



Jurnal Sains Geografi



E-ISSN: 3025-9355
Vol.3 Issue 1, Mei 2025.

Volume 3 Issue 1, Mei 2025

p-ISSN :

e-ISSN : 3025-9355

Jurnal Sains Geografi (JSG)

Editorial Team

Editor in Chief

Sony Nugratama Hijrawadi, M.Si

Sections Editor

Della Ayu Lestari, S.Si, M.Si

Editor & Reviewers

Prof. Dr. Muzani Jalaludin, Dipl.Geo, M.Si

Dr. Supriyatna, M.T

Ilham B. Mataburu, S.Si, M.Si

Lia Kusumawati, S.Si, M.Eng

Dr. Ode Sofyan Hardi, M.Si

Fauzi Ramadhoan A'Rachman, M.Sc

Rayuna Handawati, S.Si, M.Pd

Dr. Samadi, M.Si

Dr. Sucahyanto, M.Si

Administration

William Muhamad Rosadi, S.Pd

Namira Pratiwi

Ronald Marceyl

Natalia Stephanie

Muhammad Naufal Tamam Sartono

Alamat Redaksi Jurnal Sains Geografi

Program Studi Geografi, Universitas Negeri Jakarta

Gedung K, Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta
13220

Jurnal Sains Geografi (JSG)

Halaman

Daftar Isi

Pengantar Redaksi

Analisis Kerawanan Longsor Menggunakan metode CMA di Kabupaten Tana Toraja <i>Afdalul Roihan, Ilham Baddarudin Mataburu</i>	1-12
Interaksi desa-kota pada kota-kota kecil di Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan <i>Muhammad Anas Kautsar, Afitzka Al Zahwa, Citra Aulia, Riski Fanni Lumban Gaol, Tondang Raja Pangihutan Purba</i>	13-22
Analisis Distribusi Kepadatan Penduduk Di Provinsi Sumatera Utara: Studi Berdasarkan Data Sensus Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020 <i>Pradipa Nasywa Syukri, Lili Pratiwi, Ahmad Jabir Ihsan</i>	23-32
Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Distri Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan <i>Kermil Wailola</i>	33-40
Analisis Spasial Daya Dukung Lahan Permukiman Di Kota Sentani <i>Harry Hardian Sakti</i>	41-47
Kuantifikasi Potensi Penyimpanan Karbon Biru oleh Mangrove <i>Rhizophora mucronata</i> di Pulau Tidung Kecil <i>Muhammad Naufalio Tamam Sartono, Qori Nabillah, Adinata Wirasena, Dian Primasari, Nasywa Difa Kusuma, Muhammad Syarifuddin Hidayat, Lia Kusumawati, Della Ayu Lestari</i>	48-62

PENGANTAR REDAKSI

Jurnal Sains Geografi berkomitmen untuk menyampaikan pengetahuan yang komprehensif dan terkini mengenai beragam aspek terkait keilmuan geografi dan terapannya. Edisi perdana ini mencakup karya-karya yang mengulik berbagai bidang dalam sains geografi, dari analisis lingkungan alamiah hingga interaksi sosial manusia dengan lingkungan sekitar.

Terima kasih kepada penulis yang telah menyumbangkan artikel-artikel penelitian dan hasil analisisnya. Sehingga kami dapat mencapai tahap publikasi artikel di edisi pertama ini. Keterlibatan penulis dengan dedikasi, keuletan dan kerja kerasnya menjadi keberhasilan terbitnya jurnal ini. Tidak lupa, kami juga mengungkapkan rasa terima kasih kami kepada para reviewer yang berperan kritis dalam proses *peer-review* untuk memastikan bahwa setiap publikasi memenuhi standar keilmuan yang tinggi. Kontribusi mereka membantu menjaga integritas dan kualitas ilmiah dari setiap artikel yang terbit.

Tentu saja, kami tidak bisa mengabaikan peran penting para pembaca dalam menjadikan Jurnal Sains Geografi sebagai sumber rujukan dan wawasan dalam pengembangan keilmuan. Dukungan dan apresiasi pembaca telah menjadi pendorong bagi kami untuk terus berupaya menyediakan platform yang menginspirasi dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu geografi.

Sebagai jurnal akademis yang bertanggung jawab, kami menyadari bahwa pembelajaran dan pengetahuan adalah proses tanpa henti. Dalam spirit kolaborasi ilmiah, kami mengundang para pembaca dan pemangku kepentingan untuk terus berpartisipasi dan memberikan masukan yang berharga guna meningkatkan kualitas dan relevansi Jurnal Sains Geografi pada masa mendatang.

Semoga Volume 3 Issue 1 edisi Mei 2025 ini menjadi awal yang menginspirasi bagi perjalanan Jurnal Sains Geografi, dengan terus memberikan sumbangan penting dalam pemahaman geografi dan peranannya bagi masyarakat global.

Atas nama seluruh tim redaksi, kami mengucapkan terima kasih atas dedikasi dan antusiasme dalam mendukung Jurnal Sains Geografi.

Editor in Chief, Jurnal Sains Geografi

Analisis Kerawanan Longsor Menggunakan Metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) di Kabupaten Tana Toraja

Afdalul Roihan¹, Ilham B. Mataburu²

^{1,2} Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia.

^{*)} Email Korespondensi: afdalul_1411622002@mhs.unj.ac.id

Abstract

Sitasi:

Roihan, A.¹, Mataburu, I.B².,, (2023). *Analisis Kerawanan Longsor Menggunakan Metode Composite Mapping Analysis (CMA) di Kabupaten Tana Toraja*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 14 Januari 2025

Disetujui: 13 Maret 2025

Publikasi: 23 Mei 2025

Tana Toraja Regency has geographical characteristics that are prone to landslides due to its hilly topography and high rainfall. This study aims to analyze the level of landslide vulnerability using Composite Mapping Analysis (CMA) method by integrating six parameters: rainfall, slope, land use, elevation, soil type, and geology. The analysis results show that the geological factor has the highest weight (36.95%), followed by slope (26.44%), and rainfall (18.17%). Based on the vulnerability zoning, 83.54% of the area is categorized as safe, 9.51% is not vulnerable located in Mengkendek and Rantetayo, 2.18% is vulnerable located in Bittuang, Mappak, and Massanda, and 4.77% is very vulnerable located in Bonggakaradeng and Simbuang. Highly vulnerable areas are concentrated in the southern and eastern parts of the district, especially in areas with a combination of high rainfall, steep slopes and unstable geology. This research produced a landslide vulnerability zoning map that can be used as a reference in disaster mitigation planning and spatial planning of Tana Toraja Regency.

Keywords: landslide vulnerability, Composite Mapping Analysis, GIS, Tana Toraja, disaster mitigation

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Kabupaten Tana Toraja memiliki karakteristik geografis yang rentan terhadap bencana longsor karena kondisi topografi berbukit dan curah hujan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan longsor menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA) dengan mengintegrasikan enam parameter: curah hujan, keterenggan, penggunaan lahan, elevasi, jenis tanah, dan geologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor geologi memiliki bobot tertinggi (36.95%), diikuti oleh lereng (26.44%), dan curah hujan (18.17%). Berdasarkan zonasi kerawanan, 83.54% wilayah termasuk kategori aman, 9.51% tidak rawan berada di Mengkendek dan Rantetayo, 2.18% rawan yang berlokasi di Bittuang, Mappak, dan Massanda, serta 4.77% sangat rawan yang berada di Bonggakaradeng dan Simbuang. Wilayah dengan kategori sangat rawan terkonsentrasi di bagian selatan dan timur kabupaten, terutama di daerah dengan kombinasi curah hujan tinggi, lereng curam, dan kondisi geologi yang kurang stabil. Penelitian ini menghasilkan peta zonasi kerawanan longsor yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan mitigasi bencana dan tata ruang wilayah Kabupaten Tana Toraja.

Kata Kunci: kerawanan longsor, Composite Mapping Analysis, SIG, Tana Toraja, mitigasi bencana

1. Pendahuluan

Kabupaten Tana Toraja, yang terletak di wilayah perbukitan Sulawesi Selatan, memiliki karakteristik geografis yang rentan terhadap bencana longsor (DIBI BNPB, 2024). Kondisi topografi yang didominasi oleh lereng curam, jenis tanah yang kurang stabil, serta intensitas curah hujan yang tinggi menciptakan lingkungan yang sangat rentan terhadap kejadian tanah longsor (Permadi et al., 2018; Susanti et al., 2017). Bencana ini menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan wilayah, mengakibatkan kerusakan signifikan pada infrastruktur, lahan pertanian, hingga mengancam keselamatan masyarakat (Ramadhan & Muhamad Kurniawan, 2021).

Bencana longsor di Tana Toraja tidak hanya terjadi secara sporadis, tetapi juga berulang setiap tahun, terutama selama musim penghujan (Kurniawan et al., 2018; Saryal et al., 2014). Faktor-faktor seperti alih fungsi lahan hutan menjadi pemukiman atau lahan perkebunan memperburuk kondisi ini. Sebagai contoh, laporan dari BNPB menunjukkan bahwa longsor di wilayah ini seringkali diperparah oleh minimnya vegetasi penahan lereng, drainase yang buruk, dan aktivitas manusia yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, mitigasi berbasis data spasial diperlukan untuk memberikan solusi yang efektif dan berkelanjutan (Kurnia Darmawan dan Andri Suprayogi, 2015).

Salah satu tantangan utama dalam mitigasi bencana dalam konteks ini tanah longsor di Tana Toraja adalah kurangnya data spasial yang detail mengenai tingkat kerawanan longsor (Rahman, 2015). Peta kerawanan yang ada seringkali bersifat generalisasi dan kurang spesifik untuk kebutuhan perencanaan tata ruang lokal. Akibatnya, pemerintah daerah dan masyarakat tidak memiliki panduan yang memadai untuk melakukan langkah antisipasi atau intervensi. Dalam konteks ini, metode Composite Mapping Analysis (CMA) yang berbasis

Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi pendekatan yang relevan (Nurul Mukhlisa et al., 2023). Penelitian yang sejenis juga dilakukan oleh Mataburu et al. (2022) yang telah terbukti efektif dalam pemetaan bencana berbasis spasial dengan mengaplikasikan metode CMA pada analisis wilayah rawan banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk, dan berhasil menghasilkan klasifikasi kerawanan dengan akurasi tinggi melalui integrasi parameter fisik dan spasial seperti kemiringan, penggunaan lahan, dan jenis tanah. CMA memungkinkan integrasi berbagai parameter yang mempengaruhi longsor, seperti kelerengan, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan, untuk menghasilkan peta kerawanan yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter-parameter kerawanan longsor seperti kelerengan, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, dan pola drainase, menganalisis tingkat kerawanan longsor di Kabupaten Tana Toraja menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA) berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), serta memberikan rekomendasi pengelolaan risiko bencana melalui perencanaan tata ruang, rehabilitasi lahan kritis, dan edukasi masyarakat mengenai manajemen risiko bencana.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Tana Toraja yang beribukota di Makale secara geografis terletak di bagian Utara Provinsi Sulawesi Selatan, yang secara geografis memiliki topografi berbukit dan curam. Wilayah penelitian ini dipilih karena tingginya intensitas longsor yang dipicu oleh curah hujan tinggi, jenis tanah yang rentan, dan perubahan penggunaan lahan. Wilayah ini mencakup titik koordinat geografis 2° - 3° Lintang Selatan dan 119° - 120° Bujur Timur. Kabupaten Tana Toraja berbatasan dengan Kabupaten Toraja Utara di sebelah Utara,

Kabupaten Enrekang pada bagian Timur, Kabupaten Pinrang sebelah Selatan, dan

Provinsi Sulawesi Barat khususnya Kabupaten Mamasa pada bagian Barat.



Gambar 1 Lokasi Penelitian Kerawanan Longsor

2.2. Bahan Penelitian

Untuk mengetahui wilayah rawan tanah longsor ini, peneliti menggunakan metode *overlay GIS* dengan pembobotan skor pada 6 parameter, yaitu curah hujan, lereng, penggunaan lahan, elevasi, jenis tanah, dan geologi batuan, serta titik lokasi terjadinya longsor sebagai parameter pembanding dalam penentuan bobot dan skor. Analisis wilayah rawan longsor ini dilakukan pada *software* ArcGIS 10.8.

Berikut data-data yang digunakan pada penelitian ini:

1. Peta rata-rata curah hujan bersumber dari CHIRPS dengan rentang waktu 30 tahun.
2. Peta lereng didapatkan melalui hasil pengolahan terhadap data *digital elevation model* (DEM) yang berasal dari DEMNAS BIG.

3. Peta penggunaan lahan diperoleh melalui peta Rupa Bumi Indonesia yang di produksi oleh BIG
4. Peta elevasi didapatkan melalui hasil pengolahan terhadap data *digital elevation model* (DEM) yang berasal dari DEMNAS BIG.
5. Peta jenis tanah diperoleh dari hasil pengolahan data *digital soil map of the world* (DSMW) yang diproduksi oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO)
6. Peta geologi didapatkan melalui RBI yang di produksi oleh BIG
7. Plotting lokasi titik kejadian longsor berasal dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) BNPB dalam rentang waktu 2014-2024.

2.3. Pengolahan Data

Tingkat kerawanan tanah longsor ditentukan berdasarkan nilai bobot dan skor pada setiap parameter yang memengaruhi kerawanan

tersebut. Penentuan bobot dan skor dilakukan dengan menggunakan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA). Nilai bobot dan skor diperoleh dengan membandingkan nilai observasi dari kejadian longsor tertentu dengan nilai ekspektasi kejadian yang diperkirakan berdasarkan luasan wilayah (Mataburu et al., 2022). Nilai observasi menggambarkan jumlah kejadian longsor per satuan wilayah, sedangkan nilai ekspektasi mencerminkan proporsi kejadian yang seharusnya terjadi berdasarkan luas area tertentu.

Secara matematis, model CMA untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor dirumuskan sebagai berikut:

$$TRL = \sum_{i=1}^n (Wi \cdot Xi)$$

Di mana:

$$Wi = \frac{Mi}{\sum Mi}$$

$$Xi = \left(\frac{Oi}{Ei} \right) \cdot 100 \div \sum \left(\frac{Oi}{Ei} \right)$$

Keterangan:

- **TRL**: Tingkat Kerawanan Longsor.
- **Wi**: Bobot parameter ke-i.
- **Xi**: Skor faktor parameter ke-i.
- **Mi**: Rata-rata luas observasi pada setiap faktor kerawanan longsor.
- **Oi**: Jumlah observasi kejadian longsor.
- **Ei**: Jumlah ekspektasi kejadian longsor.

Metode overlay dilakukan terhadap semua parameter kerawanan longsor yang telah diberi bobot dan skor, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SIG untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan tanah longsor di wilayah penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Dalam analisis kerawanan longsor, parameter curah hujan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kejadian tanah longsor (Hidayat & Zahro, 2020). Curah hujan berkaitan langsung dengan tingkat kejenuhan tanah oleh air, yang dapat menyebabkan pelemahan kohesi tanah dan memicu longsor. Berdasarkan data, wilayah dengan curah hujan 2500-3000 mm memiliki luas terbesar (61.51%). Meskipun curah hujan di atas 3000 mm mencakup 38.46% wilayah dengan lebih banyak titik bencana, Hal ini menunjukkan bahwa area dengan curah hujan sedang lebih rawan longsor dibandingkan dengan area dengan curah hujan sangat tinggi, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi geologi atau penggunaan lahan.

Parameter kelerengan mempengaruhi kerawanan tanah longsor karena kemiringan lahan yang lebih curam cenderung meningkatkan risiko pergerakan tanah akibat gravitasi. Berdasarkan data yang dianalisis, area dengan kemiringan 25-45% mencakup luas terbesar, yaitu 94,6 ha (47,34%) dari total wilayah, dan menjadi lokasi bencana paling dominan dengan 21 titik longsor. Pada kemiringan lebih dari 45%, meskipun luasnya hanya 13,8 ha (6,93%), terdapat 25 titik longsor dengan rasio observasi/ekspektasi (O/E) sebesar 0,521, menunjukkan konsentrasi tinggi longsor. Sebaliknya, kemiringan landai 0-8% dan 8-15% memiliki risiko longsor yang rendah karena kemampuan tanah menahan pergerakan lebih baik, ditunjukkan oleh skor O/E yang sangat kecil. Secara keseluruhan, peningkatan risiko longsor sejalan dengan bertambahnya kemiringan, karena stabilitas tanah menurun pada lereng curam (Ridwan et al., 2019).

Pada parameter penggunaan lahan (*Land Use and Land Cover*) memainkan peran penting dalam menentukan kerawanan terhadap tanah longsor karena jenis penggunaan lahan memengaruhi stabilitas tanah dan risiko

erosi. Dari data yang ada, lahan dengan penggunaan seperti sawah dan pertanian lahan kering menunjukkan risiko tinggi dengan rasio observasi terhadap ekspektasi (O/E) sebesar 0,125 dan 0,119, serta skor kerawanan tertinggi masing-masing 0,445 dan 0,427. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia yang mengganggu struktur tanah, meningkatkan kerentanannya terhadap longsor. Sebaliknya, kawasan hutan lahan kering primer dan sekunder memiliki risiko yang lebih rendah, dengan skor O/E nol pada hutan primer karena vegetasi yang lebat membantu menjaga kestabilan tanah. Pemukiman dan lahan terbuka, meskipun memiliki luas kecil, juga tidak menunjukkan adanya titik longsor dalam data ini. Dengan demikian, intensitas aktivitas manusia dan tingkat vegetasi menjadi faktor utama dalam menentukan tingkat kerawanan longsor berdasarkan penggunaan lahan (Gilang Rupaka et al., 2015; Pratiwi et al., 2022).

Parameter elevasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kerawanan longsor, terutama karena kaitannya dengan kemiringan lereng dan distribusi curah hujan. Berdasarkan data, kawasan dengan elevasi 1000–1500 meter memiliki skor kerawanan tertinggi (0,479), diikuti oleh <1000 meter (0,365). Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas manusia di daerah rendah hingga menengah, seperti pertanian dan pemukiman, yang meningkatkan tekanan pada stabilitas tanah. Sebaliknya, daerah dengan elevasi >2000 meter memiliki skor nol, menunjukkan risiko longsor yang sangat rendah karena aktivitas manusia yang minimal dan keberadaan vegetasi alami yang padat. Dengan demikian, elevasi mencerminkan kerawanan yang beragam, di mana aktivitas manusia dan kondisi geomorfologi menjadi faktor utama yang berkontribusi pada tingkat kerawanan longsor.

Jenis tanah memainkan peran penting dalam menentukan kerawanan terhadap longsor karena perbedaan karakteristik fisik dan

kimia tanah memengaruhi stabilitas lereng (Rahman, 2015). Berdasarkan data, tanah Luvisol menunjukkan skor kerawanan tertinggi (0,299), yang mungkin disebabkan oleh tekstur dan kandungan organik tanah yang membuatnya lebih rentan terhadap erosi dan pelapukan di bawah pengaruh curah hujan tinggi. Andosol, yang biasanya memiliki struktur butiran stabil karena kandungan mineralnya, memiliki skor lebih rendah (0,186), tetapi tetap menunjukkan potensi kerawanan di lokasi dengan aktivitas manusia. Tanah Acrisol memiliki tingkat kerawanan bervariasi, tergantung distribusi dan tekstur tanah, sementara Ferralsols tidak mencatat kerawanan karena luasannya kecil dan aktivitas manusia minimal. Variasi ini menekankan pentingnya memperhatikan jenis tanah sebagai indikator dalam analisis risiko longsor.

Parameter geologi merupakan salah satu faktor dalam menentukan kerawanan terhadap longsor karena sifat batuan dan formasi geologi memengaruhi kestabilan tanah. Berdasarkan data, sedimen klastika sedang seperti batupasir memiliki skor tinggi (0,085) dengan 23 titik bencana, menunjukkan bahwa jenis batuan ini, meskipun cukup stabil, menjadi rentan di bawah kondisi erosi intensif atau curah hujan tinggi. Sedimen terumbu seperti batugamping juga mencatat skor kerawanan tinggi (0,733), yang dapat dikaitkan dengan porositas dan kelarutan batumannya yang memungkinkan infiltrasi air tinggi, sehingga melemahkan struktur lereng.

Tabel 1 Nilai Skor 6 Parameter Tingkat Kerawanan Longsor

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
a. Curah Hujan							
2000-2500mm	0.05564 8	0.03	0	0.000	0	0.0000	0.0
2500-3000mm	123.063 3	61.51	15	8.204	30.7561 6633	0.2668	0.7
>3000mm	76.9438 6	38.46	35	2.198	19.2299 2603	0.1143	0.3
Total	200.062 808	100	50	10.4026 16	49.9860 9237	0.3811	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
b. SLOPE							
0-8%	14.3397 6	7.17461381	1	0.06973 6174	3.58730 6905	0.01943 9701	0.03506 1919
8-15%	25.1198 6	12.56822251	0	0	0	0	0
15-25%	51.9414 2	25.98785679	3	0.05775 7374	12.9939 2839	0.00444 4951	0.00801 7022
25-45%	94.6197 5	47.34111066	21	0.22194 098	23.6705 5533	0.00937 6247	0.01691 1228
>45%	13.8472 5	6.928196224	25	1.80541 2627	3.46409 8112	0.52117 826	0.94000 983
Total	199.868 04	100	50	2.15484 7154	43.7158 8874	0.55443 9159	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
LULC							
Bandara / Pelabuhan	0.06064 4	0.048679886	0	0	0	0	0
Belukar	62.3435 8	50.04416501	16	0.25664 2304	25.0220 8251	0.01025 6632	0.03651 3666
Hutan Lahan Kering Primer	14.9310 4	11.98537892	0	0	0	0	0
Hutan Lahan Kering Sekunder	21.6986 7	17.41786118	1	0.04608 5774	8.70893 0591	0.00529 1783	0.01883 8777
Pemukiman	0.29143 4	0.233938622	0	0	0	0	0
Pertanian Lahan Kering	10.1949 7	8.183661589	5	0.49043 7932	4.09183 0795	0.11985 7823	0.42669 4484
Pertanian Lahan Kering Campur	53.6584 1	43.07244345	18	0.33545 5337	21.5362 2173	0.01557 6332	0.05545 1824
Savana / Padang rumput	28.6811 3	23.02279084	5	0.17433 0649	11.5113 9542	0.01514 418	0.05391 3362
Sawah	9.98193 9	8.012658279	5	0.50090 4684	4.00632 914	0.12502 8341	0.44510 1553
Tanah Terbuka	0.07056 8	0.056646035	0	0	0	0	0
Total	124.577 121	162.0782238	50	1.80385 6679	49.8547 0767	0.28089 8459	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

ELEV							
< 1000m	86.1222	43.02904336	26	0.30189 6607	21.5145 2168	0.01403 2225	0.36476 6172
>2500m	1.0728	0.536000679	0	0	0	0	0
1000-1500m	70.6618	35.30459807	23	0.32549 4114	17.6522 9904	0.01843 9191	0.47932 4781
1500-2000m	25.8345	12.90763381	1	0.03870 7929	6.45381 6906	0.00599 768	0.15590 9047
2000-2500m	16.4577	8.222724071	0	0	0	0	0
	200.149	100	50	0.66609 8651	45.6206 3762	0.03846 9096	1

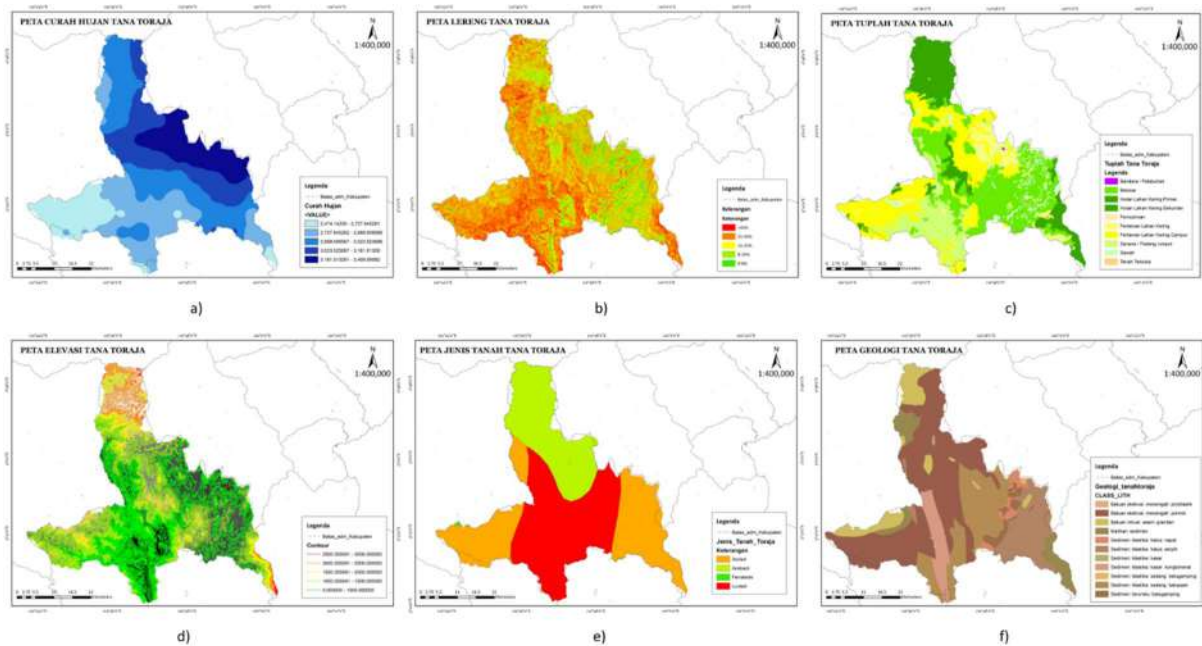
Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

SOIL							
Acrisol	33.4599 3	16.72477672	2	0.05977 2988	8.36238 8362	0.00714 7837	0.10638 0775
Acrisol	34.1335 8	17.06149727	8	0.23437 3306	8.53074 8634	0.02747 3944	0.40889 2851
Andosol	53.6556 3	26.81949519	9	0.16773 6359	13.4097 476	0.01250 854	0.18616 3752
Ferralsols	0.17992 3	0.089933601	0	0	0	0	0
Luvisol	78.6329 8	39.30429722	31	0.39423 6617	19.6521 4861	0.02006 0739	0.29856 2622
Total	200.062 043	100	50	0.85611 927	49.9550 332	0.06719 1059	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

GEOLOGI							
Malihan: sedimen	5.98867 7	2.99	0	0	0	0	0
Malihan: sedimen	7.70353 8	3.85	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: kasar Batuan ekstrusi:	0.27724 3	0.14	0	0	0	0	0
menengah: piroklastik	0.45827 4	0.23	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: sedang: batugamping	0.28326 7	0.14	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: halus: serpih	27.0768 4.22724	13.54	4	0.14772 7944	6.76792 7799	0.02182 7648	0.01229 8587
Sedimen: klastika: halus: napal	4.22724 3	2.11	1	0.23656 0803	1.05661 2133	0.22388 6132	0.12614 6574
Batuan intrusi: asam: granitan	0.64462 6	0.32	0	0	0	0	0
Batuan intrusi: asam: granitan	14.9233 7	7.46	1	0.06700 8993	3.73014 1327	0.01796 4197	0.01012 1761
Sedimen: klastika: sedang: batupasir	24.6322 9	12.31	23	0.93373 3729	6.15691 5154	0.15165 6098	0.08544 9228
Sedimen: klastika: sedang: batupasir	12.4385 5	6.22	2	0.16079 0446	3.10905 3076	0.05171 6855	0.02913 9384
Batuan ekstrusi: menengah: polimik	84.5981 1	42.29	12	0.14184 7141	21.1455 5266	0.00670 8131	0.00377 9635
Sedimen: terumbu: batugamping	4.63951 7	2.32	7	1.50877 7746	1.15966 1263	0.30105 0397	0.73306 4832
Sedimen: klastika: kasar: konglomerat	12.1460 9	6.07	0	0	0	0	0
Total	200.037 595	100	50	3.19644 6802	43.1258 6342	0.77480 9457	1

Sumber: Pemrosesan data



Gambar 2 a) Curah hujan, b) Lereng, C) Penggunaan Lahan, d) Elevasi, e) Jenis tanah, dan f) Geologi

3.2. Pembahasan

Hasil analisis menggunakan model CMA menunjukkan bahwa parameter jenis batuan merupakan faktor utama yang memengaruhi kerawanan longsor dengan nilai bobot tertinggi, yakni sebesar 0,774. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis batuan, terutama sedimen terumbu seperti batugamping, memiliki kontribusi signifikan terhadap kejadian longsor karena sifatnya yang mudah menyerap air dan rentan terhadap pelapukan (Aryaseto et al., 2022). Parameter lain yang memberikan kontribusi signifikan adalah curah hujan dan kemiringan lereng, masing-masing dengan bobot 0,45 dan 0,35, sesuai dengan Hidayat & Zahro (2020) menunjukkan bahwa wilayah dengan intensitas hujan tinggi pada lereng curam lebih rentan terhadap longsor. Kombinasi antara curah hujan yang tinggi dan kemiringan lereng yang tajam mempercepat proses erosi dan pergerakan massa tanah.

