

*Skripsi Geofisika*

**ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH MOROWALI, SULAWESI  
TENGAH MENGGUNAKAN PARAMETER MORFOMETRI**



**OLEH:**

**SHEREN FAIRUZ ZAHIRAH ROHMANA**

**H061 18 1305**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH MOROWALI, SULAWESI  
TENGAH MENGGUNAKAN PARAMETER MORFOMETRI**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**OLEH:**

**SHEREN FAIRUZ ZAHIRAH ROHMANA**

**H061 18 1305**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH MOROWALI, SULAWESI  
TENGAH MENGGUNAKAN PARAMETER MORFOMETRI**

**Disusun dan diajukan oleh**

**SHEREN FAIRUZ ZAHIRAH ROHMANA**

**H061 18 1305**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**

**Prof. Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT, Surv. IPM**  
NIP. 196406161989031006

**Pembimbing Pertama**

**Aswar Syaifur, S.Si, M.Eng**  
NIP. 19931215202115001

**Ketua Departemen**

**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
NIP. 196709291993031003



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sheren Fairuz Zahirah Rohmana

NIM : H061 18 1305

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### **“ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH MOROWALI, SULAWESI TENGAH MENGGUNAKAN PARAMETER MORFOMETRI”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Maret 2024  
Yang menyatakan,



**Sheren Fairuz Zahirah Rohmana**



## INTISARI BACAAN

Kepulauan Indonesia merupakan hasil jalur dari pertumbukan tiga lempeng litosfer yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Asia Tenggara. Lempeng yang bergerak disebabkan oleh sebuah gaya menandakan adanya aktivitas tektonik. Mengetahui aktivitas tektonik ini dapat menjadi sebagai acuan untuk kepentingan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian pembangunan infrastruktur, khususnya untuk mengurangi risiko bahaya gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas tektonik daerah Morowali, Sulawesi tengah. Metoda penginderaan jauh digunakan dalam menentukan kelurusan geomorfologi dengan menggunakan data DEM. Parameter yang digunakan analisis geomorfologi kuantitatif yaitu analisis morfometri sinusitas sungai (*Smi*), sinusitas muka gunung (*Smf*), rasio lebar dan tinggi lembahan (*Vf*). Pengolahan data menggunakan uji *Lilliefors* untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak. Hasil penelitian terhadap 13 sungai menunjukkan adanya 7 sungai dengan aktivitas tektonik aktif, 5 sungai dengan aktivitas tektonik sedang, dan 1 sungai dengan kategori tektonik tidak aktif. Pada 300 titik gunung yang telah diolah datanya, didapatkan hasil berupa 197 titik gunung dengan tektonik aktif dan 103 titik gunung dengan tingkat aktivitas tektonik sedang. Penelitian pada 13 lembah Sungai mendapatkan hasil yaitu 7 lembah Sungai dengan aktivitas tektonik aktif dan 6 lembah Sungai dengan aktivitas tektonik sedang. Selain itu diketahui arah struktur pada daerah Morowali, Sulawesi tengah mengarah Utara-Selatan, Barat Laut-Tenggara, serta Timur Laut-Barat. Terdapat banyak lipatan dan sesar aktif yang dimiliki daerah penelitian, ikut menandakan aktivitas tektonik aktif.

**Kata Kunci** : Morfotektonik, struktur geologi, penginderaan jauh, kelurusan geomorfologi



## ABSTRACT

The Indonesian archipelago is the result of the collision of three lithospheric plates, that is: the Indo-Australian plate, the Pacific plate and the Southeast Asian plate. Plates that move due to a force indicate tectonic activity. Knowing this tectonic activity can be used as a reference for planning, implementing and controlling infrastructure development, especially to reduce the risk of earthquake hazards. This research aims to determine the tectonic activity of the Morowali area, Central Sulawesi. Remote sensing methods are used to determine geomorphological lineaments using DEM data. The parameters used for quantitative geomorphological analysis are morphometric analysis of river sinuosity ( $S_{mi}$ ), mountain front sinuosity ( $S_{mf}$ ), valley floor width and height ratio ( $V_f$ ). Data processing uses the Lilliefors test to determine whether the data is normally distributed or not. The results of research on 13 rivers show that there are 7 rivers with active tectonic activity, 5 rivers with moderate tectonic activity, and 1 river in the tectonic inactive category. For the 300 mountain points whose data had been processed, the results obtained were 197 mountain points with active tectonics and 103 mountain points with moderate levels of tectonic activity. Research on 13 river valleys yielded results, namely 7 river valleys with active tectonic activity and 6 river valleys with moderate tectonic activity. Apart from that, it is known that the direction of structures in the Morowali area, Central Sulawesi is North-South, North-West-Southeast, and North-East-West. There are many folds and active faults in the research area, which also indicates active tectonic activity.

**Keywords:** Morphotectonics, geological structure, remote sensing, geomorphology lineaments



## KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Alhamdulillah puji syukur kehadiran *الله Subhanahu Wa Ta'ala*. Telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan tugas akhir dengan judul “**ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH MOROWALI, SULAWESI TENGAH MENGGUNAKAN PARAMETER MORFOMETRI**”, yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Shalawat dan Salam senantiasa tucurahkan kepada Baginda Nabi ﷺ.

Nabi yang sudah menjadi teladan Umat, dalam berakhlak, berusaha dan berdoa. Proses penyusunan penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dinamika dan tantangan yang dilalui selama proses pengerjaan yang diakibatkan oleh keterbatasan penulis. Namun berkat ridho dari Sang Maha Kuasa skripsi ini dapat berjalan dengan baik melalui bantuan, bimbingan, dukungan serta nasehat dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan salam hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta papi **Rohmana** dan mami **Ainul Musyafaatin Nikmah**

**S.Sos**, yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, melimpahkan cinta dan



sayang, serta telah menyisihkan sebagian rezekinya untuk penulis dapat menyelesaikan pendidikan strata satu ini. Terimakasih juga untuk saudara dan i tersayang kakak **Firda Hanif Amalia Rohmana S.Ars** dan adek **Rafif**

**Zaidan Gumelar Rohmana** yang selalu bersedia menjadi sponsor utama dan memberikan dukungan yang melimpah selama penulis menyelesaikan Pendidikan strata satu ini.

2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT.**, Surv. IPM. Selaku pembimbing utama penulis, bapak. **Aswar Syafnur, S.Si., M.Eng.** selaku pembimbing pertama. Terimakasih telah memberikan kesempatan penulis untuk bergabung dalam tim penelitian ini, terimakasih telah memberikan bimbingan, nasehat dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si.** dan bapak **Dr. Muhammad Taufiq Rafie, S.Si, MT** selaku tim penguji dalam pelaksanaan seminar proposal penelitian, seminar hasil dan ujian sidang skripsi geofisika, terimakasih atas segala kritikan dan masukan untuk penulis.
4. Bapak **Dr. Eng Amiruddin** selaku Dekan FMIPA Unhas, Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Assagaf, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika FMIPA Unhas, Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si** selaku Sekretaris Departemen Geofisika FMIPA Unhas, seluruh Bapak/Ibu dosen di Departemen Geofisika FMIPA Unhas: **Alm. Prof. Dr. Dadang Ahmad Suriamihardja, M.Eng., Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc., Drs. Hasanuddin, M.Si., Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT. Surv. IPM., Dra. Maria, S.Si., Dr. Sakka, M.Si., Dr. Samsu Arif, M.Si., Alm. Dr. Paharuddin, M.Si., Ir. Bambang Harimei, M.Si., Makhrani, S.Si., M.Si., Sabrianto Aswad, S.Si., M.T., Muh. Fawzy Ismullah**



**nai, S.Si., MT, Aswar Syafnur, S.Si., M.Eng., Sa'adiddin, M.Sc. Dr. mmad Taufiq Rafie, S.Si, MT, dan Andi Muhammad Pramatadie,**

**ST., M.Eng., Ph.D.** serta staf Departemen Geofisika: **Pak Anto, Pak Putra** dan **Pak Fadli** yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran bagi penulis. Terimakasih Bapak/Ibu saya tidak akan pernah melupakan jasa-jasa kalian.

