

Integrasi Data Geomorfologi dan Data Geospasial untuk Pemetaan Kawasan Rawan Pergerakan Tanah Wilayah Kecamatan Balikpapan Utara

Iwan Prabowo^{*1)}, Jamaluddin¹⁾, Fathony Akbar Pratikno¹⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

*iwan.prabowo@sttmigas.ac.id

Abstrak – Kecamatan Balikpapan Utara merupakan daerah yang memiliki wilayah berupa dataran hingga perbukitan. Terdapat beberapa titik yang mengalami pergerakan tanah yang menimbulkan dampak negatif di daerah penelitian. Peningkatan jumlah penduduk yang cukup signifikan daerah penelitian memicu perubahan lingkungan yang bersifat positif dan negatif. Salah satu dampak negatif yang terjadi adalah pergerakan tanah yang terjadi akibat daya dukung tanah yang berkurang. Sehingga mitigasi berupa pemetaan kawasan rawan pergerakan tanah perlu dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode integrasi data geomorfologi berupa kelerengan, interpretasi kontur, dan data geospasial untuk menghasilkan peta kerentanan pergerakan tanah di daerah penelitian. Interpretasi data geomorfologi sangat penting yang bisa membantu dalam mendeskripsikan secara genetis bentuklahan dan proses-proses yang terjadi di masa lampau maupun sekarang serta hubungannya dengan bentuklahan dalam susunan keruangan, sedangkan metode analisis data geospasial membantu dalam memberikan output berupa peta kerentanan pergerakan tanah. Hal ini dimaksudkan agar pembangunan dan pengembangan infrastruktur wilayah daerah penelitian dapat berjalan secara efisien. Kawasan yang termasuk dalam kawasan dengan potensi rendah berada pada daerah yang memiliki kontur cukup rata, sementara daerah berkontur curam memiliki kerentanan sedang-sangat tinggi. Daerah penelitian termasuk kedalam wilayah dengan potensi kerentanan pergerakan tanah rendah-tinggi.

Kata Kunci: Balikpapan Utara, Pergerakan Tanah, Geospasial, Geomorfologi

Abstract – North Balikpapan District has an area in the form of plains to hills. There are several points where landslide has occurred which has had a negative impact on the research area. The significant increase in population in the study area triggers positive and negative environmental changes. One of the negative impacts that occur is soil movement that occurs due to reduced soil carrying capacity. So that mitigation in the form of mapping areas prone to landslide needs to be done. This study uses geomorphological data integration methods in the form of slope, contour interpretation, and geospatial data to produce a map of the vulnerability of ground movement in the study area. Interpretation of geomorphological data is very important to assist in genetically describing landform and processes that occurred in the past and present as well as their relationship with the landform in a spatial arrangement, while geospatial data analysis methods assist in providing output in the form of a map of vulnerability to ground movement. This research was carried out with the aim that the construction and development of infrastructure in the research area can run efficiently. Areas included in areas with low potential are areas with fairly flat contours, while areas with steep contours have medium-very high vulnerability. The research area is included in the area with low-high potential for landslide susceptibility. The research area is included in the area with low-high potential for landslide susceptibility.

Keywords: North Balikpapan, Landslide, Geospatial, Geomorphology.

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia. Gerakan tanah akan terjadi pada suatu lereng, jika ada keadaan ketidak seimbangan yang menyebabkan terjadinya suatu proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng tersebut bergerak mengikuti gaya gravitasi, dan selanjutnya setelah terjadi longsor, lereng akan seimbang atau stabil kembali. Jaadi longsor merupakan pergerakan masa tanah atau batuan menuruni lereng mengikuti gaya gravitasi akibat terganggunya kestabilan lereng (Khadiyanto, 2010). Bencana gerakan tanah seringkali dipicu karena kombinasi dari curah hujan yang tinggi, lereng terjal, tanah yang kurang padat serta tebal, terjadinya pengikisan, berkurangnya tutupan vegetasi, dan getaran. Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun

lereng. Di musim penghujan, potensi bencana gerakan tanah/tanah longsor seringkali terjadi, tidak terkecuali di Kota Balikpapan. Balikpapan Utara merupakan salah satu kecamatan di Kota Balikpapan yang memiliki perkembangan yang pesat. Demografi kependudukan di Balikpapan dari waktu ke waktu mengalami peningkatan. Hal ini akan berdampak pada tata guna lahan yang ada di wilayah Balikpapan Utara itu sendiri. Kondisi secara geomorfologi di wilayah Balikpapan Utara cukup kompleks, meliputi dataran rendah, hingga bukit-bukit bergelombang. Wilayah perbukitan yang tersebar dominan di area Balikpapan Utara merupakan salah satu faktor memungkinkan terjadinya pergerakan tanah atau longsor ditambah dengan batuan penyusun regional Kota Balikpapan terdiri dari Formasi Balikpapan yang memiliki litologi berupa pasir kuarsa lepas dimana secara umur geologi berumur Miosen dan telah mengalami tingkat pelapukan yang sangat tinggi dan mudah jenuh oleh air, dan Formasi Kampung Baru yang juga memiliki karakteristik pasir kuarsa dengan sisipan lempung lignit dan batulanau yang berumur Pliosen yang dimana satuan batuan tersebut juga memiliki tingkat pelapukan yang sangat tinggi dan mudah mengalami erosi. Selain faktor-faktor diatas, tingkat curah hujan yang tinggi pada setiap tahunnya di kota Balikpapan juga dapat memicu kerawanan akan pergerakan tanah karena kondisi batuan yang mudah jenuh akan air dan telah terlapukkan. Pemetaan potensi tanah longsor diolah menggunakan software pemetaan, salah satunya adalah software ArcGIS. Pemetaan risiko bencana adalah kegiatan pembuatan peta yang mempresentasikan dampak negatif yang dapat timbul berupa kerugian materi dan non materi pada suatu wilayah apabila terjadi bencana (Aditya, 2010). Pemetaan risiko juga memerlukan data yang valid sehingga dapat mempresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap wilayah –wilayah yang telah terjadi longsor maupun yang berpotensi terhadap gerakan tanah melalui pengamatan kelerengan secara langsung serta analisis data. Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti software Sistem Informasi Geografis (SIG). Kemudian data-data yang digunakan dalam pembuatan peta rawan gerakan tanah yaitu Peta Administrasi, data curah hujan tahunan, jenis batuan, tingkat kelerengan, tutupan lahan dan jenis tanah.