Selanjutnya, parameter tutupan lahan mencatat bobot 0,30, menurut Gilang Rupaka et al. (2015) penggunaan lahan seperti permukiman atau area terbuka tanpa vegetasi cenderung meningkatkan aliran permukaan air dan melemahkan kestabilan tanah, terutama pada daerah dengan hutan yang sudah mengalami konversi. Faktor jenis tanah juga memiliki bobot signifikan sebesar 0,126, yang menunjukkan bahwa tanah dengan tekstur halus seperti napal lebih rentan terhadap pelapukan akibat infiltrasi air yang lambat. Parameter pola aliran permukaan menyumbang nilai 0,085, menunjukkan bahwa daerah dengan pola aliran air yang terkonsentrasi memiliki risiko lebih tinggi terhadap longsor. Terakhir, elevasi memberikan bobot 0,03, yang mengindikasikan bahwa pembukaan lahan secara masif seperti pertanian di lereng gunung atau penggalian tanah untuk konstruksi juga dapat memicu longsor, meskipun dampaknya tidak sebesar parameter lainnya.

Tabel 2 Nilai Bobot Parameter Kerawanan Longsor Tana Toraja

No	Parameter	Observasi	
		Longsor	Bobot
1	Curah Hujan Penggunaan	0.38	18.17329329
2	Lahan	0.2808985	13.39602459
3	Geologi	0.7748095	36.95059974
4	Jenis Tanah	0.0671911	3.204336101
5	Lereng	0.5544392	26.44115824
6	Elevasi	0.0384691	1.834588047
Total		2.10	100

Sumber: Pemrosesan data

Dalam penelitian ini, Wilayah dengan tingkat kerawanan longsor dapat dikategorikan menjadi empat kelas, yaitu Aman, Tidak Rawan, Rawan, dan Sangat Rawan. Berdasarkan data yang tersedia, wilayah dengan kategori Aman memiliki luas paling besar, yaitu 1661 ha atau sekitar 83,54% dari total area dan terawan memiliki luas wilayah 94.77 ha atau sekitar 4.76% dari wilayah penelitian (Tabel 3).

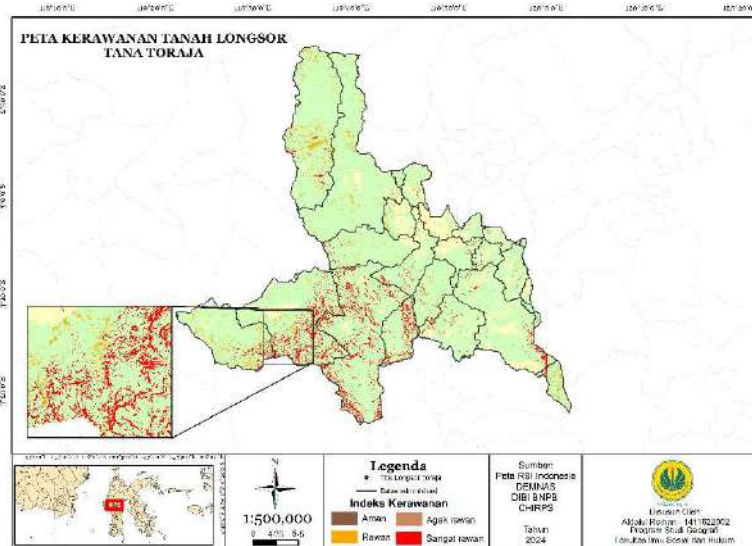
Tabel 3 Tingkat kerawanan longsor Tana Toraja

Tingkat Kerawanan	Luas (ha)	Luas (%)
Aman	1661	83.53576045
Tidak Rawan	189.16	9.513319956
Rawan	43.44	2.184704054
Sangat Rawan	94.77	4.766215543
Total	1988.37	100

Sumber: Pemrosesan data

Kabupaten Tana Toraja memiliki tingkat kerawanan tanah longsor yang bervariasi, terbagi menjadi empat kategori utama: aman, tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Wilayah dengan kategori aman meliputi 18 kecamatan, seperti Awan Rante Karua dan Baruppu, yang umumnya memiliki topografi lebih stabil. Kategori tidak rawan mencakup 4 wilayah, termasuk Rantetayo dan Gandangbatu Silanan, yang relatif memiliki risiko longsor lebih rendah.

Di sisi lain, terdapat 13 wilayah dalam kategori rawan, termasuk Bittuang yang mencatat jumlah kejadian tanah longsor tertinggi, yaitu 7 kejadian. Selain itu, wilayah dengan kategori sangat rawan mencakup 3 kecamatan, seperti Bonggakaradeng, Rano, dan Simbuang, yang masing-masing mencatat 3 kejadian tanah longsor.



Gambar 3 Peta Hasil Kerawanan Longsor

Berdasarkan analisis spasial dari peta kerawanan tanah longsor di Kabupaten Tana Toraja, terdapat pola distribusi kerawanan yang dipengaruhi oleh faktor topografi, curah hujan, penggunaan lahan, dan kondisi geomorfologi. Wilayah dengan kategori sangat rawan cenderung berada di area berbukit dan pegunungan yang memiliki kemiringan lereng curam. Faktor utama yang memengaruhi kerawanan ini adalah intensitas curah hujan tinggi, yang dapat memicu pergerakan tanah, serta kondisi tanah yang gembur atau tidak stabil. Lokasi-lokasi yang termasuk ke dalam kategori Sangat Rawan seperti Bonggakaradeng (34,96 ha), Simbuang (26,53 ha), dan Rano (9,51 ha) diharapkan untuk bersiap untuk mitigasi bencana tanah longsor. Juga pada area kategori rawan terdeteksi bahwa adanya pembukaan lahan untuk pertanian tanpa mempertimbangkan teknik konservasi tanah.

Secara spasial, zona sangat rawan terlihat mendominasi bagian selatan dan timur kabupaten. Daerah ini tidak hanya memiliki topografi curam tetapi juga menjadi kawasan dengan tingkat aktivitas manusia yang cukup tinggi, seperti pemukiman dan kegiatan agraris. Hal ini meningkatkan risiko longsor, terutama pada musim hujan. Sebaliknya, wilayah di bagian barat laut, seperti Masanda dan Bonggakaradeng,

menunjukkan tingkat kerawanan yang lebih rendah. Wilayah ini cenderung memiliki topografi yang lebih landai dan stabil, serta tutupan vegetasi yang lebih baik. Kondisi geomorfologi di daerah ini lebih mendukung kestabilan tanah, sehingga risiko longsor relatif minimal.

Penggunaan metode CMA pada penelitian rawan bencana dinilai unggul dalam mengaktifkan proses kuantifikasi risiko melalui pendekatan rasio observasi terhadap ekspektasi (O/E) yang dapat memetakan distribusi kerawanan secara objektif dan spasial. Meskipun demikian, metode CMA memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu kekurangannya adalah ketergantungan pada kelengkapan dan keakuratan data historis kejadian longsor. Jika data observasi tidak merata secara spasial atau temporal, hasil perhitungan rasio O/E bisa menjadi bias. Selain itu, CMA kurang memperhitungkan aspek temporal, sehingga tidak membedakan kejadian yang bersifat musiman atau ekstrem. Kekurangan lainnya adalah sifatnya yang deterministik, di mana hubungan antar variabel dianggap independen tanpa mempertimbangkan interaksi antar parameter.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa Kabupaten Tana Toraja memiliki tingkat kerawanan tanah longsor yang bervariasi, dipengaruhi oleh kombinasi faktor geologi, kelerengan, dan curah hujan sebagai parameter dominan. Berdasarkan analisis menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA), geologi memiliki bobot tertinggi sebesar 36,95%, diikuti oleh kelerengan sebesar 26,44% dan curah hujan sebesar 18,17%. Zonasi kerawanan yang dihasilkan mengklasifikasikan wilayah ke dalam empat kategori, yaitu aman (83,54%), tidak rawan (9,51%), rawan (2,18%), dan sangat rawan (4,77%), dengan konsentrasi kerawanan tertinggi berada di bagian selatan dan timur kabupaten, seperti Boggakaradeng, Simbuang, dan Rano.

Daftar Pustaka

- Aryaseta, B., Wardhani, P. C., & Zainab, S. (2022). Studi Eksperimental Sifat Fisik dan Mekanik Batu Gamping. *KERN : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1).
<https://doi.org/10.33005/kern.v8i1.64>
- Badan Penanggulangan Bencana Nasional. (2024). *Kawasan rawan tanah longsor ada di setiap provinsi*.
- Gilang Rupaka, A. P., Suharyanto, S., & Sudarno, S. (2015). Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Pada Daerah Rawan Tanah Longsor Di Kabupaten Tegal. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2).
<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v12i2.52-56>
- Hidayat, R., & Zahro, A. A. (2020). Penentuan Ambang Curah Hujan untuk Memprediksi Kejadian Longsor. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(1).
<https://doi.org/10.32679/jsda.v16i1.483>
- Kurnia Darmawan dan Andri Suprayogi. (2015). Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Banjarnegara). *I Wayan Eka Swastikayana*, P42, 4(1).
- Kurniawan, A., Budisusanto, Y., & RJ, A. R. (2018). Analisa Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor Pada Curah Hujan Rendah Dan Curah Hujan Tinggi Di Kawasan Gunung Wilis. *Geoid*, 14(1), 75.
<https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i1.3933>
- Mataburu, I. B., Handawati, R., & Nugratama Hijrawadi, S. (2022). Analisis wilayah rawan banjir DAS Cimanuk hulu menggunakan model complete mapping analysis dan SIG. *Jurnal Georafflesia*, 7(1).
- Nurul Mukhlisa, A., Faisal, M. M., & Surya Ashari, A. (2023). *Penerapan Metode Skoring Dan Weighted Overlay Dalam Menaksir Tingkat Kerawanan Longsor Kecamatan Camba, Kabupaten Maros*.
- Permadi, M. G., Tjahjono, B., & Baskoro, D. P. T. (2018). Identifikasi Daerah Risiko Bencana Longsor di Kota Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 20(2).
<https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.86-94>
- Pratiwi, S. F., Manessa, M. D. M., & Supriatna, S. (2022). Kajian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Tanjungsari terhadap RTRW Kabupaten Bogor. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 10(1).
<https://doi.org/10.14710/jwl.10.1.86-96>
- Rahman, A. Z. (2015). Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Banjarnegara. *GEMA PUBLICA*, 1(1).
<https://doi.org/10.14710/gp.1.1.2015.1-14>
- Ramadhan, A., & Muhamad Kurniawan. (2021). Evaluasi Pengembangan Tata Ruang Wilayah Terhadap Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor. *Jurnal*

Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL), 5(2).
<https://doi.org/10.22236/jgel.v5i2.7019>

- Ridwan, A., Muhandi, & Yusa, M. (2019). Identifikasi Stabilitas Lereng Tanah Longsor Menggunakan Metode Elemen Hingga. *JURNAL TEKNIK*, 13(2).
<https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3598>
- Sarya1, G., Andriawan2, A. H., & Ridho'i3, A. (2014). Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal di Desa Wonodadi Kulon. In *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Desember* (Vol. 01, Issue 01).
- Susanti, P. D., Miardini, A., & Harjadi, B. (2017). Analisis Kerentanan Tanah Longsor Sebagai Dasar Mitigasi Di Kabupaten Banjarnegara (Vulnerability analysis as a basis for landslide mitigation in Banjarnegara Regency). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1).
<https://doi.org/10.20886/jppdas.v1i1.2502.g2073>

Interaksi desa-kota pada kota-kota kecil di Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan

Mhd. Anas Kautsar^{1*}, Afitzka Al Zahwa², Citra Aulia³, Riski Fanni Lumban Gaol⁴, Tondang Raja Pangihutan Purba⁵

^{1,2,3,4,5} Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan, Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

^{*}) Email Korespondensi: anaskautsar7@gmail.com

Abstract

Sitasi:

Kautsar, MA¹, Zahwa, A.A², Aulia, C³, Gaol, RFL⁴, Purba, TRP⁵ (2023). *Interaksi desa-kota pada kota-kota kecil di Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 9 April 2025
Disetujui: 16 April 2025
Publikasi: 23 Mei 2025

This study examines the dynamics of interactions between villages and small towns in Medan City and Percut Sei Tuan Sub-district, North Sumatra. Rural-urban interactions are crucial in supporting sustainable regional development, especially in terms of population mobility, distribution of goods and services, and knowledge exchange. The approach used is gravity analysis and evaluation of spatial factors that influence the strength of inter-regional interactions. Secondary data from BPS and interactive maps were used to identify distribution patterns and intensity of relationships between villages and towns. The results show that villages with adequate infrastructure and high population, such as Tembung Village, have a very strong level of interaction with Medan City. The small town in this study serves as a node for trade and distribution of village products. However, there are challenges in the form of gaps in access to infrastructure, education and health between regions. The findings suggest the need for integrated planning that supports regional connectivity and village economic strengthening. This research provides an important basis for policy makers in designing more inclusive and equitable regional development strategies.

Keyword: Rural-urban interaction, Medan City, Percut Sei Tuan subdistrict, gravity analysis

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Penelitian ini mengkaji dinamika interaksi antara desa dan kota kecil di wilayah Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan, Sumatera Utara. Interaksi desa-kota menjadi krusial dalam mendukung pembangunan wilayah yang berkelanjutan, terutama dalam hal mobilitas penduduk, distribusi barang dan jasa, serta pertukaran pengetahuan. Pendekatan yang digunakan adalah analisis gravitasi dan evaluasi faktor-faktor spasial yang memengaruhi kekuatan interaksi antarwilayah. Data sekunder dari BPS dan peta interaktif digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi dan intensitas hubungan antar desa dan kota kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desa-desa dengan infrastruktur memadai dan populasi yang tinggi, seperti

Desa Tembung, memiliki tingkat interaksi yang sangat kuat dengan Kota Medan. Kota kecil dalam penelitian ini berfungsi sebagai simpul perdagangan dan distribusi hasil produksi desa. Namun, terdapat tantangan berupa kesenjangan akses infrastruktur, pendidikan, dan kesehatan antar wilayah. Temuan ini menunjukkan perlunya perencanaan terpadu yang mendukung konektivitas wilayah dan penguatan ekonomi desa. Penelitian ini memberikan dasar penting bagi pengambil kebijakan dalam merancang strategi pembangunan wilayah yang lebih inklusif dan merata.

Kata Kunci: Interaksi desa-kota, Kota Medan, Kecamatan Percut Sei Tuan, analisis gravitasi

1. Pendahuluan

Interaksi antara desa dan kota merupakan fenomena yang semakin penting dalam kajian perencanaan wilayah dan pengembangan ekonomi, khususnya di wilayah Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan. Hubungan timbal balik antara keduanya memainkan peran vital dalam memengaruhi dinamika sosial dan ekonomi, serta pembangunan di masing-masing wilayah. Kota kecil di sekitar Medan mengalami pertumbuhan pesat yang tidak terlepas dari interaksi dengan desa-desa di sekitarnya, yang mencakup mobilitas penduduk, aliran barang dan jasa, serta transfer pengetahuan dan teknologi.

Kota Medan, sebagai pusat ekonomi dan perdagangan di Sumatera Utara, memiliki peran strategis dalam menghubungkan desa-desa dengan pasar yang lebih luas. Kabupaten Kecamatan Percut Sei Tuan, yang berbatasan langsung dengan Medan, berfungsi sebagai wilayah penyangga yang mendukung aktivitas ekonomi kota. Desa-desa di Kecamatan Percut Sei Tuan memiliki potensi sumber daya alam dan produk pertanian yang penting untuk memenuhi kebutuhan pangan kota. Peningkatan konektivitas juga membawa transformasi dalam aspek sosial dan ekonomi di desa-desa tersebut.

Namun, dinamika interaksi tidak selalu berjalan lancar. Tantangan seperti ketimpangan akses infrastruktur,

kesenjangan ekonomi, dan perubahan pola mata pencaharian menjadi isu yang perlu diteliti lebih lanjut. Pola interaksi antara desa dan kota kecil di wilayah ini mencerminkan hubungan simbiosis yang kompleks. Mobilitas penduduk dari desa ke kota kecil untuk bekerja menunjukkan adanya ketergantungan ekonomi, sementara distribusi barang dan jasa dari desa ke kota berpengaruh pada efisiensi pasar dan kesejahteraan masyarakat.

Selain itu juga, desa-desa harus memanfaatkan peluang yang ada dari berkembangnya sektor industri dan perdagangan di kota kecil. Meskipun terdapat kesempatan untuk menjual produk unggulan seperti hasil pertanian dan kerajinan tangan, banyak desa menghadapi kendala seperti kurangnya akses ke pasar yang lebih luas, keterbatasan modal, dan rendahnya pemanfaatan teknologi yang menghambat pengoptimalan potensi mereka.

Dilihat dari perspektif kota kecil, interaksi yang baik dengan desa-desa sekitarnya adalah kunci dalam menunjang pertumbuhan ekonomi. Kota kecil sering berfungsi sebagai pusat perdagangan yang menyerap hasil produksi dari desa, sehingga pola distribusi barang menjadi penting untuk diteliti. Efisiensi distribusi tidak hanya menentukan harga jual di pasar, Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam tentang dinamika interaksi desa-kota, potensi desa, serta pola aliran

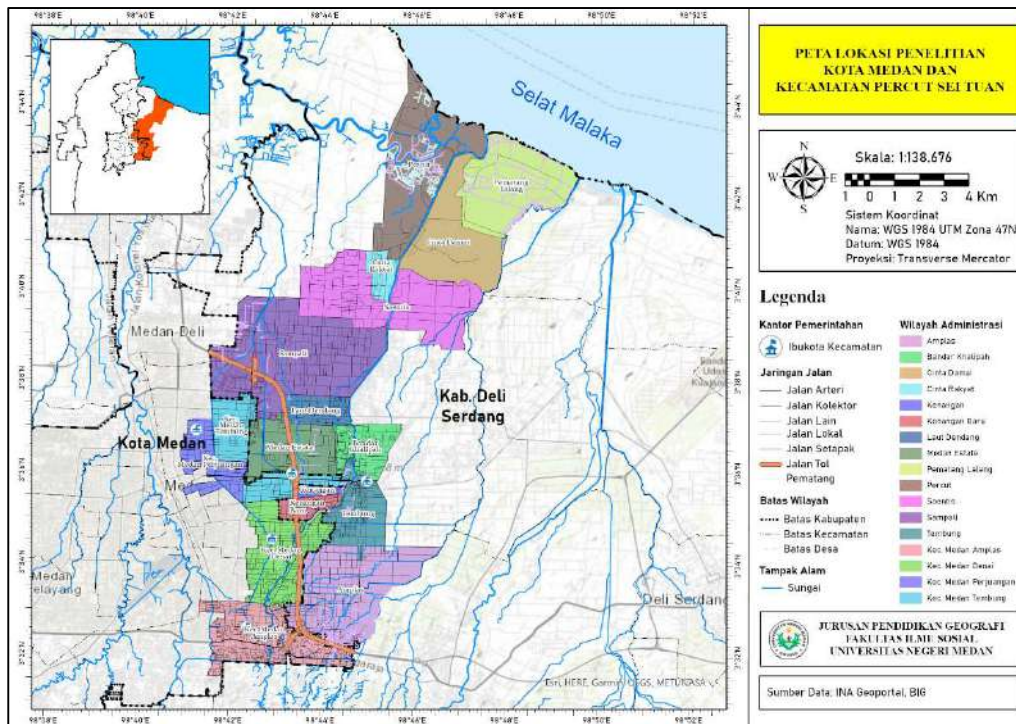
distribusi barang. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dalam perencanaan pembangunan wilayah yang berkelanjutan dan menjadi dasar bagi pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan yang mendukung penguatan hubungan antara desa dan kota kecil. Dengan demikian, diharapkan tercipta keseimbangan pembangunan yang lebih merata di wilayah tersebut, tetapi juga mempengaruhi daya saing ekonomi di

wilayah Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan.

2. Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kota Medan dan Kawasan Sekitar Kota Medan terutama di Kabupaten Kecamatan Percut Sei Tuan. Waktu Penelitian dilakukan pada bulan Maret tahun 2025.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (source: Hasil Analisis Data, 2025)

Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini yaitu: Kecamatan-kecamatan yang ada di Kota Medan dan Desa-desa di Kabupaten Kecamatan Percut Sei Tuan. Sampel pada penelitian ini yaitu: Data Kecamatan Medan Tembung, Kecamatan Medan Perjuangan, Kecamatan Medan Denai, dan Kecamatan Medan Amplas, serta desa-desa yang ada di Kecamatan Percut Sei Tuan yang terletak di Kabupaten Deli Serdang yaitu: Desa Laut Dendang, Desa Sampali, Desa Medan Estate, Desa Kenangan, Desa Kenangan Baru, Desa Amplas, Desa

Tembung, Desa Bandar Khalipah, Desa Percut, Desa Cinta Damai, Desa Cinta Rakyat, Desa Saentis, dan Desa Pematang Lalang.

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan Pengumpulan Data Sekunder, Data sekunder akan dikumpulkan yang berasal dari dokumen BPS Kecamatan dan Kabupaten/Kota Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Beberapa data yang akan dikumpulkan yaitu:

1. data jumlah penduduk
2. jarak antar wilayah,
3. klasifikasi desa kota,
4. komoditas desa kota,
5. kepadatan penduduk
6. kondisi perekonomian wilayah

Teknik Analisis Data

Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan analisis gravitasi dan analisis faktor yang mempengaruhi interaksi spasial (keruangan). Analisis gravitasi, dengan cara menghitung besar interaksi antar wilayah dengan menggunakan data jumlah penduduk dan data jarak antar wilayah yang berinteraksi, kemudian untuk analisis faktor yang mempengaruhi interaksi keruangan dengan cara menentukan wilayah yang memiliki interaksi berdasarkan *Region Complementarity, Intervening Opportunity, Spatial Transferability* melalui tahap pengkodean hasil wawancara di wilayah desa kota.

Rumus mencari analisis gravitasi:

$$I_{ij} = \frac{P_i \times P_j}{D_{ij}}$$

Keterangan:

I_{ij} = Intensitas interaksi antara desa (i) dan kecamatan (j).

P_i = Jumlah penduduk desa di Kecamatan Percut Sei Tuan.

P_j = Jumlah penduduk kecamatan di Kota Medan.

D_{ij} = Jarak antara desa dan kecamatan (dalam km).

Kategori Interaksi

- Interaksi Kuat: $I_{ij} > 50$ juta
- Interaksi Sedang: $20 \text{ juta} \leq I_{ij} \leq 50$ juta
- Interaksi Lemah: $I_{ij} < 20$ juta

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Kota kecil di Kecamatan Percut Sei Tuan

Kota kecil memiliki kedudukan dan peran yang strategis dalam pengembangan kawasan perdesaan. Kota kecil sebagai kota orde terendah sebagai jembatan penghubung antara kawasan perdesaan yang bersifat agraris dengan kota lain yang lebih besar. Kota kecil selain menjadi pusat kegiatan administrasi juga menjadi pusat pengumpulan produksi kawasan perdesaan untuk selanjutnya disalurkan ke daerah lain. Untuk Indonesia, studi NUDS menyarankan bahwa ukuran kota kecil di Jawa adalah 20.000-75.000 jiwa dan 20.000- 50.000 untuk di luar Jawa. Secara umum, kota berpenduduk antara 5.000 sampai 100.000 dapat disebut Kota Kecil.

