

Kajian Geologi Kesesuaian Lahan Permukiman Menggunakan Metode Skoring Pembobotan dan Overlay Kelurahan Pulau Atas Samarinda

Maulana Al Amin^{1)*}, Syakina Anandita¹⁾, Cesear Oktavido M.¹⁾, Efrata Paembonan¹⁾, Heriyanto¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Mulawarman

E-mail: maulanaalamin57@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan permukiman di Kelurahan Pulau Atas, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan lahan hunian. Namun, hingga kini evaluasi terhadap kesesuaian lahan untuk pengembangan permukiman di wilayah tersebut masih terbatas. Kondisi ini menimbulkan urgensi untuk melakukan kajian yang sistematis agar pembangunan permukiman tetap berlandaskan pada aspek geologi dan lingkungan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan permukiman di Kelurahan Pulau Atas dengan mempertimbangkan beberapa parameter utama, yaitu litologi, tingkat pelapukan batuan, morfologi, kemiringan lereng, penutupan lahan, kerentanan tanah longsor, serta jarak terhadap Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Evaluasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat kelayakan permukiman eksisting maupun rencana pengembangannya terhadap kondisi lingkungan setempat. Metode yang digunakan adalah metode skoring dan pembobotan dengan teknik *overlay* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan ini memungkinkan pemberian nilai kuantitatif pada setiap faktor yang berpengaruh dan integrasinya secara spasial untuk menghasilkan analisis yang objektif. Hasil analisis berupa peta rekomendasi lahan permukiman yang mengklasifikasikan wilayah menjadi tidak sesuai, sesuai marginal, cukup sesuai, dan juga sangat sesuai. Temuan penelitian ini diharapkan menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah dan masyarakat dalam perencanaan tata ruang, mitigasi bencana, serta pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Kesesuaian Lahan, Pemukiman, Sambutan, Skoring dan Pembobotan, *Overlay*

ABSTRACT

Residential development in Pulau Atas Village, Sambutan District, Samarinda City has continued to increase along with population growth and the rising demand for housing land. However, evaluations of land suitability for residential development in this area remain limited. This situation highlights the urgency of conducting a systematic study to ensure that residential expansion is guided by geological and environmental considerations in a sustainable manner. This study aims to evaluate the land suitability for residential purposes in Pulau Atas Village by considering several key parameters, including lithology, degree of rock weathering, morphology, slope gradient, land cover, landslide susceptibility, and distance from the waste disposal site (TPA). The evaluation is expected to provide a clearer understanding of whether the existing and planned residential areas align with the local environmental conditions. The research employs the scoring and weighting method combined with the overlay technique in a Geographic Information System (GIS). This approach allows for assigning quantitative values to each influencing factor and integrating them spatially to produce an objective analysis. The final output of this study is a recommendation land suitability map, classifying the area into four categories: not suitable, marginally suitable, moderately suitable, and highly suitable. The findings are expected to serve as an important reference for local governments and communities in spatial planning, disaster mitigation, and sustainable environmental management.

Keyword: Land suitability, Residential Area, Sambutan District, Scoring and Weighting Method, Overlay Technique.

1. Pendahuluan

Kota Kota Samarinda sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Timur mengalami pertumbuhan wilayah yang pesat, terutama dalam sektor permukiman. Salah satu wilayah yang menunjukkan dinamika perkembangan tinggi adalah Kelurahan Pulau Atas, Kecamatan Sambutan. Wilayah ini mengalami peningkatan aktivitas pembangunan permukiman akibat bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan akan lahan hunian. Namun demikian, ketersediaan lahan yang sesuai secara geologi dan lingkungan masih menjadi persoalan penting yang perlu diperhatikan dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

Secara geologi, Kelurahan Pulau Atas tersusun atas beragam jenis batuan (litologi) yang memiliki tingkat pelapukan dan kestabilan berbeda. Menurut Umar et al. (2020), faktor-faktor seperti kemiringan lereng, bentuk morfologi, serta kerentanan terhadap longsor sangat memengaruhi kelayakan suatu lahan untuk permukiman. Selain itu, kedekatan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) juga menimbulkan potensi masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan apabila tidak diperhitungkan secara tepat. Sayangnya, perencanaan tata ruang di wilayah ini masih berorientasi pada kebutuhan ruang, tanpa diiringi dengan analisis ilmiah terhadap kesesuaian lahan. Akibatnya, risiko seperti kerusakan infrastruktur, degradasi lingkungan, dan ancaman keselamatan jiwa menjadi semakin tinggi (Ratnawati et al. (2017).

Permasalahan ini menunjukkan adanya tantangan nyata bagi pemerintah daerah dan lembaga pendidikan tinggi untuk berkolaborasi dalam menghadirkan solusi berbasis ilmu kebumihantropologi. Perguruan tinggi berperan penting dalam penerapan teknologi tepat guna, seperti Sistem Informasi Geografis, guna menghasilkan data dan peta tematik yang dapat mendukung perencanaan tata ruang yang aman dan efisien (Kadriansari et al. 2017).

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui evaluasi kesesuaian lahan permukiman di Kelurahan Pulau Atas. Pendekatan penelitian menggunakan metode skoring dan pembobotan yang dikombinasikan dengan teknik *overlay* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Setiap parameter yang berpengaruh terhadap kesesuaian lahan seperti litologi, tingkat pelapukan batuan, morfologi, kemiringan lereng, penutupan lahan, kerentanan bencana tanah longsor, serta jarak terhadap TPA diberikan nilai skor berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap kelayakan permukiman. Selanjutnya, dilakukan pembobotan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing parameter. Hasil skor dan bobot diintegrasikan secara spasial menggunakan analisis *overlay* berbasis raster untuk menghasilkan peta rekomendasi lahan yang membedakan wilayah tidak sesuai, sesuai marginal, cukup sesuai, dan juga sangat sesuai untuk permukiman, tetapi juga memberikan rekomendasi praktis bagi pemerintah dan masyarakat dalam perencanaan tata ruang, mitigasi bencana, dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan

2. Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian yang terletak di Kelurahan Pulau Atas, Kecamatan Sambutan, termasuk ke dalam bagian tengah Cekungan Kutai yang secara regional didominasi oleh endapan sedimen muda. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Samarinda (Supriatna, 1995), wilayah ini ditempati oleh batuan Formasi Kampungbaru (Pliosen) dan sebagian oleh endapan aluvial. Endapan Formasi Kampungbaru tersusun atas batupasir halus-sedang, lempung, dan sisipan batubara tipis yang diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *lower delta plain*, yaitu zona transisi antara proses fluvial dan pasang surut. Di atasnya, dataran rendah di bagian tengah hingga selatan diisi oleh endapan aluvial berupa pasir, lanau, dan lempung hasil aktivitas sungai modern.

Secara struktural, daerah penelitian dipengaruhi oleh dinamika tektonik ringan Cekungan Kutai yang ditunjukkan oleh keberadaan kekar-kekar dan lipatan minor dengan skala lokal. Lipatan kecil ini hanya berkembang pada satu lokasi dan tidak memengaruhi satuan batuan secara regional, menandakan intensitas deformasi yang rendah. Secara geomorfologi (gambar 2), wilayah ini memperlihatkan bentang alam hasil kombinasi proses denudasional dan fluvial, berupa perbukitan terkikis di bagian timur dan dataran aluvial di bagian tengah hingga barat.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, daerah penelitian tersusun atas dua satuan batuan utama, yaitu Satuan Batupasir Sambutan dan Satuan Batupasir Pulau Atas, serta endapan aluvium yang menutupi keduanya.