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Sekunder dan Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan tinjauan pustaka serta pengumpulan data sekunder yang tersedia yang terdiri dari Peta Geologi, Peta Geomorfologi, Peta Topografi, Peta penggunaan Lahan, serta data curah hujan yang telah tersedia di beberapa lokasi penelitian. Data Sekunder ini dapat diperoleh dari beberapa institusi terkait seperti BAPPEDA, Badan Meteorologi dan Geofisika, Badan Pusat Statistik (BPS) serta pengumpulan informasi dari warga yang terdampak pergerakan tanah melalui wawancara secara langsung. Studi literatur digunakan untuk mendapatkan kajian teoritis yang berkaitan dengan penelitian. Adapun beberapa teori yang digunakan untuk mendukung penelitian ini berupa pemetaan wilayah rawan gerakan tanah dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode overlay berbobot. Metode ini dilakukan dengan menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atribut dari kedua peta tersebut. Overlay berbobot adalah proses penyatuan peta-peta dan atributnya dengan pemberian bobot pada tiap parameter berdasarkan pengaruhnya terhadap suatu kejadian. (Purba, DKK, 2014)

Tabel 1. Skor Parameter Penyebab Gerakan Tanah (Rahmad, dkk, 2018; Tarigan 2022)

Parameter	Klasifikasi	Skor
Curah hujan (mm/tahun)	Sangat basah	5
	Basah	4
	Sedang	3
	Kering	2
	Sangat kering	1
Tipe batuan	Batuan vulkanik	3
	Batuan sedimen	2
	Aluvial	1
Tingkat kelerengan	>45	5
	30-45	4
	15-30	3
	8-15	2

Parameter	Klasifikasi	Skor
	<8	1
Tutupan lahan	Tegalan, sawah	5
	Semak belukar	4
	Hutan dan perkebunan	3
	Kota/pemukiman	2
	Tambak, waduk, perairan	1
Jenis tanah	Regosol	5
	Andosol, podsolik	4
	Latosol coklat	3
	Asosiasi latosol coklat kekuningan	2
	aluvial	1

Analisis peta rawan tanah longsor dilakukan setelah peta – peta penyebab tanah longsor seperti peta curah hujan, jenis batuan, tingkat kelerengan, tutupan lahan, dan jenis tanah tersedia dan siap dalam bentuk peta digital. Setiap peta tersebut diklasifikasi berdasarkan skor serta bobot, kemudian skor dari masing – masing peta dikelompokkan dan dianalisis. Pada proses pemetaan, setiap jenis data diklasifikasikan menurut Tabel 1. Peta – peta tersebut kemudian masuk pada proses overlay berbobot dengan skor dan bobot tiap parameter sehingga menghasilkan suatu peta baru. Persamaan yang digunakan dalam proses overlay berbobot sebagai berikut:

$$TSTL=0.3FCH+0.2FB+0.2FK+0.2FTL+0.1FJT.....(1)$$

- Dengan
- TSTL = Total Skor Tanah Longsor
 - FCH = Faktor Curah Hujan
 - FB = Faktor Tipe Batuan
 - FK = Faktor Kelerengan
 - FTL = Faktor Tutupan Lahan
 - FJT = Faktor Jenis Tanah
 - 0.3; 0.2; 0.1 = Bobot nilai

Persamaan 1 digunakan setelah proses pemberian skor tiap parameter selesai dilakukan. Setiap parameter tanah longsor kemudian dikalikan dengan bobot masing – masing parameter. Total skor tanah longsor didapatkan setelah menjumlah hasil perkalian bobot dan skor masing – masing parameter. Klasifikasi tingkat rawan tanah longsor dengan analisis total skor tanah longsor (TSTL) dan dilakukan dengan membuat 3 kelas tingkat yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Penentuan kelas interval tersebut dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Ki=(TSTLt - TSTLr)/k.....(2)$$

- Dengan
- Ki = Kelas interval
 - TSTLt = Total skor tanah longsor tertinggi
 - TSTLr = Total skor tanah longsor terendah
 - K = Jumlah kelas (3)

Persamaan 2 digunakan untuk mencari kelas interval untuk tingkat rawan longsor. Berdasarkan persamaan tersebut, dibutuhkan total skor tanah longsor tertinggi dan terendah. Total skor tanah longsor tertinggi didapatkan saat masing-masing parameter memiliki skor tertingginya, sebaliknya untuk total skor tanah longsor terendah didapatkan saat masing-masing parameter memiliki skortereendahnya. Hasil pengurangan antara total skor tanah longsor tertinggi dengan terendah dibagi sesuai jumlah kelas rawan longsor yaitu 3 sehingga didapatkan kelas interval sebesar 1.2.