Tabel 1. Tabel Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Medan dan Percut Sei Tuan

No	Kecamatan	Jumlah penduduk (jiwa)
1	Medan Tembung	153.559
2	Medan Perjuangan	109.963
3	Medan Amplas	133.332
4	Medan Denai	177.820
5	Percut sei tuan	59.011

Sumber: BPS Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan, 2024

Desa Kota di Kecamatan Percut Sei Tuan dan Kota Medan

Desa perkotaan merupakan daerah yang dicirikan dengan struktur masyarakat berbasis perdagangan dan jasa, kepadatan penduduk rapat, penduduk tinggal secara berkelompok, tenaga berpendidikan relatif tinggi, sistem organisasi kerja yang kompleks berbasis kegiatan formal. Untuk klasifikasi desa perkotaan diperoleh pada Peraturan Kepala (Perka) Badan Pusat Statistik (BPS) Nomor 37 Tahun 2010 tentang Klasifikasi Perkotaan dan Pedesaan di Indonesia, Buku 2 (Jawa). Dalam Perka BPS tersebut diklasifikasikan perdesaan dan desa perkotaan, pengklasifikasian

berdasarkan pada kriteria: (1) kepadatan penduduk; (2) persentase rumah tangga pertanian; dan (3) kelengkapan fasilitas

perkotaan, seperti sarana pendidikan formal, sarana kesehatan umum, dan sebagainya.

Tabel 2. Klasifikasi status desa perkotaan dan perdesaan

No	Kabupaten/Kota	Kecamatan	Jumlah Desa	Status Desa	
				Perkotaan	Perdesaan
1.	Kota Medan	Medan Tembung	7	Indra Kasih Sidorejo Hilir Sidorejo Bantan Timur Bandar Selamat Bantan Tembung	-
		Medan Perjuangan	9	Pandu Hilir Sei Kera Hulu Pahlawan Sei Kera Hilir I Sei Kera Hilir II Sidorame Timur Sidorame Barat II Siderome Barat I Tegal Rejo	
		Medan Amplas	7	Harjosari II Sitirejo II Sitirejo III Harjosari I Amplas Timbang Deli	Bangun Mulia
		Medan Denai	6	Binjai Medan Tenggara Denai Tegal Sari Mandala III Tegal Sari Mandala II Tegal Sari Mandala I	
2.	Kecamatan Percut Sei Tuan	Percut Sei Tuan	13	Percut Cinta Damai Cinta Rakyat Saentis Medan Estate Sampali Laut Dendang Kenangan Kenangan Baru Amplas Tembung Bandar Khalippah	Pematang Lalang

Sumber: Hasil Analisis Data, 2025

Desa Kota yang saling berinteraksi di Kecamatan Percut Sei Tuan dengan Kota Medan

Ciri utama yang menandai adanya keterkaitan desa dan kota adalah adanya tinjauan terhadap keterkaitan desa dan kota (rural urban linkage) ditunjukkan dengan adanya aliran barang, informasi, penduduk,

dan permodalan (keuangan) sehingga hal tersebut diperlukan dalam perwujudan pemerataan pembangunan (Hariyanto, 2015). Adapun desa dalam penelitian ini yang memiliki status Desa Kota, yaitu terdiri dari 41 desa perkotaan, yang tersebar di 5 kecamatan yang terletak di 2 kabupaten/kota yaitu Kota Medan dan

Kabupaten Deli Serdang. Desa Kota yang dimaksud tertera pada tabel diatas

Model Gravitasi

Model gravitasi menggunakan acuan jumlah penduduk dan jarak. Untuk mengidentifikasi desa kota yang saling berinteraksi antara kecamatan Percut Sei

Tuan dengan Kota Meda menggunakan teori gravitasi untuk mengukur suatu hubungan atau kekuatan interaksi.dalam mengukur interaksi variabel diperlukan berupa data seperti jumlah Penduduk, Jarak desa ke ibukota kecamatan, kepadatan penduduk tiap desa/kelurahan.

Tabel 3. Jumlah penduduk,kepadatan penduduk dan jarak desa ke ibukota kecamatan

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Jarak Desa/Kelurahan Ke Ibu Kota Kecamatan (km)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (ribu)
1	Medan Tembung	Indra Kasih	5	25.184	15.469
		Sidorejo Hilir	5	21.722	18.016
		Sidorejo	4	21.621	18.027
		Bantan Timur	2	17.430	28.081
		Bandar Selamat	0,7	21.105	22.873
		Bantan	2	34.367	23.549
		Tembung	2	12.130	14.755
Total				153.559	19.542
2	Medan Perjuangan	Pandu Hilir	5	8.637	16.377
		Sei Kera Hulu	4	9.994	33.559
		Pahlawan	3	10.033	25.095
		Sei Kera Hilir I	3	12.061	23.784
		Sei Kera Hilir Ii	1,5	9.777	29.881
		Sidorame Timur	2	12.192	27.069
		Sidorame Barat Ii	2	9.502	20.888
		Siderame Barat I	1,5	10.641	20.959
		Tegal Rejo	0,2	27.126	26.214
Total				109.963	24.398
3	Medan Amplas	Harjosari Ii	3,5	37.266	12.606
		Sitirejo Ii	2,5	8.906	17.664
		Sitirejo Iii	3,5	12.330	21.862
		Harjosari I	0,5	35.574	18.014
		Amplas	5	16.934	17.454
		Timbang Deli	5	19.028	6.340
		Bangun Mulya	7	3.294	5.249
Total				133.332	12.581
4	Medan Denai	Binjai	1,8	52.510	15.722
		Medan Tenggara	2,7	21.522	10.543

		Denai	2,4	23.866	15.220
		Tegal Sari Mandala Iii	0,75	41.017	34.081
		Tegal Sari Mandala li	1	26.146	32.634
		Tegal Sari Mandala I	1,2	12.759	26.367
	Total			177.820	18.841
5	Percut Sei Tuan	Percut	12	16.116	1516,27
		Cinta Damai	17	5.482	466,16
		Cinta Rakyat	10	15.816	10686,49
		Saentis	9	20.032	834,67
		Pematang Lalang	15	1.565	77,86
		Medan Estate	5	11.154	1616,52
		Sampali	8	26.878	1123,19
		Laut Dendang	5	16.194	9525,88
		Kenangan	3	19.661	15481,10
		Kenangan Baru	4	19.520	27111,11
		Amplas	3	11.503	3710,65
		Tembung	1	47.528	8883,74
		Bandar Khalipah	2	41.909	5780,55
	Total			211.449	86814,19

Sumber: BPS Kota Medan dan Kecamatan Percut Sei Tuan, 2024

Klasifikasi dan interaksi antar desa kota yang berada di kota-kota kecil di kawasan pesisir DIY dilakukan dengan menentukan tingkatan klasifikasi. klasifikasi aksesibilitas dan interaksi antar antar desa kota yang berada di kota-kota kecil di kawasan pesisir DIY yaitu terdiri dari interaksi klasifikasi tinggi, sedang dan rendah. Hal ini diukur melalui formulasi interval antar kelas sebagai berikut (Hikmah, 2018):

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{Nilai kelas tertinggi} - \text{Nilai kelas terendah}}{\text{Jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{171.681.930 - 1.765.568}{3} = 56.638.787$$

Klasifikasi interaksi klasifikasi Kuat, sedang dan lemah, dapat digolongkan menjadi :

- 56.638.787 - 171.681.930 (Interaksi Kuat)
- 26.146.558 - 37.965.888 (Interaksi sedang)
- 1.765.568 - 5.081.145 (Interaksi Lemah)

Tabel 1. Hasil Nilai Interaksi desa kota antara Kecamatan Percut Sei Tuan dengan Kota Medan

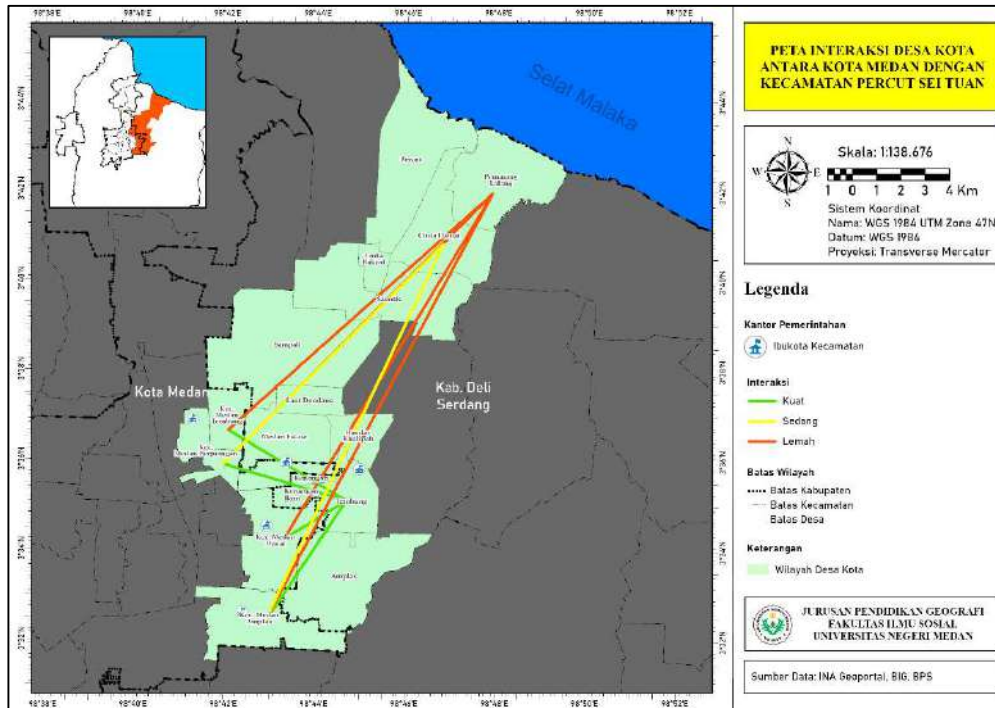
Nama Desa	Interaksi Dengan			
	Medan Tembung	Medan Denai	Medan Amplas	Medan Perjuangan
Percut	195,802,764	200,217,126	193,955,540	187,290,482
Cinta Damai	51,466,760	51,890,001	49,884,060	47,781,386
Cinta Rakyat	217,778,939	224,560,086	218,544,316	212,081,610
Saentis	295,533,526	306,298,525	298,944,747	290,999,856
Medan Estate	230,378,062	246,349,722	244,786,996	243,047,054
Sampali	427,035,596	445,225,110	435,989,206	425,945,439
Laut Dendang	334,475,734	357,664,282	355,395,429	352,869,284
Kenangan	507,605,240	558,304,990	564,246,501	571,220,863

Kenangan Baru	447,968,817	485,013,440	485,506,645	486,106,560
Amplas	296,983,016	326,645,761	330,121,942	334,202,410
Tembung	1,636,095,950	1,889,485,145	1,970,215,150	2,071,282,122
Bandar Khalipah	1,236,572,941	1,388,417,230	1,421,416,123	1,461,123,757
Pematang Lalang	16,161,989	16,372,865	15,780,444	15,156,242

Sumber: Hasil Analisis Data, 2025

Keterangan:

- Nilai interaksi > 50 juta : Interaksi kuat
- Nilai interaksi 20 – 50 juta : Interaksi sedang
- Nilai interaksi < 20 juta : Interaksi lemah



Gambar 2. Peta Interaksi Desa Kota Antara Kota Medan Dengan Kecamatan Percut Sei Tuan (source: Hasil Analisis Data, 2025)

Dari peta diatas dapat dijelaskan bahwa interaksi desa kota paling kuat terjadi antara Desa Tembung dengan Kecamatan Medan Tembung, Kecamatan Medan Denai, Kecamatan Medan Amplas dan Kecamatan Medan Perjuangan yang masing-masing secara berurut nilai interaksinya yaitu 1.636.095.950, 1.889.485.145, 1.970.215.150, dan 2.071.282.122. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi Desa Tembung dengan Kota Medan sangat kuat dan sering terjadi. Faktor penyebabnya bisa karena jumlah penduduk, kepadatan penduduk, tingkat perekonomian (PDRB) dan faktor lainnya.

3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, interaksi antara desa dan kota kecil di Kecamatan Percut Sei Tuan dan Kota Medan menunjukkan pola hubungan yang kompleks dan saling mempengaruhi. Kota kecil dalam konteks ini berperan sebagai pusat perdagangan dan jasa yang menghubungkan desa-desa dengan pusat kota yang lebih besar. Dari hasil analisis gravitasi, diketahui bahwa interaksi desa-kota di beberapa wilayah memiliki intensitas yang tinggi, yang ditunjukkan oleh aliran barang, tenaga kerja, dan mobilitas penduduk yang signifikan.

Salah satu faktor utama yang mendukung interaksi kuat antara desa dan kota kecil adalah infrastruktur transportasi. Desa-desa yang memiliki akses jalan yang baik dan jaringan transportasi yang memadai cenderung lebih aktif dalam kegiatan perdagangan dan distribusi barang. Sebagai contoh, Desa Tembung memiliki interaksi yang sangat kuat dengan beberapa kecamatan di Kota Medan, seperti Kecamatan Medan Tembung dan Medan Denai. Hal ini dapat dikaitkan dengan faktor jumlah penduduk, kepadatan penduduk, serta perkembangan ekonomi yang pesat.

Selain itu, faktor ekonomi juga menjadi pendorong utama dalam interaksi desa kota. Banyak penduduk desa yang bekerja di sektor perdagangan, industri, dan jasa di kota kecil maupun Kota Medan, sementara desa-desa menjadi pemasok utama hasil pertanian dan bahan pangan bagi kota kecil. Namun, meskipun interaksi yang terjadi cukup intens, masih terdapat beberapa kendala seperti kesenjangan akses terhadap fasilitas pendidikan dan kesehatan antara desa dan kota kecil. Analisis menunjukkan bahwa tidak semua desa memiliki tingkat interaksi yang sama. Beberapa desa dengan akses terbatas atau jumlah penduduk yang rendah menunjukkan interaksi yang lemah. Hal ini menunjukkan perlunya perbaikan dalam aspek infrastruktur, kebijakan ekonomi, serta pemberdayaan masyarakat desa untuk meningkatkan kesejahteraan mereka.

Daftar Pustaka

- Arifin, Z. (2021). Model gravitasi ekonomi spasial wilayah Sumatera. *Jurnal Analisis Manajemen*, 7(2), 55–66.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Kecamatan Medan Amplas dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kota Medan.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Kecamatan Medan Denai dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kota Medan.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Kecamatan Medan Perjuangan dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kota Medan.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Kecamatan Medan Tembung dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kota Medan.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengungkapkan bahwa interaksi desa-kota di Kecamatan Percut Sei Tuan dan Kota Medan bersifat dinamis dan sangat dipengaruhi oleh faktor geografis, ekonomi, dan sosial. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai interaksi ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam merancang kebijakan yang lebih efektif untuk meningkatkan pembangunan wilayah secara merata.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa interaksi antara desa dan kota kecil di Kecamatan Percut Sei Tuan dan Kota Medan sangat dipengaruhi oleh faktor ekonomi, infrastruktur, dan mobilitas penduduk. Desa-desa yang memiliki akses jalan yang baik dan jumlah penduduk yang besar cenderung memiliki interaksi yang lebih kuat dengan kota kecil dan Kota Medan. Kota kecil berperan sebagai pusat perdagangan dan jasa yang menjadi penghubung antara desa dengan pasar yang lebih luas.

Namun, terdapat beberapa kendala dalam interaksi ini, seperti ketimpangan akses terhadap fasilitas pendidikan dan kesehatan, serta kesenjangan ekonomi antara desa dan kota kecil. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembangunan yang lebih merata untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa dan memperkuat hubungan ekonomi antara desa dan kota kecil.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang. (2024). Kecamatan Percut Sei Tuan dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang.
- Hendri, S., & Tampubolon, R. J. (2023). Kajian penataan kawasan di Kecamatan Percut Sei Tuan. *JAUR (Journal of Architecture and Urbanism Research)*, 6(2), 188–197. <https://doi.org/10.31289/jaur.v6i2.9448>
- Meka, A. H., Sugiarto, A., & Hidayat, W. (2025). The impact of traffic in the Medan industrial estate on the social and economic community of Amplas Village, Percut Sei Tuan, Deli Serdang Regency, North Sumatra. *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, 2(1), 1–7.
- Muhammad, D. (2024). Pemetaan kerapatan bangunan pada tahun 2018 dan 2023 menggunakan Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) di Kota Sukabumi. *Jurnal Sains Geografi*, 2(1), 31–40. Retrieved from <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jsg/article/view/42253>
- Nasir, M. (2016). Hinterland Medan City between Binjai City: A gravitation approach. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 17(1), 1–10.
- Nahar, F. H., Adha, M. A., Azizurrohman, M., Ulfi, I., & Karimah, H. (2019). International tourism demand in Indonesia: Gravity model approach. *JEJAK: Jurnal Ekonomi dan Kebijakan*, 12(2), 413–427.
- Papur, A. N., Yusliana, & Hidayati, S. R. (2022). Interaksi desa kota pada kota-kota kecil di kawasan pesisir DIY. *MATRA: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 3(1), 11–20.
- Ristanto, D. (2024). Indonesia's potential trade flow to EAEU countries: The gravity model approach. *Jambura Equilibrium Journal*, 6(2), 121–134.
- Sadam, S. (2024). Penggunaan SIG Untuk Menentukan Biaya dan Melihat Integrasi Transportasi Umum KRL dan Transjakarta di Jakarta. *Jurnal Sains Geografi*, 2(1), 1–10. Retrieved from <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jsg/article/view/41996>
- Santoso, B. (2017). ANDALALIN: Analisis dampak lalu lintas dan solusi mitigasi di kawasan industri. *Jurnal Perencanaan Wilayah*, 8(4), 300–312.
- Soepono, P. (1985). Model gravitasi sebagai alat pengukur hinterland dari central place: Suatu kajian teoritik. *Journal of Indonesian Economy and Business*, 1(1), 25–33.
- Sari, M. (2018). Analisis dampak lalu lintas terhadap kualitas hidup masyarakat di kawasan industri. *Jurnal Transportasi dan Pembangunan*, 5(2), 85–97.
- Ulum, A. M., Hairuddin, H., Arifin, M., Rahmad, R., & Adnan, A. (2024). Analisis kebutuhan fasilitas lalu lintas di kawasan industri (sekitar Jl. Karaeng Patingalloang Kota Makassar). *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 3(3), 67–80.
- Usman, A. K., Pravitasari, A. E., & Putranto, S. A. (2023). Dampak industri terhadap kualitas hidup masyarakat di sekitar kawasan industri di Kabupaten Morowali. *EnviroScienteeae*, 19(1), 25–34.
- Wahyudi, S. T., & Anggita, R. S. (2015). The gravity model of Indonesian bilateral trade. *International Journal of Social and Local Economic Governance*, 1(2), 153–156.
- Yafi, M. A., & Adyanti, A. S. (2024). Determinants of Indonesia's plantation commodities trade flows with ASEAN: Insights from a gravity model approach. *Agriecobis: Journal of Agricultural Socioeconomics and Business*, 7(2), 98–107.
- Yuniarti, D. (2009). Analisis determinan perdagangan bilateral Indonesia pendekatan gravity model. *Economic Journal of Emerging Markets*, 12(2), 183–197.
- Yusuf, M. (2021). Analisis dampak lalu lintas pembangunan pabrik PT. Biotek Farmasi Indonesia. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(1), 77–91.

Analisis Distribusi Kepadatan Penduduk Di Provinsi Sumatera Utara: Studi Berdasarkan Data Sensus Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020

Pradipa Nasywa Syukri^{1*}, Lili Pratiwi², Muhammad Arif³, Eka Suci Anja Kusumawati⁴, Ahmad Jabir Ihsan⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

^{*)} Email Korespondensi: pnsyukri@gmail.com

Abstract

Sitasi:

Syukri, P.N.¹, Pratiwi, L.², Arif, M.³, Kusumawati, E.S.A.⁴, Ihsan, A.J.⁵. (2025). *Analisis Distribusi Kepadatan Penduduk Di Provinsi Sumatera Utara: Studi Berdasarkan Data Sensus Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 15 Desember 2024

Disetujui: 1 Maret 2025

Publikasi: 23 Mei 2025

The distribution of population density is a crucial indicator for understanding demographic dynamics and regional development. This study aims to analyze the spatial distribution patterns of population density in North Sumatra Province based on the 2020 Population Census data and to identify the factors influencing spatial variations. The research employs a descriptive quantitative method with a spatial analysis approach. Data were obtained from official publications by Statistics Indonesia (BPS) and analyzed using thematic mapping techniques based on Geographic Information Systems (GIS). The results indicate a significant disparity in population density across regions, with Medan City recording the highest density at 8,902 people/km², while Pakpak Bharat Regency recorded the lowest at 41 people/km². The main factors influencing this distribution include geographical conditions, accessibility levels, economic opportunities, development policies, minimum wage levels, and administrative area size. These findings highlight the need for more equitable regional development planning to reduce spatial disparities in North Sumatra Province.

Keyword: Population Density, BPS Census 2020, North Sumatra

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Distribusi kepadatan penduduk merupakan indikator penting dalam memahami dinamika demografi dan pembangunan wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan data Sensus Penduduk 2020 serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi variasi spasial tersebut. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan spasial. Data diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik dan dianalisis menggunakan teknik pemetaan tematik berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat disparitas kepadatan yang signifikan antar wilayah, dengan Kota Medan mencatat kepadatan tertinggi sebesar 8.902 jiwa/km²

dan Kabupaten Pakpak Bharat sebagai daerah dengan kepadatan terendah sebesar 41 jiwa/km². Faktor-faktor utama yang memengaruhi distribusi ini meliputi kondisi geografis, tingkat aksesibilitas, peluang ekonomi, kebijakan pembangunan, tingkat upah minimum, serta luas wilayah administrasi. Temuan ini mengindikasikan pentingnya perencanaan pembangunan wilayah yang lebih merata untuk mengurangi kesenjangan spasial di Provinsi Sumatera Utara.

Kata Kunci: Kepadatan Penduduk, Sensus BPS 2020, Sumatera Utara

1. Pendahuluan

Distribusi penduduk merupakan aspek fundamental dalam studi demografi dan geografi, karena mencerminkan pola penyebaran sumber daya manusia di suatu wilayah dan berdampak langsung terhadap dinamika sosial, ekonomi, serta penggunaan ruang. Ketimpangan dalam distribusi penduduk dapat memicu perbedaan signifikan dalam akses terhadap infrastruktur, layanan publik, serta peluang ekonomi, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas hidup masyarakat.

Provinsi Sumatera Utara, sebagai salah satu provinsi dengan tingkat urbanisasi tinggi di Indonesia, menunjukkan disparitas distribusi kepadatan penduduk yang mencolok antar wilayah. Kota Medan, sebagai pusat kegiatan ekonomi dan administrasi, mencatatkan kepadatan tertinggi sebesar 8.902 jiwa/km². Sebaliknya, Kabupaten Pakpak Bharat, yang didominasi oleh karakteristik geografis perbukitan dan keterbatasan infrastruktur, memiliki kepadatan penduduk terendah sebesar 41 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik, 2020). Fenomena ini mengindikasikan adanya kesenjangan spasial dalam tingkat pembangunan dan integrasi wilayah.

Penelitian terdahulu telah mengidentifikasi sejumlah faktor yang memengaruhi distribusi kepadatan penduduk, seperti kondisi topografi, aksesibilitas transportasi, ketersediaan lapangan kerja, serta dinamika ekonomi regional. Pramesti dan Utomo

(2023) menekankan pentingnya pertumbuhan ekonomi dan peluang kerja dalam menarik konsentrasi penduduk di suatu wilayah. Sementara itu, Wardani dan Rahma (2023) mengungkapkan adanya hubungan signifikan antara kepadatan penduduk, keseimbangan pangan, dan kesejahteraan masyarakat. Meski demikian, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada aspek sektoral tertentu dan belum mengintegrasikan analisis faktor geografis, sosial, dan ekonomi secara komprehensif.

Mengingat kompleksitas faktor yang memengaruhi distribusi penduduk, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan analisis spasial terhadap distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan data Sensus Penduduk 2020. Selain memetakan pola sebaran kepadatan penduduk, penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap variasi spasial tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah dalam penyusunan kebijakan pembangunan wilayah yang lebih inklusif, berkeadilan, dan berkelanjutan, khususnya bagi daerah-daerah dengan kepadatan penduduk rendah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di seluruh wilayah administrasi Provinsi Sumatera Utara, yang mencakup 33 kabupaten dan kota. Adapun waktu penelitian berlangsung

sejak Oktober 2024 hingga Desember 2024, dengan tahapan meliputi pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta penyusunan laporan hasil penelitian. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan penekanan pada analisis spasial. Fokus utama penelitian adalah menganalisis distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan Data Sensus Penduduk 2020 serta mengidentifikasi faktor-faktor geografis, ekonomi, sosial, kebijakan pemerintah, upah minimum provinsi dan luas wilayah yang memengaruhi variasi spasial tersebut. Dengan pendekatan ini, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai pola distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder. Sumber utama adalah Sensus Penduduk Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020 dan publikasi Provinsi Sumatera Utara dalam Angka 2024 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data pendukung berupa hasil studi terdahulu, artikel ilmiah, dan laporan pemerintah daerah untuk melengkapi analisis terhadap faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap distribusi kepadatan penduduk.