5. Kedua sahabat saya **Arlin Norma Luthfiana S.Sos** dan **Nur Aqidatul Izzah Alimus S. KM** yang terus memberikan semangat, menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan sering menemani penulis dihari-harinya.
6. Kedua kakak tak sedarah saya **Amanah Mayang** dan **Amalia Afriani S.Farm** yang mempercayai, menyayangi, dan menemani penulis dari sekolah hingga menyelesaikan skripsi ini.
7. **Qanitah Taufiqah Imran S.Psi** berawal dari teman SD ku yang baru kutemukan 'klik'nya di 2023 kemarin, hingga menjadi partner dalam banyak hal. Walaupun baru terhubung lagi dalam waktu yang singkat, terima kasih sudah dapat menjadi penyemangat, tempat cerita, dan teman belajar penulis.
8. Mentor dadakan saya **Andri Moh Wahyu Laode S.Si** dan **Mulyanto M S.Si** terima kasih karena sudah membantu, mengarahkan, dan menyemangati penulis dari masa sulitnya hingga akhir.
9. **Ranger IAPIM PRENEUR, Kak Jack, kak Pitti, Royyan, Fathur, Aidil dan Tim Koptu, Kak Tope, Mika, Kak Febri**, yang terus menyemangati dan banyak membantu ketika penulis mulai sedikit kehilangan arah.
10. **Anak Cendol = Juniii, Yeniiii, Epiiii, Niiilam, Kikiiii, dan Piiiskah** yang menemani dari jaman tugas kuliah hingga tugas akhir penulis.



11. Basket Putri Mipa dan Anak Ayam = **Kido, Andina, Fathirah, Clarissa, Nadin, Istii, Aini, Talita, Arez, Hartini**, terima kasih karena dapat menemani dan banyak membantu penulis.
12. Teman-teman HMGF 2018/Pengurus HMGF FMIPA Unhas 2020/2021 : **Sri, Ayu, Mute, Iis, Evy, Dhea, Aini, Fina, Fira, Ainul, Fiskah, Ocha, Fya, Irma, Jihan, Johanna, Juni, Marni, Kiki, Nilam, Dilla, Nisa, Wilda, Zefa, Fhaika, Onding, Agung, Alfian, Komang, Dede, Hasnan, Heral, Masdar, Sarwan, Wawan, Yusril, Yusuf, Yansen, Rahmat, Yusran, Uci, Ipul, Andri, Windy, Yen**, terimakasih telah berjuang bersama-sama dari mahasiswa baru sampai kita semua menyelesaikan pendidikan S1 Geofisika, terimakasih selalu kebersamai, terimakasih atas dukungannya.
13. Teman-teman Himafi 2018 : **Azlan, Cuni, Firda, Syahrul, Indra, Nunu, Milda, Acam, Fatimah, Indah, Fauzan, Suci, Dena, Yuni, Sari, Vika, Yesi, IImi, Afni, Risda, Gebi, Sri, Ayu, Mute, Iis, Evy, Dhea, Aini, Fina, Fira, Ainul, Fiskah, Ocha, Fya, Irma, Jihan, Johanna, Juni, Marni, Kiki, Nilam, Dilla, Nisa, Wilda, Zefa, Fhaika, Onding, Agung, Alfian, Komang, Dede, Hasnan, Heral, Masdar, Sarwan, Wawan, Yusril, Yansen, Rahmat, Yusran, Yusuf, Uci, Ipul, Andri, Windy, Yen**, terimakasih sudah banyak mengukir cerita bersama dari awal Maba dan semoga hingga akhir.
14. Teman-teman Pengurus BEM FMIPA Unhas Periode 2021/2022 : **Dede, Milda, Alif, Jalil, Uci, Yusuf, Ardi, Azlan, Ipul, Syahrul, Kido, Indah, Rahmat**



**Marni, Wildawati, Winai, Shamad, Ishak, Cilla, Aqiela, Fifi, Jojo, ia, Nasmah, Afni, Yuyun, Siti, Chandra, Lutfi, Ilham, Andri, Heral,**

**Ica, Dian, Fitra, Ninis, Gebi, Wilda, Zafanya, Ainul, Agung, Komang, Luthfi, Sarwan, Wawan, Iis, Nurjannah, Nunu, Umar, Ronaldo, Fina, Maya, Aqila, Acam, Nurasmiansih, Snufkin, Nando, Syahril, Alfiana, Eka, Dena, Isa, Jihan, Marsya, Vivi, Ilmi, Fya, Vika.** terimakasih atas pelajaran dari setiap proses yang telah dilalui.

15. Teman-teman **IAPIM18** dan **KMFMIPA Unhas 2018** yang sudah banyak menyumbangkan tawa dan kebersamaanya. Terima kasih.
16. **Kanda 2015, Kanda 2016, Kanda 2017 , adik-adik Himafi dan HMGF 2019, 2020, 2021, dan 2022** yang membantu dan memiliki peran dalam kehidupan perkuliahan penulis. Terima Kasih
17. Terimakasih untuk seluruh keluarga dan seluruh pihak yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi.
18. **Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri yang tetap kuat dan tidak menyerah dalam perjuangannya. Terima kasih telah bertahan dan berjuang sejauh ini. Maaf jika banyak menyakiti dan tidak memikirkan diri sendiri. Selamat, akhirnya kamu dapat menyelesaikan perjuangan ini dengan baik.**

**Terima Kasih!**

Makassar, 28 Maret 2024



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>INTISARI BACAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Ruang Lingkup.....	3
I.4 Tujuan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
II.1 Geomorfologi.....	5
II.2 Struktur Geologi .....	6
II.2.1 Kekar .....	7
II.2.2 Sesar .....	7
II.2.3 Lipatan.....	8
II.3 Geologi Regional .....	8
II.4 Parameter Morfometri .....	13
.1 Rasio tinggi dan lebar lembah .....	13
.2 Sinusitas Sungai .....	15
.3 Sinusitas Gunung.....	17



II.5 Penginderaan Jauh untuk Kajian Geomorfologi .....	19
II.6 Digital Elevation Model .....	19
II.7 Uji Normalitas .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	25
III.2 Prosedur Penelitian .....	26
III.2.1 Tahap Pendahuluan .....	26
III.2.2 Tahap Pengumpulan Data .....	26
III.2.3 Tahap Pengolahan Data .....	26
III.2.4 Tahap Interpretasi Data .....	27
III.3 Bagan Alir Penelitian .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
IV.1 Analisis Parameter Morfometri .....	29
IV.1.1 Sinusitas Sungai .....	29
IV.1.2 Sinusitas Muka Gunung .....	31
IV.1.3 Rasio Tinggi dan Lebar Lembah .....	33
IV.2 Uji Normalitas .....	35
IV.2.1 Uji Normalitas Sinusitas Sungai .....	36
IV.2.2 Uji Normalitas Sinusitas Muka Gunung .....	36
IV.2.3 Uji Normalitas Rasio Tinggi dan Lebar Lembah .....	37
IV.3 Diagram <i>Rossete</i> .....	38
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
V.1 Kesimpulan .....	43
ran .....	44