- Satuan Batupasir Sambutan tersusun atas batupasir berbutir halus, perselingan batupasir dan batulempung, sisipan konglomerat, serta lapisan batubara tipis. Pada beberapa lokasi juga ditemukan fosil daun.
- Satuan Batupasir Pulau Atas terdiri atas batupasir berbutir sedang, batupasir kuarsa, dan batulempung, dengan karakteristik batuan yang relatif mudah hancur.

- Endapan Aluvium tersusun atas material lepas berupa kerikil, pasir, dan lempung yang mengisi bagian dataran rendah dan lembah sungai.

Penyebaran satuan batuan, struktur geologi yang berkembang, serta penampang geologi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan antara kualitatif dan kuantitatif (*mixed-method*). Pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis kondisi geologi, morfologi, dan lingkungan berdasarkan interpretasi deskriptif terhadap data lapangan dan literatur, sedangkan pendekatan kuantitatif diterapkan melalui pemberian skor dan bobot numerik pada setiap parameter kesesuaian lahan yang kemudian diolah secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

A. Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh dasar teori, konsep, dan referensi ilmiah yang relevan dengan topik kesesuaian lahan permukiman. Menurut Ratnawati et al. (2017), kegiatan ini mencakup penelusuran terdahulu yang relevan baik jurnal ilmiah, buku teks, laporan penelitian, peta geologi, dan literatur lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Literatur yang dikaji meliputi teori tentang litologi dan pelapukan batuan, morfologi, kemiringan lereng, penutupan lahan, kerentanan bencana tanah longsor, serta metodologi skoring dan pembobotan dalam analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil dari studi literatur yang telah dilakukan akan digunakan untuk menentukan parameter penelitian, kriteria penilaian kesesuaian lahan, serta bobot tiap faktor yang akan digunakan pada tahap analisis.

B. Pengambilan Data

Pengambilan data primer dilakukan melalui observasi lapangan di daerah penelitian, dengan tujuan mengidentifikasi kondisi geologi permukaan secara detail, meliputi jenis litologi, tingkat pelapukan batuan, serta karakteristik geomorfologi. Pada tahap ini diperoleh 29 sampel litologi yang sekaligus digunakan untuk menentukan tingkat pelapukan batuan, disertai deskripsi fisik seperti warna, tekstur, kekompakan, dan struktur batuan. Selain itu, dikumpulkan 32 data geomorfologi yang mencakup bentuk lahan, kemiringan lereng, pola aliran permukaan, dan kondisi morfologi secara umum untuk memastikan representasi yang menyeluruh terhadap variasi bentang alam di wilayah penelitian. Seluruh kegiatan ini didukung oleh dokumentasi lapangan berupa foto singkapan, pencatatan koordinat menggunakan GPS, serta deskripsi geologi sistematis. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari berbagai instansi pemerintah dan lembaga resmi terkait, antara lain peta geologi regional, peta morfologi, peta kemiringan lereng, peta tutupan lahan, peta rawan longsor, serta peta jarak terhadap Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Seluruh data sekunder tersebut diolah dalam format digital menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendukung proses analisis spasial dan integrasi antar parameter. Penggabungan antara data primer dan data sekunder menjadi langkah penting untuk meningkatkan akurasi dan validitas hasil analisis kesesuaian lahan, sehingga interpretasi akhir yang dihasilkan dapat mencerminkan kondisi geologi dan lingkungan sebenarnya di lapangan (Umar et al. (2020).

C. Analisis Data

Pada tahap ini dimana semua parameter yang digunakan dalam penelitian diolah dalam perangkat lunak GIS dan memberikan klasifikasi yang sesuai dan nantinya akan menghasilkan peta litologi, peta tingkat kelapukan batuan, peta morfologi, peta kemiringan lereng, peta tutupan lahan, peta rawan longsor, dan peta jarak dari TPA pada daerah penelitian dilakukan. Tahap analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan. Metode ini digunakan untuk menilai tingkat pengaruh masing-masing parameter terhadap kesesuaian lahan dengan memberikan skor pada tiap kelas parameter, kemudian dilakukan pembobotan agar tiap faktor memiliki nilai yang proporsional. Setelah skor dan bobot diperoleh, seluruh parameter kemudian dipadukan melalui teknik *overlay* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses ini memungkinkan integrasi semua faktor dalam satu sistem spasial, sehingga dihasilkan peta zonasi kesesuaian lahan permukiman yang lebih representatif dan akurat. Hasil akhir dari analisis adalah berupa peta rekomendasi lahan permukiman di Kelurahan Pulau Atas dengan empat kategori: tidak sesuai, sesuai

marginal, cukup sesuai, dan juga sangat sesuai. Berikut ini merupakan nilai skor dan pembobotan yang akan digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Klasifikasi Parameter Litologi

Parameter	Skor
Batuan alluvial	1
Batuan sedimen klastik	2
Batuan sedimen non klastik	3

Sumber: BNPB, 2016

Tabel 2. Klasifikasi Parameter Kemiringan Lereng

Parameter	Skor
>55°	1
35°-55°	2
16°-35°	3
8°-16°	4
4°-8°	5
2°-4°	6
0°-2°	7

Sumber: Klasifikasi Van Zuidam, 1985

Tabel 3. Klasifikasi Parameter Tutupan Lahan

Parameter	Skor
Kerapatan tajuk lebat	1
Kerapatan tajuk sedang	2
Kerapatan tajuk jarang	3

Sumber: Menteri Kehutanan no 12, 2012

Tabel 4. Klasifikasi Kerawanan Bencana Longsor

Parameter	Skor
Rawan	4
Agak rawan	8
Tidak Rawan	12

Sumber: BNPB Indeks Risiko Bencana Indonesia, 2016

Tabel 5. Klasifikasi Derajat Pelapukan Batuan

Parameter	Skor
Tanah Residu	1
Lapuk Sempurna	2
Lapuk Tinggi	3
Lapuk Sedang	4
Lapuk Ringan	5
Batuan Segar	6

Sumber: Klasifikasi ISRM, 1981

Tabel 6. Klasifikasi Jarak dari TPA

Jarak (m)	Skor
1000	1
2000	2
3000	3

4000	4
>5000	5
Sumber: Umar, 2020	
Tabel 7. Pembobotan Parameter	
Parameter	Bobot (%)
Litologi	20
Kemiringan Lereng	20
Penutupan Lahan	5
Peta Rawan Longsor	30
Derajat pelapukan Batuan	15
Jarak dari TPA	10
TOTAL	100

Sumber: Modifikasi dari Umar, 2020

D. Hasil

Hasil dari proses analisis menghasilkan peta rekomendasi lahan permukiman di Kelurahan Pulau Atas yang menunjukkan tingkat kelayakan setiap wilayah. Peta ini menampilkan distribusi spasial area tidak sesuai, sesuai marginal, cukup sesuai, dan juga sangat sesuai berdasarkan kombinasi parameter geologi dan lingkungan