Tabel 2. Rentang Total Skor Gerakan Tanah

Tingkat rawan gerakan tanah	Rentang total skor tanah longsor
Rendah	<2,2
Sedang	2,2-3,4
Tinggi	>3,4

Tabel 2 menunjukkan rentang total skor tingkat rawan longsor, dimana rentang total skor untuk tingkat rawan longsor didapatkan dari nilai kelas interval. Nilai batas atas tingkat rawan rendah merupakan penjumlahan total skor tanah longsor terendah dari kelas interval. Nilai batas bawah tingkat tinggi didapat dari pengurangan total skor tanah longsor tertinggi berdasarkan nilai kelas interval. Rentang total skor tanah longsor untuk tingkat rendah dan tinggi berarti kurang dari 2.2 dan lebih dari 3.4. Rentang total skor tanah longsor sedang yaitu 2.2 hingga 3.4.

2. Integrasi Peta dan data sekunder

Data spasial yang telah dikumpulkan meliputi peta geologi, peta topografi, peta geomorfologi, peta penggunaan lahan, peta kelerengan, peta rencana tata ruang wilayah dan hasil observasi lapangan kemudian tumpang tindihkan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografi SIG untuk mendeliniasi daerah rawan longsor di Kota Balikpapan, berdasarkan nilai kepentingan data spasial yang dioverlaykan. Daerah Rawan Longsor berdasarkan *overlay* peta ini merupakan hipotesis yang didasarkan pada teori dasar faktor-faktor penyebab gerakan tanah.

3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan bertujuan untuk mengamati secara langsung kondisi lapangan yang berpotensi sebagai terjadinya gerakan tanah. Sebaran satuan batuan juga diamati secara rinci. Hal ini dikarenakan karena proses gerakan tanah juga sangat dipengaruhi oleh kondisi litologi yang ada. Luaran dari kegiatan observasi lapangan adalah peta geologi daerah penelitian.

4. Analisis data

Analisis data dilakukan dengan cara mengintegrasikan hasil dari pengamatan secara langsung dilapangan kemudian di sesuaikan dengan parameter-parameter yang dapat mempengaruhi gerakan tanah di daerah penelitian sesuai dengan literature atau referensi yang digunakan. Adapun penulis menggunakan beberapa parameter-parameter sebagai penyebab gerakan tanah. Analisis tersebut kemudian akan dituangkan kedalam gambar peta kerawanan gerakan tanah daerah penelitian. Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam pembuatan peta potensi gerakan tanah adalah parameter curah hujan, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng. Peta curah hujan didapatkan dari pengolahan data curah hujan Kota Balikpapan tahun 2021. Daerah yang bercurah hujan tinggi akan lebih rawan terhadap gerakan tanah.

Tabel 3. Curah Hujan Balikpapan tahun 2021 (BMKG Kota Balikpapan)

Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm)	Jumlah Hari Hujan (Hari)	Penyinaran Matahari (%)
Agustus	446,0	24	49,9
September	421,0	26	48,1
Oktober	357,3	23	49,4
November	306,8	24	38,2
Desember	233,0	25	37,2

5. Laporan

Setelah semua data di integrasikan, tahap selanjutnya adalah pembuatan laporan serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan wilayah daerah penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Balikpapan Utara memiliki beberapa Kelurahan yang tersebar di bagian utara Kota Balikpapan. Masing-masing wilayah memiliki karakteristik potensi gerakan tanah yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi morfologi daerah Kecamatan Balikpapan Utara yang bervariasi, mulai dari perbukitan yang terjal, hingga dataran yang landai. Selain itu, pengembangan wilayah dalam tata guna lahan untuk pemukiman, sebagai pembangunan infrastruktur juga menjadi salah satu faktor potensi gerakan tanah. Pengembangan tata kota Balikpapan khususnya Balikpapan Utara sangat dipengaruhi oleh keberadaan pemindahan ibukota baru di Kalimantan Timur, sehingga Kota Balikpapan berkembang pesat dari segi aktivitas sosial, ekonomi maupun pendidikan. Perkembangan ini sangat berdampak terhadap pertumbuhan penduduk

di Kota Balikpapan. Berdasarkan dari data yang di lapangan serta integrasi data geospasial, berikut peta sebaran potensi tanah longsor dari 6 kelurahan yang ada di Kecamatan Balikpapan Utara.