**DAFTAR PUSTAKA .....45**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur Geologi utama Sulawesi (Hamilton, 1979) .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Peta Geologi Kabupaten Morowali .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Metode pengukuran dan perhitungan rasio tinggi dan lebar lembah (Febrinza dkk., 2021) .....	14
<b>Gambar 2.4</b> Kenampakan pola pengaliran jenis berliku di tandai dengan garis merah pada sungai Tallo bagian hilir (Massinai, 2016) .....	16
<b>Gambar 2.5</b> Kenampakan pola pengaliran jenis sinus di tandai dengan garis merah pada Subdas Lengkesse (Massinai, 2016) .....	16
<b>Gambar 2.6</b> Sinusitas muka gunung (Febrinza dkk., 2021) .....	18
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian .....	25
<b>Gambar 3.2</b> Bagan alir penelitian .....	28
<b>Gambar 4.1</b> Peta Sinusitas Sungai (Smi) Kabupaten Morowali .....	30
<b>Gambar 4.2</b> Peta Sinusitas Muka Gunung (Smf) Kabupaten Morowali .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Peta Rasio Lebar dan Tinggi Lembah (Vf) Kabupaten Morowali ..	34
<b>Gambar 4.4</b> Diagram <i>Rossete</i> Sinusitas Sungai.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Diagram <i>Rossete</i> Sinusitas Muka Gunung.....	39
<b>Gambar 4.6</b> Diagram <i>Rossete</i> Rasio Lebar dan Tinggi Lembah Kabupaten Morowali.....	40



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Indeks Rasio Tinggi dan lebar Lembah (Keller dan Nicholas, 1996) ...	14
<b>Tabel 2.2</b> Indeks Sinusitas sungai (Massinai, 2016) .....	15
<b>Tabel 2.3</b> Klasifikasi aktivitas tektonik berdasarkan indeks sinusitas muka gunung (Mulyasari et al., 2017) .....	18
<b>Tabel 2.4</b> Uji <i>Lilliefors</i> .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Sinusitas Sungai .....	31
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Sinusitas Muka Gunung .....	33
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Rasio Tinggi dan Lebar Lembah .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Uji Normalitas Sinusitas Sungai .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Uji Normalitas Sinusitas Muka Gunung .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Nilai Uji Normalitas Rasio Tinggi dan Lebar Lembah .....	37



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Kepulauan Indonesia merupakan hasil jalur dari pertumbukan tiga lempeng litosfer yaitu: Lempeng Indo-Australia yang bergeser ke utara, lempeng Pasifik yang bergeser ke barat, dan lempeng Asia Tenggara yang bergeser relatif ke selatan. Lempeng yang bergerak disebabkan oleh sebuah gaya menandakan adanya aktivitas tektonik. Aktivitas tektonik merupakan faktor utama dalam pembentukan sebuah bentang alam. Hal ini dapat memberikan pengaruh pada daerah aliran sungai (DAS) serta muka pegunungan yang membuat suatu daerah memiliki ciri khasnya masing-masing (Mulyasari dkk., 2017). Pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tektonik yaitu dengan mengidentifikasi geologi daerah tersebut. Identifikasi geologi suatu wilayah memiliki beberapa faktor, salah satu faktor yang paling utama adalah struktur geologi. Struktur geologi adalah gambaran atau bentuk susunan batuan penyusun kerak bumi akibat sedimentasi dan juga deformasi. Struktur geologi dapat diidentifikasi dengan menggunakan data primer berupa data observasi lapangan ataupun data sekunder (Watkinson dan Hall, 2016).

Geologi struktur melingkupi bentuk geomorfologi, metamorfisme dan geologi rekayasa. Mempelajari struktur tiga dimensi batuan dan daerah, dapat dibuat kesimpulan mengenai aktivitas tektonik, lingkungan pada masa lalu dan deformasinya. Deformasi adalah perubahan bentuk, arah, dan posisi pada sebuah batuan karena pengaruh gaya. Gaya yang bekerja pada sebuah batuan secara terus menerus dapat menyebabkan sebuah deformasi batuan. Batuan yang



mengalami deformasi ataupun sedimentasi dapat membuat struktur menghasilkan sesar, kekar, lipatan, foliasi, dan kelurusan. Kelurusan pada permukaan bumi dapat menjadi sebuah gambaran pada bawah permukaanya (Hasan dkk., 2019).

Struktur geologi pada Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah terdiri dari kekar, lipatan, dan sesar (Marjiyono dkk., 2013). Pola sesar aktif dapat menandakan adanya aktivitas tektonik aktif, hal ini dapat diselidiki dengan deteksi kelurusan yang tampak pada permukaan bumi (Soliman dan Han, 2019). Meneliti sebuah kelurusan dianggap sebagai hal yang sangat penting dalam memecahkan permasalahan tertentu pada sebuah kawasan. Misalnya, dalam pemilihan lokasi untuk pembangunan bendungan, jembatan, jalan, ataupun menghindari daerah berisiko tinggi, yaitu daerah rawan gempa (Adhab, 2019).

Kelurusan dapat di analisis melalui analisis morfotektonik. Analisis morfotektonik pada dasarnya yaitu meneliti bentang alam suatu daerah dikaitkan dengan tektonik yang menyebabkan terjadinya bentang alam tersebut. Pengukuran kuantitatif pada bentuk bentang alam disebut sebagai morfometri. Setiap bentang alam memiliki karakteristik tersendiri sehingga pada hal ini dapat dilakukan perbandingan objek bentuk lahan berdasarkan parameter morfometri (Wajedy dkk., 2021). Analisis morfotektonik yang dilakukan pada penelitian ini adalah, sinusitas sungai, sinusitas muka gunung, rasio tinggi dan lebar lembah (Massinai, 2016).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Audi Fkiri Febrinza, Nana a, dan Murni Sulastru dengan judul penelitian “Morfotektonik Subdaerah sungai Cikeruh Kabupaten Bandung, Jawa Barat” pada 2021 dan



membuktikan metode morfometri dapat mengidentifikasi aktivitas tektonik. Oleh karena itu penting untuk menganalisis aktivitas tektonik daerah ini agar dapat mengetahui aktivitas tektonik daerah penelitian dan bisa digunakan untuk mitigasi bencana kegempaan pada daerah penelitian. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian terkait aktivitas tektonik pada kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh menggunakan analisis morfotektonik.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Struktur geologi pada Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah didominasi oleh kekar, lipatan, dan sesar. Hal ini sangat disayangkan jika pemerintah atau masyarakat setempat tidak mengetahui aktivitas tektonik pada daerahnya sendiri. Karena aktivitas tektonik yang tinggi merupakan daerah rawan akan terjadinya gempa. Masalah ini memicu sebuah pertanyaan yang penting untuk dijawab yakni:

1. Bagaimana pengaplikasian metode penginderaan jauh untuk mengidentifikasi aktivitas tektonik pada wilayah Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah?
2. Bagaimana aktivitas tektonik di daerah penelitian berdasarkan parameter morfometri sinusitas sungai, sinusitas muka gunung, rasio tinggi dan lebar lembah?

## **I.3 Ruang Lingkup**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh, akan data sekunder berupa data *Digital Elevation Model* (DEM) dan data batas administrasi. Pengolahan data menggunakan *software* ArcGIS untuk



memperoleh parameter morfometri yaitu sinusitas sungai, sinusitas muka gunung, rasio tinggi lembah, dan lebar lembah gunung di kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. Kemudian menguji tingkat ketelitian data yang diperoleh dari daerah penelitian menggunakan Uji *Liliefors*. Setelah itu menentukan arah aktivitas tektonik menggunakan Diagram *Rosette* pada *software RockWork16*.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

1. Memahami pengaplikasian metode penginderaan jauh untuk mengidentifikasi aktivitas tektonik pada wilayah Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah
2. Memahami aktivitas tektonik di daerah penelitian berdasarkan parameter morfometri sinusitas sungai, sinusitas muka gunung, rasio tinggi dan lebar lembah



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Geomorfologi

Menurut Van Zuidam dalam Massinai (2016) geomorfologi merupakan ilmu yang mendefinisikan, mendeskripsikan, serta menjabarkan bentuk-bentuk umum permukaan bumi serta perubahan yang terjadi selama evolusinya, dapat menjelaskan hubungannya dengan keadaan struktur di bawah permukaannya, serta sejarah perubahan geologi yang diperlihatkan atau tergambar pada bentuk permukaan. Geomorfologi sebagai studi tentang bentuk alamiah baik secara teratur ataupun acak di permukaan bumi dan segala proses-proses yang menghasilkan bentuk tersebut. Bentuk alam terbentuk melalui proses endogen ataupun eksogen yang akan menghasilkan topografi permukaan bumi yang dapat berbentuk pendataran, cekungan, perbukitan, dan pegunungan (Massinai, 2011).