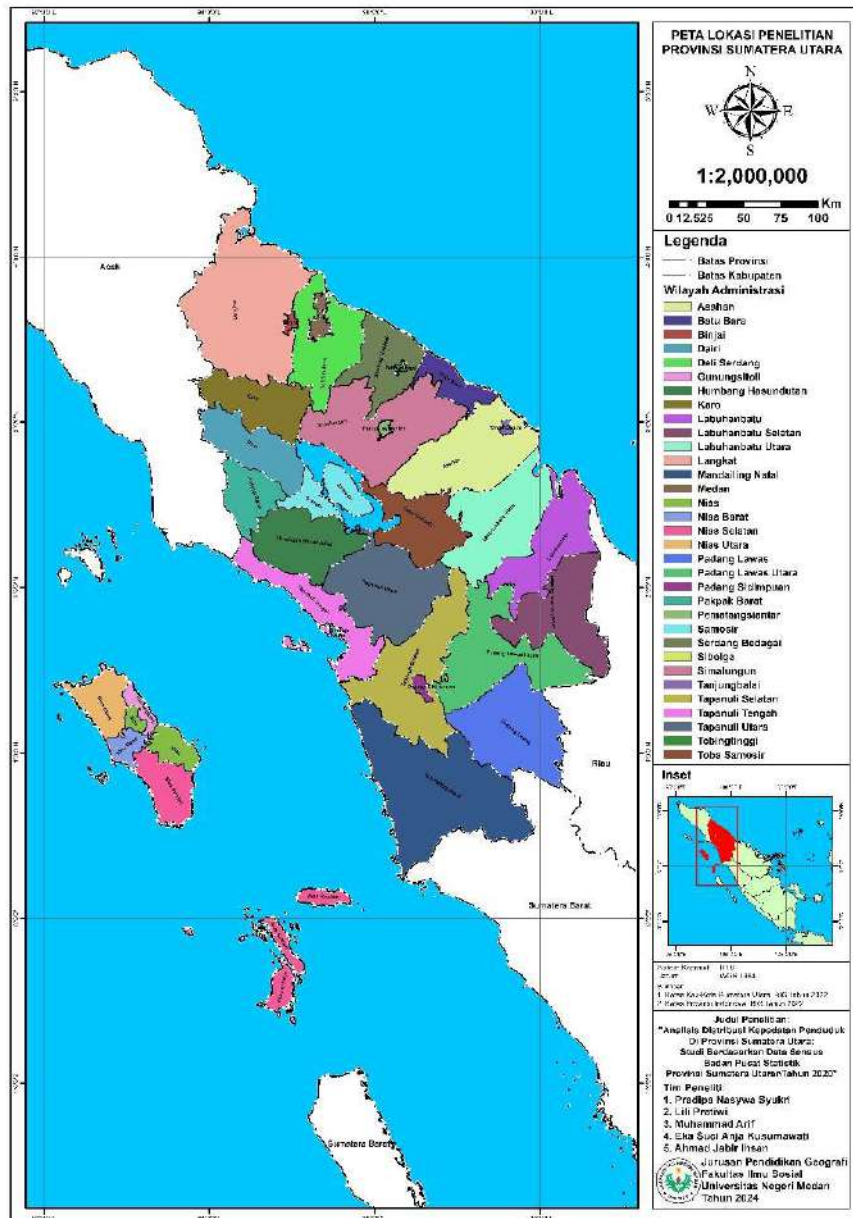
Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan menghimpun data numerik, spasial, dan deskriptif dari berbagai publikasi resmi. Data kepadatan

penduduk dihitung menggunakan rumus dasar kepadatan, yaitu jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah dalam kilometer persegi.

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah (km}^2\text{)}}$$

Selanjutnya, hasil perhitungan kepadatan tersebut diklasifikasikan ke dalam 10 kelas menggunakan metode natural breaks (jenjang alami) agar lebih merepresentasikan variasi distribusi secara nyata.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pengolahan data numerik dan spasial. Data kepadatan penduduk yang telah dihitung kemudian dianalisis secara visual melalui peta tematik (choropleth map) menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Visualisasi spasial ini bertujuan untuk memetakan konsentrasi kepadatan penduduk di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dan mengidentifikasi wilayah dengan kepadatan rendah, sedang, dan tinggi. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis hubungan antara variasi kepadatan penduduk dengan faktor-faktor seperti topografi, aksesibilitas infrastruktur, peluang ekonomi, upah minimum provinsi (UMP), dan luas wilayah, melalui pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis literatur.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Distribusi Kepadatan Penduduk di Provinsi Sumatera Utara Berdasarkan Data Sensus Penduduk 2020

Berdasarkan Data Sensus Penduduk 2020 yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara (2020), tercatat jumlah penduduk Provinsi Sumatera Utara mencapai lebih dari 14,7 juta jiwa. Tingkat kepadatan penduduk di provinsi ini menunjukkan variasi yang cukup tinggi antar wilayah kabupaten/kota.

Tabel 1. Distribusi Kepadatan Penduduk Provinsi Sumatera Utara

Kabupaten/Kota	Kepadatan Penduduk (Jiwa per km ²)	Kelas	Interval Kelas
Pakpak Bharat	41	1	41
Padang Lawas Utara	71		
Padang Lawas	72		
Tapanuli Selatan	75		
Mandailing Natal	77	2	42-95
Samosir	77		
Tapanuli Utara	84		
Humbang	88		
Hasundutan	88		
Toba Samosir	95		

Labuhan Batu Selatan	109		
Labuhan Batu Utara	111	3	96-128
Nias Utara	128		
Nias Selatan	154		
Dairi	159		
Tapanuli Tengah	171		
Nias	172	4	129-193
Langkat	176		
Labuhan Batu Karo	188		
Nias Barat	209		
Asahan	218	5	194-229
Simalungun	229		
Serdang Bedagai	355	6	230-492
Batu Bara	492		
Gunungsitoli	696	7	493-794
Deli Serdang	794		
Padangsidempuan	1507	8	795-1507
Kota Tanjung Balai	3090		
Kota Binjai	3276	9	1508-4620
Pematang Siantar	3649		
Tebing Tinggi	4620		
Sibolga	7998	10	4621-8902
Kota Medan	8902		

Sumber: Peneliti, Hasil Analisis Data (2024)

Berikut adalah analisis mendalam mengenai distribusi kepadatan penduduk berdasarkan kelas-kelas kepadatan yang terbentuk:

Kelas 1: Kepadatan Rendah (41 jiwa/km²)

Pakpak Bharat (41 jiwa/km²) mencatatkan kepadatan penduduk terendah di provinsi ini. Wilayah ini terletak di daerah pegunungan yakni di kaki pegunungan Bukit Barisan dengan aksesibilitas yang terbatas. Kehadiran penduduk yang rendah ini mencerminkan bahwa daerah dengan kondisi geografis yang sulit dijangkau, seperti pegunungan atau wilayah terpencil, tidak mendukung konsentrasi penduduk yang tinggi. Daerah ini lebih cocok untuk kegiatan pertanian subsisten dan memiliki keterbatasan dalam pengembangan infrastruktur serta layanan publik. Keberadaan fasilitas yang terbatas mengurangi daya tarik daerah ini sebagai tempat migrasi penduduk.

Kelas 2: Kepadatan Sedang Rendah (42-95 jiwa/km²)

Daerah seperti Padang Lawas Utara (71 jiwa/km²) dan Tapanuli Selatan (75 jiwa/km²) berada dalam kelas kepadatan rendah, tetapi sedikit lebih tinggi daripada wilayah kelas pertama. Wilayah ini cenderung memiliki aktivitas ekonomi yang terbatas pada sektor pertanian, yang mengandalkan lahan subur. Faktor geografis dan aksesibilitas yang sedikit lebih baik memungkinkan beberapa wilayah ini untuk mengalami sedikit peningkatan kepadatan penduduk. Namun, akses ke fasilitas kesehatan, pendidikan, dan infrastruktur lainnya masih terbatas, yang mengurangi tingkat urbanisasi.

Kelas 3: Kepadatan Sedang (96-128 jiwa/km²)

Labuhan Batu Selatan (109 jiwa/km²) dan Nias Utara (128 jiwa/km²) menunjukkan peningkatan yang moderat dalam kepadatan penduduk. Di wilayah ini, infrastruktur mulai berkembang dan sektor pertanian dan perikanan menunjukkan potensi yang lebih besar. Adanya akses ke pasar dan sedikit perbaikan infrastruktur mendorong pertumbuhan penduduk di daerah ini. Sektor-sektor ekonomi lain, seperti perdagangan lokal, sedikit banyak mendukung pertumbuhan penduduk, meskipun masih terbatas.

Kelas 4: Kepadatan Sedang Tinggi (129-193 jiwa/km²)

Nias Selatan (154 jiwa/km²) dan Langkat (176 jiwa/km²) mencatatkan kepadatan yang sedikit lebih tinggi, mencerminkan adanya peningkatan sektor perdagangan dan perbaikan aksesibilitas. Wilayah-wilayah ini memiliki lebih banyak sumber daya alam seperti perikanan, perkebunan, serta pertanian yang berkembang. Selain itu, beberapa daerah juga mulai memperkenalkan industri kecil dan perdagangan yang meningkatkan daya tarik wilayah ini bagi penduduk migran. Keterbukaan terhadap pembangunan infrastruktur dan peningkatan kegiatan ekonomi menjadi faktor kunci yang

menyebabkan peningkatan kepadatan penduduk.

Kelas 5: Kepadatan Tinggi (194-229 jiwa/km²)

Asahan (218 jiwa/km²) dan Simalungun (229 jiwa/km²) berada pada kelas ini. Di wilayah ini, terdapat peningkatan signifikan dalam konsentrasi penduduk yang disebabkan oleh pertanian, perkebunan, perikanan, perdagangan dan jasa. Adanya industri yang berkembang serta sektor perdagangan yang lebih terbuka. Keberadaan pasar besar dan akses yang lebih baik ke fasilitas dasar seperti transportasi, rumah sakit, dan sekolah menjadi faktor pendukung utama yang meningkatkan kepadatan penduduk. Peningkatan ekonomi di wilayah ini mampu menarik lebih banyak penduduk dari daerah lain, baik untuk mencari pekerjaan maupun untuk memperbaiki kualitas hidup.

Kelas 6: Kepadatan Sangat Tinggi (230-492 jiwa/km²)

Serdang Bedagai (355 jiwa/km²) dan Batu Bara (492 jiwa/km²) menunjukkan kepadatan yang sangat tinggi, yang sebagian besar dipengaruhi oleh sektor industri yang berkembang pesat. Serdang Bedagai, yang terkenal dengan sektor pertanian, perkebunan, serta Batu Bara yang memiliki sektor industri, menjadi magnet bagi penduduk untuk mencari pekerjaan. Kedua daerah ini telah menarik banyak penduduk dari luar daerah yang ingin bekerja di sektor-sektor ini. Adanya fasilitas dasar yang lebih memadai juga meningkatkan daya tarik wilayah ini, yang pada gilirannya menyebabkan kepadatan penduduk yang lebih tinggi.

Kelas 7: Kepadatan Ekstrem Rendah (493-794 jiwa/km²)

Gunungsitoli (696 jiwa/km²) menunjukkan tingkat kepadatan yang relatif tinggi dibandingkan dengan daerah lain yang berada di kelas-kelas sebelumnya. Sebagai pusat administratif dan ekonomi di

Kepulauan Nias, Gunungsitoli memiliki daya tarik yang lebih besar bagi migrasi penduduk, baik dari wilayah sekitarnya maupun luar daerah. Aksesibilitas yang lebih baik, pertanian, perdagangan, dan jasa menjadikan Gunungsitoli sebagai wilayah dengan tingkat konsentrasi penduduk yang tinggi.

Kelas 8: Kepadatan Ekstrem Menengah (795-1507 jiwa/km²)

Deli Serdang (794 jiwa/km²) dan Padangsidimpuan (1507 jiwa/km²) menunjukkan bahwa sektor industri dan perdagangan yang berkembang di wilayah ini memiliki dampak signifikan terhadap kepadatan penduduk. Deli Serdang, sebagai daerah yang berkembang dengan adanya sektor industri besar dan konektivitas yang baik ke Kota Medan, menjadi pusat pertumbuhan penduduk. Begitu juga dengan Padangsidimpuan yang berperan sebagai pusat ekonomi regional dengan akses yang lebih baik ke pasar dan fasilitas lainnya.

Kelas 9: Kepadatan Ekstrem Tinggi (1508-4620 jiwa/km²)

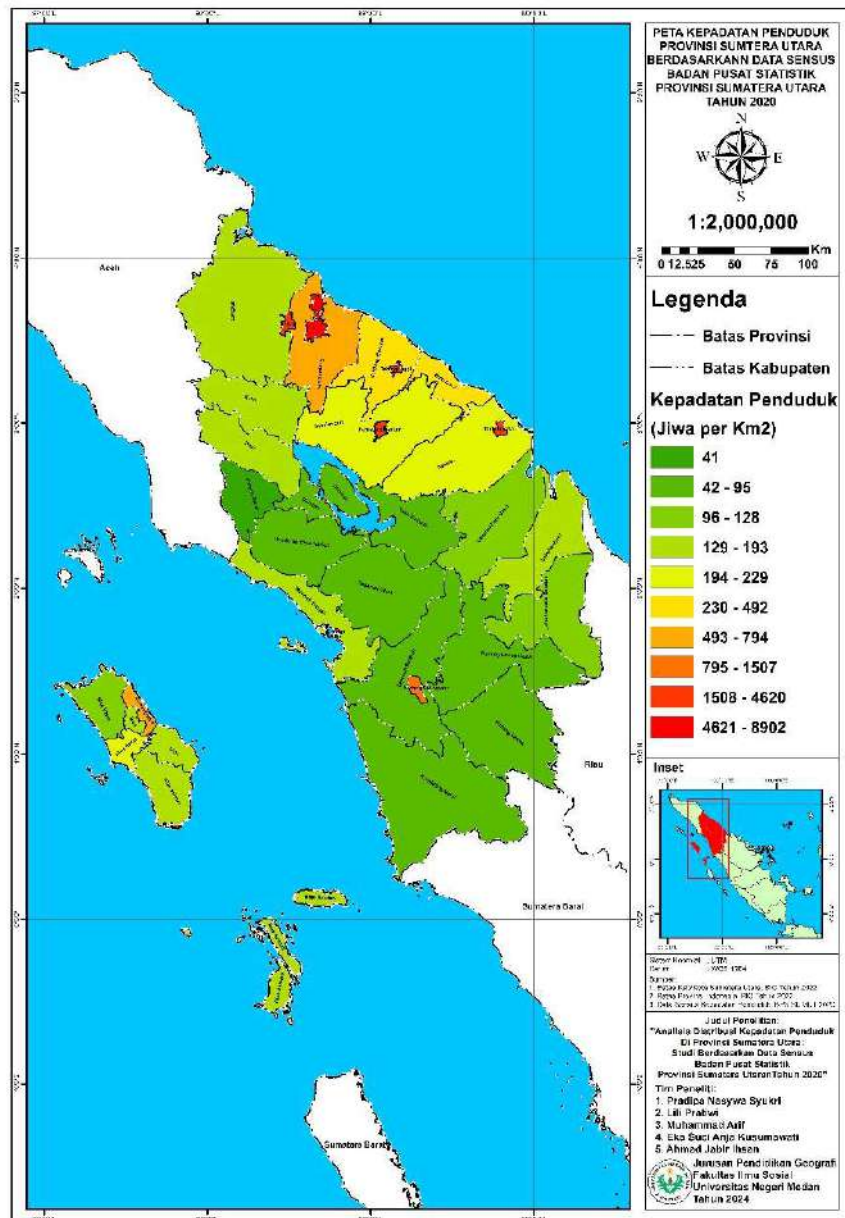
Kota Tanjung Balai (3090 jiwa/km²), Kota Binjai (3276 jiwa/km²), Pematang Siantar (3649 jiwa/km²), dan Tebing Tinggi (4620 jiwa/km²) mencatatkan kepadatan yang sangat tinggi. Kota-kota ini berkembang pesat sebagai pusat ekonomi dan perdagangan, dengan infrastruktur yang baik yang mendukung sektor-sektor tersebut. Keberadaan pusat-pusat ekonomi dan fasilitas penting lainnya mendorong migrasi penduduk dari daerah lainnya, baik untuk bekerja maupun untuk memenuhi kebutuhan hidup. Peningkatan jumlah penduduk yang datang ke kota-kota ini mendorong adanya urbanisasi yang lebih pesat.

Kelas 10: Kepadatan Ekstrem Sangat Tinggi (4621-8902 jiwa/km²)

Kota Sibolga (7998 jiwa/km²) dan Kota Medan (8902 jiwa/km²) mencatatkan kepadatan tertinggi di Provinsi Sumatera

Utara. Sebagai pusat administratif dan ekonomi, Kota Medan menjadi magnet utama bagi penduduk dari seluruh penjuru provinsi dan luar daerah. Sektor perdagangan, industri, serta pusat layanan yang ada di Medan mendukung pertumbuhan pesat jumlah penduduk. Keberadaan fasilitas modern, pusat

pendidikan, dan rumah sakit besar menarik migran untuk menetap dan bekerja di kota ini. Selain itu, Kota Sibolga, meskipun memiliki kepadatan yang sangat tinggi, tetap menjadi pusat ekonomi dan pelabuhan yang memainkan peran penting dalam perdagangan maritim.



Gambar 2. Peta Kepadatan Penduduk Sumatera Utara (Sumber: Peneliti, Hasil Analisis Data, 2024).

Pola distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara menunjukkan ketimpangan spasial yang cukup mencolok. Kawasan perkotaan seperti Medan, Binjai, dan sekitarnya merupakan pusat

konsentrasi penduduk, sejalan dengan ketersediaan infrastruktur, fasilitas pendidikan, kesehatan, dan lapangan kerja.

Menurut Pemerintah Provinsi Sumatera Utara (2021), hampir 30% penduduk Sumatera Utara tinggal di kawasan Medan dan Deli Serdang saja. Kondisi ini mengindikasikan terjadinya urbanisasi yang intensif ke wilayah tersebut.

Penelitian sebelumnya oleh Edriani et al. (2021) serta Fadhillah (2025) mendukung bahwa kepadatan penduduk di kawasan perkotaan berkorelasi dengan penyebaran penyakit dan tekanan terhadap fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, distribusi yang tidak merata dapat menimbulkan permasalahan sosial-ekonomi yang kompleks, seperti kemacetan, ketimpangan ekonomi, dan degradasi lingkungan.

Lebih lanjut, Wahyuni et al. (2022) menunjukkan bahwa tingginya kepadatan penduduk di Kota Medan juga berdampak pada tingkat fertilitas, di mana tekanan sosial dan ekonomi dapat mempengaruhi dinamika demografi.

Strategi pengembangan wilayah seperti membangun desa dan menata kota (Pemerintah Provinsi Sumatera Utara, 2021) menjadi sangat penting untuk mengurangi ketimpangan distribusi penduduk ini. Pendekatan desentralisasi ekonomi dan perbaikan aksesibilitas antarwilayah diharapkan dapat mendorong pertumbuhan yang lebih merata.

3.2. Faktor-faktor yang Memengaruhi Distribusi Kepadatan Penduduk di Provinsi Sumatera Utara

Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara sangat bervariasi antara kabupaten/kota. Kota Medan mencatatkan kepadatan tertinggi sebesar 8.902 jiwa/km², sementara Kabupaten Pakpak Bharat memiliki kepadatan terendah sebesar 41 jiwa/km². Pola ini mencerminkan perbedaan signifikan dalam tingkat urbanisasi, infrastruktur, dan peluang ekonomi di antara wilayah-wilayah tersebut.

Kota Medan sebagai pusat ekonomi utama menjadi magnet bagi migrasi penduduk karena tersedianya lapangan kerja yang melimpah di sektor industri, perdagangan, dan jasa. Hal ini sejalan dengan temuan Wardani dan Rahma (2023), yang menunjukkan bahwa aksesibilitas dan peluang ekonomi adalah faktor utama yang memengaruhi konsentrasi penduduk di wilayah perkotaan. Sebaliknya, wilayah seperti Pakpak Bharat dan Mandailing Natal yang memiliki topografi pegunungan dan aksesibilitas terbatas cenderung memiliki kepadatan penduduk rendah, mendukung pandangan Simbolon et al. (2019) bahwa kondisi geografis yang sulit dapat menghambat perkembangan demografis.

Penelitian ini mengidentifikasi beberapa faktor utama yang memengaruhi distribusi kepadatan penduduk, yaitu:

1. Faktor Geografis
Wilayah dengan aksesibilitas yang baik, seperti Deli Serdang (794 jiwa/km²), cenderung memiliki kepadatan yang tinggi. Sebaliknya, daerah pegunungan seperti Pakpak Bharat mengalami keterbatasan dalam menarik penduduk karena infrastruktur yang minim dan kesulitan akses, mendukung pandangan Malthus (1798) yang menyatakan bahwa keterbatasan lingkungan dapat menghambat pertumbuhan populasi.
2. Faktor Ekonomi
Kota-kota dengan aktivitas ekonomi yang tinggi, seperti Kota Medan dan Pematang Siantar (3.649 jiwa/km²), menarik migrasi besar-besaran. Penelitian sebelumnya oleh Pramesti dan Utomo (2023) menekankan pentingnya pembangunan ekonomi regional dalam mengurangi disparitas kependudukan, yang juga relevan dengan temuan ini.
3. Faktor Sosial
Urbanisasi memainkan peran penting dalam meningkatkan kepadatan penduduk. Wilayah seperti Kota Binjai (3.276 jiwa/km²) menunjukkan

lonjakan populasi yang signifikan akibat proses urbanisasi, sejalan dengan teori trickle-down effect yang menyatakan bahwa perkembangan kota besar dapat memengaruhi daerah sekitarnya (Pramesti & Utomo, 2023).

4. Faktor Kebijakan Pemerintah
Pembangunan infrastruktur, seperti kawasan industri di Serdang Bedagai (355 jiwa/km²), menunjukkan bagaimana kebijakan pemerintah dapat mendorong migrasi penduduk dan peningkatan kepadatan. Hal ini menguatkan pandangan bahwa kebijakan pembangunan yang berbasis data memiliki dampak langsung pada distribusi penduduk.
5. Faktor Upah Minimum Provinsi (UMP)
Distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara sangat dipengaruhi oleh Upah Minimum Provinsi (UMP), yang berperan penting dalam menarik migrasi penduduk ke daerah dengan peluang kerja yang lebih baik. Kota Medan, dengan UMP tertinggi di provinsi ini sebesar Rp3.624.117,59 pada tahun 2023, menjadi pusat ekonomi utama yang menarik migrasi dari daerah-daerah lain yang mencari pekerjaan dengan upah lebih tinggi. UMP yang tinggi ini berkontribusi pada peningkatan kepadatan penduduk di Medan, karena penduduk migran berpindah untuk memperbaiki kualitas hidup mereka.
6. Faktor Luas Wilayah
Luas wilayah juga mempengaruhi kepadatan penduduk, meskipun faktor ini sering berinteraksi dengan faktor ekonomi dan infrastruktur. Kota Sibolga, dengan luas wilayah hanya 27,78 km² dan kepadatan penduduk sekitar 7.998 jiwa/km², menunjukkan bahwa meskipun wilayahnya kecil, Sibolga memiliki daya tarik yang kuat.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2020). *Sensus penduduk Provinsi Sumatera Utara 2020*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2024). *Provinsi Sumatera Utara dalam angka 2024: Upah minimum provinsi (UMP) dan upah minimum kabupaten/kota*.

Keberadaan sektor perikanan dan perdagangan maritim serta akses ke pelabuhan menarik banyak penduduk untuk tinggal di sana, meskipun luas wilayahnya terbatas. Sementara itu, Kota Medan, yang memiliki luas wilayah 265,10 km² dan kepadatan yang jauh lebih tinggi, menunjukkan bahwa infrastruktur yang lebih baik dan lebih banyak peluang ekonomi memungkinkan kota besar ini menampung lebih banyak penduduk meskipun luas wilayahnya lebih besar

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa distribusi kepadatan penduduk di Provinsi Sumatera Utara menunjukkan perbedaan yang signifikan antara daerah perkotaan dan pedesaan. Kota Medan memiliki kepadatan tertinggi sebesar 8.902 jiwa/km², sementara Kabupaten Pakpak Bharat mencatatkan kepadatan terendah sebesar 41 jiwa/km². Ketimpangan ini mencerminkan adanya konsentrasi pembangunan di daerah perkotaan yang didukung oleh infrastruktur yang lebih baik, peluang kerja yang melimpah, dan aksesibilitas yang tinggi. Sebaliknya, daerah-daerah terpencil atau dengan kondisi geografis yang menantang, seperti wilayah pegunungan, cenderung memiliki kepadatan penduduk yang rendah.

Faktor-faktor utama yang memengaruhi distribusi kepadatan penduduk di wilayah ini meliputi aspek geografis, ekonomi, sosial, kebijakan pemerintah, Upah Minimum Provinsi (UMP) dan luas wilayah. Daerah yang memiliki topografi datar, sumber daya alam yang melimpah, serta konektivitas yang baik lebih cenderung menarik migrasi penduduk. Sebaliknya, wilayah dengan akses terbatas dan infrastruktur yang minim menunjukkan pertumbuhan populasi yang rendah.