Berdasarkan hasil dari analisis dilapangan dengan menggunakan beberapa parameter seperti:

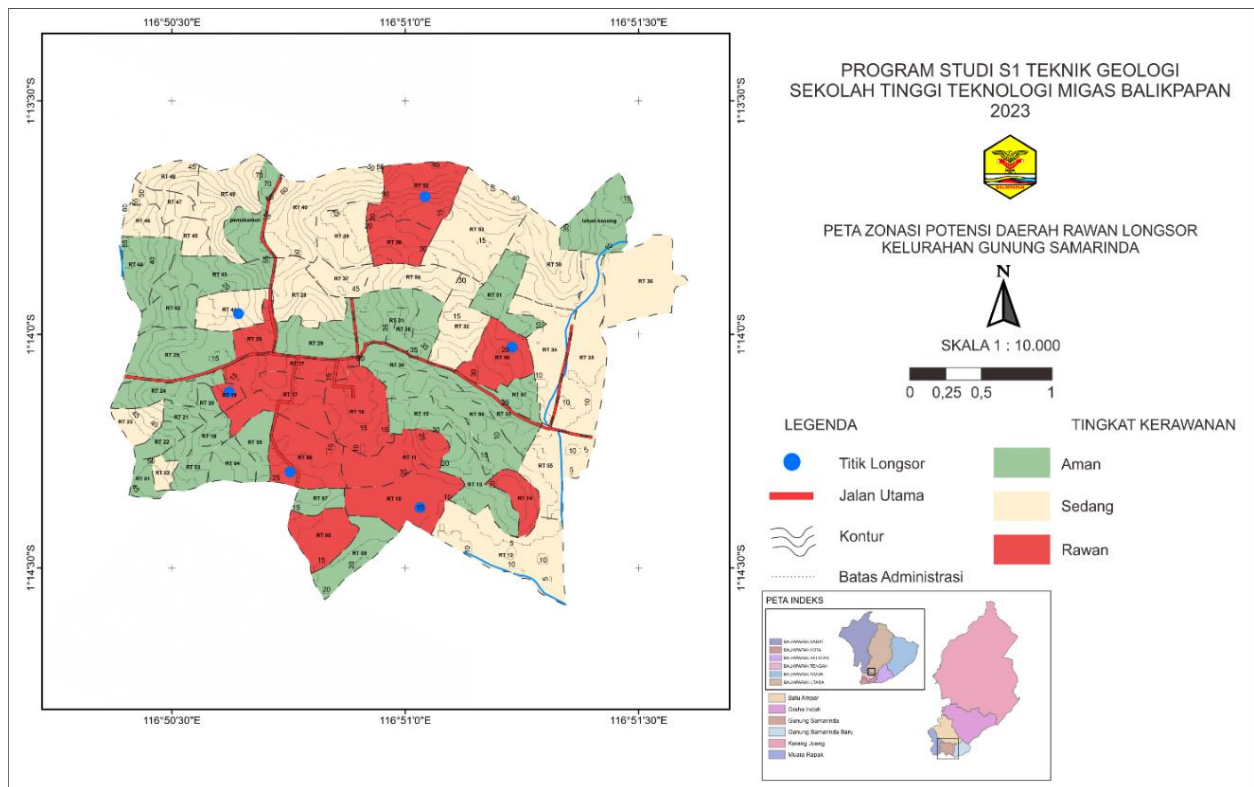
A. Kelurahan Gunung Samarinda

Kelurahan Gunung Samarinda memiliki luas wilayah 2.70 Km² dari total luas 132,16 Km² wilayah kecamatan Balikpapan Utara. Kelurahan ini memiliki luas pemukiman sebesar 166.00 Ha, luas kuburan 2.00 Ha, luas lahan perkebunan 0.32 Ha, dan luas taman 1.00 Ha. Kondisi geologi daerah sekitar yang mayoritas berada pada elevasi rendah dan beberapa memiliki daerah perbukitan membuat Kelurahan Gunung Samarinda rawan terjadi bencana geologi berupa banjir dan longsor. Hasil dari analisis pada gambar 1 peta rawan longsor didapatkan bahwa daerah di Kelurahan Gunung Samarinda didominasi kelas sangat tinggi dengan luas 131,188 Ha. Adapun parameter kerawanan yang digunakan adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4 Tingkat Kerawanan Longsor

Tingkat Kerawanan Longsor	Skor	Luas (Ha)
Sangat Tinggi	4	131,188
Rendah	3	30,046
Tinggi	3	63,167
Sedang	2	38,474
Sangat Rendah	1	2,386

Dari hasil *overlay*, daerah yang memiliki skor tertinggi merupakan daerah yang sangat rawan terhadap longsor (gambar 1). Berdasarkan dari peta zonasi yang ada, Kelurahan Gunung Samarinda terdiri dari 3 zona yaitu zona aman, zona sedang dan zona rawan longsor. Zona rawan longsor terbukti dengan beberapa titik yang terjadi longsor yang terjadi akhir-akhir ini. Selain itu ada 1 titik lokasi yang terdapat pada wilayah zona sedang. Titik longsor yang ada dilokasi zona sedang ini berada di tingkat landai sampai lereng.