Pandangan umum topografi yang dapat dipakai sebagai indikator yaitu dari corak, kekuatan, dan rata-rata pergerakan tektonik. Menurut Stewart dan Hancock dalam Massinai (2016) kajian geomorfologi tektonik dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Primer (*primary tectonic landform*)

Kajian primer menjelaskan tentang bentuk permukaan bumi sebagai akibat aktivitas tektonik. Contohnya adalah gawir sesar (*fault scarps*). Karakter dari gawir sesar ini berubah-ubah sesuai dengan kuantitas dan model sesar, serta bergantung dari sifat litologi.



## 2. Sekunder (*Secondary tectoniclandform*)

Kajian sekunder yaitu bagian fenomena geomorfologi akibat aktivitas tektonik. Keanekaragaman bentang alam dapat diartikan bahwa adanya aktivitas tektonik. Beberapa bentang alam dapat menjadi batas struktur aktif. Contohnya adalah pola aliran sungai (*drainage pattern*), endapan fluvial dan laut (*fluvial marine scarps*), dan kipas aluvial (*alluvial fans*).

## II.2 Struktur Geologi

Struktur geologi terbentuk saat dan setelah batuan terbentuk, merupakan hasil deformasi akibat gaya yang bekerja pada batuan dalam waktu yang panjang. Geologi struktur umumnya digunakan untuk eksplorasi dan mengetahui lapisan bumi serta proses terbentuknya struktur dalam suatu batuan. Struktur yang dihasilkan dapat berupa kekar (*joint*), sesar (*fault*), lipatan (*fold*), foliasi, dan lineasi (Hasan dkk., 2019). Kehadiran kekar, sesar, serta foliasi pada batuan bisa memperlemah kekuatan (*strength*) batuan sedangkan pergeseran sesar (tektonik) dapat menimbulkan gempa bumi, tsunami, erupsi vulkanik dan longsor tanah.

Struktur geologi dibedakan menjadi 2 yaitu struktur primer dan struktur sekunder. Struktur primer adalah struktur yang terbentuk saat batuan belum terbentuk. Contohnya, struktur-struktur pada batuan sedimen, seperti bidang perlapisan, lapisan bersusun (*graded bedding*), lapisan silang siur (*cross bedding*), dan jejak binatang. Struktur sekunder adalah struktur yang terbentuk setelah batuan terbentuk, yaitu kekar (*joint*), sesar (*fault*), dan lipatan (*fold*) (Massinai dan din, 2014).



### II.2.1 Kekar

Struktur rekahan pada batuan yang tidak memperlihatkan gejala pergeseran disebut dengan kekar. Secara genetis (kejadiannya), kekar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kekar tarik dan kekar gerus. Kekar gerus (*shear fracture*) adalah rekahan pada batuan yang memperlihatkan kecenderungan untuk saling bergeser dan umumnya ditemukan berpasangan. Kekar tarik (*extension fracture*) adalah rekahan pada batuan yang bidang-bidang rekahannya terbentuk karena kecenderungannya saling meregang. Kekar tarik jenis *release fracture* terbentuk karena berkurang atau hilangnya tekanan (Abdullah dkk., 2003).

### II.2.2 Sesar

Batuan yang memiliki retakan dan telah mengalami pergeseran sehingga terjadi perpindahan antara bagian-bagian yang berhadapan, dengan arah yang sejajar dengan bidang retakan disebut sesar. Sesar aktif adalah sesar yang pernah bergerak pada kurun waktu sepuluh ribu tahun yang lalu. Sesar berpotensi aktif adalah sesar yang pernah bergerak dalam jangka waktu 2 juta tahun yang lalu. Sesar yang tidak aktif adalah sesar yang belum bergerak dalam waktu 2 juta tahun yang lalu (Keller dan Nicholas, 1996). Anderson dalam (Massinai, 2016) membagi sesar menjadi tiga berdasarkan arah gaya utamanya, yaitu:

1. Sesar Normal

Sesar normal dapat terbentuk jika arah gaya utamanya terbesar secara *vertical*, sedangkan gaya utama sedang dan kecilnya mengarah secara ndatar.



## 2. Sesar Naik

Sesar naik dapat terbentuk jika arah gaya utama terbesar dan menengahnya secara mendatar, sedangkan gaya utama terkecilnya mengarah secara vertikal.

## 3. Sesar Mendatar

Sesar mendatar dapat terbentuk jika arah gaya utama terbesar dan terkecilnya secara horizontal, sedangkan gaya menengahnya mengarah secara vertikal.

### II.2.3 Lipatan

Bentuk lengkungan suatu benda yang pipih atau lempeng. Terjadi karena adanya dua mekanisme, yaitu: *buckling* dan *bending*. *Buckling* atau melipat adalah gaya tekanan yang menyebabkan arahnya sejajar dengan permukaan lempeng. *Bending* atau pelengkungan adalah arah gaya akan tegak lurus pada permukaan lempeng. Punggung lipatan disebut antiklin dalam istilah tektonik. Antiklin adalah unsur struktur lipatan dengan bentuk cembung ke atas. Sinklin adalah lipatan yang cembung ke bawah. *Limb*(sayap) adalah bagian lipatan yang berbentuk miring ke bawah. *Backlimb* adalah sayap yang landau dan *Forelimb* adalah sayap yang curam pada lipatan yang tidak simetris (Massinai, 2016).

### II.3 Geologi Regional

Sejarah geologi Sulawesi dimulai dengan terendapkan sedimen bertipe *flysch* pada Zaman Kapur. Batuan ini diinterpretasikan terendapkan pada cekungan *forearc*, di sebelah barat dari zona subduksi yang menunjam ke barat. Kemungkinan akibat subduksi ini menyebabkan batuan sedimen *flysch* ini termetamorfkan dan



