bangunan Dalam Zona Sempadan Tidak Stabil Tiap Desa

Kecamatan	Desa	Estimasi Jumlah Bangunan (Unit)
Lekok	Pasinan	560
	Balunganyar	69
	Alas Tlogo	194
	Semedusari	257
	Tampung	0
Nguling	Watuprapat	61
	Sumberanyar	259
	Kapasan	86
	Randuati	404
	Sedarum	0
	Kedawang	18
<b>JUMLAH</b>		<b>1.908</b>



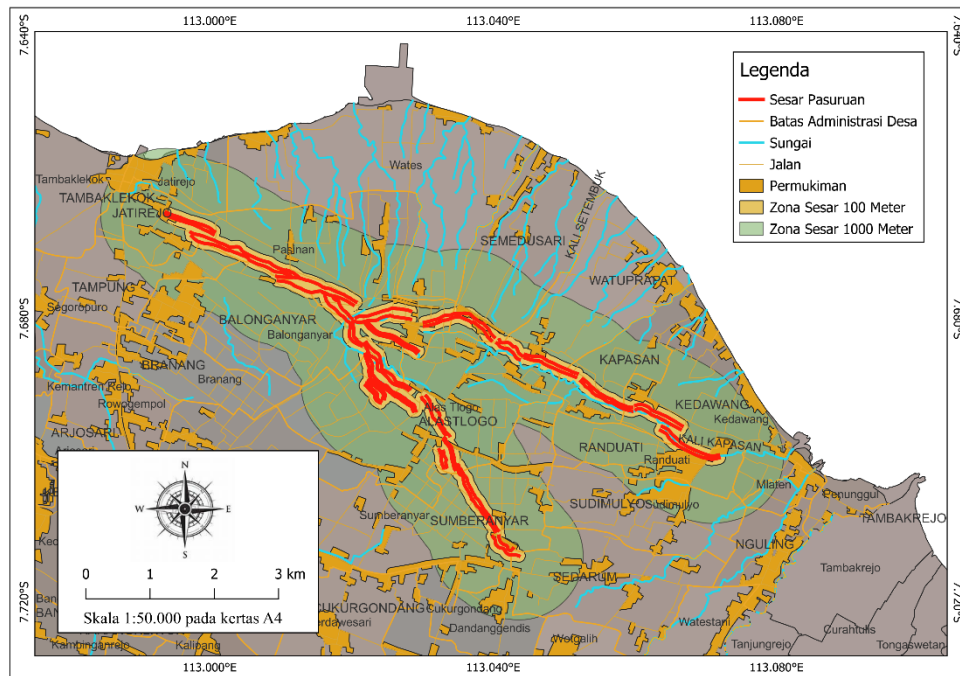
**Gambar 5.** Sebaran Permukiman Dalam Zona Sempadan Tidak Stabil

### 3.5 Sebaran Bangunan Dalam Zona Kurang Stabil

Zona sempadan kurang stabil meliputi 19 desa di tiga kecamatan. Jumlah keseluruhan bangunan yang dibangun dalam zona ini 12.360 unit bangunan. Desa dengan jumlah bangunan terbanyak yang dibangun di dalam zona ini yaitu Desa Pasinan dengan 2.897 bangunan. Sebaliknya, desa yang memiliki jumlah bangunan paling sedikit yang dibangun di dalam zona sempadan ini adalah Desa Semedusari dengan hanya 67 bangunan. Detail jumlah bangunan dalam zona sempadan kurang stabil dapat diamati pada Tabel 6. Visualisasi sebaran bangunan dalam zona sempadan kurang stabil dapat dilihat pada Gambar 6.

