

Studi Geologi Daerah Bukit Harapan Kecamatan Bua Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi selatan

Abdul Rizal Muladi¹, Aang Panji Permana¹, Ninasafitri¹

¹ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo
e-mail: abdulrizalmuladi@gmail.com

Abstract

This study aims to examine the geological conditions of the Bukit Harapan area, Bua District, Luwu Regency, South Sulawesi. The study focuses on geomorphological, stratigraphic, and geological structural aspects based on field mapping data. The methods used include direct observation, geomorphological analysis, and interpretation of field geological data. The results indicate that the study area is composed of denudational hill geomorphological units and alluvial plains. Stratigraphically, the area consists of a gabbro unit as the oldest rock unit and alluvial deposits as the youngest unit. The geological structure developed in the area is represented by joints (tension joints), reflecting the influence of regional stress. These geological conditions demonstrate the relationship between lithology, geomorphic processes, and geological structures in shaping the landscape of the study area.

Keywords: *Geomorphology, Stratigraphy, Gabbro, Alluvial Plain, Geological Structure*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi geologi daerah Bukit Harapan, Kecamatan Bua, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan. Kajian difokuskan pada aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi berdasarkan data hasil pemetaan lapangan. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung, analisis geomorfologi, serta interpretasi data geologi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas satuan geomorfologi perbukitan denudasional dan dataran aluvial. Secara stratigrafi, daerah ini terdiri atas satuan batuan gabro olivin sebagai batuan tertua, satuan gabro dan endapan aluvial sebagai satuan termuda. Struktur geologi yang berkembang berupa kekar (tension joint) yang mencerminkan pengaruh tegasan regional. Kondisi geologi tersebut menunjukkan keterkaitan antara litologi, proses geomorfik, dan struktur geologi dalam membentuk bentang alam daerah penelitian.

Kata kunci: *Geomorfologi, Stratigrafi, Gabro, Dataran Aluvial, Struktur Geologi*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki kondisi geologi sangat kompleks akibat interaksi tiga lempeng utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Interaksi tersebut menyebabkan berkembangnya aktivitas tektonik, magmatisme, deformasi batuan, serta sedimentasi yang berlangsung sejak *Mesozoikum* hingga *Kenozoikum*. Kondisi tersebut menghasilkan keragaman litologi, struktur geologi, dan geomorfologi di berbagai wilayah Indonesia, khususnya Pulau Sulawesi yang dikenal sebagai salah satu wilayah dengan tatanan geologi paling kompleks di Indonesia (Hall & Wilson, 2019). Secara regional, Sulawesi Selatan tersusun atas batuan vulkanik, intrusi batuan beku, batuan sedimen, serta endapan aluvial yang berkembang akibat aktivitas geologi regional. Menurut Sukanto dan Supriatna (1982), perkembangan geologi Sulawesi Selatan dikontrol oleh aktivitas tektonik dan magmatisme yang menghasilkan satuan batuan kompleks dengan hubungan stratigrafi yang beragam. Selain itu, keberadaan struktur geologi berupa sesar dan kekar turut mempengaruhi deformasi batuan, pola pelapukan, serta perkembangan bentang alam pada wilayah tersebut. Struktur geologi menjadi salah satu faktor penting yang mengontrol persebaran litologi, perkembangan morfologi, serta sistem aliran sungai.

Kajian geologi daerah merupakan salah satu pendekatan penting untuk memahami hubungan antara geomorfologi, stratigrafi, litologi, dan struktur geologi dalam suatu wilayah. Pemetaan geologi permukaan dapat memberikan informasi mengenai persebaran batuan, hubungan antar satuan batuan, sejarah geologi, serta proses geologi yang berkembang pada suatu daerah. Menurut Permana et al. (2022), peta geologi daerah memiliki peranan penting dalam menggambarkan kondisi litologi, struktur

geologi, serta potensi geologi suatu wilayah sehingga dapat digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan maupun pengembangan wilayah. Selain itu, penelitian Polontalo et al. (2023) menjelaskan bahwa pemetaan geologi mampu memberikan gambaran mengenai hubungan geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi yang berkembang akibat aktivitas tektonik dan magmatisme regional.