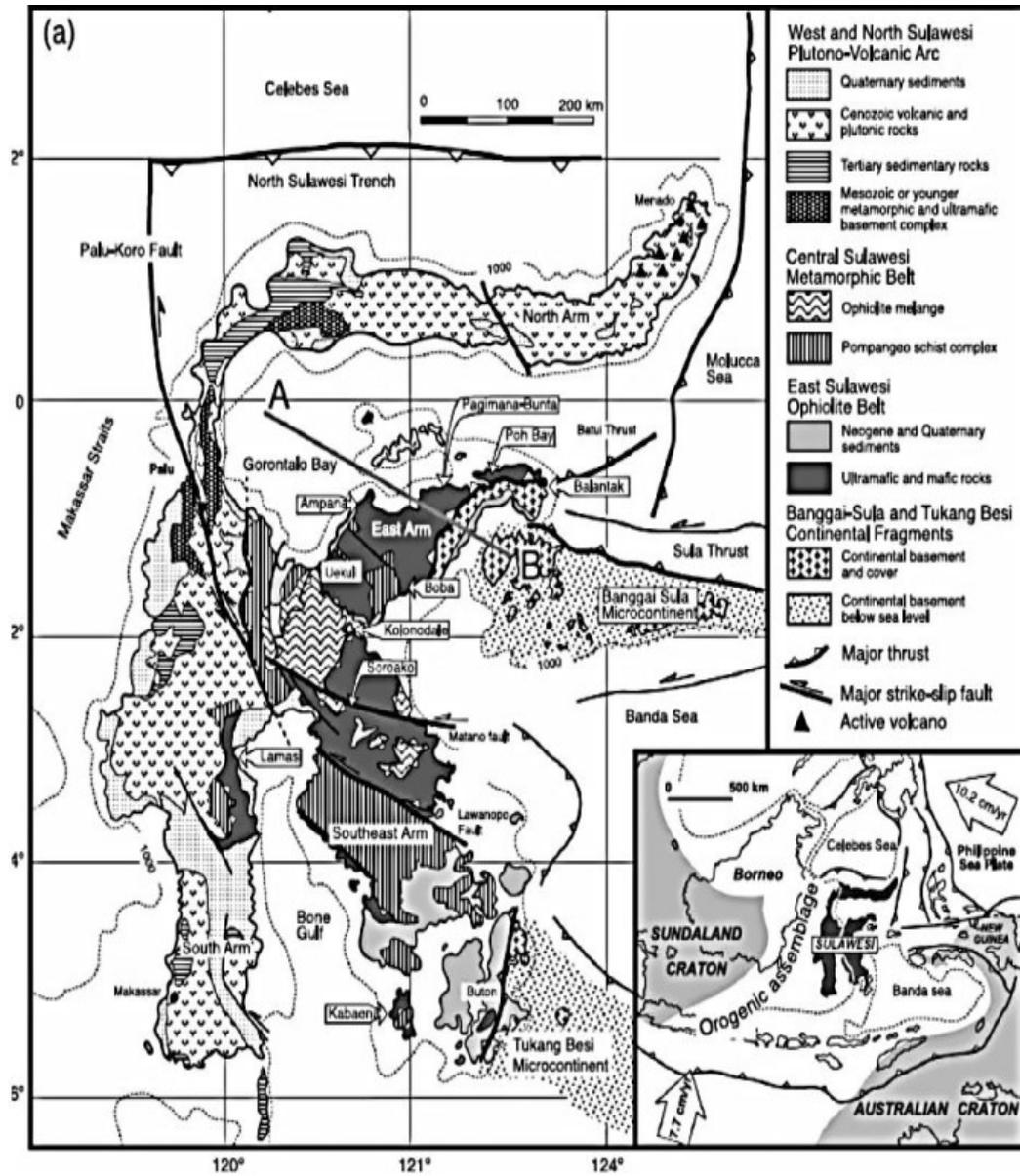
untuk Satuan Batuan Metamorf di daerah Sulawesi (Somptan, 2012). Sejarah membagi empat struktur utama di pulau Sulawesi berdasarkan proses

tektonik pada batas lempeng aktif. Empat lengan dari Sulawesi diberi nama, dengan urutan searah jarum jam dari barat daya yaitu Lengan Selatan, Utara, Timur, dan Tenggara (Hamilton, 1979).

Pada Gambar 2.1 terdapat Sesar Matano yang terbentang dari selatan Sulawesi tengah melalui lengan tenggara pulau hingga Teluk Tolo. Sesar Matano melewati lengan timur dan tenggara Sulawesi, sesar ini terhubung ke Sesar Palu – Koro di barat dan Palung Sulawesi Utara di utara. Sesar ini terbagi menjadi 6 segmen yaitu Segmen Kuleana, Pewusai, Matano, Pamsoa, Ballawai, dan Geressa (Kurniawati dkk., 2020). Citra satelit modern menunjukkan patahan Matano sangat tersegmentasi dan terputus-putus melengkung ke arah Patahan Palu-Koro, tetapi kedua struktur tersebut sebagian besar tetap terisolasi di kedua sisi massif Gunung Balease (Watkinson dan Hall, 2016).

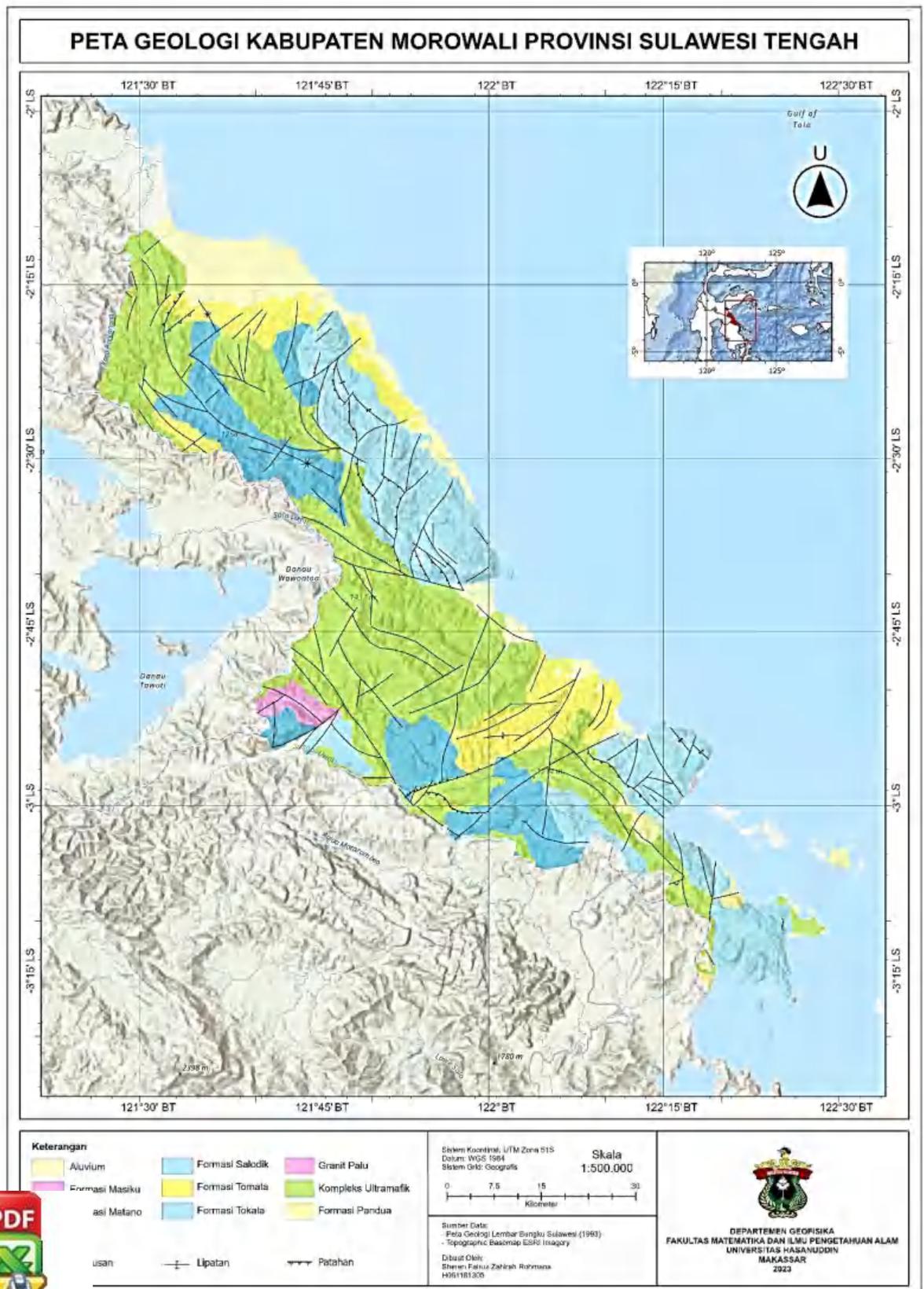
Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah terletak pada struktur geologi Sulawesi Timur dan berbatasan dengan Sulawesi Tenggara. Struktur geologi yang dapat diamati di daerah ini terdiri dari kekar, lipatan, dan sesar (Marjiyono dkk., 2013). Penyesaran diperkirakan terjadi sejak zaman Mesozoikum. Struktur geologi batuan Kabupaten Morowali yang memiliki karakteristik geologi dicirikan oleh adanya jenis batuan yang bervariasi akibat pengaruh struktur geologi. Beberapa jenis batuan yang dapat ditemukan di Kabupaten Morowali pada umumnya antara lain: Batupasir, lempung, batu gamping, dan Konglomerat (Watkinson, 2011).