Gambar 1. Peta Zonasi Potensi Daerah Rawan Longsor Kelurahan Gunung Samarinda

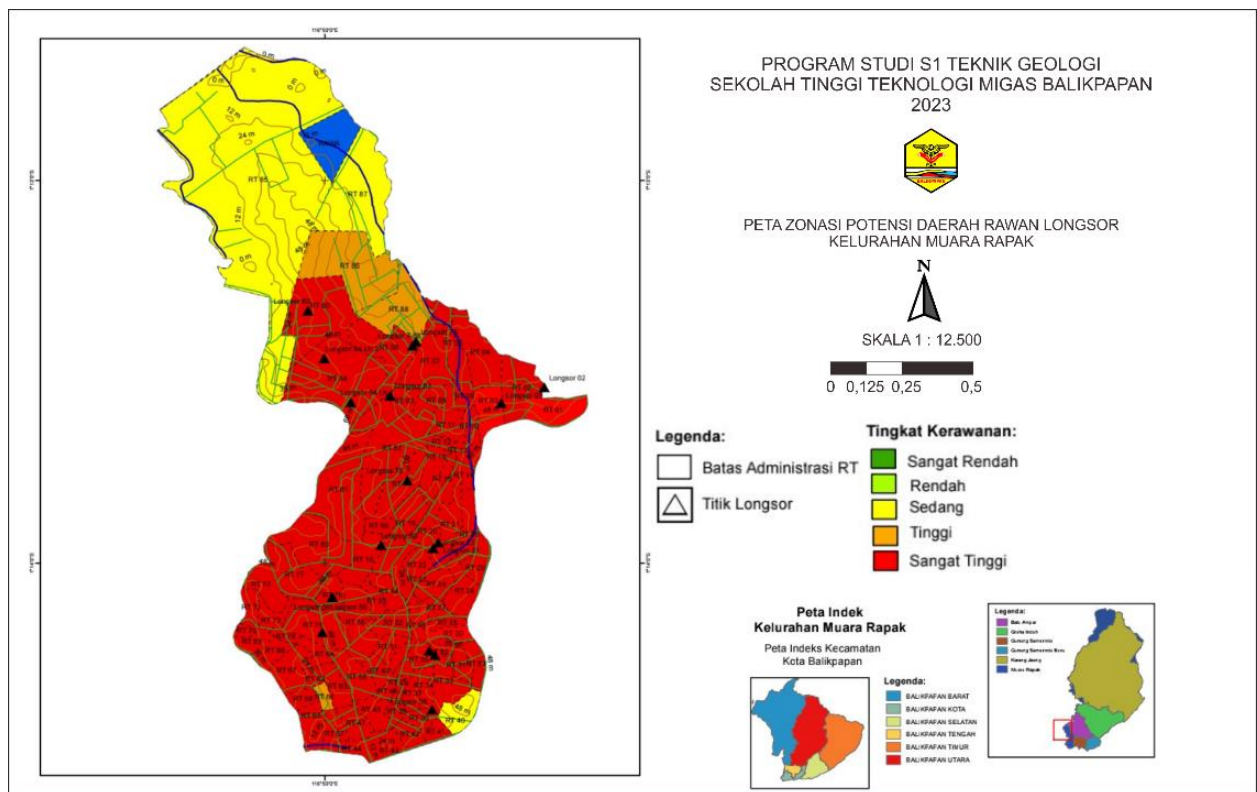
B. Kelurahan Muara Rapak

Menurut Van Zuidam, 1983, klasifikasi morfologi lereng (table X), besarnya kemiringan lereng pada wilayah Kelurahan Muara Rapak didominasi oleh ketererangan yang curam dan wilayah yang landai mulai dari 0-30⁰. Kerawanan di Kelurahan Muara Rapak sangat tinggi sehingga banyak terjadi tanah longsor pada kelurahan ini karena kondisi ketererangan pada kelurahan tersebut sangat curam.

Tabel 5 Klasifikasi Morfologi Ketererangan

Kelas	Slope	Klasifikasi Morfologi
1	0-2%; 0-2 ⁰	Dataran
2	2-7%; 2-4 ⁰	Perbukitan landau
3	8-13%; 4-8 ⁰	Perbukitan bergelombang
4	14-20%; 8-16 ⁰	Perbukitan bergelombang curam
5	21-55%; 16-35 ⁰	Perbukitan curam
6	55-140%; 35-55 ⁰	Perbukitan sangat curam
7	>140%; >55 ⁰	Perbukitan tegak/terjal

Berdasarkan dari pemetaan rawan longsor, wilayah utara memiliki potensi yang lebih rendah daripada wilayah selatan dari Kelurahan Muara Rapak (gambar 2). Hal ini dikarenakan wilayah bagian utara memiliki kelandaian yang relative landau dibandingkan dengan daerah selatan. Hal ini sesuai dengan hasil analisis pembuatan peta kerawanan gerakan tanah yang di korelasikan dengan data gerakan tanah yang telah terjadi di daerah Muara Rapak.