- Daulay, H. D., Sariniah, S. E., & Maharani, Z. A. (2024). Analisis pengaruh tingkat pengangguran terhadap kemiskinan melalui pertumbuhan ekonomi di Sumatera Utara. *Jurnal Pajak dan Analisis Ekonomi Syariah (JPAES)*, 1(3), 137–147.
- Edriani, T. S., Rahmadani, A., & Noor, D. M. M. (2021). Analisis hubungan kepadatan penduduk dengan pola penyebaran COVID-19 Provinsi DKI Jakarta menggunakan regresi robust. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1(2), 51–60.
- Fadhilah, A. H. (2025). Peta persebaran kasus diare menurut kepadatan penduduk di Provinsi Bali tahun 2020–2022. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran*, 4(1), 38–50. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v4i1.4371>
- Hakim, D. K., & Isnanto, F. (2022). Implementasi informasi geografis pemetaan kepadatan penduduk desa berbasis Android di Kecamatan Karangpucung Kabupaten Cilacap. *Jurnal Pengabdian Teknik dan Sains (JPTS)*, 2(1), 21–31. <https://doi.org/10.55606/jpts.v2i1.xxx>
- Pemerintah Provinsi Sumatera Utara. (2021, January 26). Sebanyak 4,37 juta jiwa (29,5%) penduduk Sumut tinggal di Medan dan Deliserdang, Edy Rahmayadi sebut perlunya membangun desa menata kota. <https://sumutprov.go.id/artikel/artikel/sebanyak-437-juta-jiwa-295--penduduk-sumut--tinggal-di-medan-dan-deliserdang-edy-rahmayadi-sebut-perlunya-membangun-desa-menata-kota>
- Piani, K. D., Dwinata, I. F., & Mandefa, U. (2023). Analisis pola sebaran spasial stasiun pengisian bahan bakar (SPBU) Kota Jakarta Timur. *Jurnal Sains Geografi*, 1(1). <https://doi.org/10.2210/jsg.vx1ix.xxx>
- Pramesti, F. D., & Utomo, Y. P. (2023). Analisis determinan tingkat kemiskinan di Provinsi Sumatra Utara tahun 2015–2020. *JIS: Jurnal Ilmu Sosial*, 3(2), 240–250.
- Sadam, & Mataburu, I. B. (2024). Penggunaan SIG untuk menentukan biaya dan melihat integrasi transportasi umum KRL dan Transjakarta di Jakarta. *Jurnal Sains Geografi*, 2(1). <https://doi.org/10.2210/jsg.vx1ix.xxx>
- Sibly, M., Deffry, M., & Khairunnisa, N. F. (2023). Analisis pola persebaran Sekolah Menengah Atas di Kecamatan Koja, Jakarta Utara menggunakan metode Nearest Neighbor Analysis (NNA). *Jurnal Sains Geografi*, 1(2). <https://doi.org/10.2210/jsg.vx1ix.xxx>
- Simatupang, N. B., Pratiwi, N., & Rahmah, S. (2023). Analisis pola persebaran mall di Jakarta Pusat dengan menggunakan metode Average Nearest Neighbor (ANN). *Jurnal Sains Geografi*, 1(1). <https://doi.org/10.2210/jsg.vx1ix.xxx>
- Simbolon, D., Mutiara, E., & Lubis, R. (2019). Analisis spasial dan faktor risiko tuberkulosis paru di Kecamatan Sidikalang, Kabupaten Dairi - Sumatera Utara tahun 2018. *Berita Kedokteran Masyarakat (BKM Journal of Community Medicine and Public Health)*, 35(2), 65–71.
- Wahyuni, P., Nailufar, F., Mardiaton, M., & Zulfan, Z. (2022). Pengaruh tingkat pendidikan dan kepadatan penduduk terhadap tingkat fertilitas di Kota Medan. *Jurnal Aplikasi Ilmu Ekonomi (JAIE)*, 1(1), 24–33.
- Wardani, I. T., & Rahma, T. I. F. (2023). Pengaruh kepadatan penduduk dan keseimbangan pangan terhadap kesejahteraan masyarakat di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Masharif al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 8(1), 611–625.

Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Distrik Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan

Kermil Yordan Wailola ^{1*}, Nur Alzair², Erikha Maurizka Mayzarah³

¹ Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan – Universitas Papua

² Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan – Universitas Papua

³ Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan – Universitas Papua

^{*}) Email Korespondensi: kermilw@gmail.com

Abstract

Sitasi:

Wailola, KY¹, Alzair, N², Mayzarah, EM³, (2025). *Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Distrik Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 25 Februari 2025

Disetujui: 1 Maret 2025

Publikasi: 31 Mei 2025

Ransiki District is one of the areas that has complex geological conditions and is very interesting to study. The Ransiki Fault is an active fault and is one of the main factors determining the suitability of land for a waste landfill based on geological aspects. The population growth in Ransiki District, South Manokwari Regency reached 16,245 people in 2020. However, until now there has been no landfill to accommodate waste from the community. Based on this, a land suitability study is needed to determine the location of a suitable waste disposal site. The data analysis method used in this study uses SNI No. 03-3241-1994. The results of this study, namely the regional stage which is overlaid from several parameters, produce 4 candidate locations for final waste disposal sites with candidate location 1 in Hamawi Village with an area of 136.51 Ha, candidate location 2 in Tobou Village with an area of 239.69 Ha, candidate location 3 in Sabri Village with an area of 413.12 Ha. Candidate location 4 is located in Kampung Sabri with an area of 101.45 Ha. The results of the preliminary stage from the weighting of each parameter where location 1 has a value of 495, location 2 has a value of 534, location 3 has a value of 543 and location 4 has a value of 483. From the results of the preliminary stage, the recommended location is location 3 which is located in Kampung Sabri, Ransiki District with the highest value of 543.

Keyword: TPA, GIS, Land suitability

Abstrak

Distrik Ransiki merupakan salah satu daerah yang memiliki kondisi geologi yang kompleks dan sangat menarik untuk diteliti. Sesar Ransiki merupakan sesar aktif dan menjadi salah satu faktor utama penentu kesesuaian lahan untuk TPA sampah berdasarkan aspek geologi. Pertambahan jumlah kependudukan Distrik Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan mencapai 16.245 jiwa pada tahun 2020. Namun



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

hingga saat ini belum adanya TPA untuk menampung buangan limbah dari masyarakat. Berdasarkan hal itu maka perlu adanya studi kesesuaian lahan untuk menentukan lokasi tempat pembuangan sampah yang sesuai. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan SNI No. 03-3241-1994. Hasil penelitiann ini yaitu tahap regional yang di overlay dari beberapa parameter menghasilkan 4 calon lokasi tempat pembunagan akhir sampah dengan calon lokasi 1 berada pada Kampung Hamawi dengan luas 136,51 Ha, calon lokasi 2 berada pada Kampung Tobou dengan luas 239,69 Ha, calon lokasi 3 berada pada Kampung Sabri dengan luas 413,12 Ha. Calon lokasi 4 berada pada Kampung Sabri dengan luas 101,45 Ha. Hasil tahap penyisih dari pembobotan setiap parameter dimana lokasi 1 memiliki nilai 495, lokasi 2 memiliki nilai 534, lokasi 3 memiliki nilai 543 dan lokasi 4 memiliki nilai 483. Dari hasil tahap penyisih, lokasi yang direkomendasikan yaitu lokasi 3 yang berada pada Kampung Sabri Distrik Ransiki dengan nilai tertinggi 543.

Kata Kunci: TPA, SIG, Kesesuaian lahan

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah merupakan salah satu tantangan utama dalam pembangunan berkelanjutan, terutama di daerah yang mengalami pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah yang pesat. Distrik Ransiki, sebagai pusat pemerintahan Kabupaten Manokwari Selatan, memiliki jumlah penduduk yang cukup besar, yaitu 16.245 jiwa pada tahun 2020 (BPS Manokwari Selatan, 2021). Dengan rata-rata produksi sampah per kapita sebesar 0,7 kg per hari (KLHK, 2020), maka Distrik Ransiki menghasilkan sekitar 11 ton sampah per hari. Oleh karena itu, diperlukan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang sesuai dengan standar agar

tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Penentuan lokasi TPA yang tepat harus memperhitungkan berbagai faktor, termasuk aspek geomorfologi, geologi, hidrologi, tata guna lahan, dan aksesibilitas. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pemilihan lokasi TPA yang tidak sesuai dapat menyebabkan pencemaran air tanah, degradasi kualitas udara, serta gangguan terhadap ekosistem setempat (Hamsah et al., 2017). Sesar Ransiki, sebagai salah satu struktur geologi aktif yang membentang di Distrik Ransiki, juga menjadi faktor penting dalam menentukan kesesuaian lahan untuk TPA (Yulistina, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan dan analisis kesesuaian lahan untuk TPA. Rochman (2014) menekankan bahwa SIG sangat efektif dalam mengintegrasikan berbagai parameter geospasial untuk analisis multi-kriteria. Sementara itu, Kosakoy et al. (2022) menyarankan penggunaan metode pemodelan spasial berbasis standar SNI 03-3241-1994 untuk memastikan bahwa lokasi TPA memenuhi persyaratan teknis dan lingkungan.

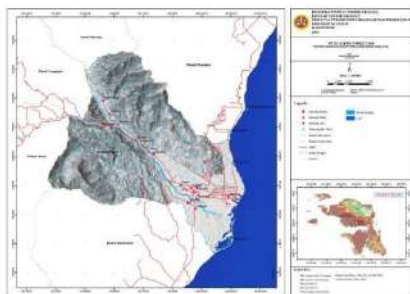
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan kondisi lahan yang dapat digunakan untuk TPA di Distrik Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan.
2. Menganalisis kesesuaian lahan berdasarkan standar SNI 03-3241-1994 dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan lokasi TPA yang optimal.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Secara administrasi daerah penelitian berada di Distrik Ransiki, Kabupaten Manokwari Selatan, Provinsi Papua Barat. Secara Astronomis daerah penelitian berada pada koordinat 134° 4' 00" - 134° 12' 00" BT dan 1° 24' 0" - 1° 32' 00" LS. Kesempaan daerah penelitian memiliki waktu tempuh 150 menit menggunakan roda dua dengan jarak tempuh sejauh 113 Km dari kota Manokwari.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan bahan

Alat	Kegunaan
GPS	Pengambilan data koordinat stasiun pengamatan
Palu Geologi	Pengambilan sampel batuan
Kompas Geologi	Pengukuran kedudukan batuan dan menentukan arah mata angin
Kamera (HP)	Mengambil gambar di lapangan
Laptop	Penulisan Draf
Software ArcGis 10.3	Pembuatan peta
Software Global Mapper v15	Pembuatan peta
Microsoft Word	Pembuatan Laporan
Bahan	Kegunaan
Kertas HVS	Pembuatan laporan dan peta
Buku Catatan Lapangan	Pengambilan informasi di lapangan
Peta Geologi Lembar Ransiki Demnas Papua Barat	Sebagai informasi awal
Peta Geologi	Sebagai informasi awal

Variabel Pengamatan

Variabel-variabel Penelitian yang digunakan untuk penentuan lokasi TPA yang baru dalam penelitian ini mengacu pada SNI 03-3241:1994 tentang pendoman pemilihan lokasi TPA antara lain:

Kriteria Regional

- Kondisi Geologi tidak berada didaerah *Holocene fault*;
- Kondisi Hidrogeologi permeabilitas tanah tidak boleh lebih besar dari 10-6cm/det; jarak dari sumber air minum harus lebih dari 100 meter ke hilir;
- Kemiringan Lereng *slope* harus kurang dari 20%
- Jarak Dari Lapangan Terbang jarak dari landasan harus lebih dari 3000 meter untuk turbojet dan lebih dari 1500 meter untuk jenis penerbangan lainnya.
- Daerah Lindung/Cagar Alam tidak diperbolehkan di kawasan lindung/cagar alam dan dataran banjir dengan masa pemulihan 25 tahun.
- Jarak Terhadap Pemukiman Jarak >1000 m dari Pemukiman
- Jarak Terhadap Jalan Jarak >500 m dari Jalan

Metode Analisis data

Metode analisis data yang diterapkan pada penelitian ini ialah metode overlay pada analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam mengolah data spasial sebagai variabel penentu dalam menentukan lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang memenuhi standar SNI No. 03-3241-1994.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jarak Terhadap Patahan

Tabel 2. Penilaian Jarak Patahan

ZONA	NILAI	DAERAH
Jarak 100 m terhadap Sesar	0	Mambrema, Yamboi, Wamcei, Nuhuwei, Hamor dan Sabri
Jarak >100 m dari Sesar	1	Susmorof, Tobou, Kobrei, Abreso, Ransiki, Bamaha dan Hamawi

Jarak terhadap patahan sangat penting untuk memastikan bahwa lokasi TPA berada di tempat yang aman dan tidak berisiko tinggi terhadap gempa bumi dan pergerakan tanah. Penggunaan teknologi GIS untuk membuat peta jarak terhadap patahan.



Gambar 2. Peta Jarak Patahan

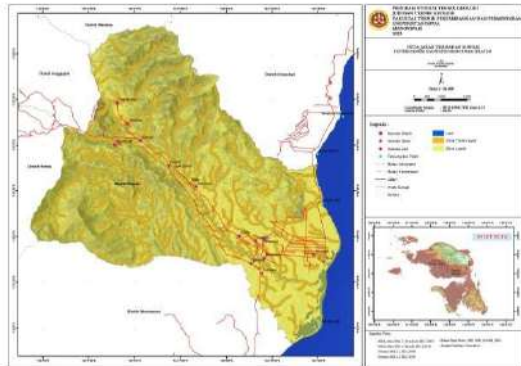
3.2 Jarak Terhadap Sungai

Tabel 3. Penilaian Jarak Sungai

ZONA	NILAI
Jarak 100 m dari Sungai	0
Jarak >100 m dari Sungai	1

Analisis jarak terhadap sungai sangat penting dalam pemilihan lokasi TPA guna mencegah pencemaran air, erosi, dan risiko kesehatan. Penggunaan teknologi GIS,

studi hidrogeologi, serta regulasi yang ketat membantu memastikan bahwa TPA tidak merusak lingkungan sekitar, terutama ekosistem perairan.



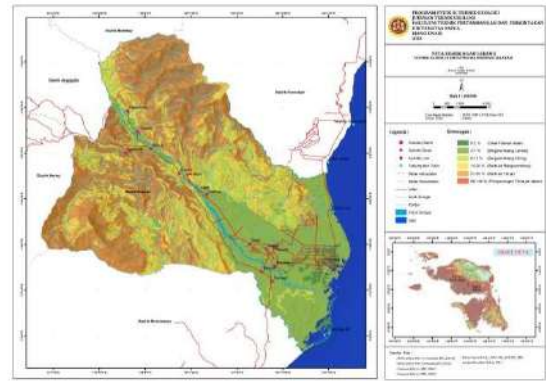
Gambar 3. Jarak Terhadap Sungai

3.3 Kemiringan Lereng

Tabel 4. Penilaian Kemiringan Lereng

KLASIFIKASI	KEMIRINGAN (%)	NILAI
Datar	0-2 %	1
Bergelombang Miring Landai	3-7 %	1
Bergelombang Miring	8-13 %	1
Berbukit Miring	14-20%	1
Berbukit Terjal	21-55%	0
Pengunungan Sangat Terjal	56-140%	0

Kemiringan lereng adalah faktor penting dalam pemilihan lokasi TPA untuk memastikan kestabilan, mencegah longsor, dan menghindari pencemaran lingkungan. Daerah dengan kemiringan 0–20% lebih disarankan.



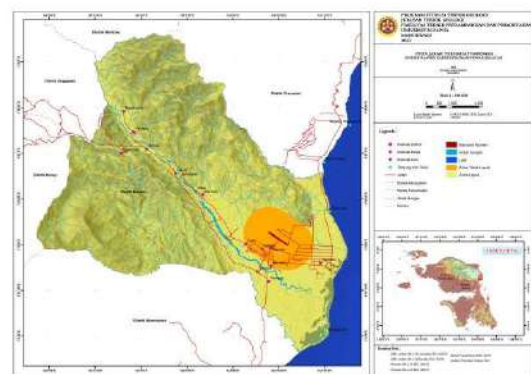
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng

3.4 Jarak Terhadap Bandara

Tabel 5. Penilaian Jarak Bandara

ZONA	NILAI
Jarak 1500 m dari Bandara	0
Jarak >1500 m dari Bandara	1

Pemilihan lokasi TPA harus mempertimbangkan jarak terhadap bandara untuk menghindari risiko bird strike, gangguan penerbangan, dan konflik regulasi. Berdasarkan SNI, jarak aman minimal adalah 1.500 m. Metode pengelolaan sampah yang tepat sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap penerbangan.



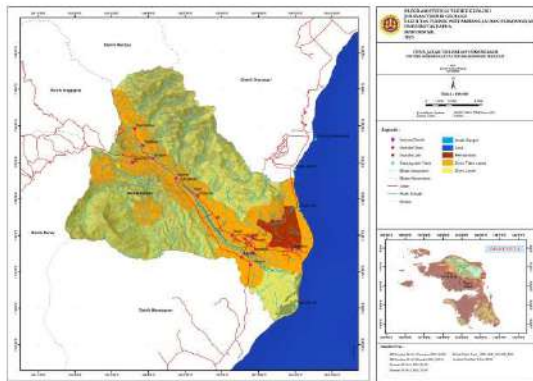
Gambar 5. Peta Jarak Bandara

3.5 Jarak Terhadap Pemukiman

Tabel 6. Penilaian Jarak Pemukiman

ZONA	NILAI
Jarak 1000 m dari Pemukiman	0
Jarak >1000 m dari Pemukiman	1

Jarak TPA terhadap permukiman sangat penting untuk menjaga kesehatan masyarakat, menghindari pencemaran, dan mengurangi konflik sosial. Berdasarkan regulasi, jarak aman minimal 1000 m.



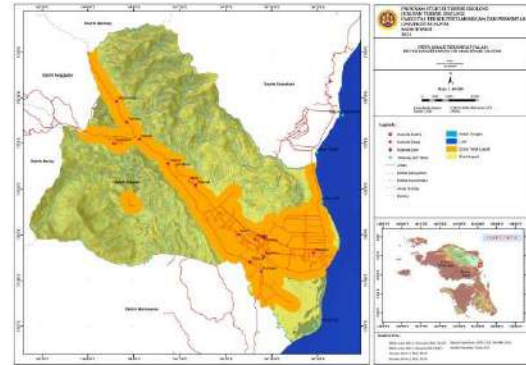
Gambar 6. Peta Jarak Pemukiman

3.6 Jarak Terhadap Jalan

Tabel 7. Penilaian Jarak Jalan

ZONA	NILAI
Jarak 500 m dari Jalan	0
Jarak >500 m dari Jalan	1

Jarak TPA terhadap jalan utama harus mempertimbangkan keseimbangan antara aksesibilitas dan dampak lingkungan. Berdasarkan standar nasional dan internasional, jarak ideal adalah 500–1.000 meter, dengan pertimbangan khusus terhadap kondisi jalan, kepadatan lalu lintas, dan dampak pencemaran.



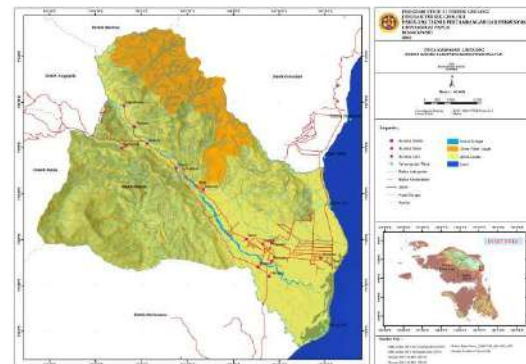
Gambar 7. Peta Jarak Jalan

3.7 Kawasan Lindung

Tabel 8. Penilaian Kawasan Lindung

ZONA	NILAI
Kawasan Daerah Lindung	0
Kawasan Luar Daerah Lindung	1

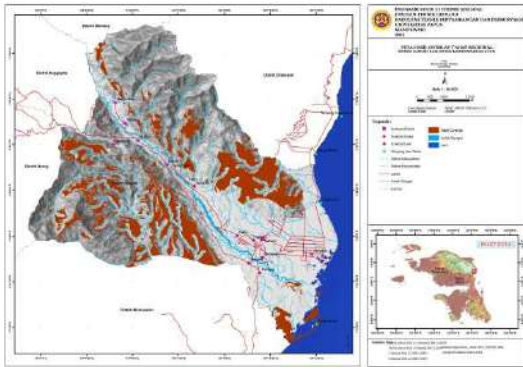
Jarak TPA terhadap kawasan lindung harus diperhatikan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mencegah pencemaran lingkungan. Lokasi yang ideal tidak boleh berada pada kawasan lindung.



Gambar 8. Peta Kawasan Lindung

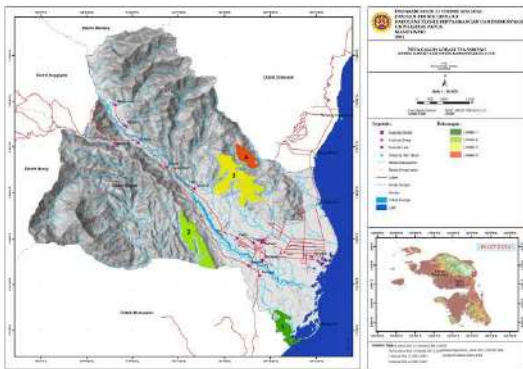
3.2. Pembahasan

Hasil overlay dari semua parameter yang ada maka di dapatkan peta calon lokasi TPA di distrik ransiki.



Gambar 9. Peta Hasil Overlay

Dari hasil overlay dilakukan seleksi zona-zona yang tidak sesuai, dan didapatkan 4 calon lokasi yang di rekomendasikan untuk masuk ke tahap penyisih sesuai ketentuan pada SNI No. 03-3241-1994.



Daftar Pustaka

- Abduli, M. A., et al. (2011). *Municipal solid waste management in Tehran: Current practices, opportunities and challenges*. *Waste Management*, 31(7), 1596–1603. doi: 10.1016/j.wasman.2011.01.020
- Audina, M. (2018) 'Prediksi Dan Analisis Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kota Padang', *Jurnal Buana*, 2(2), p. 423. doi: 10.24036/student.v2i2.93.
- Baba, M. F. (2020) 'Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah dengan Menggunakan Sistem Informasi Dan Geografis (SIG) Di Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara.', Skripsi, p. 7. Available at: <http://eprints.akprind.ac.id/100/1/SKRIPSI.pdf>.
- Endah Kartika Susanti, Salampak and Hendrik Segah (2020) 'Evaluasi Kelayakan Berdasarkan Aspek Geologi Lingkungan Untuk Penentuan TPA Kota Palangka Raya', *Journal of Environment and Management*, 1(1), pp. 57–68. doi: 10.37304/jem.v1i1.1206.
- Hamsah, Iryawan, Y. A. and Nirmawala (2017) 'Kesesuaian Tempat Pembuangan Akhir Sampah Dengan Lingkungan Di Desa Kalitirto Yogyakarta', 6(April), pp. 1–14.
- Indrieaswati, I., Erari, I. S. and Sinery, A. S. (2022) 'Studi kelayakan lokasi tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah di Kabupaten Manokwari Selatan', *Cassowary*, 5(1), pp. 94–102. doi: 10.30862/cassowary.cs.v5.i1.80.

Gambar 10. Peta Calon Lokasi TPA

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kondisi lahan dan kesesuaian lahan dalam menentukan

lokasi TPA sampah pada Distrik Ransiki, Kabupaten Manokwari Selatan menghasilkan kesimpulan yaitu :

5. Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Dengan penuh rasa hormat dan apresiasi, saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan dan pembahasan ini. Dukungan, masukan, dan referensi yang diberikan sangat membantu dalam memperkaya analisis serta meningkatkan kualitas kajian ini.

- Kontos, T. D., Komilis, D. P., & Halvadakis, C. P. (2005). *Siting MSW landfills using GIS and fuzzy logic*. *Waste Management*, 25(8), 818–832. doi: 10.1016/j.wasman.2005.02.018
- Kosakoy, Merry N. M., Steenie E. Wallah, H. R. (2022) ‘*Analisis Pemilihan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir*’, 11(2), pp. 57–72. doi: 10.22225/pd.11.1.4194.57-72.
- Mizwar, A. et al. (2010) ‘*Pemilihan Lokasi Tempat Pengolahan Akhir (TPA) Sampah Kota Banjarbaru Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)*’, *EnviroScienteeae*, 8, pp. 1–7.
- Nas, B., & Cay, T. (2005). *Geographic information systems in solid waste management: A case study from Isparta, Turkey*. *Waste Management*, 25(7), 679–692. doi: 10.1016/j.wasman.2004.10.018
- Parawangsa, S. R., Situmorang, R. and Suharto, B. (2020) ‘*Site Selection for Regional Solid Waste Final Disposal in Bangka Island Based on Geography Information System (GIS)*’, *International Journal on Livable Space*, 5(2), pp. 76–80. doi: 10.25105/livas.v5i2.10680.
- Pattiasina, M. K. et al. (2018) ‘*Analisis Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Berbasis Geography Information System (GIS) Di Kota Tomohon*’, *Spasial*, 5(3), pp. 449–460.
- Pradana, B., Sudarsono, B. and Subiyanto, S. (2013) ‘*Analisis Kesesuaian Lahan Pertanian Terhadap Komoditas Pertanian Kabupaten Cilacap*’, *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2), p. 82849.
- Rahmat, R. F., & Hidayat, R. (2019). *Analisis Kesesuaian Lahan untuk Lokasi TPA Menggunakan Metode Overlay di Kabupaten Maros*. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), A224–A228. doi: 10.12962/j23373539.v8i2.47763
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- Supriyadi, S., & Yanuar, A. (2021). *Kajian Spasial Pemilihan Lokasi TPA Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Analisis Multi-Kriteria*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 35–44. doi: 10.14710/jil.19.1.35-44
- Sumathi, V. R., Natesan, U., & Sarkar, C. (2008). *GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill*. *Waste Management*, 28(11), 2146–2160. doi: 10.1016/j.wasman.2007.09.032
- Widiyanto, A., & Santosa, S. (2020). *Pemilihan Lokasi TPA Menggunakan SIG dan Metode Weighted Overlay: Studi Kasus di Kabupaten Temanggung*. *Jurnal Geografi*, 12(2), 90–100. doi: 10.15294/jg.v12i2.12345

Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman Kota Sentani

Harry Hardian Sakti¹, Despry Nur Annisa Ahmad^{1,2}, Nurul Wahyuni¹, Farhan Aldiansyah¹

¹Program Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Universitas Muhammadiyah Bulukumba

²Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, IPB University

^{*}Email Korespondensi: harryhardiansakti@umbulukumba.ac.id

Abstract

Sitasi:

Sakti, H.H¹, Ahmad, DNA², Wahyuni, N., Aldiansyah, F. (2023). *Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman Kota Sentani*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 9 Desember 2024

Disetujui: 16 April 2025

Publikasi: 31 Mei 2025

The continuous increase in urban population has resulted in serious spatial impacts on city life, particularly with the rising demand for housing or settlements, potentially leading to an imbalance in the land's capacity to accommodate residential needs. This study aims to analyze the spatial carrying capacity of residential land in Sentani City by measuring the extent of residential land and population data. The findings indicate that in 2023, the residential land area in Sentani City amounted to 704,874.57 m², while the population reached 73,927 individuals. The Residential Land Carrying Capacity (RLCC) value obtained was 0.36 m²/capita, indicating that the land's carrying capacity in Sentani City is low and insufficient to meet the population's needs adequately. The main factors contributing to this condition are uncontrolled land-use changes, uneven infrastructure distribution, and limited land availability due to the conservation areas of the Cycloop Mountains and Lake Sentani. The results of this study are expected to support sustainable land-use planning based on land carrying capacity, prevent negative impacts of development such as environmental degradation and disaster risks, and serve as a basis for policymaking in the wise and sustainable management and development of Sentani City.