Gambar 2.1 Struktur Geologi utama Sulawesi (Hamilton, 1979)





**Gambar 2.2** Peta Geologi Kabupaten Morowali



Pada Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa daerah penelitian di Morowali didominasi dengan lipatan dan patahan. Daerah ini juga terdiri dari 8 formasi berikut (Simandjuntak dkk., 1993):

1. Alluvium: Satuan ini merupakan endapan permukaan. Satuan ini tersusun dari batu kerikil, kerakal, lempung pasir dan lumpur terbentuk pada periode kuartar (Holosen).
2. Formasi Tomata: Satuan ini merupakan batuan sedimen yang terbentuk pada periode Tersier kala Pliosen, batuanya terdiri dari perselingan antara batupasir, konglomerat, batulempung, dan tuf dengan sisipan lignit.
3. Formasi Salodik: Satuan ini merupakan batuan sedimen yang terbentuk pada periode Tersier kala (Eosen-Miosen awal), batuanya terdiri dari Kalsilit, batugamping pasiran, napal, batupasir, dan sisipan rijang.
4. Formasi Matano: Satuan ini terbentuk pada periode Kapur. Terdiri dari batuan Kalsilit, napal, dan serpih dengan sisipan rijang radiolaria.
5. Kompleks Ultramafik: Satuan ini terbentuk pada periode kapur. Terdiri dari batuan Harzburgit, Iherzolit, wehrlite, websterit, serpentinite, dunit, diabas, dan gabro.
6. Formasi Masiku: Satuan ini terbentuk pada periode Jura-Kapur. Terdiri dari batuan serpih, filit, batusabak, batupasir, dan batugamping.
7. Formasi Tokala: Formasi ini terjadi pada periode Triass. Terdiri dari batuan perselingan batugamping klastika, batupasir sela wake, serpih, napal, dan lempung pasiran dengan sisipan argilit.



8. Formasi Pandua terdiri dari perselingan konglomerat, batupasir, lanau, napal dan batugamping. Terjadi pada Pliosen-Pleistosen (Samodro, 2016).

## II.4 Parameter Morfometri

Morfotektonik adalah karakter bentang alam yang berhubungan dengan tektonik. Bentuk lahan tektonik dapat menggambarkan bentuk topografi yang dapat dijadikan indikator telah terjadinya pergerakan tektonik. Pergerakan tektonik mengakibatkan kondisi atau situasi geomorfologi dan topografi memiliki karakteristik yang berbeda. Bentuk topografi yang mengalami perubahan dapat teramati dari foto udara dan citra yang menggambarkan kenampakan morfotektonik berupa pola aliran sungai, perpindahan atau pergeseran perbukitan, pembelokan sungai, sesar dan kenampakan teras sungai (Chandrashekar dkk., 2015).

Morfometri didefinisikan sebagai pengukuran kuantitatif bentuk bentang alam. Suatu bentang alam dapat diidentifikasi melalui karakteristik ukuran, elevasi (maksimum, minimum, atau rata-rata) dan lereng. Pengukuran kuantitatif mengikuti kaidah geomorfologi sebagai objek membandingkan bentuk lahan dan mengikuti parameter secara langsung yang dapat berguna untuk identifikasi karakteristik dan tingkat aktivitas tektonik suatu wilayah (Rendra dkk., 2020).

### II.4.1 Rasio tinggi dan lebar lembah

Rasio tinggi dan lebar lembah ( $V_f$ ) merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui pengangkatan suatu daerah. Analisis ini digunakan



untuk mengukur pembentukan dan perkembangan lembah terkait dengan aktivitas

Nilai ( $V_f$ ) yang tinggi umumnya mengacu pada kecepatan pengangkatan

sehingga pembentukan lembah akan melebar, sedangkan nilai ( $V_f$ ) yang

lebih rendah menunjukkan bahwa tektonik aktif. Menurut Bull dan McFadden Rasio lebar dan tinggi lembah ( $V_f$ ) dapat diberikan persamaan (Febrinza dkk., 2021):

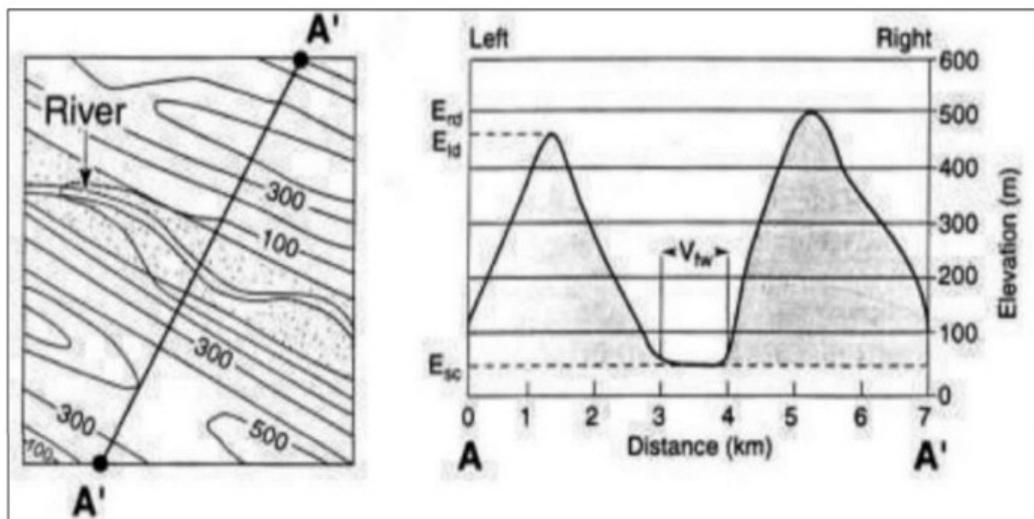
$$V_f = \frac{2V_{fw}}{(E_{ld}-E_{sc})+(E_{rd}-E_{sc})} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$V_{fw}$  : Lebar dasar lembah

$E_{ld}$  dan  $E_{rd}$  : Elevasi bagian kiri dan kanan lembah

$E_{sc}$  : Elevasi dasar lembah



**Gambar 2.3** Metode pengukuran dan perhitungan rasio tinggi dan lebar lembah (Febrinza dkk., 2021)

**Tabel 2.1** Indeks Rasio Tinggi dan lebar Lembah (Keller dan Nicholas, 1996).

No	$V_f$	Klasifikasi
1	<0,5	Aktif
2	0,5 – 1,5	Menengah
3	>1,5	Tidak Aktif



la table 2.1 nilai  $V_f$  yang tinggi dapat dikatakan memiliki kecepatan tatan yang rendah, sungai akan memotong secara luas pada dasar lembah,

bentuk lembah akan semakin melebar, dapat dikatakan proses erosi lebih dominan daripada pengangkatan. Jika nilai  $V_f$  rendah memiliki kecepatan pengangkatan lebih tinggi, bentuk lembah akan semakin dalam, yang dapat dikatakan kecepatan pengangkatan lebih tinggi daripada erosi, sehingga  $V_f$  dengan nilai kurang dari 1 dikatakan memiliki aktivitas tektonik yang aktif (Massinai, 2016).