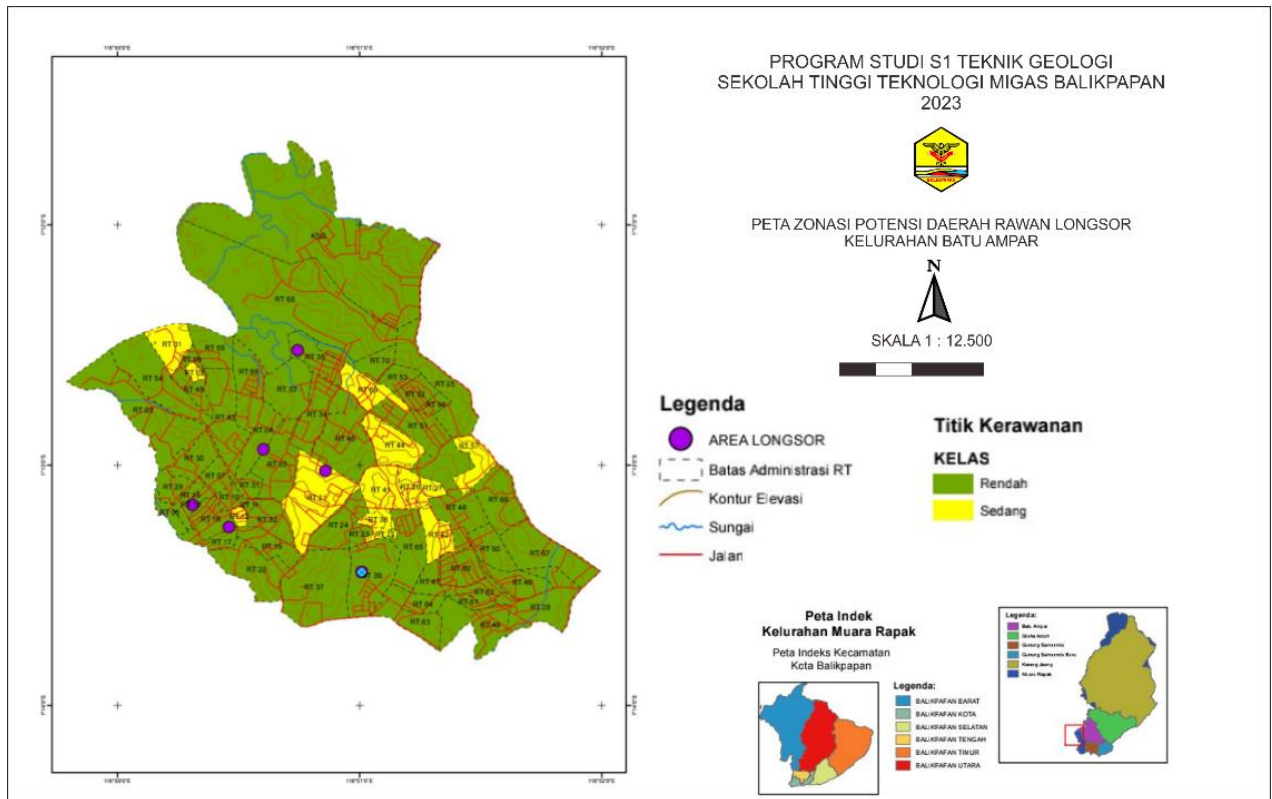


Gambar 2. Peta Zonasi Potensi Daerah Rawan Longsor Kelurahan Muara Rapak

C. Kelurahan Batu Ampar

Kelurahan Batu Ampar merupakan kelurahan yang berbatasan langsung dengan Kelurahan Muara Rapak. Kelurahan ini didominasi oleh morfologi berupa rendahan (gambar 3). Kebencanaan yang terjadi juga berbeda dengan Kelurahan Muara Rapak. Kerawanan longsor yang terjadi di wilayah ini lebih didominasi karena banyaknya debit air yang ada terutama pada saat musim penghujan. Secara susunan tanah tanah yang ada pada wilayah Kelurahan Batu Ampar