Penelitian mengenai geomorfologi menjadi bagian penting dalam studi geologi daerah karena bentuklahan mencerminkan proses geologi yang bekerja pada suatu wilayah. Bentuklahan terbentuk akibat interaksi antara tenaga endogen dan eksogen yang berlangsung dalam waktu geologi yang panjang. Menurut Van Zuidam (1985), geomorfologi merupakan kajian mengenai bentuklahan, proses pembentukannya, serta hubungan antara litologi, struktur geologi, dan proses geomorfik. Penelitian Abduh et al. (2025) menunjukkan bahwa perkembangan geomorfologi daerah Tilangobula dipengaruhi oleh aktivitas tektonik, litologi penyusun, dan proses erosi yang berlangsung secara intensif. Selain itu, Ninasafitri (2023) menjelaskan bahwa keragaman geologi atau geodiversity suatu daerah berkaitan erat dengan kondisi geomorfologi, litologi, dan sejarah geologi yang berkembang pada wilayah tersebut.

Geomorfologi suatu daerah juga memiliki hubungan erat dengan perkembangan pola aliran sungai. Pola aliran sungai dapat digunakan untuk menginterpretasikan kondisi litologi dan pengaruh struktur geologi terhadap perkembangan bentang alam. Pada daerah dengan litologi homogen umumnya berkembang pola aliran dendritik, sedangkan pada daerah yang dikontrol struktur geologi tertentu akan berkembang pola aliran yang mengikuti arah sesar atau rekahan. Penelitian Muhtar et al. (2024) pada daerah Gunung Pani menunjukkan bahwa perkembangan geomorfologi dan pola aliran sungai dikontrol oleh litologi batuan vulkanik serta aktivitas struktur geologi regional yang menghasilkan pola rekahan dominan tertentu. Selain geomorfologi, stratigrafi juga menjadi aspek penting dalam studi geologi daerah karena berkaitan dengan hubungan antar satuan batuan dan sejarah pembentukan batuan pada suatu wilayah. Nichols (2009) menjelaskan bahwa analisis stratigrafi digunakan untuk mengetahui urutan pembentukan batuan, hubungan antar litologi, serta perkembangan lingkungan geologi masa lalu. Permana (2017) menyatakan bahwa pendekatan stratigrafi dapat digunakan untuk memahami hubungan antar satuan batuan dan proses geologi yang mempengaruhi pembentukan suatu daerah. Penelitian Rahman et al. (2018) mengenai stratigrafi daerah Limbato Gorontalo Utara juga menunjukkan bahwa variasi litologi dan hubungan stratigrafi dipengaruhi oleh aktivitas sedimentasi dan tektonik regional.

Kabupaten Luwu merupakan salah satu wilayah di Sulawesi Selatan yang memiliki kondisi geologi cukup kompleks dan didominasi oleh perkembangan batuan beku mafik hingga ultramafik. Keberadaan batuan mafik di wilayah ini menunjukkan adanya aktivitas magmatisme regional yang berperan penting dalam pembentukan kondisi geologi daerah. Karakteristik batuan beku dapat dipahami melalui analisis petrologi dan petrografi. Travis (1995) menjelaskan bahwa identifikasi batuan beku dilakukan berdasarkan tekstur, struktur, dan komposisi mineral penyusunnya. Penelitian Robot et al. (2024) menunjukkan bahwa analisis petrografi dapat digunakan untuk menentukan karakteristik mineralogi dan lingkungan pembentukan batuan. Penelitian Hisbullah et al. (2024) juga menjelaskan bahwa hubungan antara tekstur batuan dan komposisi mineral dapat digunakan untuk menginterpretasikan sejarah pembentukan batuan serta lingkungan geologi daerah penelitian.