#### II.4.2 Sinusitas Sungai

Salah satu parameter morfometri adalah sinusitas sungai. Sinusitas sungai memberikan gambaran tentang kelikuan pada sungai. Sungai biasanya diklasifikasikan menurut menjadi tiga kategori utama yaitu: sungai lurus, sungai sinus, dan sungai berliku. (Schumm, 1963). Indeks sinusitis sungai ( $S_{mi}$ ) adalah perbandingan antara Panjang alur sungai dengan Panjang garis lurus sungai (Febrinza dkk., 2021) :

$$S_{mi} = \frac{\text{panjang alur sungai}}{\text{panjang garis lurus sungai}} \quad (2.2)$$

**Tabel 2.2** Indeks Sinusitas sungai (Massinai, 2016)

No	$S_{mi}$	Jenis Sungai
1	<1,0	Lurus
2	1,05 – 1,5	Sinus
3	>1,5	Berliku

Sungai sinus terbentuk karena proses tektonik yang sedang, sedangkan sungai berliku terbentuk karena tektonik yang aktif. Pada Tabel 2.1 menunjukkan jika nilai  $S_{mi}$  kurang dari satu maka jenis sungai adalah sungai lurus,  $S_{mi}$  bernilai 1,05-1,5 sungai sinus menandakan aktivitas tektonik sedang, dan jika nilai  $S_{mi}$  lebih



dari 1,5 maka jenis sunga adalah berliku menandakan aktivitas tektonik yang aktif (Massinai, 2016).



**Gambar 2.4** Kenampakan pola pengaliran jenis berliku di tandai dengan garis merah pada sungai Tallo bagian hilir (Massinai, 2016)



**Gambar 2.5** Kenampakan pola pengaliran jenis sinus di tandai dengan garis merah pada Subdas Lengkese (Massinai, 2016)

Hasil penelitian (Massinai, 2011) tentang *Peranan Tektonik Dalam*  
*uk Geomorfologi Wilayah Das Jeneberang Sulawesi Selatan,*  
akan hasil pada Gambar 2.5 nilai sinusitas pada subdas Tallo menunjukkan  
58. Nilai sinusitas pada subdas Tallo lebih besar dari 1,5 menunjukkan



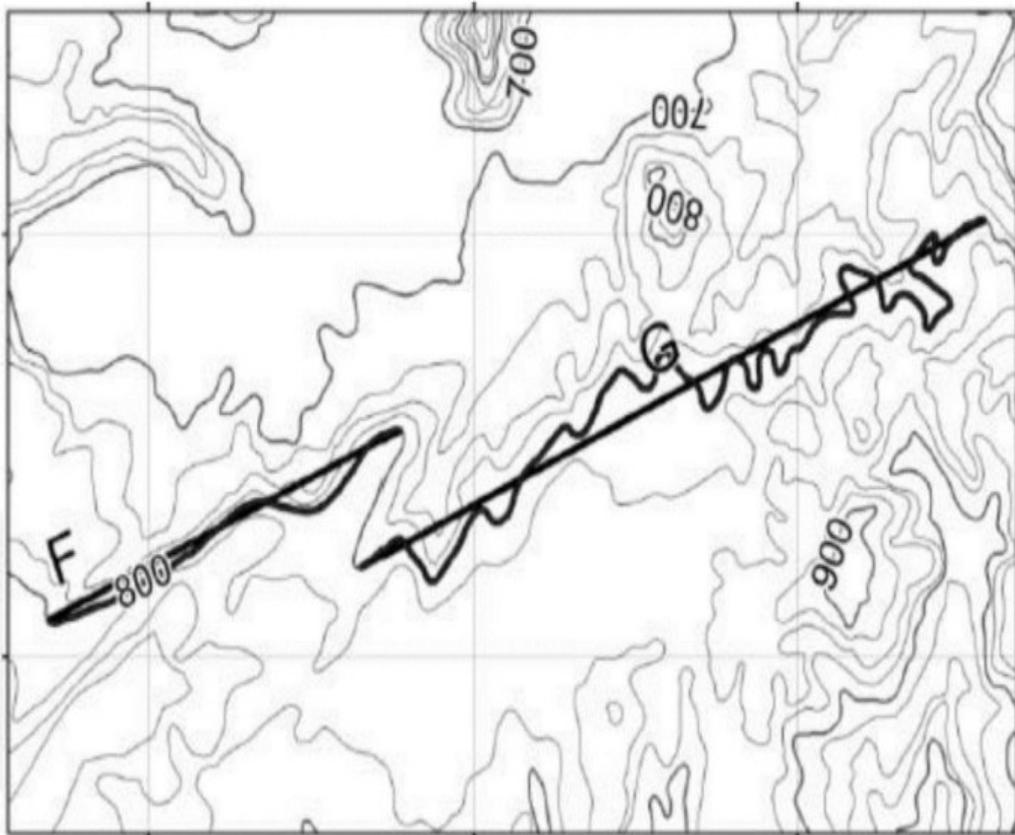
bahwa sungai Tallo berjenis sungai berliku. Pada Gambar 2.6 menunjukkan gambar subdas Lengcese, nilai sinusitas pada sungai ini adalah 1,423 yang menunjukkan sungai Lengcese memiliki nilai sinusitas kurang dari 1,5, sehingga sungai ini berjenis sungai sinus. Hal ini menandakan bahwa wilayah DAS Jeneberang merupakan wilayah yang tektoniknya aktif sehingga mempengaruhi jenis sungai menjadi berjenis sungai sinus dan berliku (Massinai, 2011).

### II.4.3 Sinusitas Muka Gunung

Sinusitas muka gunung ( $S_{mf}$ ) menyatakan keseimbangan antara gaya erosional yang cenderung memotong muka punggungan dengan gaya tektonik yang menghasilkan kelurusan muka punggungan. Analisis ( $S_{mf}$ ) digunakan untuk mengetahui keaktifan tektonik suatu daerah dengan cara menarik garis kontur pada peta topografi dibandingkan dengan panjang proyeksi horizontal penarikan garis kontur tersebut. Menurut Bull dan McFadden Sinusitas muka gunung ( $S_{mf}$ ) didefinisikan dengan perbandingan antara panjang muka gunung ( $L_{mf}$ ) dan Panjang proyeksi muka gunung ke bidang datar ( $L_s$ ). Jika dinyatakan dengan matematika yaitu (Febrinza dkk., 2021):

$$S_{mf} = \frac{L_{mf}}{L_s} \quad (2.3)$$





**Gambar 2.6** Sinusitas muka gunung (Febrinza dkk., 2021)

Berdasarkan Tabel 2.2 dapat dikembangkan klasifikasi derajat aktivitas tektonik. Jika nilai  $S_{mf}$  kurang dari 1 maka terjadi adanya pengangkatan aktif dan nilai  $S_{mf}$  lebih dari 1,5 maka kurangnya aktivitas tektonik yang terjadi.

**Tabel 2.3** Klasifikasi aktivitas tektonik berdasarkan indeks sinusitas muka gunung (Mulyasari et al., 2017).

Kelas	$S_{mf}$	Tektonik	Keterangan
1	$S_{mf} < 1,1$	Aktif	Aktivitas tektonik lebih mendominasi bentukan pegunungan
2	$1,1 \leq S_{mf} < 1,5$	Menengah	Keseimbangan aktivitas tektonik dan erosi
	$S_{mf} 1,5 \geq$	Tidak aktif	Aktivitas erosi lebih mendominasi bentukan muka pegunungan



## II.5 Penginderaan Jauh untuk Kajian Geomorfologi

Data hasil perekaman penginderaan jauh biasanya berupa foto, salah satu contoh objek permukaan bumi yang dapat terekam dalam proses pengambilan data penginderaan jauh adalah kelurusan. Pada kelurusan citra kenampakan linier bervariasi panjangnya dari beberapa kilometer sampai beratus-ratus kilometer yang dapat disamakan dengan elemen struktur seperti sesar, kekar, atau rekahan, hal ini dapat dikenali dengan baik oleh data citra. Contoh kenampakan geologi pada citra yaitu (Jensen, 2014) :

1. Sesar umumnya digambarkan oleh adanya pola kelurusan sungai, perbukitan, dan sebagainya. Kelurusan topografi yang berpola teratur menunjukkan adanya suatu pola rekahan pada batuan atau kelompok batuan.
2. Kekar umumnya dicirikan oleh pengaliran sungai rectangular dan kelurusan-kelurusan sungai dan bukit serta tipe batumannya.
3. Perlipatan umumnya ditunjukkan oleh pola aliran sungai trellis atau parallel, dan adanya bentuk dip-slope. Jika setiap bentuk dip-slope ini diinterpretasikan pada seluruh peta, maka muka sumbu-sumbu lipatan akan dapat diinterpretasikan kemudian.