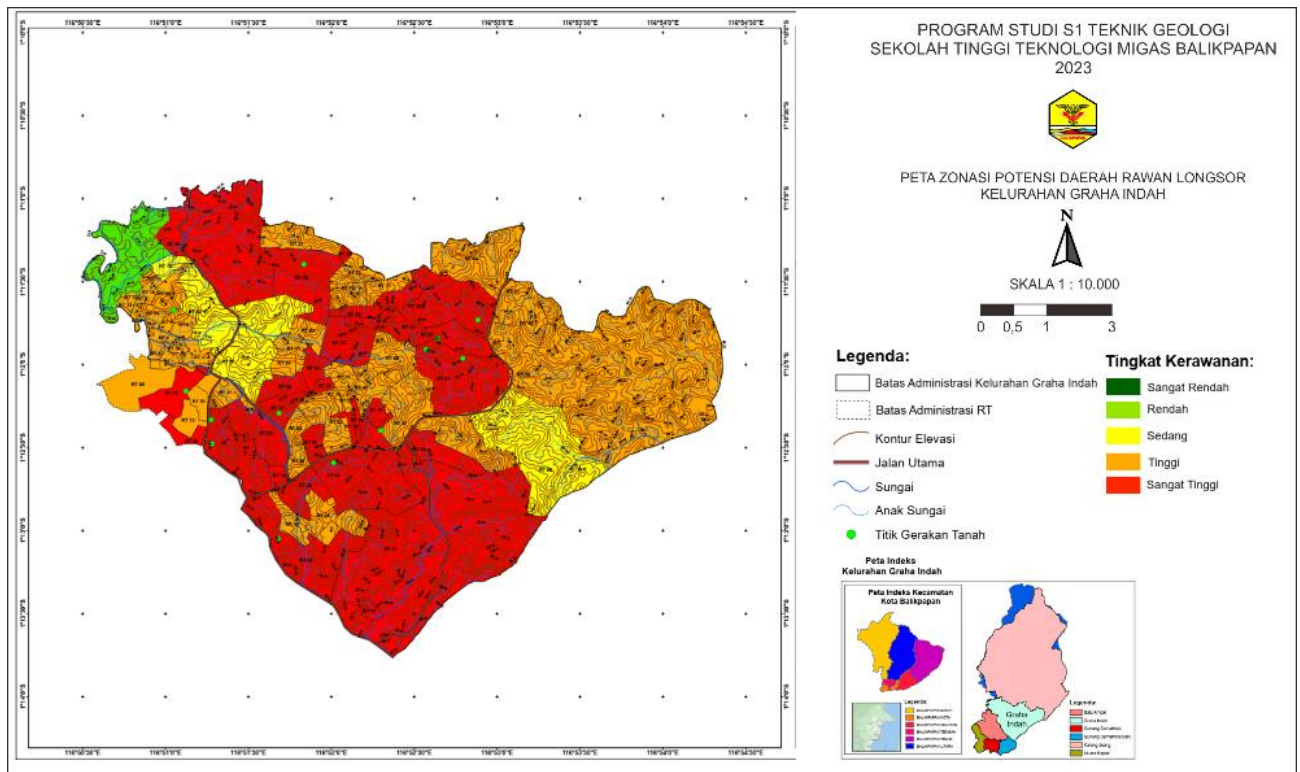
tersusun atas tanah dengan jenis podsolik berwarna merah kuning, serta material lepas berupa lempung hingga pasir. Kondisi di lapangan tanah ini sangat bersifat labil dan terdapat pada daerah perbukitan yang memiliki kemiringan diatas 15%, apabila curah hujan tinggi akan mengakibatkan tanah tersebut mudah longsor dan terkikis karena erosi.



Gambar 3. Peta Zonasi Potensi Daerah Rawan Longsor Kelurahan Batu Ampar

D. Kelurahan Graha Indah

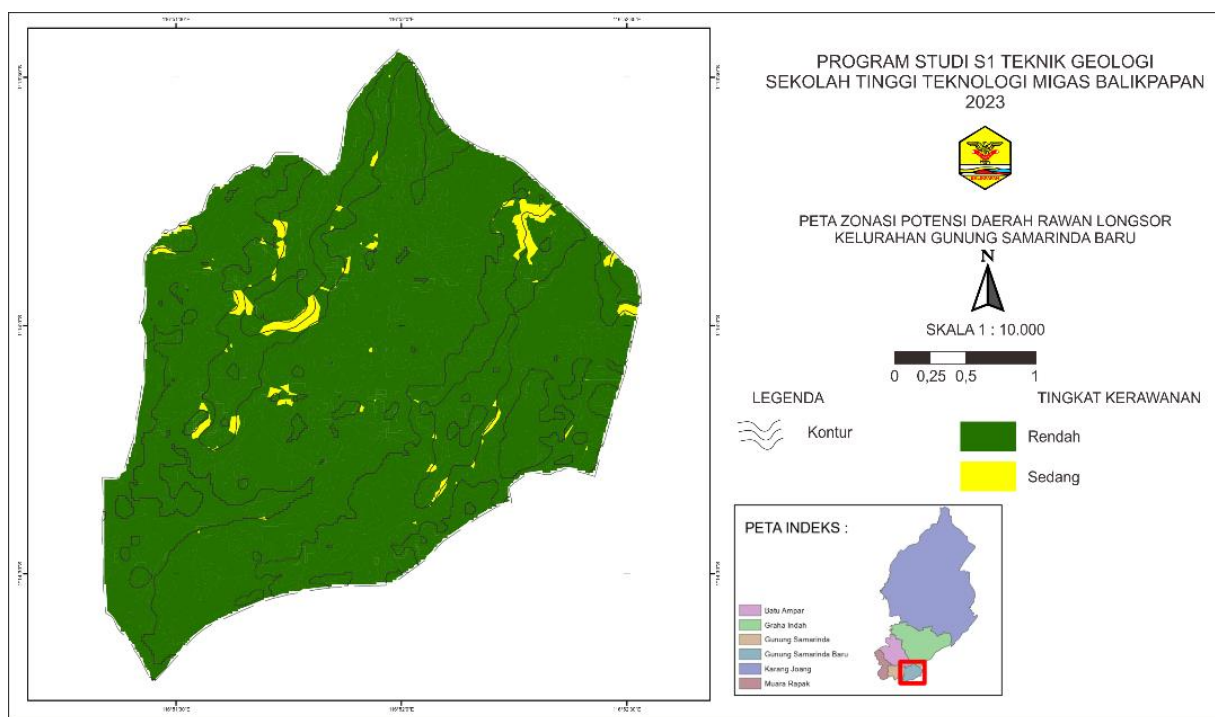
Topografi Kelurahan Graha Indah terdiri dari dataran rendah, berbukit-bukit, dataran tinggi, kawasan rawa, dan bantaran sungai. Secara umum Kelurahan Graha Indah berada pada ketinggian 5-90 m. Kondisi kelerengannya bervariasi, yaitu datar, landai, agak curam, curam, dan sangat curam (gambar 5). Kejadian gerakan tanah umumnya didapati pada RT-RT dengan kelerengannya curam-sangat curam, sedangkan banjir didapati pada RT-RT dengan kelerengannya datar-landai. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan interpretasi peta, maka tingkat kerawanan gerakan tanah dengan kategori sangat tinggi memiliki luasan yang cukup signifikan, terutama terdistribusi di bagian selatan dan menyebar ke utara wilayah administratif Kelurahan Graha Indah. Faktor kepadatan penduduk patut dipertimbangkan untuk analisis risiko karena di beberapa zonasi area gerakan tanah kerentanan sangat tinggi, kepadatan pemukimannya relatif rendah. Satuan geomorfik Kelurahan Graha Indah (RPIJM Profil Kota Balikpapan, 2016) mempunyai kemiringan lereng rata-rata 15-40% dengan beda tinggi sekitar 10-30 meter. Litologi penyusunan satuan geomorfik ini adalah perselingan antara batupasir kuarsa, batu pasir, batu lempung, serpih dan sisipan batubara dengan pola pengaliran dendritik karena jenis batumannya relatif homogen. Secara morfologis Kelurahan Graha Indah sebagian besar merupakan kawasan perbukitan dengan jenis tanah podsolik merah kuning yang memiliki karakter top soil tipis dan struktur tanah yang mudah tererosi.



