



Analisis Spasial Hubungan Antara Kondisi Geomorfologi dan Pola Mata Pencaharian Tradisional di Provinsi Sumatera Utara

Spatial Analysis of the Relationship Between Geomorphological Conditions and Traditional Livelihood Patterns in North Sumatra Province

Mhd. Zidan Aris Fatih^{1*}, Aidil Fajri Lintang², Nandita Septika Baeha³, Qania Gultom⁴, Sahala Fransiskus Marbun⁵

Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Medan

Email: m.zidanarisfatih@gmail.com

Article Info

Article history :

Received : 17-11-2025

Revised : 18-11-2025

Accepted : 20-11-2025

Published : 22-11-2025

Abstract

The geomorphological diversity in North Sumatra Province creates a variety of natural resources that directly impact how communities adapt to determine their livelihoods. This study aims to analyze the spatial relationship between geomorphological conditions and traditional community livelihood patterns using a Geographic Information System (GIS) approach. The data used are secondary data, namely geomorphological maps, digital elevation data (DEM), and employment data from the Central Statistics Agency (BPS) per district/city. The analysis was conducted through landform classification, elevation and slope extraction, and overlay between geomorphological zones per district/city. The results of the study show: 1) a strong pattern where lowlands are dominated by intensive agricultural activities, volcanic highlands are dominated by horticulture and plantations, while coastal and island areas rely on fisheries and maritime activities. 2) the service sector and processing industry are growing rapidly in urban centers such as Medan. These findings indicate that geomorphology plays a significant role in determining community economic adaptation, although social factors such as accessibility, urbanization, and regional administrative functions also influence the diversity of economic patterns. This research is expected to serve as a reference for regional development planning based on the physical characteristics of the region.

Keywords: Geomorphology, Livelihood, GIS

Abstrak

Keragaman geomorfologi di Provinsi Sumatera Utara membentuk variasi sumber daya alam yang berdampak langsung pada cara masyarakat beradaptasi dalam menentukan mata pencahariannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan spasial antara kondisi geomorfologi dan pola mata pencaharian tradisional masyarakat dengan memanfaatkan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data yang digunakan berupa data sekunder, yaitu peta geomorfologi, data elevasi digital (DEM), serta data ketenagakerjaan dari Badan Pusat Statistik (BPS) per kabupaten/kota. Analisis dilakukan melalui klasifikasi bentuk lahan, ekstraksi elevasi dan kemiringan lereng, serta overlay antara zonasi geomorfologi per kabupaten/kota. Hasil penelitian menunjukkan: 1) pola yang kuat di mana dataran rendah didominasi aktivitas pertanian intensif, dataran tinggi vulkanik didominasi hortikultura dan perkebunan, sedangkan wilayah pesisir dan kepulauan mengandalkan perikanan dan kegiatan maritim. 2) sektor jasa dan industri pengolahan berkembang pesat di pusat perkotaan seperti Medan. Temuan ini menunjukkan bahwa geomorfologi berperan signifikan dalam menentukan adaptasi ekonomi masyarakat, meskipun faktor sosial seperti aksesibilitas, urbanisasi, dan fungsi administratif wilayah turut memengaruhi keragaman pola ekonomi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi perencanaan pembangunan daerah berbasis karakteristik fisik wilayah.

Kata kunci: Geomorfologi, Mata Pencaharian, SIG



PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keberagaman geografis dan geomorfologi yang luas akibat proses geologis, aktivitas vulkanik, dan pengikisan yang telah terjadi selama jutaan tahun. Variasi bentuk lahan ini menghasilkan berbagai sumber daya alam, cara penggunaan lahan, serta kegiatan ekonomi yang bervariasi di setiap daerah. Salah satu provinsi yang paling menonjol dalam hal keanekaragaman geomorfologi adalah Provinsi Sumatera Utara, yang terdiri dari kawasan pegunungan, dataran tinggi, lembah, hingga dataran rendah dan area pesisir. Geomorfologi mempengaruhi persebaran pola pemukiman dan sumber penghidupan masyarakat. Wilayah lembah dan kaki bukit digunakan untuk sawah dan ladang, sedangkan daerah punggung bukit menjadi lokasi kebun karet dan kopi (Nasution & Pane, 2020).