## II.6 Digital Elevation Model

*Digital Elevation Model* (DEM) adalah penggambaran digital dari topografi permukaan tanah atau medan yang terdapat di permukaan bumi. DEM terbentuk dari titik-titik *sample* yang memiliki nilai koordinat 3D (X, Y, Z).



*sample* merupakan titik-titik yang didapat dari hasil *sampling* permukaan. Hasil *sampling* permukaan bumi didapatkan dari pengukuran atau

pengambilan data ketinggian titik-titik yang dianggap dapat mewakili relief permukaan bumi. DEM sering digunakan dalam geografi sistem informasi, dan merupakan dasar yang paling umum untuk peta yang diproduksi secara digital (Dehmas dkk., 2011). Proses pengambilan data DEM dapat dilakukan dengan teknik pengukuran secara langsung pada objek, pengukuran pada model objek, dan dari data peta analog (digitasi) (Pramudiyanti dan Taofiqurohman, 2021). Digital Elevation Model (DEM) memiliki 2 jenis data yaitu:

1. *Digital Surface Model (DSM)* merupakan model permukaan digital dengan referensi permukaan objek terhadap *Mean Sea Level (MSL)* 18,61 tahun (Julzarika, 2009).
2. *Digital Terrain Model (DTM)*, merupakan model permukaan digital dengan referensi tinggi yang sudah dilakukan koreksi geodetic berupa jarak pendek, jarak menengah, dan lain-lainya. *Terrain* yang dihasilkan sudah memiliki akurasi dan presisi tinggi (Susanto dan Julzarika, 2009).

Salah satu DEM yang dikeluarkan oleh lembaga pemerintah nonkementerian Indonesia adalah data DEMNas. Data DEM Nasional (DEMNAS) adalah data DEM yang dibuat oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). DEMNAS terbentuk dari beberapa sumber data yaitu: IFSAR, TERRASAR-X dan ALOS PALSAR, dengan tambahan data masspoint hasil stereo-plotting. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-arcsecond, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008. Jika ukuran tersebut dikonversi ke satuan meter, maka didapatkan nilai kurang lebih 8,33 meter.



isi penelitian dapat dengan mudah dilakukan karena telah dikelompokkan

menurut pulau. Data DEMNas yang diunduh tersimpan dalam format GeoTIFF dan sudah memiliki referensi koordinat (Badan Informasi Geospasial. 2018).

Salah satu penelitian dengan membandingkan Elevasi Lahan di Agrohills berdasarkan GPS RTK dengan Data DEMNAS, menunjukkan bahwa data DEMNas memiliki tingkat korelasi yang cukup baik dengan GPS RTK dengan nilai  $R^2 = 0,817$ ;  $RMSE = 4,165$  dan  $NSE = 0,192$ . DEMNas memiliki resolusi yang kecil, dimana semakin kecil resolusi maka bentuk permukaan akan semakin detail sesuai dengan kondisi sebenarnya (Afifi dkk., 2022).

## II.7 Uji Normalitas

Statistika merupakan ilmu yang terdiri dari teori dan metode yang merupakan cabang ilmu matematika terapan dan membahas tentang pengumpulan data, bagaimana cara menarik kesimpulan dari hasil analisis, dan bagaimana menentukan keputusan dalam batas resiko tertentu berdasarkan data yang ada (Riduwan, 2009)

Statistika dapat berguna dalam penelitian bidang geologi, data penelitian yang telah terkumpul dapat diolah dengan menggunakan parameter statistik. Statistik parametris digunakan dalam pengasumsian bahwa setiap data variable penelitian yang akan dianalisis membentuk distribusi normal. Sebelum melanjutkan analisis dengan uji yang lain, maka harus dibuktikan lebih dulu data yang digunakan berdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan uji normalitas (Massinai, 2011).



normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Liliefors*. Uji adalah uji yang dilakukan dengan menggunakan koefisien T yang dihitung rumus berikut (Massinai, 2016):

$$T = |F(Z_i) - S(Z_i)| \quad (2.4)$$

Keterangan:

$T$  = Fungsi distribusi kumulatif normal standar

$F(Z_i)$  = Fungsi distribusi kumulatif empiric

$S(Z_i)$  = Frekuensi kumulatif nyata

Langkah-langkah pengolahan data statistik:

1. Menghitung rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  : rata-rata

$\sum x_i$  : Jumlah data

$n$  : Banyaknya data

2. Menghitung standar deviasi

$$s^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$s$  : Standar deviasi

$x$  : Data

$n$  : Banyaknya data

3. Menghitung  $Z_i$

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (2.7)$$



Keterangan:

$Z_i$  : Distribusi normal

$s$  : Standar deviasi

$\bar{x}$  : rata-rata

4. Menghitung  $F(Z_i)$ , untuk tipe bilangan baku digunakan daftar distribusi normal baku, kemudian dihitung peluang

$$F(Z_i) = P(Z \leq Z_i) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$P$  : Peluang

5. Menghitung  $S(Z_i)$

$$S(Z_i) = \frac{\text{banyaknya } Z_1, Z_2, \dots, Z_n \text{ yang } \leq Z_i}{n} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$S(Z_i)$  : Frekuensi kumulatif nyata

$Z_i$  : Distribusi normal baku

$n$  : banyaknya data

6. Menghitung selisih  $F(Z_i) - S(Z_i)$ , kemudian menentukan harga mutlaknya
7. Mengambil harga yang paling besar diantara harga-harga mutlak selisih tersebut. Untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak, harga mutlak terbesar ( $T_{hitung}$ ) dibandingkan dengan nilai kritis/nilai  $T_{tabel}$  Uji Lilliefors (T) pada taraf nyata yang dipilih. Kriterianya adalah: jika  $T_{hitung} \leq T_{tabel}$ , maka data yang diperoleh berdistribusi normal, jika  $T_{hitung} > (T_{tabel})$ , maka data yang diperoleh tidak berdistribusi normal.



bel 2.4 Uji Lilliefors

Ukuran Sampel	Taraf Nyata ( $\alpha$ )				
	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20
n = 4	0.417	0.381	0.352	0.319	0.300
5	0.405	0.337	0.315	0.299	0.285
6	0.364	0.319	0.294	0.277	0.265
7	0.348	0.300	0.276	0.258	0.247
8	0.331	0.285	0.261	0.244	0.233
9	0.311	0.271	0.249	0.233	0.223
10	0.294	0.258	0.239	0.224	0.215
11	0.284	0.249	0.230	0.217	0.206
12	0.275	0.242	0.223	0.212	0.199
13	0.268	0.234	0.214	0.202	0.190
14	0.261	0.227	0.207	0.194	0.183
15	0.257	0.220	0.201	0.187	0.177
16	0.250	0.213	0.195	0.182	0.173
17	0.245	0.206	0.189	0.177	0.169
18	0.239	0.200	0.184	0.173	0.166
19	0.235	0.195	0.179	0.169	0.163
20	0.231	0.190	0.174	0.166	0.160
25	0.200	0.173	0.158	0.147	0.142
30	0.187	0.161	0.144	0.136	0.131
n > 30	<u>1.031</u> $\sqrt{n}$	<u>0.886</u> $\sqrt{n}$	<u>0.85</u> $\sqrt{n}$	<u>0.768</u> $\sqrt{n}$	<u>0.736</u> $\sqrt{n}$