Kajian mengenai struktur geologi juga sangat penting dalam penelitian geologi daerah karena struktur geologi berperan dalam mengontrol deformasi batuan, perkembangan rekahan, dan jalur fluida geologi. Struktur geologi berupa kekar dan sesar terbentuk akibat pengaruh tegasan tektonik yang bekerja pada batuan. Menurut Hasria et al. (2021), struktur geologi memiliki pengaruh besar terhadap perkembangan bentang alam dan pola pelapukan batuan di Sulawesi Selatan. Keberadaan struktur kekar pada batuan beku mafik juga berperan penting dalam mempercepat proses pelapukan dan pembentukan bentang alam. Rekahan batuan dapat menjadi jalur infiltrasi air sehingga mempercepat alterasi dan pelapukan mineral mafik. Selain itu, Kandora et al. (2022) menunjukkan bahwa perkembangan alterasi batuan sangat dipengaruhi oleh keberadaan rekahan dan struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian.

Penelitian geologi di Sulawesi dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa kondisi litologi dan struktur geologi memiliki hubungan erat terhadap perkembangan karakter geologi suatu wilayah. Nurdin et al. (2017) menjelaskan bahwa aktivitas intrusi batuan bawah permukaan di Sulawesi Selatan berkaitan erat dengan aktivitas magmatisme dan tektonik regional. Hemeto et al. (2025) juga menjelaskan bahwa karakteristik geokimia batuan andesit di Gorontalo Utara dipengaruhi oleh evolusi magma dan kondisi tektonik daerah pembentukannya. Penelitian Sandi et al. (2024) menunjukkan

bahwa analisis geokimia dapat digunakan untuk mengetahui asal batuan dan proses geologi yang mempengaruhi pembentukan batuan sedimen.

Selain aspek akademik, penelitian geologi daerah juga memiliki manfaat dalam pengembangan sumber daya geologi, mitigasi bencana, dan pengelolaan lingkungan. Penelitian Ninasafitri et al. (2024) mengenai kawasan Olele menunjukkan bahwa kondisi geologi dan hidrogeologi suatu wilayah dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan geowisata dan konservasi lingkungan. Penelitian Arifin et al. (2023) juga menjelaskan pentingnya pengenalan geologi dan geopark sebagai upaya pelestarian keragaman geologi daerah.

Daerah Bukit Harapan, Kecamatan Bua, Kabupaten Luwu, merupakan salah satu daerah yang memiliki kondisi geologi menarik untuk dikaji karena didominasi oleh batuan beku mafik dengan morfologi berupa perbukitan dan dataran rendah. Selain itu, keberadaan pola aliran sungai, singkapan batuan, dan struktur geologi menunjukkan adanya pengaruh proses geologi yang berkembang pada daerah tersebut. Hingga saat ini, penelitian geologi detail pada daerah Bukit Harapan masih relatif terbatas, khususnya terkait hubungan geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi daerah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kondisi geologi daerah Bukit Harapan Kecamatan Bua Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan yang meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi berdasarkan hasil pemetaan geologi lapangan, analisis petrografi, serta interpretasi data geologi daerah penelitian. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi geologi yang lebih rinci serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai perkembangan geologi daerah Bukit Harapan dan sekitarnya.