Dari sudut pandang geomorfologi, Sumatera Utara dibentuk oleh rangkaian Pegunungan Bukit Barisan di bagian barat, yang mempengaruhi ketinggian, bentuk lereng, serta jenis tanah di daerah tersebut. Hubungan antara bentuk lahan dan aktivitas ekonomi tradisional masyarakat pedesaan memperlihatkan keterkaitan spasial yang kuat. Masyarakat menyesuaikan jenis usaha tani dengan kemiringan lereng dan jenis tanah yang terbentuk dari proses geomorfik (Lubis & Rambe, 2022). Di sisi timur provinsi ini terdapat dataran rendah yang luas, di mana pertanian dan perkebunan menjadi sumber utama pendapatan masyarakat. Di daerah pesisir timur dan barat, banyak penduduk yang bekerja di sektor perikanan dan perdagangan karena kedekatan mereka dengan laut. Kondisi geomorfologi daratan di wilayah pesisir timur Sumatera Utara membentuk pola adaptasi ekonomi masyarakat.

Di daerah dataran aluvial yang relatif datar, masyarakat cenderung mengembangkan pertanian padi dan palawija, sedangkan di daerah bergelombang aktivitas dominan bergeser ke perkebunan dan kehutanan (Harahap & Siregar, 2021). Situasi ini menunjukkan adanya koneksi antara aspek geomorfologi dan cara mata pencaharian masyarakat di berbagai daerah. Namun, keterkaitan antara geomorfologi dan mata pencaharian masih belum banyak dikaji secara ilmiah dan spasial.

Sebagian penelitian sebelumnya hanya fokus pada sisi fisik geomorfologi atau aspek sosial ekonomi secara individual tanpa menghubungkannya secara utuh. Sebenarnya, analisis spasial dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu menggambarkan dan mengukur hubungan antara karakteristik bentuk lahan serta penyebaran kegiatan ekonomi masyarakat dengan lebih tepat. Pemahaman mengenai koneksi ini sangat penting karena dapat memberikan dasar yang solid dalam perencanaan pembangunan wilayah. Dengan mengetahui hubungan antara kondisi 1 geomorfologi dan cara mata pencaharian, pemerintah daerah dapat merumuskan strategi yang tepat untuk pengembangan ekonomi lokal yang sesuai dengan potensi lahan dan karakteristik daerah.

Misalnya, area dengan kemiringan lereng yang tinggi lebih indikatif untuk kegiatan hortikultura, sementara wilayah dataran rendah lebih cocok untuk pertanian padi atau industri. Karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan spasial antara keadaan geomorfologi dan pola mata pencaharian masyarakat di Provinsi Sumatera Utara. Melalui pendekatan spasial berbasis SIG, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan peta serta analisis yang menunjukkan hubungan antara aspek fisik dan sosial ekonomi secara menyeluruh, sehingga dapat menjadi landasan untuk perencanaan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.



Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan kondisi geomorfologi wilayah Provinsi Sumatera Utara serta menganalisis hubungan spasial antara geomorfologi dan pola mata pencaharian masyarakat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi perencanaan pembangunan wilayah berbasis potensi fisik dan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya alam sesuai karakteristik wilayah.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Provinsi Sumatera Utara dengan ruang lingkup seluruh kabupaten/kota. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa peta geomorfologi, peta elevasi digital (DEM), peta kemiringan lereng, serta data ketenagakerjaan per kabupaten/kota dari Badan Pusat Statistik (BPS). Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan analisis spasial untuk mengkaji hubungan antara kondisi geomorfologi dan pola mata pencaharian masyarakat. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak SIG, khususnya ArcGIS 10.8. Tahap pertama dimulai dengan pengorganisasian data spasial dan nonspasial yang mencakup peta geomorfologi, peta ketinggian, peta kemiringan lereng, serta data statistik ketenagakerjaan. Selanjutnya dilakukan ekstraksi parameter geomorfologi melalui pemetaan ketinggian, kemiringan, dan bentuk lahan. Hasil ekstraksi kemudian diklasifikasikan menjadi tiga zona geomorfologi utama, yakni dataran rendah (0–500 m), daerah menengah/perbukitan (500–1500 m), dan dataran tinggi (>1500 m). Pada sisi sosial-ekonomi, data ketenagakerjaan dihimpun untuk mengidentifikasi sektor pekerjaan dominan seperti pertanian, perkebunan, perikanan, industri, dan jasa.