Keyword: Spatial analysis, residential land carrying capacity, sustainability.

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Pertumbuhan penduduk perkotaan yang terus meningkat menimbulkan dampak spasial yang serius bagi kehidupan kota, terutama dengan meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal atau permukiman, yang berpotensi terjadinya ketidakseimbangan kemampuan lahan permukiman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis spasial daya dukung lahan permukiman di Kota Sentani dengan mengukur besaran luas lahan permukiman dan data jumlah penduduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas lahan permukiman di Kota Sentani pada tahun 2023 mencapai 704.874,57 m², sementara jumlah penduduk sebanyak 73.927 jiwa. Nilai Daya Dukung Lahan Permukiman (DDPm) yang diperoleh sebesar 0,36 m²/kapita, yang menunjukkan bahwa daya dukung lahan di Kota Sentani tergolong rendah dan tidak mampu menampung kebutuhan penduduk dengan layak. Faktor utama yang memengaruhi kondisi ini adalah alih fungsi lahan yang tidak terkendali, distribusi infrastruktur yang tidak merata, serta keterbatasan lahan akibat kawasan konservasi Pegunungan

Cycloop dan Danau Sentani. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung perencanaan tata ruang berbasis daya dukung lahan secara berkelanjutan, mencegah dampak negatif pembangunan seperti degradasi lingkungan dan risiko bencana, serta menjadi dasar kebijakan dalam pengelolaan dan pengembangan wilayah Kota Sentani secara bijaksana dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Analisis spasial, daya dukung lahan permukiman, berkelanjutan

1. Pendahuluan

Pembangunan pada dasarnya merupakan suatu proses sosial yang direncanakan untuk mengatasi masalah – masalah yang timbul akibat dari pertumbuhan penduduk (Putri, *et al*, 2019). Pertambahan penduduk kota yang terus-menerus dan tergolong tinggi, membawa konsekuensi spasial yang serius bagi kehidupan kota dengan adanya tuntutan akan *space* yang terus-menerus untuk dimanfaatkan sebagai tempat hunian dengan pengembangan dan pembangunan yang tidak terkendali hingga menyebabkan semakin menyusutnya lahan – lahan produktif seperti lahan pertanian menjadi lahan terbangun (Rahmawan, 2019).

Kota Sentani, sebagai ibu kota Kabupaten Jayapura, memiliki peran strategis dalam pembangunan regional dan nasional. Berdasarkan RTRW Kabupaten Jayapura 2008–2028, Kota Sentani termasuk dalam Wilayah Pembangunan (WP) I dimana wilayah ini tidak hanya menjadi pusat pemerintahan, tetapi juga pusat perdagangan, jasa, transportasi udara, dan pariwisata. Letaknya yang berada di tepi Danau Sentani dan dikelilingi oleh Pegunungan Cycloop menjadikan Kota Sentani sebagai kawasan yang kaya akan sumber daya alam, namun juga memiliki keterbatasan dalam hal daya dukung lahan.

Peningkatan jumlah penduduk yang signifikan di Distrik Sentani, dari 47.645 jiwa pada tahun 2013 menjadi 73.927 jiwa pada tahun 2023, telah menimbulkan tekanan besar terhadap penggunaan lahan. Kebutuhan untuk permukiman, perkantoran, dan infrastruktur terus meningkat seiring dengan pertumbuhan

populasi. Namun, luas lahan yang tetap serta keterbatasan lahan yang cocok untuk pembangunan menjadi tantangan utama. Akibatnya banyak lahan pertanian yang dialihfungsikan menjadi kawasan terbangun yang berdampak pada perubahan tutupan lahan dan menurunnya kapasitas lingkungan. Selain itu, letak geografis Kota Sentani yang berada di sekitar kawasan konservasi Pegunungan Cycloop dan Danau Sentani mengharuskan adanya pengelolaan lahan yang bijaksana untuk menjaga keseimbangan ekologis. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan permukiman baru, memungkinkan daya dukung lahan permukiman kawasan tersebut menurun (Tanie, *et al*, 2023).

Daya dukung lahan permukiman diartikan sebagai kemampuan suatu wilayah dalam penyediaan lahan permukiman guna menampung jumlah penduduk tertentu untuk dapat bertempat tinggal secara layak. Analisis daya dukung dapat memberikan informasi yang diperlukan dalam menilai tingkat kemampuan lahan dalam mendukung segala aktivitas yang ada di wilayah yang bersangkutan. Daya dukung lahan permukiman sangat penting dalam memperkirakan berbagai kemungkinan yang dapat terjadi atau memperkirakan tingkat kebutuhan penduduk yang disesuaikan dengan kondisi lahan yang ada (Putri, *et al*, 2019). Berdasarkan Undang-undang nomor 26 tahun 2007 Lahan untuk permukiman terletak pada kawasan budidaya di luar kawasan lindung. Pembangunan kawasan permukiman pada lahan yang tidak sesuai akan membahayakan lingkungan sekitarnya maupun jiwa manusia yang menghuni

kawasan permukiman tersebut. Lahan permukiman harus mampu memberikan fasilitas dan aksesibilitas yang memadai bagi penduduk (Nurfatimah, 2023).

Pentingnya analisis daya dukung lahan permukiman di Kota Sentani terletak pada upaya untuk mengetahui sejauh mana kemampuan lahan dapat mendukung kebutuhan permukiman tanpa merusak keseimbangan lingkungan. Analisis ini juga diperlukan untuk merencanakan pengembangan wilayah yang berkelanjutan, mengoptimalkan penggunaan lahan yang ada, dan mencegah terjadinya dampak negatif dari pembangunan yang tidak terkontrol. Dengan meningkatnya kebutuhan akan lahan akibat urbanisasi dan mobilitas penduduk yang tinggi, daya dukung lahan ini dapat menjadi dasar bagi perencanaan tata ruang yang berkelanjutan di Kota Sentani. Oleh karena itu diperlukan analisis daya dukung lahan permukiman yang lebih komprehensif untuk memahami batasan dan potensi wilayah dalam pemenuhan kebutuhan permukiman yang berkualitas yang diukur dari luas lahan dan jumlah penduduk. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan menganalisis daya dukung lahan permukiman di Kota Sentani Tahun 2024.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Sentani yang secara administrasi terdiri Sentani, Sentani Timur, Depapre, Sentani Barat, Raveni Rara, Yokari, Demta, Ebungfao, Waibu, dan Kentuk. Penelitian ini menggunakan variabel tutupan lahan dan jumlah penduduk. Data tutupan lahan diperoleh dari interpretasi *Google Earth* 2023 dan data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Penelitian ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kapasitas lahan Kota Sentani dalam mendukung perkembangan permukiman.

Daya dukung lahan permukiman menggunakan data mengenai luas lahan yang layak untuk permukiman serta standar kebutuhan lahan per kapita. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan, kebutuhan luas ruang per kapita ditetapkan sebesar 26 m² per orang dan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah bahwa daya dukung lahan permukiman dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$DDPm = \left(\frac{LPm}{JP} \right) \alpha \quad (1)$$

Keterangan

DDPm = Daya Dukung Lahan Permukiman

LPm = Luas Lahan Permukiman

JP = Jumlah Penduduk

α = Koefisien Luas Kebutuhan Ruang

Berdasarkan rumus di atas dapat diberikan batasan tentang kelayakan daya dukung lahan untuk permukiman yaitu :

1. Jika $DDPm > 1$ m²/kapita, artinya bahwa daya dukung permukiman tinggi, masih mampu menampung penduduk untuk bermukim (membangun rumah) dalam wilayah tersebut
2. Jika $DDPm = 1$ m²/kapita, artinya bahwa daya dukung permukiman optimal, terjadi keseimbangan antara penduduk yang bermukim (membangun rumah) dengan luas wilayah yang ada.
3. Jika $DDPm < 1$ m²/kapita, artinya bahwa daya dukung permukiman rendah, tidak mampu menampung penduduk untuk bermukim di wilayah tersebut

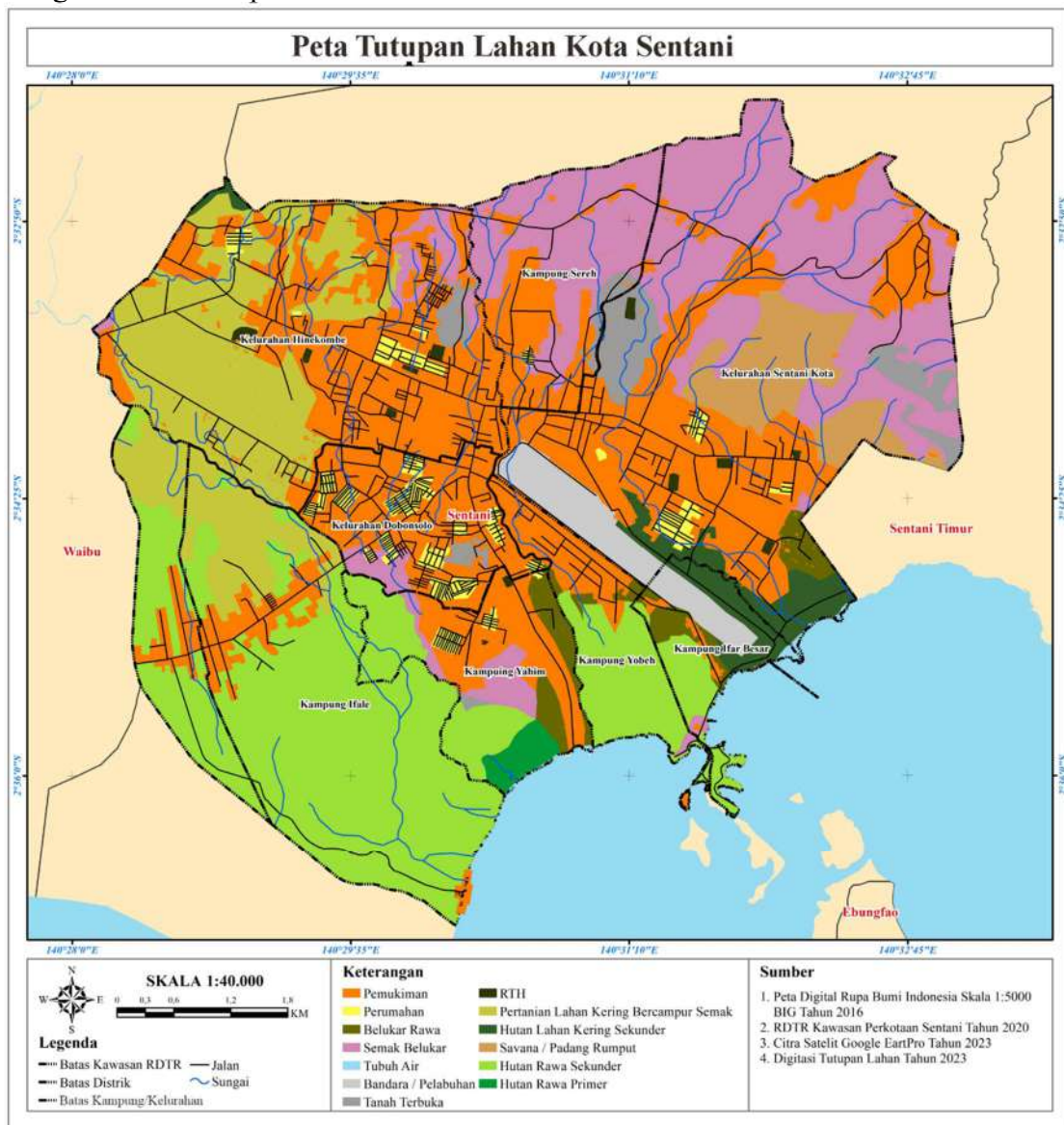
Adapun nilai koefisien luas kebutuhan ruang yang digunakan berdasarkan SNI 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan, adalah 26 m².

3. Hasil dan Pembahasan

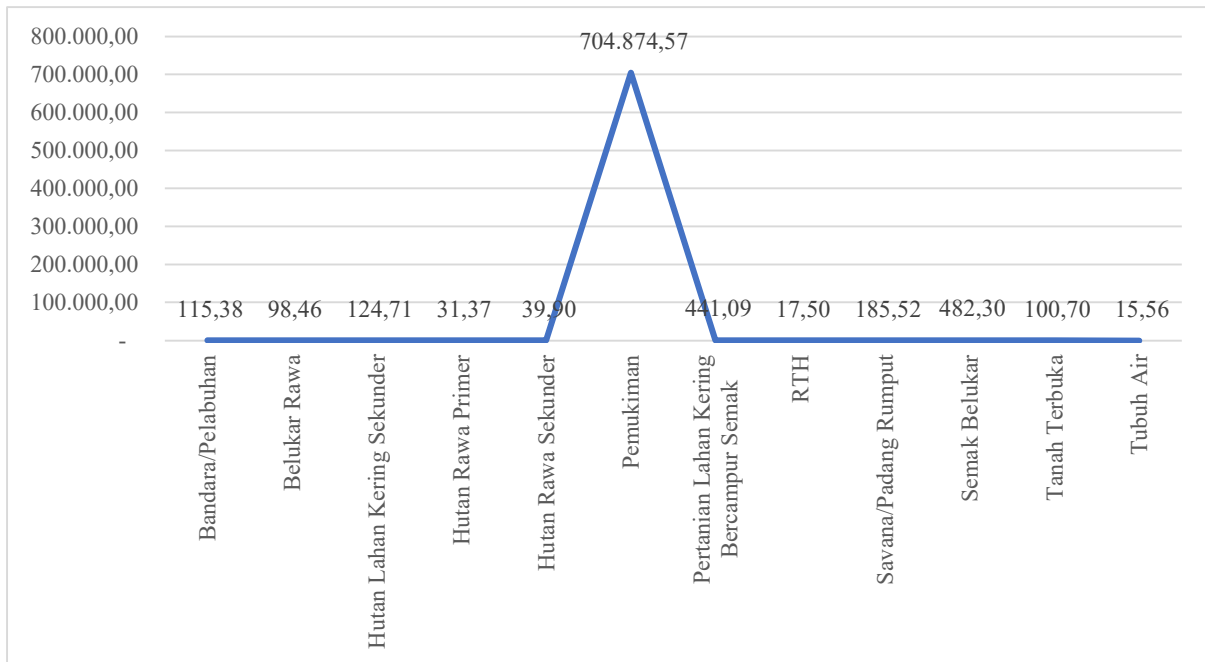
3.1. Hasil

Perumahan dan permukiman merupakan kegiatan yang bersifat multi sektor, dan berkaitan langsung dengan kebutuhan dasar masyarakat. Hal ini juga akan berhubungan dengan kondisi daya dukung lahan, dengan dua komponen utama, yaitu ketersediaan potensi sumberdaya alam dan daya tampung lingkungan (Ernamaiyanti & Yuananda, 2019). Posisi Kota Sentani yang begitu strategis, karena di wilayah ini terdapat bandar udara yang melayani pergerakan di Provinsi Papua dan sekitarnya, berimplikasi pada peningkatan pembangunan kawasan permukiman.

Hasil tutupan lahan di Kota Sentani pada tahun 2023 menunjukkan bahwa luas lahan permukiman mencapai 704.874,57 m², RTH seluas 17,50 m², lahan pertanian 441,09 m², bandara/pelabuhan seluas 115,38 m², belukar rawa seluas 98,46 m², savanna/padang rumput seluas 185,52 m², semak belukar seluas 482,30 m², tanah terbuka seluas 100,70 m², tubuh air seluas 15,56 m² dan hutan memiliki luas 195,98 m². Secara spasial, distribusi tutupan lahan Kota Sentani tahun 2023 dapat dilihat pada dibawah ini.



Gambar 1. Tutupan Lahan Kota Sentani Tahun 2023



Gambar 2. Grafik Tutupan Lahan Kota Sentani Tahun 2023

Sumber: Hasil interpretasi citra satelit *google earth* (2023)

Hasil analisis tutupan lahan di Kota Sentani tahun 2023 menunjukkan bahwa luas lahan permukiman mencapai 704.874,57 m². Koefisien luas kebutuhan ruang didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan, yang menetapkan standar kebutuhan ruang per kapita sebesar 26 m². Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Sentani, jumlah penduduk Kota Sentani pada tahun 2022 tercatat sebanyak 73.927 jiwa.

Hasil perhitungan Daya Dukung Lahan Permukiman (DDPm) Kota Sentani tahun 2023 adalah 0,36 m²/kapita. Nilai DDPm < 1 menunjukkan bahwa daya dukung permukiman rendah, tidak mampu menampung penduduk untuk bermukim di wilayah tersebut. Nilai ini jauh di bawah standar minimum 1 m²/kapita, yang diperlukan agar suatu wilayah dianggap mampu menampung kebutuhan penduduk dengan layak.

3.2. Pembahasan

Daya Dukung Lahan Permukiman (DDPm) Kota Sentani yang rendah dan jumlah penduduk Kota Sentani yang mencapai

73.927 jiwa pada tahun 2023 memberikan tekanan besar terhadap lahan yang tersedia. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan tekanan terhadap penggunaan lahan untuk permukiman, perkantoran, dan infrastruktur. Kota Sentani yang dikelilingi oleh Pegunungan Cycloop dan Danau Sentani membatasi ketersediaan lahan untuk pembangunan permukiman. Kawasan ini merupakan zona perlindungan lingkungan yang tidak dapat dialihfungsikan secara bebas. Keterbatasan dalam hal pengembangan lahan ini dapat menyebabkan terjadinya konflik antar pengguna lahan. Pertambahan jumlah penduduk juga menyebabkan manusia memanfaatkan sumberdaya alam tanpa memperhatikan kemampuan dan daya dukung lingkungan. Sebagai akibat terjadinya penurunan kualitas lingkungan dan bencana alam (Umar., et al, 2019).

Pengembangan infrastruktur dan fasilitas publik yang tidak merata serta pembangunan yang terpusat di Kota Sentani menyebabkan konsentrasi penduduk dan permukiman di satu area tertentu, sehingga meningkatkan kepadatan

dan tekanan terhadap daya dukung lahan. Hal ini juga memicu ketimpangan dalam perkembangan kawasan permukiman yang menghambat perluasan permukiman di area lain. Di sisi lain, alih fungsi lahan yang tidak terkendali berisiko menyebabkan degradasi lingkungan, seperti berkurangnya resapan air, erosi, dan sedimentasi di Danau Sentani. Dalam menjalankan pembangunan, perubahan penggunaan lahan tidak bisa dihindari. Kegiatan pembangunan merupakan salah satu bentuk pertumbuhan dan perkembangan yang berhubungan dengan meningkatnya kebutuhan akan lahan yang tersedia. Jumlah penduduk yang bertumbuh lebih cepat dibandingkan dengan kemampuan suatu wilayah dapat menimbulkan masalah terhadap ruang yang dibutuhkan masyarakat untuk hidup dan bekerja (Amalia & Hijrawadi, 2024).

Dengan nilai DDPm yang berada di bawah standar ($<1 \text{ m}^2/\text{kapita}$), diperlukan pendekatan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan tanpa mengorbankan keseimbangan ekologis. Pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi menjadi salah satu faktor utama terjadinya alih fungsi lahan. (Nurfatihah, 2023). Perencanaan berbasis daya dukung lahan dapat digunakan sebagai pijakan untuk mengembangkan wilayah secara berkelanjutan, memaksimalkan pemanfaatan lahan, serta menghindari dampak negatif pembangunan. Analisis ini juga membantu mengidentifikasi batas daya dukung lahan guna mencegah alih fungsi yang tidak terkendali, seperti konversi lahan pertanian atau hutan menjadi kawasan terbangun, yang berpotensi menyebabkan erosi, sedimentasi, dan penurunan daya resapan air. Melalui analisis ini, kebijakan pembangunan dan pengelolaan lahan di Kota Sentani diharapkan dapat dirancang lebih baik demi mendukung kehidupan masyarakat yang berkelanjutan. Ketidaktepatan atau ketidaksesuaian

alokasi tata ruang memberikan kontribusi terjadinya bencana (Hermawan & Rudiarto, 2023).

4. Kesimpulan

Daya dukung lahan permukiman di Kota Sentani tahun 2023 berada dalam kategori rendah dengan nilai DDPm sebesar $0,36 \text{ m}^2/\text{kapita}$, jauh di bawah standar minimum $1 \text{ m}^2/\text{kapita}$. Hal ini menunjukkan bahwa lahan yang tersedia sudah tidak mampu menampung kebutuhan pembangunan penduduk yang terus meningkat. Beberapa faktor penyebab utama dalam kondisi ini adalah tingginya pertumbuhan penduduk, alih fungsi lahan yang tidak terkendali, distribusi infrastruktur yang tidak merata, dan keterbatasan geografis akibat kawasan konservasi Pegunungan Cycloop dan Danau Sentani.

Kondisi daya dukung lahan permukiman yang rendah ini berimplikasi pada tekanan besar terhadap lahan, berkurangnya daya resapan air, degradasi lingkungan, serta peningkatan risiko bencana seperti erosi dan sedimentasi. Oleh karena itu, perencanaan tata ruang berbasis daya dukung lahan sangat diperlukan untuk memastikan pengembangan wilayah yang berkelanjutan, memaksimalkan efisiensi penggunaan lahan, dan menjaga keseimbangan ekologis.

Daftar Pustaka

- Amalia., D., F., & Hijrawadi., S., N. 2024. *Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Kabupaten Sukoharjo dengan Menggunakan Metode NDVI Tahun 2013 dan 2023*. Jurnal Sains Geografi, 2(2), 2024; DOI: 10.2210/jsg.vx1ix.xxx
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jayapura. 2013. *Kabupaten Jayapura Dalam Angka Tahun 2013*. Jayapura : BPS
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jayapura. 2023. *Kabupaten Jayapura Dalam Angka Tahun 2023*. Jayapura : BPS

- Badan Standardisasi Nasional, 2004. *SNI 03-1733-2004 Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*. Badan Stand. Nas., pp. 1–58, 2004.’
- Ernamaiyanti., & Yunanda M. 2019. *Analisis Daya Dukung Dan Daya Tampung Lahan Pengembangan Perumahan Dan Pemukiman provinsi Banten*. *J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 25–31, 2020, doi: 10.36546/tekniksipil.v9i1.266.
- Hermawan., A., D., & Rudiarto., I. 2023. *Daya Dukung Permukiman dan Kesesuaian Pola Ruang Kawasan Permukiman di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang*. *J. Pembang. Wil. dan Kota*, vol. 19, no. 1, pp. 48–63, 2023, doi: 10.14710/pwk.v19i1.23914.
- Nurfatihmah. 2023. *Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar, Indones*. *J. Spat. Plan.*, vol. 4, no. 2, p. 23, 2023, doi: 10.26623/ijsp.v4i2.7460.
- Peraturan Daerah. 2009. *Peraturan Daerah Kabupaten Jayapura Nomor 21 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Jayapura Tahun 2008 - 2028*. Jayapura.
- Peraturan Menteri. 2009. *Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah*, vol. 2, no. 5. 2009.
- Putri., B., H., et al. 2019. *Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman di Kecamatan Padamara Kabupaten Purbalingga*. *Pros. Semin. Nas. Geogr.*, pp. 198–205
- Rahmawan., S. 2019. *Perkembangan Permukiman dan Pengaruhnya Terhadap Daya Dukung Lahan Kota Salatiga*, *Geo Image* , vol. 8, no. 2, pp. 134–140, 2019, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/geoimage>
- Tanie., F. A., et al. 2023. *Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman Di Kota Manado*. *Agri-Sosioekonomi*, vol. 19, no. 2, pp. 1177–1188, 2023, doi: 10.35791/agrsossek.v19i2.49320.
- Umar., I., et al. 2019. *Spatial Plan Consistency of Settlement and Development Policy Directions In Tanah Datar District, West Sumatra*,” *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 277–286, 2019, doi: 10.29244/jpsl.9.2.277-286.

Estimasi serapan karbon biru pada ekosistem mangrove *rhizophora mucronata* di Pulau Tidung Kecil

Muhammad Naufal Tamam Sartono^{1*}, Qori Nabilla¹, Adinata Wirasena¹, Dian Primasari¹, Nasywa Difa Kusuma¹, Muhammad Syarifuddin Hidayat¹, Lia Kusumawati^{1*}, Della Ayu Lestari^{1*}

¹Geografi, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka Raya, Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia

^{*}Email Korespondensi: muhammad.naufal.tamam02@unj.ac.id, liakusumawati@unj.ac.id, dellaayulestari@unj.ac.id

Abstract

Sitasi:

Sartono. M. N. T., Nabilla. Q., Wirasena. A., Primasari. D., Kusuma. N. D., Hidayat. M. S., Kusumawati. L., Lestari D. A. (2024). *Estimasi serapan karbon biru pada ekosistem mangrove rhizophora mucronata di Pulau Tidung Kecil*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 23/12/2024
Disetujui: 17/04/2025
Publikasi: 31/05/2025

Mangrove forests on Tidung Kecil Island have great potential in absorbing blue carbon, so they can contribute to climate change mitigation. This study aims to measure the potential for carbon absorption by the mangrove ecosystem in the area as an effort to reduce the impact of global warming. This study used a stratified random sampling method with a plot size of 1m x 1m at four designated stations. The total area of the mangrove area was estimated using Sentinel-2A satellite imagery with the supervised classification method. Biomass and mangrove carbon stocks were calculated using allometric equations. The results showed that the total area of the mangrove area on Tidung Kecil Island was 2.31 ha⁻¹ using supervised classification. The biomass of the entire mangrove area was estimated at 250.96 tons, with a total carbon stock at 117.94 tons. Based on the calculations, the mangrove ecosystem in this area is able to absorb carbon at 432.86 tons of carbon dioxide. The mangrove ecosystem on Tidung Kecil Island has very good potential in absorbing carbon and contributing to climate change mitigation. The results of the observations carried out can be the basis for consideration of rehabilitation, preservation, research development, and increasing conservation efforts for the mangrove ecosystem on Tidung Kecil Island.