2. METODE

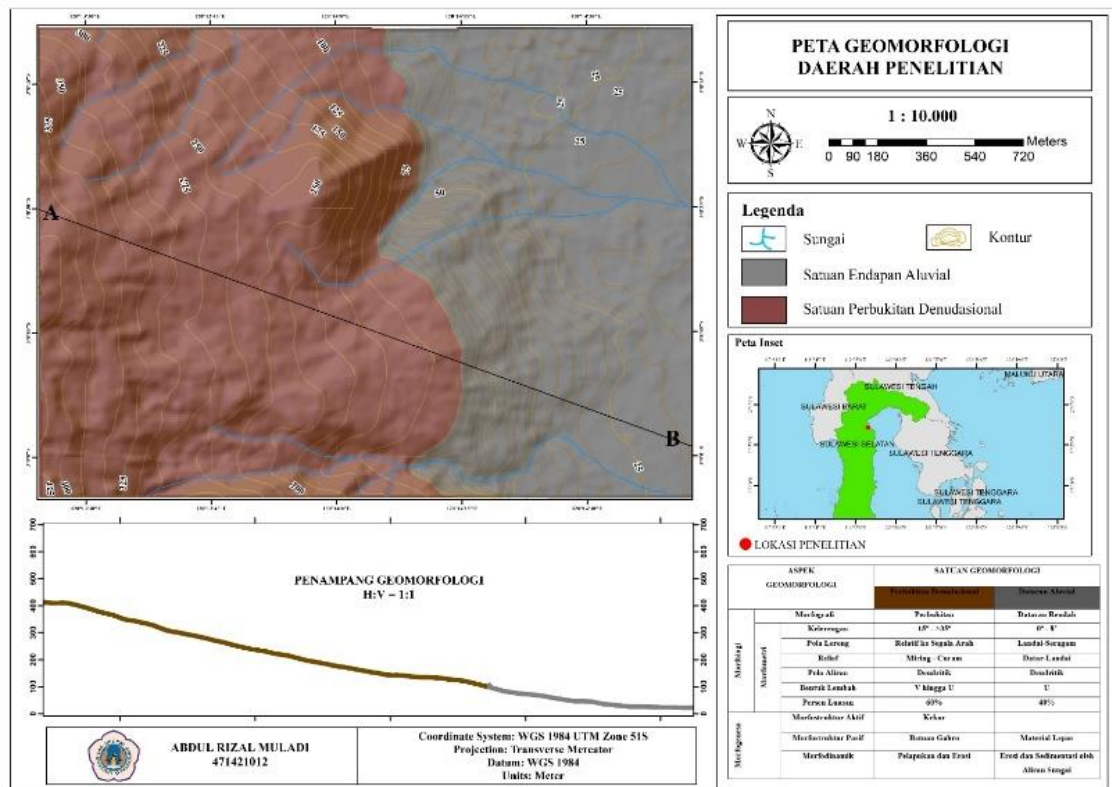
Secara administratif, lokasi penelitian berada di Desa Bukit Harapan, Kecamatan Bua, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan. Area penelitian berbatasan dengan Desa Karang-Karangan di bagian utara dan timur, Desa Todoppuli di sebelah selatan, serta Desa Lengkong di arah barat. Secara astronomis daerah penelitian terletak pada 3°8'10" - 3°9'5" Lintang Selatan (LS) dan 120°13'25" - 120°14'45" Bujur Timur (BT). Daerah penelitian memiliki luas ±4 Km persegi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan geologi permukaan melalui observasi langsung di lapangan. Kegiatan ini meliputi pengamatan geomorfologi, identifikasi litologi, serta pengukuran struktur geologi. Analisis geomorfologi dilakukan berdasarkan pendekatan genetik yang mengacu pada klasifikasi Van Zuidam (1985), dengan mempertimbangkan morfografi, morfometri, dan morfogenesis. Data stratigrafi diperoleh melalui pengamatan singkapan batuan serta hubungan antar satuan batuan. Struktur geologi dianalisis berdasarkan pengukuran kekar di lapangan menggunakan kompas geologi untuk mendapatkan orientasi strike dan dip, kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui pola tegasan yang berkembang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Klasifikasi geomorfologi daerah penelitian mengacu pada pendekatan genetik menurut Van Zuidam (1985), yang didasarkan pada proses-proses pembentukan bentang alam akibat aktivitas geologi baik yang bersifat endogen maupun eksogen. Berdasarkan hasil interpretasi peta topografi dan pengamatan lapangan, daerah penelitian berada pada morfologi dataran rendah hingga perbukitan dengan kisaran ketinggian antara 25–425 meter di atas permukaan laut. Elevasi tertinggi terletak pada bagian utara, sedangkan bagian selatan merupakan daerah dengan elevasi lebih.