Tahap berikutnya adalah analisis antara zonasi geomorfologi dengan peta distribusi pekerjaan dominan. Pendekatan ini digunakan untuk mengungkap hubungan spasial antara karakteristik fisik wilayah dan aktivitas ekonomi masyarakat. Seluruh hasil analisis kemudian diinterpretasikan secara kualitatif untuk menjelaskan pola keterkaitan antara geomorfologi dan mata pencaharian. Hasil akhir disajikan dalam bentuk narasi ilmiah yang menggambarkan hubungan tersebut secara komprehensif.

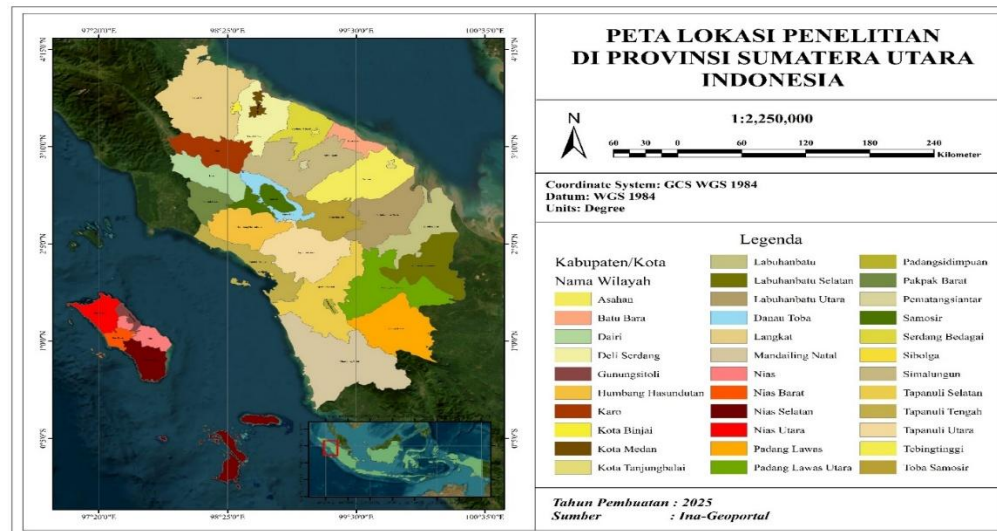
Tabel 1. Pekerjaan Masyarakat Provinsi Sumatera Utara Per Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Lapangan Pekerjaan Utama			Jumlah
	Pertanian	Industri Pengolahan	Jasa	
Kabupaten				
01 Nias	52 996	2 971	21 550	77 517
02 Mandailing Natal	88 720	28 231	94 073	211 024
03 Tapanuli Selatan	80 519	16 477	45 899	142 895
04 Tapanuli Tengah	79 253	30 065	84 069	193 387
05 Tapanuli Utara	119 717	11 490	41 429	172 636
06 Toba	60 188	8 385	34 367	102 940
07 Labuhanbatu	83 406	19 839	118 963	222 208



08 Asahan	114 170	69 623	152 340	336 133
09 Simalungun	183 701	77 915	169 354	430 970
10 Dairi	108 272	6 226	52 307	166 805
11 Karo	166 736	16 495	86 855	270 086
12 Deli Serdang	173 865	318 191	581 440	1 073 496
13 Langkat	185 417	106 281	232 479	524 177
14 Nias Selatan	127 674	9 157	28 028	164 859
15 Humbang Hasundutan	80 997	4 786	27 722	113 505
16 Pakpak Bharat	18 896	4 228	7 192	30 316
17 Samosir	49 023	4 636	19 901	73 560
18 Serdang Bedagai	106 655	47 831	138 386	292 872
19 Batu Bara	67 475	38 096	108 342	213 913
20 Padang Lawas Utara	90 690	4 569	36 922	132 181
21 Padang Lawas	88 700	6 998	49 339	145 037
22 Labuhanbatu Selatan	69 790	19 249	75 124	164 163
23 Labuhanbatu Utara	85 925	11 562	69 088	166 575
24 Nias Utara	49 510	4 591	15 839	69 940
25 Nias Barat	33 298	2 179	10 436	45 913
Kota				
26 Sibolga	5 197	7 081	26 655	38 933
27 Tanjungbalai	15 918	14 616	57 342	87 876
28 Pematangsiantar	5 254	20 925	92 180	118 359
29 Tebing Tinggi	7 953	16 575	69 544	94 072
30 Medan	43 015	230 528	758 226	1 031 769
31 Binjai	3 495	40 727	76 726	120 948
32 Padangsidempuan	16 813	11 208	73 543	101 564
33 Gunungsitoli	30 517	11 098	25 130	66 745
Sumatera Utara	2 493 755	1 222 829	3 480 790	7 197 374