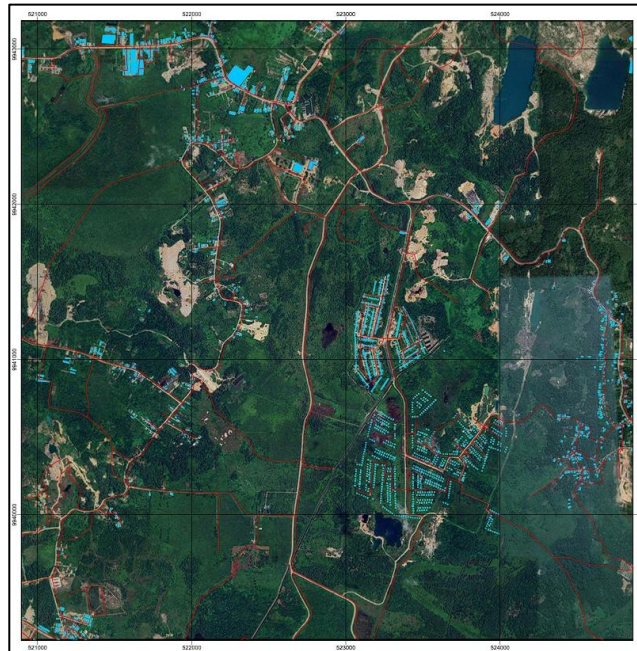
4. Hasil dan Pembahasan

Analisis kesesuaian lahan permukiman dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah parameter geologi dan lingkungan yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas dan keamanan wilayah. Parameter-parameter tersebut meliputi litologi, tingkat pelapukan batuan, morfologi, kemiringan lereng, penutupan lahan, kerentanan tanah longsor, dan jarak terhadap TPA.

Setiap parameter dianalisis berdasarkan data hasil observasi lapangan dan peta tematik kemudian diolah melalui metode skoring, pembobotan, dan *overlay* dalam SIG. Pembahasan berikut menyajikan hasil analisis tiap parameter secara terpisah untuk menggambarkan kontribusi masing-masing faktor terhadap tingkat kesesuaian lahan di Kelurahan Pulau Atas.

E. Lokasi Penelitian

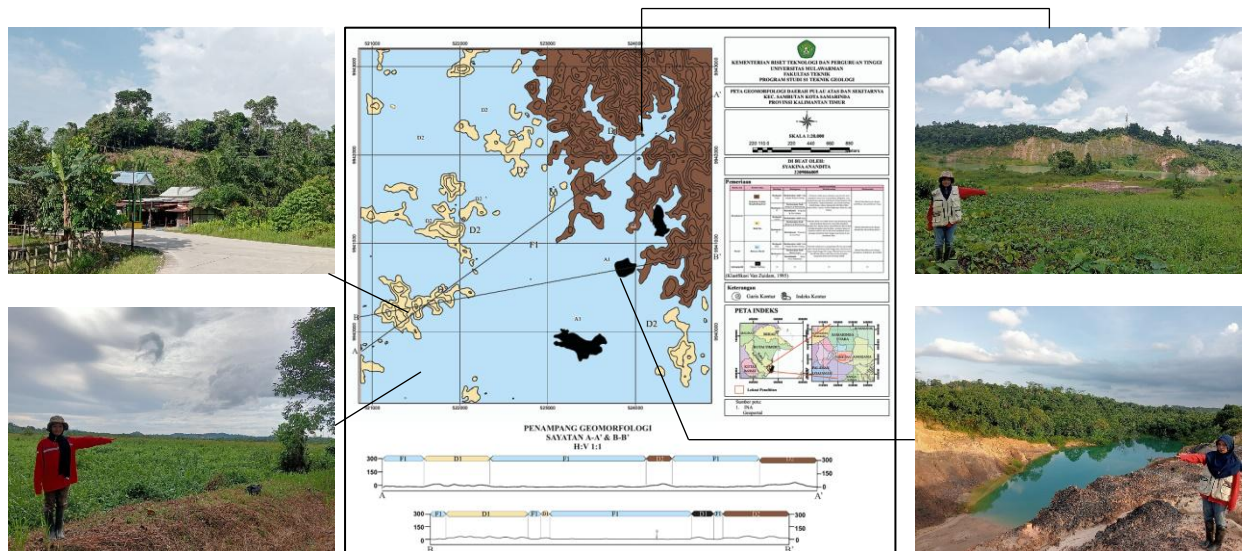
Lokasi penelitian ini dilakukan pada daerah Kelurahan Pulau Atas dan sekitarnya, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, yang secara spasial ditunjukkan pada Gambar 1. Wilayah ini didominasi oleh tutupan vegetasi hijau, lahan terbuka bekas aktivitas manusia, serta sejumlah area terbangun. Pada citra penginderaan jauh terlihat bahwa zona berwarna biru menunjukkan kawasan permukiman penduduk, yang tersebar terutama di bagian tengah hingga timur laut area penelitian.



Gambar 1. Peta Situasi Daerah Penelitian

F. Geomorfologi Daerah Penelitian

Analisis geomorfologi dilakukan untuk memahami bentuk permukaan lahan, proses pembentukannya, serta hubungannya dengan faktor geologi dan lingkungan yang berpengaruh terhadap tingkat kesesuaian lahan permukiman. Kajian geomorfologi penting dilakukan karena bentuklahan dan proses geomorfik memiliki peranan besar dalam menentukan kestabilan lereng, arah aliran air, dan risiko bencana tanah longsor (Luan et al., 2021). Selain itu, pemahaman terhadap geomorfologi memungkinkan identifikasi satuan morfologi.



Gambar 2. Peta Geomorfologi

Peta daerah penelitian terbagi menjadi tiga bentuk asal yang terdiri dari denudasional, fluvial dan antropogenik, serta tiga bentuklahan berupa perbukitan terkikis, bukit sisa, dataran alluvial, dan juga antropogenik.

Bentuk Kait	Bentuk Lahan	Aspek Geomorfologi			
		Morfologi	Morfogenesis	Morfoklasifikasi	Morfomorfologi
Denudasional	D1 Perbukitan Terkikis Bergelombang Kuat	Morfografi: Terjal	Morfostruktur Aktif: Tidak terdapat Struktur Geologi	Terbentuk melalui proses denudasi yang intensif, hasil pelapukan antara erosi air permukaan, pelapukan, serta pengaruh gaya gravitasi pada batuan berupa batupasir dan batulempung. Tingkat pelapukan yang terjadi tergolong rendah hingga sedang, dipengaruhi oleh faktor iklim, tutupan lahan, vegetasi, kondisi lingkungan sekitarnya, dan lainnya.	Bentuk lahan berorientasi dengan perkebunan, dan permukiman warga
		Morfometri: 8°–55°	Morfostruktur Pasif: Batupasir & Batulempung		
	D2 Bukit Sisa	Morfografi: Curam	Morfostruktur Aktif: Kekas	Terbentuk akibat erosi tidak merata yang berlangsung lama pada permukaan dataran tua yang telah mengalami denudasi luas. Bagian batuan yang lebih keras dan resisten terhadap pelapukan tetap bertahan, sementara batuan di sekitarnya terkikis oleh air dan proses pelapukan kimia, sehingga membentuk bukit tertinggal yang berada di atas permukaan datar.	Bentuk lahan berorientasi dengan permukiman, dan tambang galian c
		Morfometri: 8°–35°	Morfostruktur Pasif: Batupasir & Batulempung		
Fluvial	F1 Dataran Alluvial	Morfografi: Datar	Morfostruktur Aktif: Tidak terdapat Struktur Geologi	Terbentuk melalui proses pengendapan fluvial yang terjadi pada wilayah berlereng landai hingga datar. Khususnya di bagian tengah hingga hilir sungai. Material hasil erosi dari daerah hulu terbawa oleh aliran air dan kemudian mengendap di kawasan berenergi rendah	Bentuk lahan berorientasi dengan permukiman, perkebunan, dan tambak
		Morfometri: 0°–2°	Morfostruktur Pasif: Material Lepas		
Antropogenik	A1 Bukitan Tambang	—	—	—	—