Gambar 1. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian di Desa Bukit Harapan, Sulawesi Selatan, Geomorfologi daerah penelitian diklasifikasikan berdasarkan pendekatan genetik Van Zuidam (1985). Berdasarkan hasil pengamatan, daerah penelitian memiliki morfologi berupa dataran rendah hingga perbukitan dengan ketinggian antara 25–425 mdpl. Satuan geomorfologi yang berkembang terdiri dari perbukitan denudasional dan dataran aluvial.

3.1.1. Perbukitan Denudasioan



Gambar 2. Perbukitan Denudasional

Satuan geomorfologi perbukitan denudasional pada wilayah penelitian meliputi kurang lebih 60% dari luas lokasi penelitian yang dicirikan oleh kemiringan lereng berkisar antara 15° hingga lebih

dari 35° , yang termasuk dalam kategori lereng miring hingga sangat curam, dengan pola lereng yang berkembang relatif ke segala arah. Pola aliran sungai pada satuan ini cenderung dendritik. Hal ini menyebabkan terbentuknya lembah dengan penampang berbentuk U hingga V.

3.1.2. Dataran Aluvial

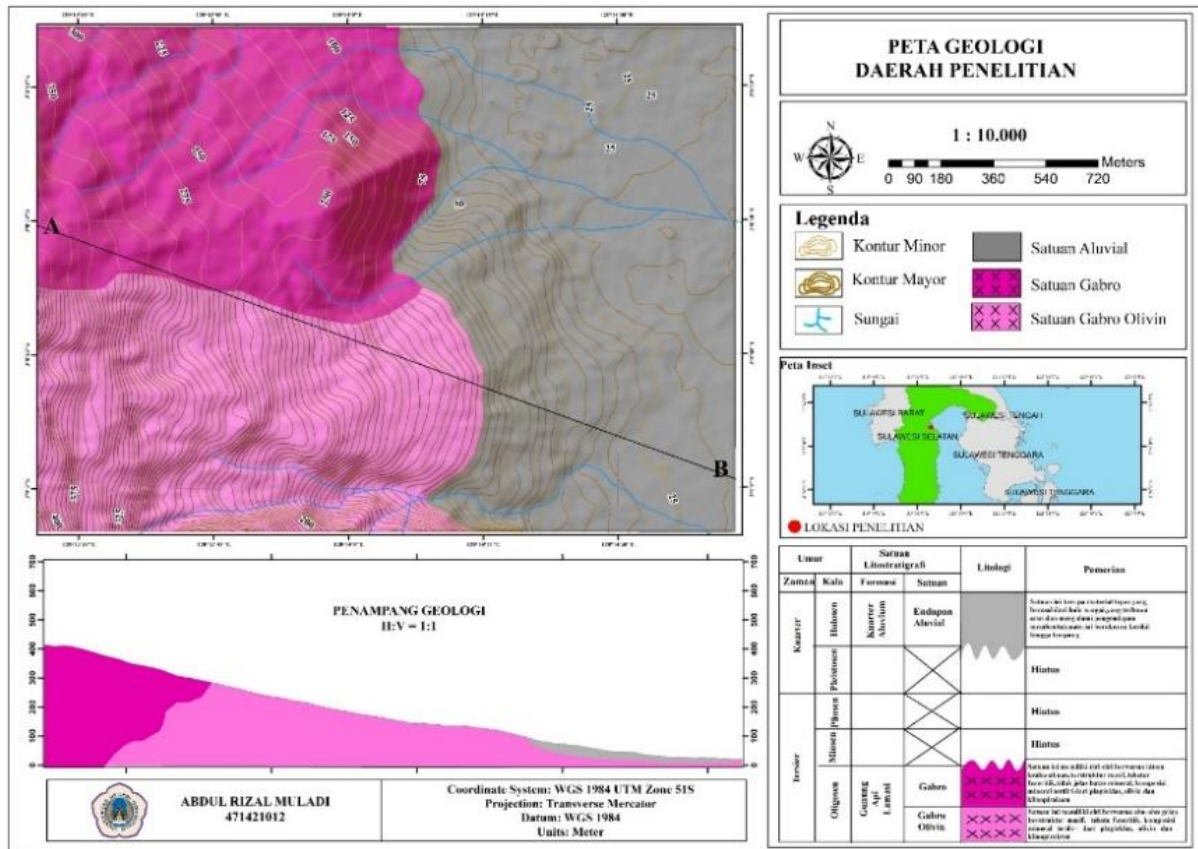


Gambar 3. Dataran Aluvial

Satuan geomorfologi dataran aluvial meliputi kurang lebih 40% dari luas Lokasi penelitian yang dicirikan oleh morfografi berupa dataran rendah dengan kelerengan $0-8^\circ$ dan relief datar hingga landai. Bentuklahan ini terbentuk akibat proses sedimentasi yang dikontrol oleh aktivitas fluvial, khususnya sungai. Bentuk lembah yang berkembang relatif lebar dengan dasar berbentuk U, hasil dari pengendapan material yang diangkut oleh aliran sungai. Pola aliran sungai menunjukkan stadia muda hingga dewasa yang mengindikasikan aktivitas erosi yang masih berlangsung.

3.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Secara litologi, daerah penelitian didominasi oleh batuan beku mafik yang teridentifikasi sebagai gabro, serta endapan aluvial yang tersusun atas material lepas seperti pasir, lanau, dan lempung. Keberadaan batuan gabro sebagai batuan dasar menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki karakter geologi yang dikontrol oleh aktivitas magmatik masa lalu.



Gambar 4. Peta Geologi Daerah Penelitian

3.1.1 Satuan Gabro Olivin