(Sumber: BPS Provinsi Sumatera Utara, 2022)



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber: ArcGIS 10.8)

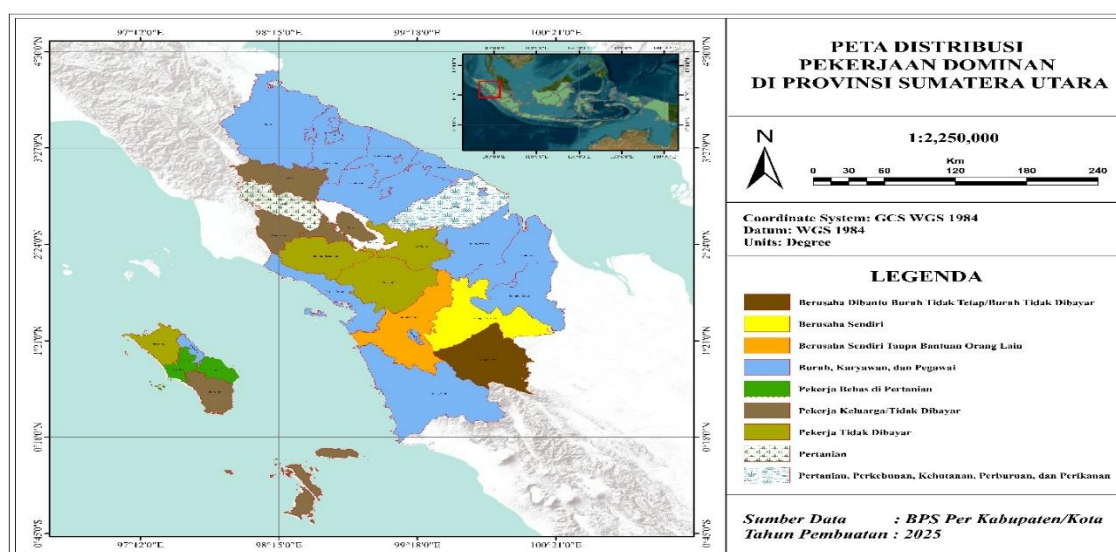
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis data spasial menunjukkan hubungan yang terlihat antara kondisi geomorfologi dan struktur mata pencaharian tradisional di Provinsi Sumatera Utara.

1. Komposisi sektoral provinsi secara agregat

Dari data BPS 2022 yang dianalisis secara provin-sial, jumlah tenaga kerja menurut sektor adalah: pertanian dan perkebunan 2.493.755 jiwa ($\approx 34,65\%$), industri pengolahan 1.222.829 jiwa ($\approx 16,99\%$), dan sektor jasa/industri lain 3.480.790 jiwa ($\approx 48,36\%$). Distribusi ini menunjukkan bahwa meskipun sektor jasa/industri menempati proporsi terbesar pada tingkat provinsi (terutama peran pusat-pusat perkotaan seperti Medan), sektor pertanian tetap signifikan terutama di wilayah-wilayah geomorfologis tertentu.



Gambar 2. Peta Distribusi Pekerjaan Dominan di Provinsi Sumatera Utara



Peta pada gambar tersebut menggambarkan distribusi pekerjaan dominan di setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan data BPS tahun 2025, yang divisualisasikan dalam skala 1:2.250.000 dengan sistem koordinat WGS 1984. Setiap wilayah administratif ditandai dengan warna berbeda sesuai kategori jenis pekerjaan utama, seperti pertanian, perkebunan, kehutanan, perburuan, dan perikanan; buruh/karyawan; pekerja keluarga; hingga pekerjaan tidak dibayar, sehingga memudahkan analisis spasial mengenai pola mata pencaharian masyarakat.