Gambar 3. Satuan Geomorfik

Bentuklahan perbukitan terkikis menempati 25% daerah penelitian dan di tandai dengan warna coklat tua pada peta geomorfologi. Bentuklahan ini merupakan hasil dari proses erosi dan pelapukan batuan sedimen secara terus-menerus, yang menghasilkan permukaan bergelombang hingga berbukit landai. Batuan penyusunnya umumnya berasal dari batupasir dan batulempung Formasi Kampungbaru yang telah mengalami pelapukan tingkat sedang hingga tinggi. Satuan ini memiliki kemiringan lereng 8° hingga 55° yang tergolong agak curam hingga terjal mengacu pada klasifikasi Van Zuidam (1985). Dalam konteks kesesuaian lahan, bentuklahan ini termasuk kategori sesuai marginal hingga tidak sesuai untuk permukiman karena risiko longsor dan erosi yang tinggi.

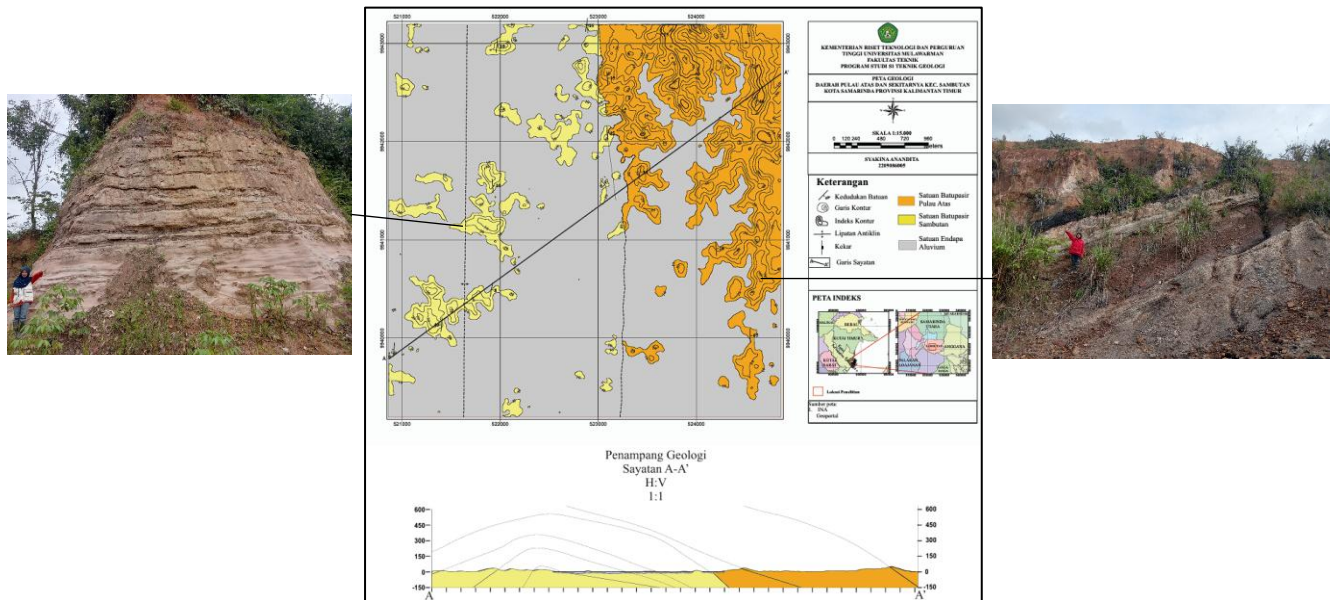
Bentuklahan bukit sisa menempati 20% daerah penelitian dan ditandai dengan warna coklat muda pada peta geomorfologi. Bukit sisa sebagai hasil dari proses erosi diferensial, di mana batuan yang lebih keras bertahan terhadap pelapukan, sementara batuan di sekitarnya mengalami degradasi lebih cepat. Bukit sisa di daerah penelitian didominasi oleh satuan batupasir halus yang muncul sebagai tonjolan-topografi kecil dengan puncak membulat dan lereng agak terjal (8°–35°). Dari segi tata guna lahan bukit sisa tidak ideal untuk permukiman karena memiliki lereng curam dan keterbatasan ruang datar.

Bentuklahan dataran alluvial menempati 50% daerah penelitian dan ditandai dengan warna biru muda pada. Daratan alluvial terjadi dari proses pengendapan material sedimen halus oleh sistem sungai, terutama sungai-sungai kecil dengan material penyusunnya berupa pasir halus, lanau, dan lempung yang tidak terkonsolidasi. Bentuk lahan ini memiliki potensi tinggi untuk pembangunan permukiman karena umumnya stabil dan mudah diakses. Namun, dataran ini berpotensi tergenang saat curah hujan tinggi, sehingga memerlukan rekayasa drainase dan penguatan tanah untuk mencegah penurunan muka tanah (*subsidence*).

Bentuklahan antropogenik menempati 5% daerah penelitian ditandai dengan warna hitam pada peta. Bentuklahan antropogenik merupakan bentang alam hasil aktivitas manusia yang mengubah kondisi geomorfologi alami. Di wilayah penelitian, bentuklahan ini meliputi bukaan tambang sehingga perlu dikelola dengan prinsip rekayasa geoteknik dan konservasi lingkungan agar tetap aman dan berkelanjutan.

G. Parameter Litologi

Litologi merupakan parameter utama yang menentukan tingkat kestabilan lahan dan daya dukung terhadap bangunan. Jenis batuan penyusun berpengaruh terhadap kekuatan mekanik, permeabilitas, dan tingkat pelapukan batuan. Wilayah dengan litologi terdiri dari batupasir padat atau batulempung terkompaksi umumnya memiliki daya dukung tinggi dan dinilai layak untuk pembangunan permukiman. Sebaliknya, batuan yang telah mengalami pelapukan intensif atau terdiri atas material lepas memiliki kestabilan rendah. Menurut Alcântara et al. (2025), kondisi litologi dan tanah berperan penting dalam menentukan kerentanan longsor dan keamanan konstruksi bangunan di daerah dengan variasi geologi yang kompleks.