Berdasarkan hasil pengamatan petrologi, Batuan yang dijumpai pada daerah penelitian diinterpretasikan sebagai gabro olivin berdasarkan karakteristik megaskopisnya. Secara umum, batuan ini berwarna hitam keabu-abuan. Tekstur batuan faneritik halus, struktur batuan bersifat masif, Keseragaman ukuran butir equigranular. Derajat kristalisasi holokristalin. Tersusun dari mineral seperti plagioklas, olivin, klinopiroksen.



Gambar 5. Kenampakan Singkapan Batuan Gabro Olivin

Daerah penelitian secara regional termasuk dalam satuan batuan vulkanik, yang dicirikan oleh keberadaan lava andesit–basalt, breksi gunungapi, serta batuan sedimen vulkanik sebagaimana ditunjukkan pada peta geologi setempat. Namun demikian, hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa batuan yang dijumpai memiliki karakteristik yang berbeda dari batuan vulkanik ekstrusif, yaitu berupa batuan beku dengan tekstur faneritik halus, yang mengindikasikan bahwa mineral penyusunnya telah mengalami kristalisasi di bawah permukaan. batuan yang dijumpai di lapangan diinterpretasikan sebagai gabro olivin, yaitu batuan beku intrusif mafik yang kemungkinan berasosiasi dengan sistem magmatis yang sama dengan satuan vulkanik di sekitarnya.

3.1.2 Satuan Gabro



Gambar 6. Kenampakan Singkapan Batuan Gabro

Satuan ini menempati sekitar 32% ($\pm 1,28 \text{ km}^2$) dari total keseluruhan lokasi penelitian dan ditandai dengan warna merah muda pada peta geologi daerah penelitian. Ketebalan satuan ini diinterpretasikan sekitar ± 400 meter berdasarkan rekonstruksi penampang geologi. Satuan batuan ini tersusun oleh batuan beku intrusif jenis gabro yang terbentuk di bawah permukaan bumi melalui proses kristalisasi magma secara lambat pada kedalaman relatif dalam. Secara umum, batuan ini berwarna abu-abu gelap. Tekstur batuan faneritik, struktur batuan bersifat masif, Keseragaman ukuran butir equigranular. Derajat kristalisasi holokristali, komposisi mineral tersusun atas plagioklas, olivin, klinopiroksen.

3.1.3 Satuan Endapan Aluvial

Pengamatan di lapangan menunjukkan satuan ini dijumpai material lepas seperti bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lempung hingga lanau dengan keadaan vegetasi dari sedang hingga lebat.