Melalui representasi visual ini, dapat terlihat perbedaan struktur ekonomi antarwilayah, di mana sebagian besar daerah didominasi oleh sektor primer seperti pertanian dan perkebunan, sedangkan wilayah tertentu menunjukkan dominasi tenaga kerja buruh atau pekerja upahan. Peta ini berfungsi sebagai dasar untuk memahami karakteristik sosial-ekonomi regional serta menjadi landasan dalam pengambilan kebijakan pembangunan berbasis potensi lokal.

2. Zona dataran rendah (lowland / alluvial plains)

Zona dataran rendah yang luas (terutama Deli Serdang, Langkat, Asahan, Simalungun, Serdang Bedagai, dan sebagian Labuhanbatu) memperlihatkan dominasi pekerjaan di sektor pertanian intensif (sawah, palawija, perkebunan dataran rendah). Kabupaten-kabupaten tersebut menampilkan proporsi pekerja pertanian yang tinggi dan penutup lahan pertanian yang luas pada citra/khususnya pada areal berlereng rendah ($<5^\circ$) dan elevasi rendah.

a. Zona pegunungan dan dataran tinggi (highland vulkanik dan perbukitan Bukit Barisan)

Kawasan di sepanjang Bukit Barisan (mis. Karo, Dairi, Toba, sebagian Tapanuli) yang dicirikan oleh elevasi lebih tinggi dan kemiringan lereng moderat–tinggi cenderung menunjukkan dominasi perkebunan (kopi, karet, hortikultura), kehutanan, dan peternakan. Kabupaten Karo dan Dairi mencatat angka pekerja pertanian/ perkebunan yang relatif tinggi, konsisten dengan kondisi geomorfologi highland vulkanik yang cocok untuk tanaman hortikultura dan kopi.

b. Zona pesisir dan pulau (coastal plain & islands)

Daerah pesisir di utara dan timur provinsi serta pulau-pulau (mis. Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat, Sibolga, Tanjungbalai, Gunungsitoli) menunjukkan kontribusi sektor perikanan/kelautan yang lebih menonjol dibandingkan daerah interior. Kabupaten/pulau ini memiliki proporsi pekerja yang besar dalam kegiatan perikanan dan ekonomi berbasis laut serta aktivitas jasa terkait pelabuhan dan perdagangan pesisir.

c. Pusat perkotaan (Medan, Pematangsiantar, Tebing Tinggi)

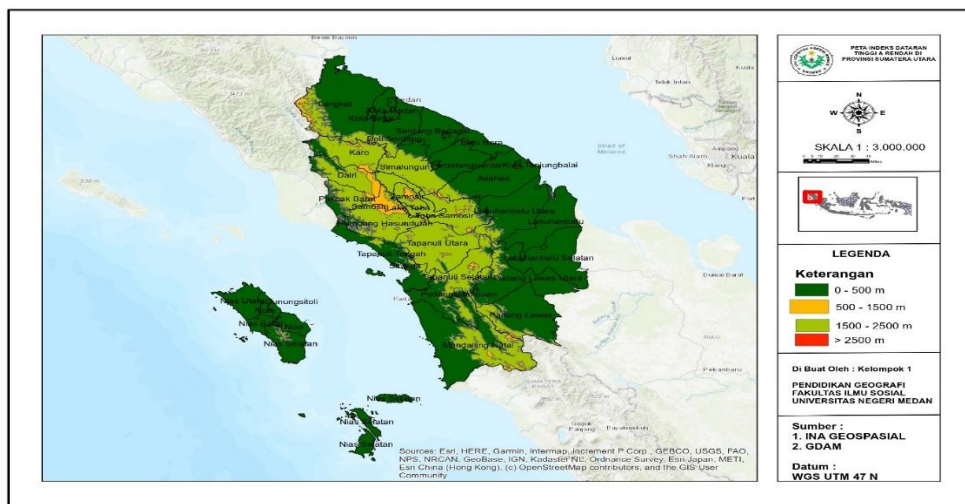
Kota-kota besar seperti Medan menampilkan profil ekonomi yang sangat berbeda: dominan sektor jasa dan industri pengolahan, dikaitkan kuat dengan fungsi perkotaan seperti pelayanan, perdagangan, manufaktur yang tidak langsung tergantung pada kondisi geomorfologi lokal.