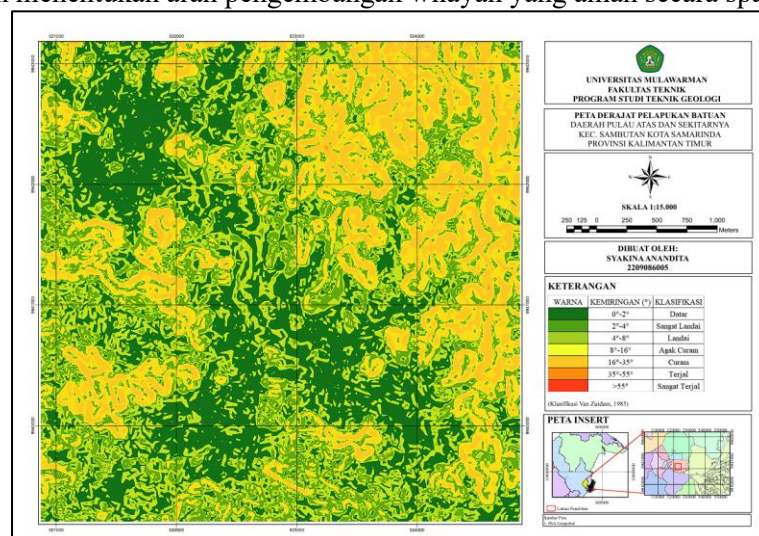


Gambar 4. Peta Geologi

Pada peta geologi didapatkan Satuan Batupasir Sedang dan Satuan Batupasir Halus yang masuk ke dalam jenis batuan sedimen klastik. Pada aspek kesesuaian lahan Satuan batupasir cukup sesuai karena relatif padat dan stabil sehingga memiliki skor yang lebih tinggi, sedangkan Satuan Endapan Alluvium yang tersusun atas material lepas memiliki daya dukung yang lebih rendah serta rentan terhadap penurunan tanah, sehingga memiliki skor yang lebih rendah dibandingkan dengan satuan batupasir.

H. Parameter Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng menjadi salah satu parameter geomorfologi paling berpengaruh dalam menentukan tingkat kestabilan lahan dan risiko longsor. Lereng yang curam cenderung meningkatkan gaya geser dan menurunkan kestabilan tanah, sedangkan lereng datar lebih aman untuk pembangunan permukiman. Luan et al. (2021) menegaskan bahwa analisis kemiringan lereng berbasis GIS penting untuk mengidentifikasi area berisiko dan menentukan arah pengembangan wilayah yang aman secara spasial.



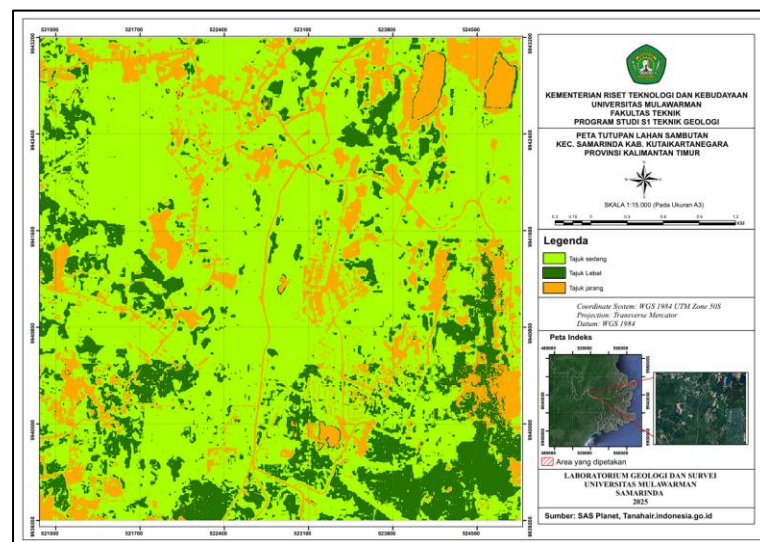
Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng

Peta daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas lereng yaitu datar (0°-2°) ditandai dengan warna hijau tua, sangat landai (2°-4°) ditandai dengan warna hijau muda, landai (4°-8°) ditandai dengan warna hijau kekuning, agak curam (8°-16°) ditandai dengan warna kuning, curam (16°-35°) ditandai dengan warna oranye, dan terjal (35°-55°) di tandai dengan warna oranye tua. Sekitar 60-70% area peta didominasi oleh warna hijau tua hingga hijau kekuningan sebagian besar berupa dataran alluvial dan lereng

landai sehingga sangat sesuai untuk pemukiman. Zona kuning hingga oranye menempati bagian tengah, timur laut, dan sedikit di bagian selatan serta barat daerah penelitian menunjukkan area transisi menuju perbukitan terkikis dan bukit sisa sehingga masih cukup layak digunakan. Pada area oranye tua berasosiasi dengan bukit sisa dan perbukitan terkikis. Wilayah ini tidak direkomendasikan untuk pembangunan pemukiman karena daerah tersebut memiliki risiko longsor yang tinggi.

I. Parameter Tutupan Lahan

Tutupan lahan (*land cover*) berperan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem fisik wilayah. Vegetasi yang lebat mampu mengurangi erosi, meningkatkan infiltrasi air, dan menahan pergerakan tanah pada lereng. Sebaliknya, area terbuka tanpa vegetasi memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi terhadap degradasi lahan. Menurut penelitian oleh Rahman et al. (2020), analisis tutupan lahan dan topografi sangat diperlukan dalam menilai kesesuaian lahan permukiman, karena faktor ini berhubungan dengan kemampuan lahan dalam mendukung aktivitas manusia tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan.

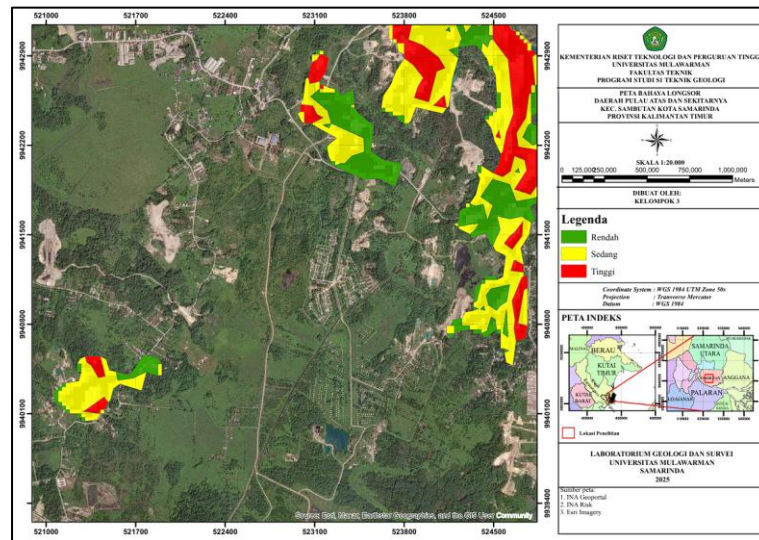


Gambar 6. Peta Tutupan Lahan

Daerah penelitian terdiri dari tiga kelas tutupan lahan yang dapat dilihat pada peta yang telah dibuat. Kerapatan tajuk lebat yang ditandai dengan warna hijau tua memiliki skor terendah karena memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi dan menjadi daerah resapan yang dapat menjadi risiko erosi tinggi. Kerapatan tajuk sedang yang ditandai dengan warna hijau muda dengan kerapatan vegetasi menengah sebagai hasil vegetasi campuran dan juga dataran alluvial, sehingga memiliki skor menengah. Pada kerapatan tajuk jarang yang ditandai dengan warna oranye memiliki skor tinggi dikarenakan memiliki kerapatan tajuk yang rendah dan relatif sudah terbuka. Area ini menunjukkan intensitas aktivitas manusia yang tinggi, seperti permukiman eksisting, lahan terbuka, serta area hasil pembukaan vegetasi sekunder.