Keyword: Biomass, Carbon absorption, Mangrove, Tidung Island

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Hutan mangrove di Pulau Tidung Kecil memiliki potensi besar dalam menyerap karbon biru, sehingga dapat berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur potensi penyerapan karbon oleh ekosistem mangrove di wilayah tersebut sebagai upaya untuk mengurangi dampak pemanasan global. Penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel acak terstratifikasi dengan ukuran plot 1m x 1m pada empat stasiun yang ditentukan. Luas total kawasan mangrove diestimasi menggunakan citra satelit Sentinel-2A dengan metode supervised classification. Biomassa dan stok karbon mangrove dihitung menggunakan persamaan allometrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas total kawasan mangrove di Pulau Tidung Kecil adalah 2,31 ha⁻¹ menggunakan supervised classification. Biomassa seluruh kawasan mangrove diperkirakan sebesar 250,96 ton, dengan total stok karbon sebesar 117,94 ton. Berdasarkan perhitungan, ekosistem mangrove di wilayah ini mampu menyerap karbon sebesar 432,86 ton karbon dioksida. Ekosistem mangrove di Pulau Tidung Kecil memiliki potensi yang sangat baik dalam menyerap karbon dan berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Hasil observasi yang dilakukan, dapat menjadi dasar pertimbangan rehabilitasi, pelestarian, pengembangan penelitian, dan peningkatan upaya konservasi ekosistem mangrove di Pulau Tidung Kecil.

Kata Kunci: Biomassa, Serapan karbon, Mangrove, Pulau Tidung

1. Pendahuluan

Hutan mangrove berada pada wilayah pantai yang tergenang air laut serta adanya pengaruh dari pasang surut air laut tetapi tidak dipengaruhi iklim (Alviana et al., 2023). Hutan mangrove digambarkan pada suatu komunitas pantai yang didominasi oleh beberapa jenis pohon tertentu maupun semak-semak yang bisa untuk tumbuh pada perairan asin (Permata Sari et al., 2022). Di dalam hutan mangrove, terdapat beberapa spesies yang berbeda di antaranya (*Avicennia*, *Snaeda*, *Laguncularia*, *Lumnitzera*, *Conocarpus*, *Aegicera*, *Aegialitis*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Sonneratia*), mempunyai akar napas (pneumatofos), zonasi (*Avicennia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Nypa*), umumnya tumbuh di substrat yang berpasir atau berlumpur menggunakan salinitas yang majemuk (Aprianto & Romadhon, 2021).

Mangrove termasuk pada ekosistem yang tumbuh pada wilayah tepi pesisir dan mempunyai potensi yang besar (Kangkuso et al., 2018). Mangrove mempunyai potensi yang bisa dimanfaatkan secara tidak langsung, maupun secara langsung dalam nilai ekonomis (Aprianto & Romadhon, 2021). Manfaat secara langsung yaitu untuk bahan bangunan. Secara ekologi (lingkungan) mangrove mempunyai manfaat untuk tempat berlindung serta tempat mencari makan bagi kehidupan hewan lahan mangrove berperan mendukung vegetasi lingkungan fisik dan lingkungan biota pada

lingkungan fisik mangrove berperan untuk penahan ombak, perangkap sedimen, dan penahan intrusi air asin, adapun peran di lingkungan biota yaitu untuk tempat tinggal bagi biota laut yang terdapat di dalamnya. (Rifandi, 2021).

Ekosistem mangrove berperan penting dalam mengurangi laju pemanasan global yang terjadi akibat efek gas rumah kaca dengan menekan konsentrasi CO₂ berlebih pada lapisan atmosfer (Permata Sari et al., 2022). Ekosistem ini mampu menjadi penyimpan *blue carbon* atau yang kerap disebut sebagai karbon biru dengan perputaran produksi dan penghasilan karbon pada area lautan (Easteria G et al., 2022). Persebaran kawasan mangrove di Pulau Tidung Kecil, menjadi salah satu potensi yang berperan mengatur siklus karbon biru di wilayah perairan Pulau Tidung Kecil. Mengingat peran ekosistem mangrove dalam penyerapan karbon berkontribusi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi kandungan Biomassa, kandungan karbon, dan penyerapan karbon pada tegakan ekosistem mangrove di perairan Pulau Tidung Kecil. Dengan mengetahui estimasi serapan karbon pada ekosistem ini, diharapkan menjadi dasar pertimbangan pelestarian, rehabilitasi, pengembangan penelitian, dan peningkatan upaya konservasi ekosistem mangrove di wilayah tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 15 dan 16 November 2024 di Pulau Tidung Kecil, Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Kabupaten Kepulauan

Seribu, Jakarta. Lokasi stasiun yang dijadikan tempat observasi dapat dilihat pada Tabel 1.

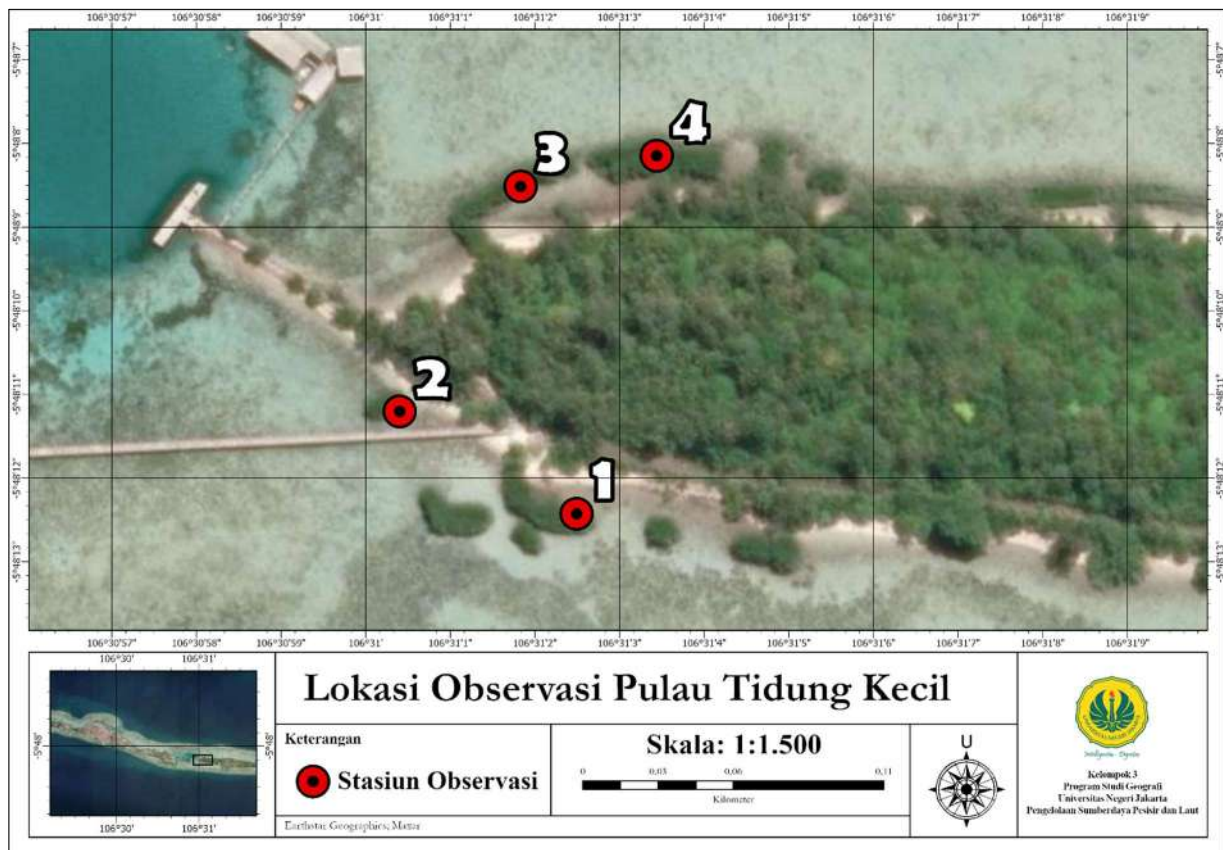
Tabel 1 Koordinat X dan Y Stasiun

Nomor Stasiun	Koordinat	
	X (Longitude)	Y (Latitude)
1	106.517271°	-5.803410°
2	106.516799°	-5.803085°
3	106.517249°	-5.802346°
4	106.517697°	-5.802266°

*nomor stasiun dijadikan sebagai titik terdekat untuk mengambil plot ekosistem mangrove.

Pada Tabel 1 lokasi penelitian dilakukan di bagian Barat Pulau Tidung Kecil dengan mengambil lokasi persebaran sebanyak 4 titik. Pengambilan lokasi ini berdasarkan

persebaran dominan ekosistem mangrove yang berada pada sisi kiri pulau ini.



Gambar 2. Lokasi Stasiun untuk Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi stasiun seperti pada Gambar 2, digunakan untuk mengambil *plotting* terdekat dari stasiun (Susiana, 2015). Penentuan lokasi stasiun menyesuaikan dengan keberadaan mangrove di suatu kawasan. Persebaran stasiun ini akan dijadikan perbandingan di dalam hasil penelitian (1-4).

2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan data primer melalui *groundchecking* pada vegetasi mangrove di Pulau Tidung Kecil (bagian utara dan selatan), serta data sekunder berupa citra Sentinel 2A, World Imagery Hybrid, referensi untuk melakukan metode *supervised* dan perhitungan *blue carbon*. Alat yang digunakan pada penelitian di antaranya, tali tambang, instrumen pencatatan mangrove, meteran kain, buku identifikasi jenis mangrove, ArcGIS Pro, Sentinel 2A, Timestamp Camera, Ms. Excel, dan ImageJ. Tali tambang 1x1

meter (m2) digunakan untuk membuat kuadran transek pada *sampling lapangan*. Instrumen pencatatan mangrove digunakan untuk mencatat keliling dari tegakan (cm), jenis individu, dan formulasi pengukuran diameter (cm). Meteran kain digunakan untuk melakukan pengukuran keliling batang setinggi dada (*Girt at Breast Height*) atau 1,3 m dari tanah (Kangkuso et al., 2018).

Buku identifikasi mangrove digunakan untuk mengidentifikasi jenis mangrove. *Software ArcGIS Pro* digunakan untuk melakukan pemetaan sebaran mangrove dan pembuatan peta tematik lokasi penelitian. Sentinel 2A (Sidik & Kadarisman, 2019), digunakan untuk menentukan persebaran menggunakan *supervised*. Aplikasi *Timestamp Camera* digunakan untuk menentukan titik koordinat. Ms. Excel digunakan untuk mengolah data keliling tegakan dan perhitungan pada *hemispherical photography*. ImageJ

digunakan untuk menentukan data yang diambil dalam penelitian ini berupa data vegetasi hutan mangrove Pulau Tidung Kecil. Data vegetasi yang dikumpulkan meliputi data jenis/spesies pohon dan diameter pohon. Data tersebut dikumpulkan dengan pengambilan sampel acak terstratifikasi (Rahim et al., 2021).

2.3 Analisis Data

1. Kerapatan Individu

Nilai kerapatan individu dihitung berdasarkan perbandingan jumlah mangrove dengan jumlah plot di dalam suatu stasiun (E. W. I. Dharmawan et al., 2020), yang telah disesuaikan untuk penelitian ini sebagai berikut:

$$DBHi = \frac{GBHi}{\pi} \dots\dots\dots(1)$$

2. Kerapatan Kanopi

Nilai persentase kerapatan kanopi ditentukan dari banyaknya tutupan yang diambil gambarnya pada ketinggian 1/3 dari tegakan pohon mangrove di dalam satu plot dan di bawah kanopi seperti pada gambar 2 (E. W. I. Dharmawan et al., 2020).



Gambar 3. Contoh Ilustrasi Pengambilan Gambar Hemispherical Photography

Pengukuran kanopi mangrove dalam area seluas 1x1 meter melibatkan beberapa tahap penting. Pertama, ukur diameter batang utama dan tinggi pohon mangrove. Kemudian, tentukan sudut kemiringan cabang dan jarak antara cabang. Untuk menghitung luas kanopi, dapat

menggunakan metode Hemisfer Fotografi atau metode Lengkungan Cabang. Setelah itu, gunakan software ImageJ untuk menentukan jumlah pixel kanopi dan jumlah pixel total, dengan rumus perhitungan sebagai berikut,

$$\% \text{ Kanopi Mangrove} = \frac{\text{Pixel Kanopi}}{\text{Pixel Total}} \dots\dots(2)$$

3. Pengukuran Diameter Mangrove

Untuk mengetahui DBH (Diameter at Breast High), lingkaran dari tegakan mangrove (Girth at Breast High) yang telah diukur, dibagi dengan nilai π (E. W. I. Dharmawan et al., 2020)

$$DBHi = \frac{GBHi}{\pi} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- DBHi : Diameter tegakan pada jenis tertentu
- GBHi : Lingkaran pada tegakan jenis tertentu
- π : Konstanta

4. Formulasi Kandungan Biomassa

Berdasarkan hasil identifikasi jenis vegetasi mangrove di kawasan Pulau Tidung Kecil, hanya ditemukan satu dominasi jenis tegakan pohon yaitu *Rhizophora mucronata*, sehingga formulasi yang digunakan untuk menghitung biomassa mangrove seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Model Persamaan Allometrik untuk Estimasi Biomassa Mangrove

Jenis Individu	Allometric Equation	Referensi
<i>Ryshopora Mucronata</i>	$W_i = 0,1466 * DBH^{2,3136}$	(S. W. I. Dharmawan, 2010)

Keterangan:

- W_r : Biomassa (kg)
- DBH : Diameter setinggi dada (cm)

5. Formulasi Cadangan Karbon

Jumlah cadangan karbon dalam suatu biomassa dapat dihitung menggunakan formulasi (SNI 7724:2019, 2019) sebagai

berikut

$$C_v = B_i \text{ (kg)} \times \% \text{ C organik} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- C_v : Kandungan karbon pada Mangrove (Cyclic Voltametry)
- $\% \text{ C organik}$: Konstanta kandungan karbon sebesar 47% (0,47) dari biomassa pohon mangrove
- $B_i \text{ (kg)}$: Biomassa individu mangrove

6. Formulasi Serapan Karbon

Perhitungan serapan karbon dapat dihitung menggunakan formulasi perbandingan rasio atom di dalam cadangan karbon pada tiap

tegakan (Rifandi, 2021), sebagai berikut:

$$EC = 3,67 \times C_n \dots\dots\dots(4)$$

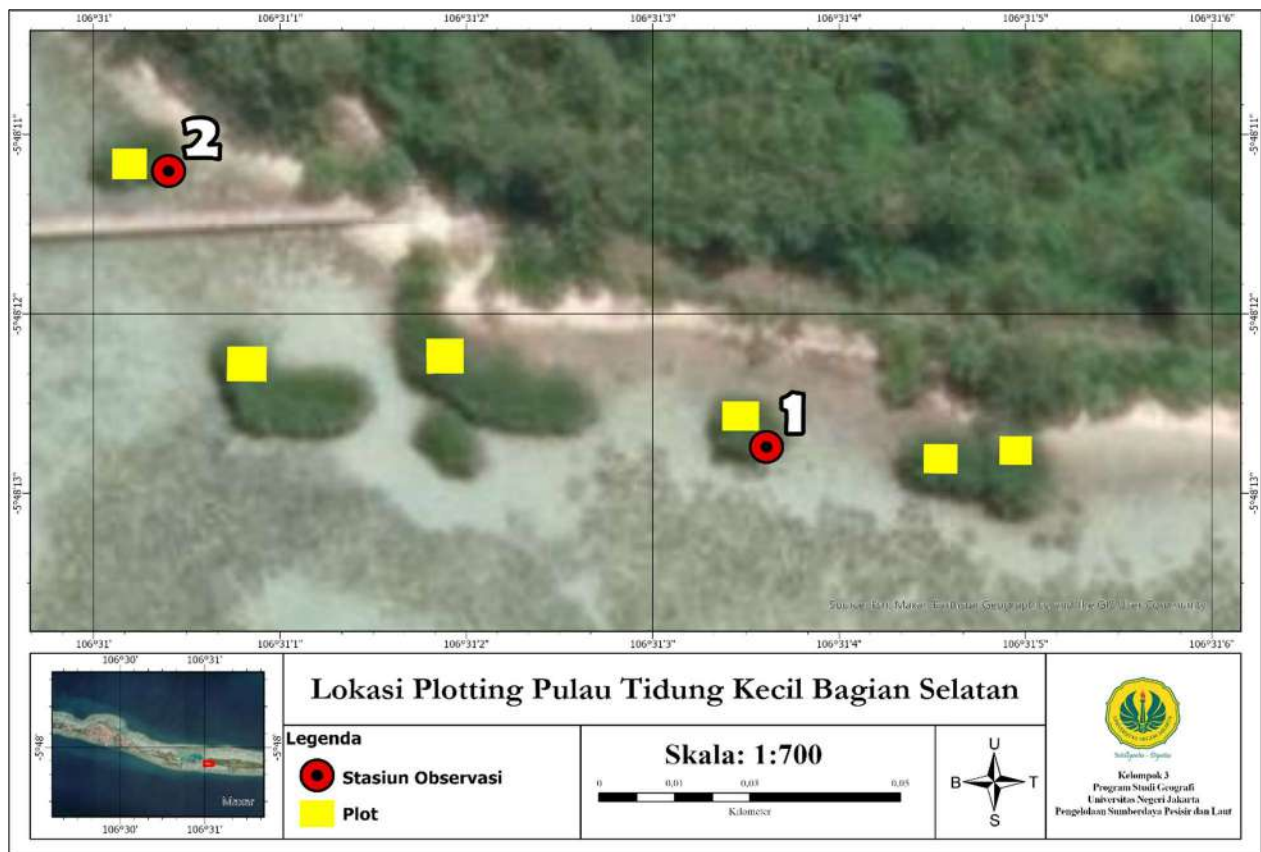
Keterangan:

- EC : Serapan Karbon (CO_2) Elemental Carbon
- C_n : Cadangan Karbon (Ind./kg)
- 3,67 : Rasio atom *Carbon:12, Carbon Dioxide (Carbon: 12, Oxygen:16)* sehingga konversi unsur = $(12+16*2)/12$. (CO_2/kg)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

1. Kerapatan Individu dan Kanopi Mangrove Pulau Tidung Kecil



Gambar 4. Lokasi Observasi Pulau Tidung Kecil Selatan

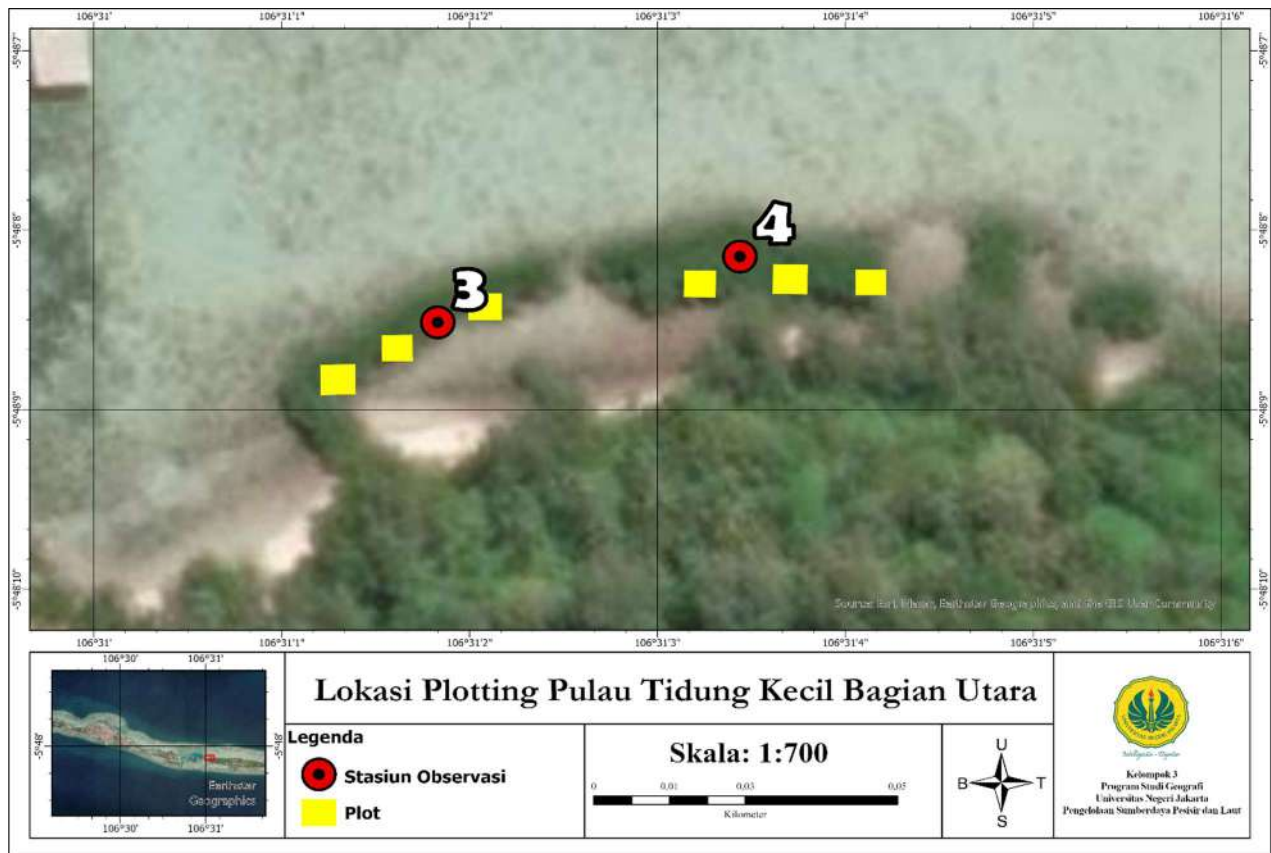
Pada Gambar 4, penentuan lokasi *plotting* dilakukan dengan metode random terstratifikasi pada 2 stasiun di bagian Selatan. *Plotting* yang tersebar secara acak, bertujuan mengetahui perbedaan diameter

dengan untuk mengambil sampel pada tiap-tiap stasiun yang dilakukan observasi.

Persebaran *plotting* ditentukan berdasarkan keberadaan ekosistem mangrove sebagai

sampel penelitian. Sehingga, pada stasiun 1 terdapat 3 *plotting* yang tersebar di bagian timur stasiun sebanyak 2 titik, dan 1 titik pada bagian barat stasiun. Sementara itu,

pada stasiun 2 terdapat 3 *plotting* yang tersebar di bagian tenggara stasiun sebanyak 2 titik, dan 1 titik pada bagian barat stasiun.



Gambar 5. Lokasi Observasi Pulau Tidung Kecil Utara

Pada bagian utara Pulau Tidung Kecil, pengambilan sampel dilakukan dengan memerhatikan kerapatan antar pohon dan juga persebaran ekosistem mangrove yang saling menyambung dari bagian barat Pulau Tidung Kecil sampai ke bagian timur pulau. Pengambilan sampel pada stasiun 3, berjumlah 3 titik, dengan 2 titik pada bagian barat daya stasiun, dan 1 titik pada bagian timur stasiun. Pada stasiun 4, terdapat 3 titik yang tersebar pada bagian selatan stasiun (Gambar 5).

Tabel 3 Kerapatan Individu Mangrove plot/m² Pulau Tidung Kecil

Nomor Stasiun	Kerapatan Individu (m ²)
1	1,67
2	1,83

3	1,75
4	2,33
<hr/>	
Rata-rata	1,92

Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Hasil pengukuran dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan kerapatan individu mangrove di empat stasiun yang tertera pada Tabel 3. Setiap stasiun memberikan nilai kerapatan yang berbeda pada jumlah individu di dalam m². Perbedaan nilai kerapatan individu di dalam transek, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbedaan kondisi lingkungan, jenis substrat, serta tingkat gangguan antropogenik seperti sampah laut dan limbah mikro plastik di area tersebut. Pada stasiun 1, kerapatan individu mangrove tercatat sebesar 1,67 m², yang merupakan nilai

terendah di antara semua stasiun yang diteliti. Sementara itu, kerapatan mangrove di Stasiun 2 dan Stasiun 3 sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun 1, dengan kerapatan masing-masing sebesar 1,83 m² dan 1,75 m². Stasiun 4 memiliki kerapatan tertinggi, yaitu 2,33 m². Hal ini menunjukkan bahwa stasiun ini memiliki kondisi lingkungan yang paling optimal untuk pertumbuhan mangrove.

Tabel 4 Jumlah Tegakan dan Tutupan Kanopi Mangrove Pulau Tidung Kecil

Nomor Stasiun	Jumlah Individu	Tutupan Canopy (%)
1	10	78,63
2	11	78,73
3	7	70,82
4	7	78,60
Σ	35	-
Rata-rata		76,69

Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Dengan rata-rata tutupan 76,69% dari 35 tegakan mangrove, ekosistem ini dapat dikondisikan sebagai vegetasi yang rindang dan kerapatan yang cukup memadai. Kanopi yang rapat ini memberikan perlindungan yang cukup bagi area di bawahnya, meningkatkan fotosintesis tanaman, dan erosi pada pesisir. Akar mangrove yang kokoh, didukung oleh kanopi yang padat, menciptakan perlindungan alami dari gelombang laut. Sebagai bagian dari siklus karbon biru, kawasan ini menyerap karbon dalam jumlah signifikan, menunjukkan efisiensi dalam melakukan penyerapan karbon.