Pembahasan

1. Interpretasi pola spasial

Hasil menunjukkan bahwa kondisi fisik (bentuk lahan, elevasi, ketinggian) adalah variabel penentu penting dalam distribusi mata pencaharian tradisional di Sumatera Utara. Pada skala kabupaten/kota, daerah dengan dataran rendah dan tanah aluvial lebih mengarah ke usaha tani intensif karena ketersediaan lahan datar dan akses air, sedangkan daerah vulkanik dataran tinggi mendukung perkebunan kopi dan hortikultura karena kesuburan tanah vulkanik serta drainase yang baik. Di pesisir, akses ke sumber daya laut dan infrastruktur pelabuhan mendorong aktivitas perikanan dan perdagangan.



Gambar 3. Peta Indeks Ketinggian Provinsi Sumatera Utara

Peta Indeks Dataran Tinggi dan Rendah di Provinsi Sumatera Utara ini menampilkan variasi ketinggian wilayah berdasarkan empat klasifikasi elevasi, yaitu 0–500 meter, 500–1500 meter, 1500–2500 meter, dan lebih dari 2500 meter. Dengan skala 1:3.000.000 dan datum WGS UTM 47N, peta ini menggambarkan struktur fisiografis provinsi secara jelas, di mana dataran rendah mendominasi wilayah pesisir timur dan pantai barat, sedangkan daerah dataran tinggi terlihat kuat di wilayah tengah seperti Karo, Dairi, Simalungun, Humbang Hasundutan, dan Tapanuli.

Peta ini sangat penting dalam kajian geografi fisik karena memberikan gambaran mengenai kondisi topografi yang berpengaruh terhadap iklim, tata guna lahan, persebaran penduduk, hingga potensi bencana alam. Selain itu, visualisasi elevasi ini dapat menjadi acuan dalam perencanaan pembangunan wilayah, pengelolaan sumber daya alam, serta analisis kesesuaian lahan untuk pertanian maupun pemukiman.

2. Peran faktor manusia dan aksesibilitas

Meskipun pola geomorfologi menjelaskan kecenderungan umum, pembahasan ini harus mengakui peran faktor sosial-ekonomi lain: infrastruktur transportasi, pasar, kebijakan agraria, dan sejarah pemukiman. Misalnya, Medan sebagai pusat pelayanan dan pasar regional menarik tenaga kerja sektor jasa/industri meskipun secara geomorfologi mungkin berada di dataran. Oleh



karena itu pola mata pencaharian bukan hanya hasil determinisme fisik, tetapi hasil interaksi morfologi dengan faktor aksesibilitas, modal sosial, dan pilihan ekonomi.

3. Area transisi dan penggunaan lahan campuran

Di zona transisional (mis. cekungan lembah dalam area berlereng), ditemukan pola campuran yang menunjukkan possibilisme: masyarakat memanfaatkan ceruk geomorfik yang sesuai (terasering, kebun kebun kecil, atau kombinasi ternak–ladang). Hal ini menyoroti kapasitas adaptif masyarakat untuk memanfaatkan peluang ekologis yang sempit.

Tabel 2. Status Pekerjaan Dominan Per Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