J. Parameter Kerawanan Bencana Longsor

Kerawanan longsor mencerminkan potensi terjadinya pergerakan massa tanah atau batuan yang dapat mengancam keselamatan penduduk dan infrastruktur. Faktor litologi, kemiringan lereng, curah hujan, serta penggunaan lahan berinteraksi dalam menentukan tingkat kerentanan. Analisis parameter ini dilakukan dengan menggunakan peta kerawanan longsor yang bersumber dari INARIS (*Indonesian Disaster Risk Index System*) – BNPB, yang memuat informasi spasial mengenai tingkat bahaya dan potensi dampak longsor berdasarkan data geologi, kemiringan lereng, curah hujan, dan kondisi penggunaan lahan. Peta INARIS digunakan sebagai dasar penilaian spasial risiko bencana, karena telah terstandardisasi secara nasional dan terintegrasi dengan basis data kebencanaan dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

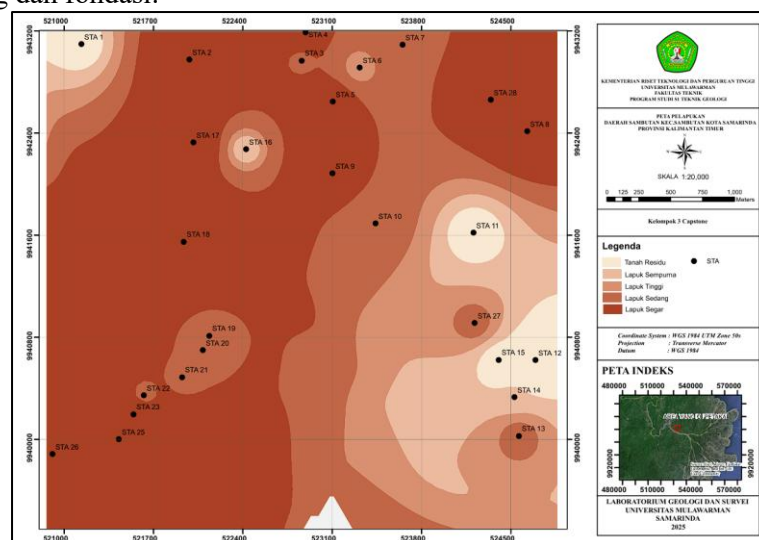


Gambar 7. Peta Kerawanan Bencana Longsor

Pada daerah penelitian terdiri dari tiga kelas kerawanan bencana longsor yang terdiri dari rendah dengan warna hijau tua, sedang dengan warna kuning, dan tinggi yang ditandai dengan warna merah. Wilayah dengan kerawanan rendah mendominasi bagian tengah hingga barat daerah penelitian, di mana morfologi umumnya berupa dataran landai hingga bergelombang serta dataran alluvial dengan litologi penyusun berupa batupasir sedang hingga halus yang relatif padat. Area ini dikategorikan cukup hingga sangat sesuai. Kelas kerawanan sedang tersebar pada bagian peralihan antara dataran dan kaki lereng perbukitan, terutama di sisi timur laut dan barat daya daerah penelitian. Zona ini berasosiasi dengan lereng $16\text{--}35^\circ$ serta litologi batupasir lapuk dan mudah tererosi, menjadikannya masuk pada kategori sesuai marginal. Sementara itu, kelas kerawanan tinggi secara geomorfologis merupakan perbukitan terkikis dan bukit sisa dengan kemiringan lereng $8^\circ\text{--}55^\circ$. Memiliki kondisi lereng yang terjal, sehingga tergolong tidak sesuai.

K. Parameter Derajat Pelapukan Batuan

Derajat pelapukan batuan menunjukkan tingkat perubahan fisik dan kimia batuan yang berpengaruh terhadap kekuatan serta kestabilannya. Semakin tinggi tingkat pelapukan, maka kekuatan geser dan daya dukung batuan semakin rendah. Berdasarkan klasifikasi ISRM (1981), batuan dengan pelapukan lanjut (*Grade IV–V*) dikategorikan tidak layak bagi pembangunan karena berpotensi menimbulkan penurunan kestabilan lereng dan fondasi.

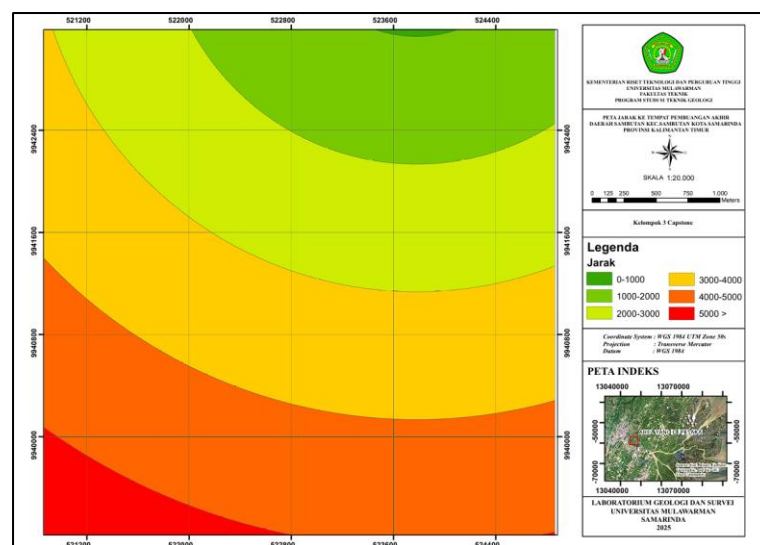


Gambar 8. Peta Derajat Pelapukan Batuan

Berdasarkan pada daerah penelitian dan juga peta yang telah di buat menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*). Daerah pulau atas terbagi menjadi lima kesal derajat pelapukan batuan. Lapuk segar umumnya terdapat pada zona batupasir segar hingga agak lapuk, yang memiliki kekompakan tinggi, daya dukung baik, serta stabil terhadap beban bangunan ringan hingga menengah. Wilayah ini tergolong sangat sesuai. Kelas lapuk sedang berada memanjang di bagian tengah peta pada wilayah utara hingga selatan. Batuan pada area ini umumnya menunjukkan pelapukan sebagian, zona ini tergolong cukup sesuai untuk permukiman. Wilayah dengan pelapukan tinggi hingga sempurna tersebar di bagian tenggara dan barat laut daerah penelitian, berasosiasi dengan morfologi perbukitan dan bukit sisa sehingga, sangat berisiko terhadap erosi, dan deformasi permukaan tanah saat jenuh air. Sehingga masuk kategori sesuai marginal hingga tidak sesuai. Area tanah residu yang menunjukkan proses pelapukan hingga menjadi massa tanah sepenuhnya. Meskipun relatif datar, tanah residu memiliki daya dukung rendah sehingga tidak direkomendasikan untuk dijadikan pemukiman ataupun dilakukan pembangunan.

L. Parameter Jarak dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Jarak permukiman dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) memiliki pengaruh terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Lokasi yang terlalu dekat dengan TPA berisiko mengalami pencemaran udara, air tanah, serta penyebaran faktor penyakit. Menurut Arfiansyah et al. (2024), dalam kajian kesesuaian lahan aspek jarak terhadap fasilitas berisiko seperti TPA harus dipertimbangkan agar pengembangan permukiman tidak menimbulkan dampak lingkungan dan sosial negatif.