Gambar 4. Peta Zonasi Potensi Daerah Rawan Longsor Kelurahan Graha Indah

E. Kelurahan Gunung Samarinda Baru

Berdasarkan dari analisis data geomorfologi dan dan beberapa parameter geologi dilapangan seperti curah hujan, tata guna lahan, serta bentuk geometri lereng, maka Kelurahan ini memiliki potensi rawan longsor rendah sampai sedang (gambar 5). Tingkat kelongsoran yang terjadi di wilayah ini tidak ada, akan tetapi kebencanaan banjir memiliki potensi yang lebih besar dari pada longsor. Hal ini dikarenakan karena faktor morfologi yang berada diwilayah rendah dibandingkan dengan wilayah kelurahan lainnya di Kecamatan Balikpapan Utara.



Gambar 5. Peta Zonasi Potensi Daerah Rawan Longsor Kelurahan Gunung Samarinda Baru

PENUTUP

Berdasarkan dari data pemetaan geologi secara detail dan diintegrasikan dengan data geospasial, maka Kecamatan Balikpapan Utara memiliki potensi gerakan tanah yang berbeda-beda. Hal ini diakibatkan karena kondisi litologi penyusun yang bervariasi serta penggunaan tata lahan yang berbeda-beda. Litologi yang ada di wilayah Balikpapan Utara didominasi oleh batulempung dan batupasir serta batubara. Kondisi litologi yang ada sebagian besar tersingkap dengan kondisi tingkat pelapukan dan erosi yang tinggi akibat dari curah hujan yang cukup tinggi. Selain itu tanah penyusun daerah penelitian juga turut menjadi pengontrol terjadinya gerakan tanah. Adapun yang paling berpotensi mengalami gerakan tanah di wilayah daerah penelitian berupa tanah podsolik. Tanah ini sangat sukar terhadap resapan air hujan karena tanah ini merupakan hasil dari lapukan batulempung sehingga sangat sukar meresap air. Adapun saran agar zona daerah yang berpotensi terhadap gerakan tanah adalah adanya himbauan kepada masyarakat disekitar untuk menggunakan lahan sesuai dengan peruntukannya serta menghindari penggunaan lahan yang berada di wilayah yang memiliki potensi gerakan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, S., dan Umar, I., 1994, *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan*. Skala 1 : 250.000, Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Kecamatan Balikpapan Utara, 2022, *Data Kawasan Rawan Bencana Kecamatan Balikpapan Utara Tahun 2022*.
- Kelurahan Graha Indah, 2014, *Daftar Isian Potensi Desa Dan Kelurahan Graha Indah*. Kota Balikpapan. Kalimantan Timur.
- Kelurahan Graha Indah, 2022, *Rekap Laporan Bencana Kelurahan Graha Indah Tahun 2021 s.d. 2022*.
- Kota Balikpapan, 2012, *Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 7 Tahun 2012 tentang Pembentukan 7 (Tujuh) Kelurahan Dalam Wilayah Kota Balikpapan*: Lampiran VII Peta Wilayah Administrasi Kelurahan Graha Indah.
- RPIJM, 2016, *Rencana Program Investasi Jangka Menengah: Profil Kota Balikpapan*. Pemerintah Daerah Kota Balikpapan.
- Rahmad, R., Suib, S., dan Nurman, A., 2018, Aplikasi SIG untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*
- Van Zuidam, R., A., 1985, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smits Publishers, The Hague.
- Yuliana, Yamko, 2022. Analisis Tingkat Kerawanan Longsor Lahan Berbasis Sistem Informasi Geografi Di Kota Ambon, *Jurnal Pendidikan UNPATTI*, 77-86