No.	Nama Kabupaten/Kota	Status Pekerjaan Dominan
1	Kabupaten Asahan	Pertanian, perkebunan, kehutanan, perburuan, dan perikanan
2	Kabupaten Batu Bara	Buruh, karyawan, pegawai
3	Kabupaten Dairi	Pertanian
4	Kabupaten Deli Serdang	Buruh, karyawan, pegawai
5	Kabupaten Humbang Hasundutan	Pekerja tak dibayar
6	Kabupaten Karo	Pekerja keluarga/tak dibayar
7	Kabupaten Labuhanbatu	Buruh, karyawan, pegawai
8	Kabupaten Labuhanbatu Selatan	Buruh, karyawan, pegawai
9	Kabupaten Labuhanbatu Utara	Buruh, karyawan, pegawai
10	Kabupaten Langkat	Buruh, karyawan, pegawai
11	Kabupaten Mandailing Natal	Buruh, karyawan, pegawai
12	Kabupaten Nias	Pekerja bebas di pertanian
13	Kabupaten Nias Barat	Pekerja bebas di pertanian
14	Kabupaten Nias Selatan	Pekerja keluarga, tidak dibayar
15	Kabupaten Nias Utara	Pekerja tak dibayar
16	Kabupaten Padang Lawas	Berusaha dibantu buruh tidak tetap, buruh tidak dibayar
17	Kabupaten Padang Lawas Utara	Berusaha sendiri
18	Kabupaten Pakpak Bharat	Pekerja keluarga, tak dibayar
19	Kabupaten Samosir	Pekerja keluarga, tak dibayar
20	Kabupaten Serdang Bedagai	Buruh, karyawan, pegawai
21	Kabupaten Simalungun	Buruh, karyawan, pegawai
22	Kabupaten Tapanuli Selatan	Berusaha sendiri tanpa bantuan orang lain
23	Kabupaten Tapanuli Tengah	Buruh, karyawan, pegawai
24	Kabupaten Tapanuli Utara	Pekerja tidak dibayar
25	Kabupaten Toba	Pekerja tak dibayar
26	Kota Sibolga	Buruh, karyawan, pegawai
27	Kota Tanjungbalai	Buruh, karyawan, pegawai
28	Kota Pematangsiantar	Buruh, karyawan, pegawai
29	Kota Tebing Tinggi	Buruh, karyawan, pegawai
30	Kota Medan	Buruh, karyawan, pegawai
31	Kota Binjai	Buruh, karyawan, pegawai
32	Kota Padangsidimpuan	Buruh, karyawan, pegawai
33	Kota Gunungsitoli	Buruh, karyawan, pegawai

(Sumber: BPS Per Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara, 2020-2024)

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara geomorfologi dan pola mata pencaharian masyarakat di Provinsi Sumatera Utara. Dataran rendah cenderung menghasilkan pola ekonomi berbasis pertanian intensif, sedangkan dataran tinggi vulkanik mendorong berkembangnya perkebunan dan hortikultura. Wilayah pesisir bergantung pada perikanan dan aktivitas maritim, sementara kawasan perkotaan didominasi oleh jasa dan industri pengolahan yang tidak lagi terkait langsung dengan karakter fisik wilayah. Meskipun geomorfologi memberikan fondasi untuk menentukan potensi ekonomi suatu daerah, faktor sosial seperti urbanisasi, aksesibilitas, dan fungsi administratif turut memengaruhi pola mata pencaharian masyarakat. SIG terbukti menjadi alat yang efektif untuk mengintegrasikan data fisik dan sosial sehingga mampu memberikan pemahaman menyeluruh mengenai hubungan tersebut. Penelitian ini



dapat menjadi dasar bagi perencanaan pembangunan berbasis karakteristik fisik wilayah dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, A., & Siregar, R. (2021). Analisis geomorfologi dan implikasinya terhadap pola permukiman dan mata pencaharian di pesisir timur Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*, 13(2), 145–158.
- Hasibuan, M., & Ginting, L. (2024). Dinamika geomorfologi daratan dan adaptasi sosial ekonomi masyarakat di Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Geografi*, 12(2), 97–113.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2011). *Geographic Information Systems and Science* (3rd ed.). Wiley.
- Lubis, D., & Rambe, F. (2022). Pemetaan geomorfologi daratan dan pola penggunaan lahan tradisional di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Ilmu Lingkungan dan Geografi*, 9(1), 33–47.
- Nasution, I., & Pane, S. (2020). Karakteristik geomorfologi dan adaptasi ekonomi masyarakat di lereng barat Bukit Barisan, Sumatera Utara. *Jurnal Geografi Indonesia*, 34(3), 211–226.
- Sembiring, SA & Hutauruk, J & Saragi, C & Nainggolan, Mai & Simbolon, S & Tarigan, J. (2024). Implementation of fertilizer subsidy policy to fertilizer cost saving based on Indonesian minister of agriculture regulations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 14(13), 012095. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1413/1/012095>
- Sembiring, T., & Manurung, E. (2023). Analisis spasial hubungan antara geomorfologi dan aktivitas ekonomi masyarakat di Kabupaten Karo. *Jurnal Spasial*, 11(1), 54–70.
- Summerfield, M. A. (2014). *Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms*. Routledge.
- Thornbury, W. D. (1965). *Principles of Geomorphology*. John Wiley & Sons.