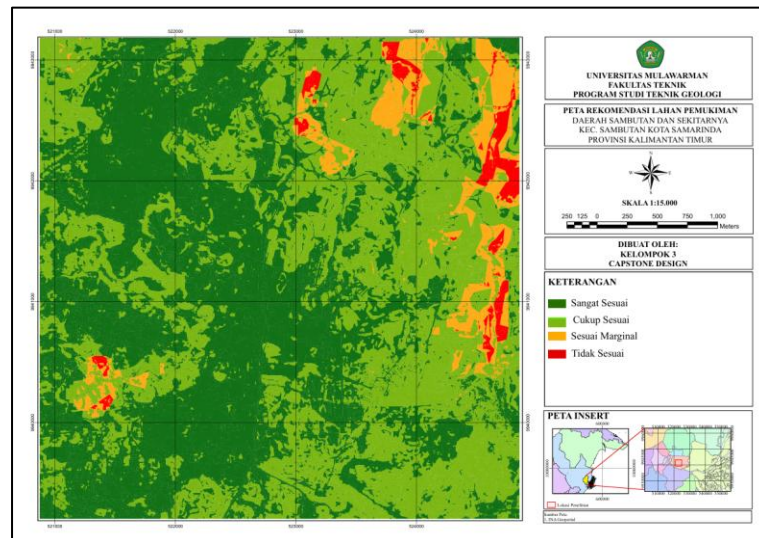


Gambar 9. Peta Jarak Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Berdasarkan hasil analisis peta jarak, wilayah penelitian dibagi menjadi beberapa zona jarak, yaitu 0–1000 m, 1000–2000 m, 2000–3000 m, 3000–4000 m, 4000–5000 m, dan >5000 m. Zona dengan jarak <1000 meter dari TPA tergolong tidak layak untuk permukiman karena berpotensi tinggi terhadap pencemaran bau, gas metana, serta kontaminasi air tanah. Zona 2000–3000 meter termasuk cukup layak, di mana pengaruh pencemaran mulai menurun tetapi masih memerlukan sistem pengelolaan lingkungan yang baik. Sementara itu, wilayah dengan jarak lebih dari 3000 meter tergolong layak hingga sangat layak untuk pengembangan permukiman karena telah berada di luar area pengaruh langsung TPA.

M. Klasifikasi Lahan

Klasifikasi lahan dilakukan untuk mengelompokkan wilayah penelitian berdasarkan tingkat kesesuaian terhadap pembangunan permukiman, yang ditentukan dari hasil integrasi berbagai parameter geologi, geomorfologi, dan lingkungan melalui analisis spasial. Tahapan ini merupakan langkah akhir dari proses skoring, pembobotan, dan *overlay* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Menurut Luan et al. (2021), klasifikasi lahan berbasis analisis multi-kriteria merupakan pendekatan yang efektif untuk menilai kelayakan penggunaan lahan secara spasial, karena dapat mengintegrasikan parameter fisik dan lingkungan serta mampu menggambarkan tingkat kesesuaian lahan dengan mempertimbangkan parameter yang ada.



Gambar 10. Peta Rekomendasi Lahan Pemukiman Kelurahan Pulau Atas

Klasifikasi lahan pemukiman terdiri dari empat tingkat kelas berupa Kelas S1 (Sangat Sesuai), Kelas S2 (Cukup Sesuai), Kelas S3 (Sesuai Marginal), dan Kelas N1 (Tidak Sesuai). Berdasarkan hasil perhitungan terhadap enam parameter, diperoleh jumlah total skor berkisar antara 3,25 nilai terendah hingga 8,15 merupakan nilai tertinggi. Selanjutnya menentukan besarnya interval kelas dengan menggunakan rumus:

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{K}$$

$$K_i = \frac{8,15 - 3,25}{4} = 1,225$$

Ket:

Ki = Nilai interval
 Xt = Data tertinggi
 Xr = Data terkecil
 K = Jumlah kelas

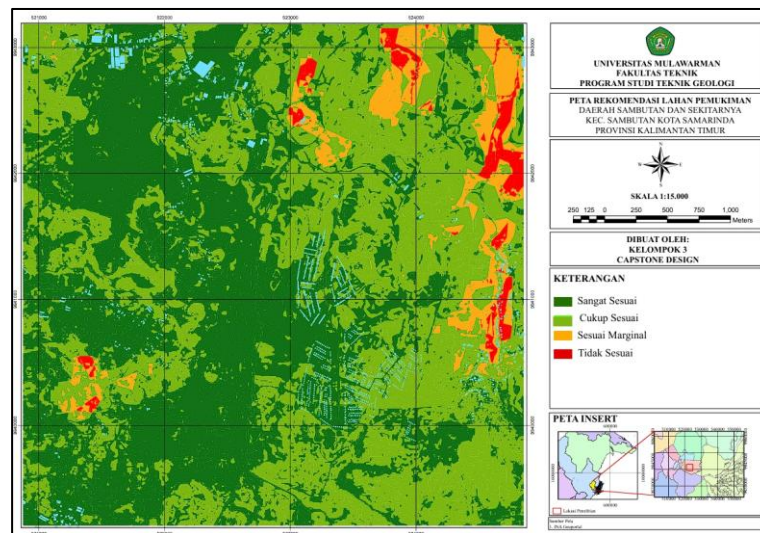
Tabel 8. Total Skor Parameter Bahaya

No	Kelas	Nilai
1	Sangat Sesuai	6,925-8,15
2	Cukup Sesuai	5,7-6,925
3	Sesuai Marginal	4,475-5,7
4	Tidak Sesuai	3,25-4,475

Zona Sangat Sesuai (S1) didominasi oleh area datar hingga landai 0–8° dengan litologi batupasir yang berpelapukan ringan, berjarak lebih dari 3000 meter dari TPA, serta memiliki tingkat kerawanan longsor rendah. Area ini tersebar di bagian tengah dan barat wilayah penelitian. Zona ini diprioritaskan pengembangan pemukiman. Zona Cukup Sesuai (S2) meliputi wilayah dengan kondisi lereng agak curam 8–16°, pelapukan sedang, serta kerawanan longsor rendah hingga sedang. Sehingga, masih aman untuk permukiman. Zona Sesuai Marginal (S3) terletak di daerah peralihan antara dataran dan perbukitan, di mana kondisi litologi mulai lapuk dan lereng mencapai 16–35°. Risiko erosi dan pergerakan tanah cukup tinggi, sehingga hanya dapat dimanfaatkan secara terbatas. Sementara itu, zona Tidak Sesuai (N) berada pada area perbukitan terjal >35° yang tersusun atas batupasir lapuk tinggi hingga tanah residu, berasosiasi dengan kerawanan longsor tinggi dan jarak dari TPA yang sangat dekat, sehingga bukan untuk pengembangan permukiman.

N. Evaluasi dan Validasi Data Kesesuaian Lahan Pemukiman

Untuk memastikan tingkat akurasi hasil analisis, dilakukan validasi lapangan pada sejumlah titik yang mewakili seluruh kategori kesesuaian, yaitu sangat sesuai, cukup sesuai, sesuai marginal, dan tidak sesuai. Validasi ini bertujuan membandingkan kondisi aktual di lapangan dengan hasil pemetaan spasial, sehingga peta kesesuaian lahan yang dihasilkan benar-benar mencerminkan kondisi fisik wilayah.



Gambar 11. *Overlay* peta rekomendasi lahan dengan lahan pemukiman warga yang ditandai dengan warna biru

Pada zona tidak sesuai dan sesuai marginal, hasil validasi menunjukkan bahwa beberapa wilayah memang memiliki kondisi fisik yang membahayakan untuk pembangunan permukiman. Beberapa rumah warga ditemukan berada sangat dekat dengan tebing curam atau berada pada area lereng dengan tingkat pelapukan tinggi yang rawan mengalami longsor. Evaluasi ini memperlihatkan bahwa sebagian masyarakat masih membangun permukiman di lokasi dengan risiko tinggi, sehingga menimbulkan bahaya bagi keselamatan jiwa dan kerusakan bangunan. Temuan tersebut memperkuat pentingnya pengendalian pembangunan di zona rawan serta perlunya sosialisasi kepada masyarakat terkait potensi bahaya geologi.