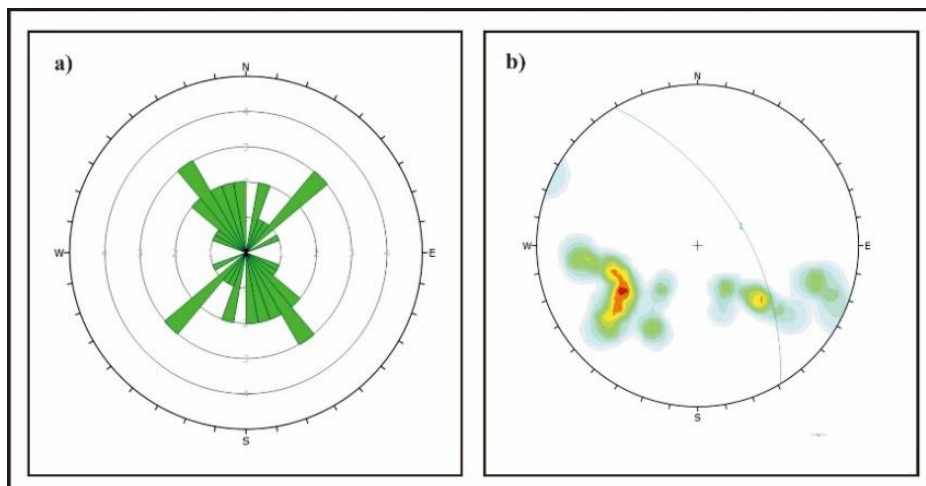
Gambar 7. Satuan Dataran Aluvial

Berdasarkan pengamatan di lapangan, ciri dari satuan endapan aluvial diperkirakan berumur holosen (Djuri dan Sudjatmiko, 1998) dan merupakan satuan termuda yang ada di daerah penelitian. Hal ini mengindikasikan bahwa endapan ini berada jauh dari sumbernya dan proses pengendapannya berlangsung hingga saat ini.

3.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian

3.1.3 Struktur *Tension Joint*

Berdasarkan hasil pengamatan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian, dijumpai struktur berupa *tension joint*



Gambar 8. Diagram *Rose* dan *Stereonet*

Diagram *rosette* menunjukkan bahwa arah rekahan atau kekar di daerah penelitian didominasi oleh orientasi barat laut–tenggara (NW–SE) dan timur laut–barat daya (NE–SW), yang mengindikasikan adanya dua sistem kekar utama akibat pengaruh tegasan tektonik. Hal ini diperkuat oleh diagram *stereonet* dengan kontur densitas yang memperlihatkan konsentrasi orientasi bidang rekahan pada arah

yang sama, ditandai oleh zona kerapatan tinggi. Pola ini menunjukkan bahwa sistem rekahan berkembang secara konsisten dan berperan penting dalam mengontrol jalur pergerakan fluida, mempercepat proses pelapukan batuan, serta berpotensi menjadi jalur keluarnya magma di daerah penelitian.