**Tabel 6.** Jumlah Bangunan Dalam Zona Sempadan Kurang Stabil Tiap Desa

Kecamatan	Desa	Estimasi Jumlah Bangunan (Unit)
Lekok	Pasinan	2897
	Balunganyar	1110
	Alas Tlogo	1845
	Semedusari	67
	Tampung	454
	Wates	122
	Jatirejo	1535
	Tambak Lekok	255
Nguling	Watuprapat	82
	Sumberanyar	523
	Kapasan	382
	Randuati	879
	Sedarum	392
	Kedawang	572
	Sudimulyo	687
Grati	Dandang Gendis	435
	Cukur Gondang	123
<b>JUMLAH</b>		<b>12.360</b>



**Gambar 6.** Sebaran Permukiman Dalam Zona Sempadan Kurang Stabil

#### 4. KESIMPULAN

Sesar Pasuruan membentang di empat desa di Kecamatan Lekok dan enam desa di Kecamatan Nguling. Panjang keseluruhan garis sesar seluruh segmen sesar Pasuruan adalah 19.205 m. Zona sempadan tidak stabil meliputi sebelas desa di dua kecamatan. Zona sempadan kurang stabil mencakup 19 desa di tiga kecamatan. Zona sempadan kurang stabil melingkupi delapan desa di Kecamatan Lekok, sepuluh desa di Kecamatan Nguling, dan satu desa di Kecamatan Grati. Sebaran bangunan yang berhasil diidentifikasi pada zona tidak stabil sejumlah 1.908 unit. Estimasi jumlah bangunan yang berhasil teridentifikasi di zona kurang stabil sebanyak 12.360 unit. Penelitian ini diharapkan dapat mengedukasi masyarakat terkait mitigasi bencana gempa bumi terutama yang bermukim di sekitar Sesar Pasuruan.

#### 5. PENGAKUAN

Kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, teman-teman, dan semua pihak yang telah membantu kami selama proses penelitian ini. Dukungan dan bimbingan mereka sangat berarti dalam menyelesaikan artikel ini.

#### 6. AUTHORS' NOTE

penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Seluruh konten yang disajikan merupakan hasil penelitian asli dan telah melalui proses verifikasi data serta pengolahan yang sesuai dengan standar etika akademik. Segala bentuk kutipan dan referensi yang digunakan telah diatribusi dengan tepat sesuai pedoman penulisan ilmiah.

#### 7. REFERENCES

Baskoro, W. T., Warnana, D. D., Widodo, A., Rochman, J. P. G. N., & Santosa, B. J. (2019). *Preliminary Site Characteristics For Urban Seismic Hazard In Pasuruan Fault From Microtremor Measurements*. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 389, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. DOI: <https://10.1088/1755-1315/389/1/012004>

- Hutchings, S. J., & Mooney, W. D. (2021). *The Seismicity of Indonesia and Tectonic Implications*. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22(9). DOI: <https://doi.org/10.1029/2021GC009812>
- Irsyam, M., Widiyantoro, S., Natawidjaja, D.H., Meilano, I., Rudyanto, A., Hidayati, S., Triyoso, W., Hanifa, N.R., Djarwadi, D., Faizal, L., Sunarjito, S. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung, Indonesia.
- Kementerian PUPR. (2007). Peraturan Menteri PUPR Nomor 21/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta Selatan.
- Marliyani, G. I. (2016). *Neotectonics of Java, Indonesia: Crustal Deformation in the Overriding Plate of an Orthogonal Subduction System*. Tesis. Arizona State University. Arizona. 391 hlm.
- Marliyani, G. I., Arrowsmith, J. R., & Helmi, H. (2019). Evidence for multiple ground-rupturing earthquakes in the past 4,000 years along the Pasuruan Fault, East Java, Indonesia: Documentation of active normal faulting in the Javan Backarc. *Tectonics*, 38(4), 1489-1506. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018TC005255>
- Republik Indonesia. 1997. Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 1997 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2008. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2017. Peraturan Pemerintah No. 13 Tahun 2017 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
- Soetardjo, M. Untung, E.P. Arnold, R. Soetadi, Sulaeman Ismail, Engkon K. Kertapati. (1985). *Series on Seismology Volume V - Indonesia*, diedit oleh E. P. Arnold. Jakarta: Southeast Asia Association of Seismology and Earthquake Engineering.
- Suharsono, S., & Suwarti, T. (1992). *Peta Geologi Lembar Probolinggo (Skala 1:100.000)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.