Gambar 12. Rumah warga yang terletak dekat dengan lereng yang rawan longsor dan terlalu dekat dengan tebing. Pada zona cukup sesuai, kondisi lapangan memperlihatkan area yang masih dapat dimanfaatkan sebagai permukiman, tetapi membutuhkan perlakuan khusus seperti penguatan pondasi, perbaikan drainase, dan pengendalian erosi. Daerah ini umumnya memiliki kemiringan landai hingga sedang serta kondisi batuan yang tidak sepenuhnya stabil.



Gambar 13. Rumah warga yang terletak dibawah lembah antara 2 bukit yang memerlukan perbaikan drainase karena jika hujan daerah tersebut akan tergenang banjir

Sedangkan pada zona sesuai, validasi membuktikan kecocokan yang tinggi antara hasil pemetaan dan kondisi aktual wilayah ini memiliki litologi kuat, lereng stabil, serta minim ancaman longsor. Berdasarkan kondisi aktual juga banyak warga yang telah membangun permukiman di area yang termasuk dalam zona sesuai ini.



Gambar 14. Pemukiman warga yang masuk dalam area sesuai

Pada wilayah yang termasuk sesuai, namun belum dimanfaatkan sebagai permukiman, pemerintah dapat mempertimbangkan zona-zona tersebut sebagai lokasi prioritas pengembangan permukiman baru. Pemanfaatan wilayah sesuai ini dapat mengurangi tekanan pembangunan pada area berisiko tinggi. Namun demikian, pengembangan tetap perlu memperhatikan perencanaan infrastruktur dasar seperti sistem *drainase*, akses jalan, dan ketersediaan ruang terbuka hijau untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.



Gambar 15. Wilayah yang masuk area sesuai namun memerlukan perencanaan infrastruktur dasar seperti akses jalan dan sistem drainase agar bisa menjadi area permukiman baru

Berdasarkan hasil validasi lapangan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar area permukiman yang dibangun oleh warga Kelurahan Pulau Atas telah berada pada zona yang dinyatakan sesuai berdasarkan analisis kesesuaian lahan. Hal ini menunjukkan bahwa pola pemanfaatan ruang masyarakat umumnya sudah mengikuti kondisi geologi dan lingkungan yang mendukung, seperti keberadaan litologi kuat, lereng stabil, serta minimnya potensi longsor. Dengan kata lain, banyak warga secara tidak langsung telah memilih lokasi yang aman untuk permukiman.

Namun demikian, hasil evaluasi juga mengungkap adanya sejumlah permukiman yang terletak pada zona tidak sesuai, terutama di area yang berdekatan dengan tebing curam, berada pada lereng terjal, atau berada pada kawasan dengan tingkat pelapukan batuan tinggi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan bahaya, baik dalam bentuk risiko longsor, retakan tanah, maupun kerusakan struktur bangunan. Pemukiman pada zona tersebut perlu mendapatkan perhatian lebih melalui upaya mitigasi, sosialisasi risiko, hingga penataan ulang apabila diperlukan.

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan permukiman di Kelurahan Pulau Atas, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, berdasarkan aspek geologi dan lingkungan menggunakan metode

skoring dan pembobotan berbasis SIG. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor litologi, kemiringan lereng, tingkat pelapukan batuan, tutupan lahan, kerawanan longsor, dan jarak terhadap TPA berperan penting dalam menentukan tingkat kelayakan lahan permukiman. Melalui penerapan metode skoring dan pembobotan yang diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menghasilkan peta rekomendasi kesesuaian lahan permukiman. Dari hasil tersebut diketahui bahwa sebagian besar wilayah Pulau Atas tergolong sangat sesuai hingga cukup sesuai, terutama di bagian tengah dan menyebar disekitarnya yang memiliki lereng landai, batuan cukup padat, dan risiko bencana rendah. Sementara itu, bagian timur laut hingga timur dengan lereng agak curam hingga terjal dan batuan lapuk dikategorikan sesuai marginal dan tidak sesuai untuk permukiman karena berpotensi terhadap longsor dan erosi. Berdasarkan validasi di lapangan juga dapat diketahui bahwa sebagian besar warga sudah membangun area pemukiman di wilayah yang termasuk area sesuai. Namun, ditemukan pula beberapa bangunan yang berdiri pada zona tidak sesuai, sehingga kondisi ini perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah maupun masyarakat setempat karena berpotensi menimbulkan bahaya bagi keselamatan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan geospasial yang mengintegrasikan data geologi dan lingkungan dapat menjadi dasar ilmiah yang kuat dalam perencanaan permukiman yang aman, efisien, dan berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah dalam penyusunan tata ruang yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan serta mendukung pembangunan permukiman yang berbasis data dan minim risiko bencana.

6. Daftar Pustaka

- Alcântara, L., Santos, D. B., & Oliveira, R. A. (2025). Landslide susceptibility prediction using lithological and soil parameters integrated with machine learning models. *Engineering Geology*, 331, 107123.
- Arfiansyah, M., Satria, R., & Nugroho, Y. (2024). Land suitability analysis for residential development in an ecologically sensitive area: A case study of Nusantara, the new Indonesian capital. *Journal of Environmental Planning and Management*, 12(2), 45–59.
- BNPB. (2023). Indonesian Disaster Risk Index System (INARIS) – Data dan Peta Risiko Bencana Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2016). *Kajian Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- International Society for Rock Mechanics (ISRM). (1981). *Rock Characterization, Testing and Monitoring: ISRM Suggested Methods*. Oxford: Pergamon Press.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics). (1981). Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 18(1), 85–110.
- Kadriansari, R., Subiyanto, S., & Sudarsono, B. (2017). Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman dengan Data Citra Resolusi Menengah Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Semarang Bagian Barat dan Timur), *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 199–207.
- Luan, C., Chen, Y., Liu, X., & He, J. (2021). Land-use suitability assessment for urban development based on geomorphological and environmental factors. *Landscape and Urban Planning*, 206, 103974.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No P.12/Menhut-II/2012.
- Rahman, M. T., Omar, H., & Yusuf, M. (2020). Land suitability evaluation for housing and residential based on GIS, satellite imagery and DTM. *Journal of Geoscience and Environment*, 8(3), 211–225.
- Ratnawati, H. (2017). Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Menggunakan Metode AHP dan SIG di Kecamatan Playen. *Jurnal Geografi Gadjah Mada*, 2(3), 123-132.
- Supriatna dkk, (1995). *Peta Geologi Lembar Samarinda, Klimantan Timur*: Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Umar, H. (2020). Geologi dan Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Berbasis Geomorfologi dan Metode AHP di Samarinda. *Universitas Mulawarman*, 1(3), 23-32.
- Wiweka dan Suwarsono. 2011. Pengkajian Relasional Risiko Banjir Dengan Bentuk Lahan Berdasarkan Citra Satelit Penginderaan Jauh di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Bagian Hilir. *Jurnal Teknik Hidraulik Vol 2*, No. 2, Desember 2011: 97-192. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

Zuidam, R.A. van, 1985. Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping. ITC, Smits Publ, Enschede, The Netherlands.