4. KESIMPULAN

- Geomorfologi daerah Bukit Harapan terdiri atas satuan perbukitan denudasional dan dataran aluvial dengan pola aliran sungai dendritik, yang mencerminkan litologi relatif homogen serta perkembangan bentuklahan yang dikontrol proses geomorfik permukaan.
- Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas dua satuan batuan mafik, yaitu satuan gabro olivin dan satuan gabro, serta satuan endapan aluvial sebagai satuan termuda yang menempati bagian topografi rendah.
- Struktur geologi yang berkembang berupa kekar tarik (*tension joint*) dengan tingkat deformasi relatif rendah, yang mencerminkan pengaruh tegasan yang bekerja pada batuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Y. I., Ninasafitri, Nugroho, D. A., Ahmad, F. A., & Hemu, A. A. (2023). Geokids class: PEMBERDAYAAN untuk pariwisata berkelanjutan melalui pengenalan geopark pada anak-anak di Desa Olele. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 4(1), 151–163.
- Biya, N. S. F., Permana, A. P., & Kasim, M. (2025). Geologi dan rezim tektonik terhadap evolusi Lengan Utara Sulawesi: Studi kasus Sungai Alo, Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*.
- Djuri, M., & Sudjatmiko. (1998). *Peta geologi lembar Majene dan Palopo bagian barat, Sulawesi skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hall, R., & Wilson, M. E. J. (2019). Neogene palaeogeography of Sulawesi. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 520, 1–18.
- Hasria, H., Rahman, A., & Syafri, I. (2021). Pengaruh struktur geologi terhadap perkembangan bentang alam di Sulawesi Selatan. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 4(2), 85–94.
- Hemeto, F. R., Arifin, Y. I., & Hutagalung, R. (2025). Geokimia (XRF) batuan andesit daerah Putiana dan sekitarnya, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(1).
- Hisbullah, Permana, A. P., & Kasim, M. (2024). Analisis batuan sedimen campuran karbonat-siliklastik daerah Batulayar Kabupaten Gorontalo. *CERMIN: Jurnal Penelitian*.
- Kandora, T. A. H., Nur, I., & Irfan, U. R. (2022). Studi pendahuluan alterasi hidrotermal pada endapan tembaga supergen di Daerah Tonra Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geocelebes*, 6(2), 187–193.
- Muhtar, M., Permana, A. P., Kasim, M., & Sosang, A. (2024). Analisis geologi daerah Gunung Pani Kecamatan Buntulia Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(2), 62–70.
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Ninasafitri, Zainuri, A., Eraku, S. S., Arifin, Y. I., & Aris, A. P. (2023). Studi keragaman geologi (geodiversity) Daerah Botubarani Kecamatan Kabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo untuk pengembangan Geopark Teluk Tomini. *Lepton: Journal of Physics and Applied*, 1(2), 27–31.
- Ninasafitri, Pakaya, A., Djibrani, F. R., Paladan, R. B., Paladan, R. B., & Pambudi, M. R. (2024). Analisis kualitas dan kuantitas air tanah Olele untuk mendukung pengembangan geowisata dan konservasi lingkungan. *Jurnal Riset dan Pengabdian Interdisipliner*, 1(1).
- Nurdin, N. H., Massinai, M. A., & Aswad, S. (2017). Identifikasi pola sebaran intrusi batuan bawah permukaan menggunakan metode geomagnet di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. *Jurnal Geocelebes*, 1(1), 1–8.

- Permana, A. P., & Eraku, S. S. (2017). Analisis stratigrafi daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, 5(1), 1–6
- Permana, A. P., Hutagalung, R., & Kasim, M. (2022). Percepatan pembangunan Desa Labanu Kabupaten Gorontalo melalui pembuatan peta geologi. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 2(2), 103–112.
- Polontalo, M. A., Permana, A. P., Aris, A. P., & Ninasafitri. (2023). Geologi Daerah Motilango Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 2 (2), 66–76.
- Rahman, M. R., Zainuri, A., & Manyoe, I. N. (2018). Analisis stratigrafi dan rumusan sejarah geologi daerah Limbato dan sekitarnya Kabupaten Gorontalo Utara. *Azimut: Jurnal Geologi dan Terapan*, 1 (1), 22–30.
- Robot, L. C., Permana, A. P., & Akase, N. (2024). Analysis of microfacies and depositional environment of limestone in North Isimu Area, Gorontalo Regency. *Tunas Geografi*, 13(1), 45–56.
- Sandi, I. N., Permana, A. P., & Kasim, M. (2024). Analisis provenance batupasir Formasi Dolokapa Kabupaten Gorontalo Utara berdasarkan data geokimia XRF. *EnviroScienteeae*, 20(1), 27–32.
- Sukanto, R., & Supriatna, S. (1982). *Geologi regional Sulawesi Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Travis, R. B. (1995). *Classification of rocks*. Colorado School of Mines.
- Umar, E. P., Anwar, H., Husain, J. R., & Muharni, S. (2020). Pengaruh struktur geologi terhadap kemunculan mataair panas Daerah Sulili Pinrang Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 4(1), 41–45.
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. ITC.