Berdasarkan hasil observasi, didapatkan substrat di Stasiun 4 memiliki struktur yang lebih baik dan memiliki proporsi kadar air, salinitas, serta nutrisi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan mangrove. Selain itu, tingkat tekanan antropogenik di stasiun ini dinilai lebih rendah depresinya

dibandingkan dengan stasiun lainnya. Secara keseluruhan, rata-rata kerapatan individu mangrove di keempat stasiun mencapai 1,92 m², yang mencerminkan kondisi kerapatan mangrove yang cukup baik.



Gambar 6. Sampel Kanopi Stasiun 1

Tutupan kanopi dari pohon mangrove yang terlihat pada Gambar 6, menunjukkan persentase tutupan sebesar 78,63% (tabel 4). Angka ini mencerminkan kondisi ekosistem mangrove yang cukup baik dan padat. Dengan tutupan yang mencapai 78,63%. Kerapatan kanopi yang tinggi ini berfungsi penting dalam mengurangi penetrasi sinar matahari ke dasar hutan, menjaga kelembapan, serta memberikan perlindungan yang optimal bagi ekosistem di bawah kanopi. Tutupan kanopi yang memadai juga mendukung siklus karbon biru, karena pohon-pohon mangrove yang tumbuh rapat lebih efisien dalam menyerap dan menyimpan karbon.



Gambar 7. Sampel Kanopi Stasiun 2

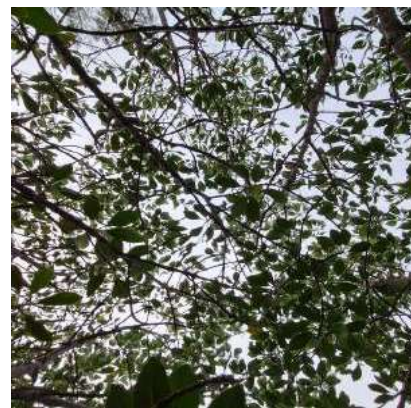
Dengan tutupan kanopi mencapai 78,73% pada 11 tegakan mangrove dalam Gambar 7, ekosistem ini menunjukkan karakteristik yang

rapat dan padat. Kanopi yang berdekatan, berperan dalam menjaga kelembapan tanah. Kanopi yang padat mampu menahan curah hujan, mencegah air turun langsung ke permukaan tanah, dan mengurangi laju limpasan air. Kanopi yang rapat dapat berkontribusi sebagai penyerap karbon yang signifikan dalam siklus karbon biru, membantu menurunkan emisi karbon, dan menyimpan karbon dalam biomassa serta tanah, yang berperan dalam mitigasi perubahan iklim.



Gambar 8. Sampel Kanopi Stasiun 3

Tutupan kanopi sebesar 70,82% dalam Gambar 8 mencerminkan kondisi yang cukup baik, meskipun persentase tidak >75%. Tegakan ini masih berhasil menciptakan lingkungan yang teduh dan meminimalkan penetrasi cahaya matahari ke bawah. Denganutupan yang cukup lebat, kanopi ini mampu menahan air hujan, mengurangi dampak erosi, dan mendukung infiltrasi air ke dalam tanah. Mangrove berperan sebagai penyangga yang mencegah limpasan air secara langsung ke laut. Denganutupan kanopi sekitar 70%, kemampuan pohon untuk menyerap karbon tetap signifikan, meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kanopi yang lebih rapat.



Gambar 9. Sampel Kanopi Stasiun 4

Denganutupan sebesar 78,60% dalam Gambar 9, kondisi mangrove terlihat rapat dan rindang. Kanopi juga hampir menutupi seluruh area pemotretan. Kanopi yang padat berfungsi dengan baik untuk mengurangi limpasan air hujan, dan menjaga stabilitas kelembapan. Kanopi ini memiliki peran penting dalam siklus karbon biru, dengan efisiensi tinggi dalam menyerap karbon dioksida dan menyimpannya dalam biomassa serta tanah. Persentaseutupan sebesar 78,60% menunjukkan bahwa ekosistem berada dalam keadaan yang baik.

2. Diameter Setinggi Dada pada Tegakan Mangrove Pulau Tidung Kecil

Tabel 5 Diameter Setinggi Dada (DBH) pada Mangrove

Nomor Stasiun	Rerata DBH
1	13,6
2	14,5
3	11,0
4	12,1
Rata-rata	12,8

DBH : Diameter at Breast High (Diameter setinggi dada)

Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Diameter mangrove yang di dapatkan, memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan selisih $\pm 1-2,5$ cm antar stasiun observasi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh

beberapa faktor di antaranya usia, ketersediaan nutrisi, iklim, salinitas air laut, dan adaptasi ekosistem mangrove terhadap kondisi lingkungan (Hagger et al., 2022). Secara umum ukuran diameter tegakan pohon mangrove berada >10 cm berdasarkan tingkat perkembangan struktur hutan mangrove (Vinh et al., 2019).

Pengukuran diameter mangrove setinggi dada (Diameter at Breast High) di empat stasiun observasi, menunjukkan perbedaan hasil pengukuran yang signifikan. Hasil pengukuran terbesar berada di stasiun 2 dengan rata-rata diameter 14,5 cm, sementara hasil pengukuran terkecil ditemukan di stasiun 3, yaitu 11 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan mangrove bervariasi di setiap stasiun yang dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti jenis substrat, kadar salinitas, dan ketersediaan nutrisi pada pohon.



Gambar 10. Sampel Tegakan Stasiun 1

Di stasiun 1, diameter setinggi dada (DBH) mencapai 13,6 cm, menandakan bahwa mangrove di lokasi ini dapat tumbuh dengan baik dengan diameter >10 cm. Hal ini menunjukkan habitat mangrove di stasiun tersebut relatif stabil dan sehat. Secara ekologi, ukuran DBH yang lebih besar berhubungan dengan kemampuan yang lebih tinggi dalam menyerap karbon dioksida dan menyimpan karbon. Oleh karena itu, stasiun ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap mitigasi perubahan iklim.



Gambar 11. Sampel Tegakan Stasiun 2

Stasiun 2 mencatat DBH tertinggi di antara keempat stasiun, yaitu 14,5 cm. Besarnya diameter yang diukur menandakan stasiun ini memiliki kondisi yang paling optimal untuk pertumbuhan mangrove. Lingkungan yang kondusif di stasiun ini dapat mendukung pertumbuhan pada ekosistem mangrove dan DBH yang lebih besar mengindikasikan kontribusi dominan pada peningkatan penyerapan karbon di Pulau Tidung Kecil.



Gambar 12. Sampel Tegakan Stasiun 3

Stasiun 3 mencatat DBH terkecil, yaitu 11 cm. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi lingkungan di stasiun ini kurang mendukung dalam pertumbuhan optimal mangrove. Jika dibandingkan dengan stasiun lainnya, ukuran DBH yang lebih kecil juga dapat diartikan usia mangrove pada stasiun 3 relatif lebih muda. Meskipun demikian, mangrove di stasiun ini

memiliki pengaruh karena persebarannya yang cukup luas.



Gambar 13. Sampel Tegakan Stasiun 4

Stasiun 4 menunjukkan DBH sebesar 12,1 cm, yang menunjukkan kondisi pertumbuhan mangrove yang relatif mendekati rata-rata dari keseluruhan stasiun. Selisih besarnya diameter dalam pengukuran DBH, menunjukkan bahwa mangrove di stasiun ini tetap memiliki peluang pertumbuhan yang baik dan mampu berkontribusi dalam penyimpanan karbon. Besarnya diameter mangrove yang berada pada stasiun 4, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya kandungan nutrisi, adaptasi terhadap kondisi lingkungan, pasang surut air laut, suhu, dan tingkat salinitas suatu perairan di dalam ekosistem mangrove (Susiana, 2015).

Dengan rata-rata DBH sebesar 12,8 cm, ukuran ini sudah memasuki usia dewasa dengan diameter >10cm. Mengingat variasi antar stasiun tidak terlalu signifikan, lokasi dengan nilai DBH rendah, seperti stasiun 3, memerlukan perhatian lebih seperti rehabilitasi ekosistem untuk meningkatkan penyerapan karbon. Sebaliknya, lokasi dengan nilai DBH tinggi, seperti stasiun 2, dapat dijadikan lokasi pengelolaan sebagai upaya dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuannya yang cukup optimal dalam menyerap karbon. Mangrove pada bagian utara (stasiun 4 dan stasiun 3) memiliki kemungkinan usia mangrove yang relatif lebih muda daripada Stasiun 1 dan 2

yang berada di kawasan selatan. Perbedaan ini dapat dilihat dari sebaran mangrove dan ukuran diameter pada tiap tegakan pohon yang ada di Pulau Tidung Kecil.

3. Estimasi Biomassa Mangrove

Tabel 6 Estimasi Biomassa Individu Mangrove

Nomor Stasiun	Biomassa (kg/m ²)
1	122,94
2	142,58
3	75,24
4	93,82
Rata-rata	108,64

*pada setiap m² terdapat 2 (dua) individu mangrove berjenis *Rhizophora mucronata* dari observasi yang dilakukan pada transek 1m x 1m.

Bi = Biomassa

Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Biomassa pada pohon mangrove ditentukan berdasarkan ukuran atau diameter pohon dan akan terus bertambah seiring meningkatnya usia pohon, hal ini dikarenakan pembelahan sel dan melambatnya pertumbuhan saat memasuki usia tertentu (Mangore et al., 2022). Biomassa mangrove yang diperoleh melalui persamaan allometrik berbeda-beda dari setiap stasiun yang dilakukan observasi. Perbedaan ini menunjukkan keadaan pohon besarnya diameter tegakan yang mempengaruhi kandungan biomassa suatu individu.

Pada stasiun 1, biomassa yang diestimasi mencapai 122,94 kg/m², Pada hasil perhitungan estimasi Biomassa rata-rata individu mangrove, didapatkan hasil seberat 108,64 kg/m². Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu pada lokasi penelitian yang berbeda. Biomassa mangrove berjenis *Rhizophora mucronata* terbilang lebih kecil dibandingkan dengan jenis *Bruguiera gymnorhiza* dengan estimasi Biomassa 456,02 kg/m² (Mangore et al., 2022).

Berdasarkan tabel 6, maka untuk penentuan *carbon* di dalam suatu tegakan, dapat dihitung menggunakan 47% (0,47) bagian dari biomassa mangrove. Estimasi penyerapan karbon digunakan untuk mengetahui kemampuan individu mangrove dalam m² dalam menyerap karbon. Sehingga di dapat kandungan karbon tiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 8.

4. Estimasi Cadangan dan Serapan Karbon Vegetasi Mangrove Pulau Tidung Kecil

Tabel. 8 Estimasi Cadangan Karbon Individu

Nomor Stasiun	Cv (kg/m ²)
1	57,78
2	67,01
3	35,36
4	44,09
Rata-rata	51,06

Cv = Jumlah cadangan karbon pada individu mangrove (Cyclic Voltametry)
 Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Pada Stasiun 1, cadangan karbon mencapai 57,78 kg/m². Angka ini menunjukkan cadangan karbon yang cukup tinggi dari mangrove di lokasi ini. Tingginya cadangan karbon dipengaruhi oleh diameter tegakan yang dapat menyimpan karbon sebanyak 47% dari biomassa. Stasiun 2 menunjukkan cadangan karbon tertinggi, yaitu 67,01 kg/m², yang menunjukkan bahwa ekosistem mangrove pada stasiun ini mencapai umur dewasa dengan kemampuan penyimpanan karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketiga stasiun lainnya. Di sisi lain, Stasiun 3 menunjukkan nilai cadangan karbon terendah, yaitu 35,36 kg/m². Nilai yang rendah ini dapat mengindikasikan adanya tekanan ekologis, seperti degradasi habitat atau gangguan akibat aktivitas manusia, serta faktor lain seperti ekosistem mangrove yang relatif muda dan memiliki

biomassa kecil. Sementara itu, Stasiun 4 mencatat cadangan karbon mangrove sebesar 44,09 kg/m², yang lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun 3. Meskipun masih kurang optimal jika dibandingkan dengan Stasiun 1 dan Stasiun 2, upaya peningkatan konservasi ekosistem mangrove dapat dilakukan dengan harapan meminimalisir tekanan ekologis yang terjadi di area mangrove.

Secara keseluruhan, rata-rata estimasi cadangan karbon individu mangrove dari empat stasiun tersebut mencapai 51,06 kg/m². Angka ini menunjukkan kontribusi penting ekosistem mangrove Pulau Tidung Kecil dalam menyimpan karbon. Sehingga hasil cadangan karbon yang sudah diketahui dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui serapan karbon yang dapat dilakukan pada tiap-tiap stasiun.

Tabel. 7 Estimasi Serapan Karbon Individu Mangrove

Nomor Stasiun	EC (kg/m ² /hari)
1	212,05
2	245,92
3	129,77
4	161,81
Rata-rata	187,39

EC = Jumlah serapan karbon dioksida pada individu mangrove
 Sumber : Olahan data *Field Trip* 2024

Pada Stasiun 1, estimasi penyerapan karbon mencapai 212,05 kg/m²/hari, hal ini menunjukkan kemampuan penyerapan yang sangat baik. Pada Stasiun 2 terdapat estimasi penyerapan karbon tertinggi di antara semua stasiun, yaitu 245,92 kg/m²/hari. Ini menunjukkan bahwa mangrove di lokasi tersebut mampu melakukan fotosintesis untuk melakukan penyerapan karbon. Tingginya serapan karbon di Stasiun 2 dapat dijadikan sebagai potensi pengembangan konservasi mangrove di kawasan sekitar stasiun. Sebaliknya, Stasiun 3 mencatat estimasi serapan karbon terendah, yaitu 129,77 kg/m²/hari. Hal ini hal ini menandakan tingkat

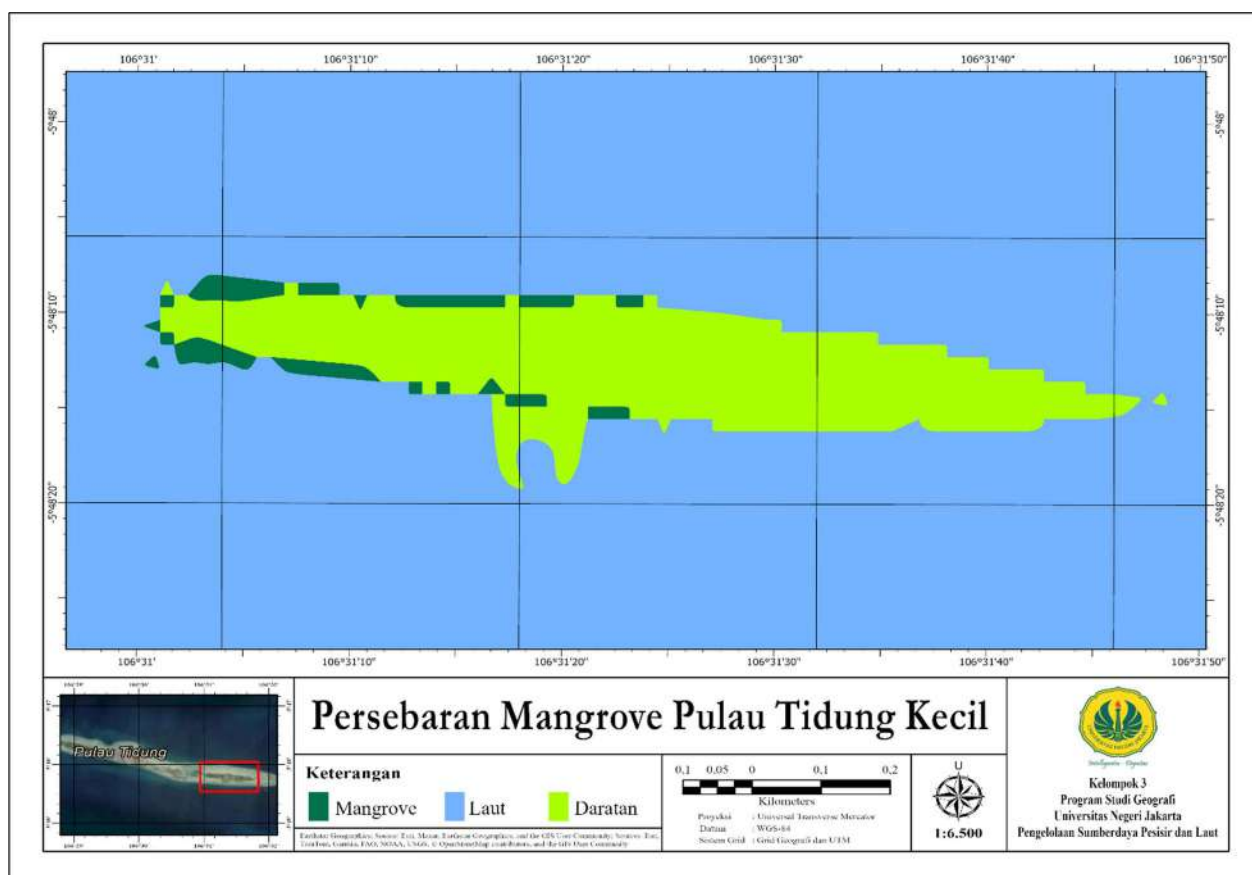
biomassa yang lebih rendah atau keberadaan mangrove muda yang belum mencapai kemampuan optimal dalam penyerapan karbon. Pada Stasiun 4, estimasi penyerapan karbon diketahui sebesar 161,81 kg/m²/hari, lebih tinggi daripada Stasiun 3 (129,77 kg²/m²/hari).

Secara keseluruhan, rata-rata estimasi penyerapan karbon dari keempat stasiun sebesar 187,39 kg/m²/hari. Rata-rata tersebut menjadi indikasi bahwa mangrove di area

penelitian secara umum memiliki kapasitas yang cukup signifikan untuk menyerap karbon. Oleh karenanya dapat dilakukan beberapa upaya seperti pemeliharaan, rehabilitasi ekosistem, dan pemantauan secara spasial untuk meningkatkan penyerapan karbon.

3.2 Pembahasan

1. *Supervised Sentinel-2A* pada Ekosistem Mangrove Pulau Tidung Kecil



Gambar 14 Sebaran Mangrove Menggunakan *Supervised Sentinel 2A*

Penentuan sebaran mangrove dilakukan dengan *remote sensing* pada Band 8, 4, dan 11 menggunakan ArcGIS Pro serta observasi langsung di Pulau Tidung Kecil (Rais et al., 2023). Luas kawasan hutan mangrove pulau tidung kecil menggunakan *supervised* yang dilakukan klasifikasi sebesar 2,31 ha⁻¹ dan tersebar di sisi barat Pulau dengan dominasi jenis *Rhizophora*

mucronata, sementara klasifikasi daratan hasil *supervised* di Pulau Tidung Kecil seluas 17,49 ha⁻¹. Dengan kata lain, algoritma mengklasifikasikan tutupan lahan sebagai daratan tanpa memerhatikan jenis vegetasi (pepohonan), perumahan, lahan terbuka, dan sebagainya.

2. Estimasi *blue carbon* pada Seluruh Kawasan Pulau Tidung Kecil

Tabel 9 Parameter pendugaan *Blue Carbon* pada Seluruh Kawasan Mangrove di Pulau Tidung Kecil

Jenis Mangrove	Bi SK (kg)	Bi SK (ton)	Cv SK (ton)	EC SK (ton CO ₂)
<i>Rhizophora mucronata</i>	250.969	250,96	117,94	432,86

Bi : Biomassa
 Cv : Stok karbon
 Ec : Serapan karbon
 SK : Seluruh Kawasan
 Rata-rata Biomassa: 108,645 (ton/h⁻¹)
 Luas kawasan mangrove: 2,31 ha⁻¹
 Sumber: Olahan data *Field Trip* 2024

Berdasarkan perhitungan pada tiap individu, maka perhitungan pada seluruh kawasan mangrove dapat diketahui dengan menggunakan estimasi luasan yang didapatkan dari hasil *supervised Sentinel-2A*. Estimasi pengukuran yang didapatkan pada seluruh kawasan seluas 2,31ha⁻¹, didapatkan hasil biomassa sebesar 250,96 ton, cadangan karbon sebesar 117,94 ton, dan serapan karbon sebesar 432,86 (ton/CO₂). Hasil perhitungan dikonversikan ke dalam satuan hektar (ha⁻¹) dan didapatkan biomassa *rhizophora mucronata* di Pulau Tidung Kecil sebesar 108,64 ton/ha⁻¹, cadangan karbonnya 51,06 ton/ha⁻¹, dan serapan karbon sebesar 187,39 ton/ha⁻¹. Hasil penelitian di Pulau Tidung Kecil terbilang lebih rendah jika dibandingkan dengan temuan pada penelitian sebelumnya di Sulawesi Tenggara, yang masing-masing parameter mencapai 189,32 ton/ha⁻¹, 88,98 ton/ha⁻¹, dan 326,55 ton/ha⁻¹ (Kangkuso et al., 2018).

3. Kesimpulan

Peran ekosistem mangrove terhadap siklus karbon biru, memiliki pengaruh yang besar

terhadap kestabilan iklim dan konsentrasi CO₂ di suatu wilayah. Penelitian mengenai estimasi serapan karbon pada ekosistem mangrove *Rhizophora mucronata* di Pulau

Tidung Kecil, dapat diketahui total biomassa mangrove seluruh kawasan sebesar 250.969,95 kg atau 250,96 ton, sementara

total stok karbon di seluruh kawasan yaitu sebesar 117,94 ton dengan serapan karbon sebesar 432,86 ton CO₂. Dengan adanya penelitian ini diharapkan penguatan konservasi dan penyusunan kebijakan pengelolaan kawasan mangrove dapat dilakukan secara berkelanjutan di ekosistem mangrove Pulau Tidung Kecil.

Daftar Pustaka

Alviana, D., Anggraini, R., Hidayati, J. R., Karlina, I., Lestari, F., Apdillah, D., Syakti, A. D., & Sihite, D. (2023). Estimasi cadangan karbon pada ekosistem mangrove di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 464–472. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.18326>

Aprianto, J., & Romadhon, A. (2021). Analisis kesesuaian ekowisata mangrove di Pantai Kutang Kabupaten Lamongan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(2), 107–114. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i2.10654>

Dharmawan, E. W. I., Suyarso, Ulumuddin, Y. I., Prayudha, B., & Pramudji. (2020). Manual for mangrove community structure research and monitoring.

Dharmawan, S. W. I. (2010). Pendugaan biomasa karbon di atas tanah pada tegakan *rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta (estimation of above ground biomass carbon of *rhizophora mucronata* stand at Ciasem, Purwakarta). In *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* (Vol. 15, Issue 1).

Easteria G, Imran Z, & Yulianto G. (2022). Estimasi stok karbon mangrove rehabilitasi di Pulau Harapan Dan Kelapa, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta.

Hagger, V., Worthington, T. A., Lovelock, C.

- E., Adame, M. F., Amano, T., Brown, B. M., Friess, D. A., Landis, E., Mumby, P. J., Morrison, T. H., O'Brien, K. R., Wilson, K. A., Zganjar, C., & Saunders, M. I. (2022). Drivers of global mangrove loss and gain in social-ecological systems. *Nature communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33962-x>
- Kangkuso, A., Sharma, S., Jamili, J., Septiana, A., Sahidin, I., Riase, U., Rahim, S., & Nadaoka, K. (2018). Trends in allometric models and aboveground biomass of family Rhizophoraceae mangroves in the Coral Triangle ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(7), 691–711. <https://doi.org/10.1080/10549811.2018.1453843>
- Mangore, R., Rumengan, A. P., Angmalisang, P. A., Rumampuk, N. D. C., Djamaluddin, R., & Rondonuwu, A. B. (2022). Analisis struktur komunitas dan biomassa mangrove di Kelurahan Lirang Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung (analysis of community structure and mangrove biomass in Lirang, North Lembeh, Bitung City). In *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*.
- Permata Sari, D., Syaputra, M., & Webliana, K. B. (2022). Biomassa dan serapan karbon hutan mangrove Tanjung Batu, Desa Sekotong Tengah, Kabupaten Lombok Barat. *Journal of Forest Science Avicennia* | Vol. <https://doi.org/10.22219/avicennia.v5i2.20569>
- Rahim, R., Sa'odah, Tiring, S. S. N. D., Asman, Fitriyah, L. A., Dewi, M. S., Irene, H. R., Mutia, Pamungkas, M. D., & Sutrisno, E. (2021). Metodologi penelitian (teori dan praktik).
- Rais, M., Inaku, D. F., Moka, W. J. C., Mashoreng, S., Satari, D. Y., & Rukminasari, N. (2023). Estimasi stok karbon padang lamun menggunakan citra spot-7 di Perairan Pulau Kodingarenglombo, Sangkarrang, Kota Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(2), 387–398. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i2.16496>
- Rifandi, R. (2021). Pendugaan stok karbon dan serapan karbon pada tegakan mangrove di kawasan ekowisata mangrove Desa Mojo Kabupaten Pemalang. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(1), 93–103. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v19i1.871>
- Sidik, F., & Kadarisman, H. P. (2019). Panduan mangrove: survei ekologi dan pemetaan Denny Wijaya Kusuma Institute For Management Marine And Fisheries Information. Balai Riset dan Observasi Laut, BRSDM-KKP. <https://www.researchgate.net/publication/339550532>
- SNI 7724:2019. (2019). Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon-Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon berbasis lahan (land-based carbon accounting). www.bsn.go.id
- Susiana. (2015). Analisis kualitas air ekosistem mangrove di Estuari Perancak, Bali.
- Vinh, T. Van, Marchand, C., Linh, T. V. K., Vinh, D. D., & Allenbach, M. (2019). Allometric models to estimate above-ground biomass and carbon stocks in *Rhizophora apiculata* tropical managed mangrove forests (Southern Viet Nam). *Forest Ecology and Management*, 434, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.017>

Jurnal Sains Geografi



E-ISSN: 3025-9355

Redaksi Jurnal Sains Geografi

Program Studi Geografi, Universitas Negeri Jakarta

Gedung K, Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta 13220