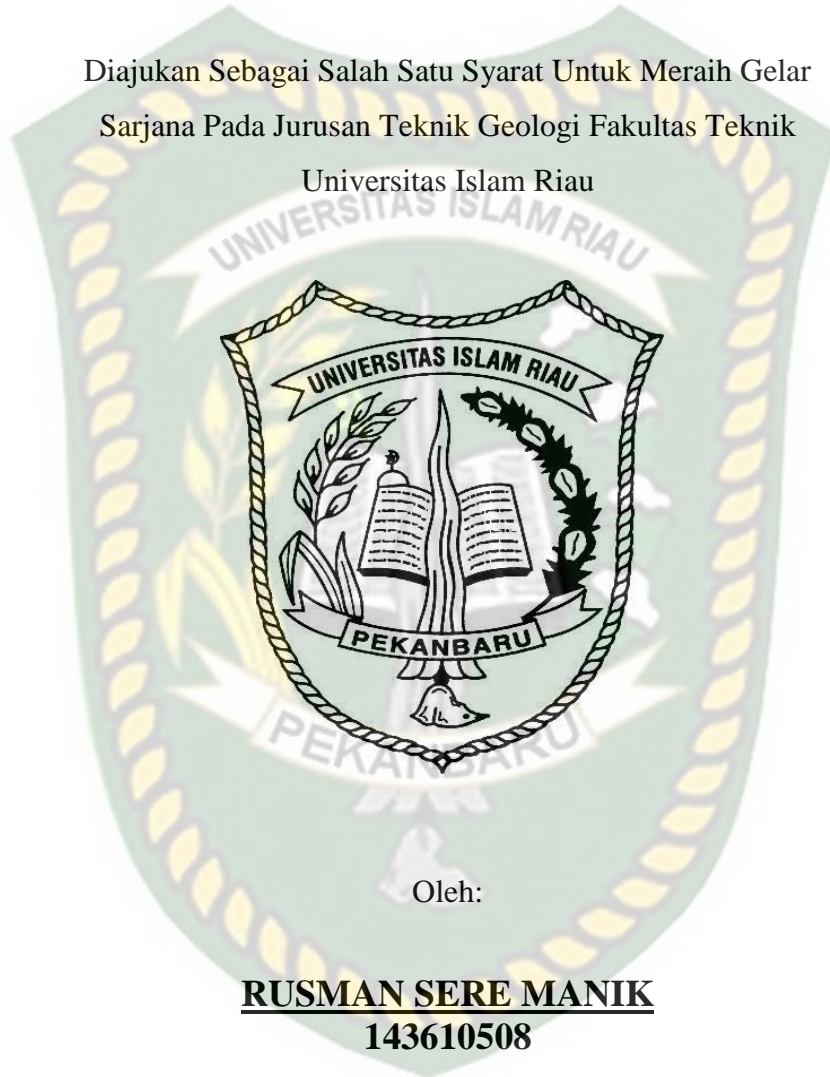


**PEMETAAN GEOLOGI STRUKTUR DAERAH SIMPANG
TOLANG JAE KECAMATAN KOTANOPAN KABUPATEN
MANDAILING NATAL PROVINSI SUMATERA UTARA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar
Sarjana Pada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



Oleh:

RUSMAN SERE MANIK
143610508

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (Strata Satu), baik di Universitas Islam Riau maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karyany tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan di cantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*software*” computer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataaan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru,8 Desember 2021
Yang Bersangkutan Pernyataan

RUSMAN SERE MANIK

143610508

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Islam Riau, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rusman Sere Manik
NPM : 143610508
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Fakultas Teknik
Jenis Karya : Skripsi (Tugas Akhir)

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PEMETAAN GEOLOGI STRUKTUR DAERAH SIMPANG TOLANG JAE DAN SEKITARNYA KECAMATAN KOTANOPAN KABUPATEN MANDAILING NATAL PROVINSI SUMATERA UTARA”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalih mediakan/format, mengelola dalam bentuk saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 8 Desember 2021

Yang Menyatakan

RUSMAN SERE MANIK

**PEMETAAN GEOLOGI STRUKTUR DAERAH SIMPANG TOLANG JAE
DAN SEKITARNYA KECAMATAN KOTANOPAN KABUPATEN
MANDAILING NATAL PROVINSI SUMATERA UTARA**

RUSMAN SERE MANIK

Program Studi Teknik Geologi

SARI

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Mandailing Natal provinsi Sumatera Utara yang terletak pada koordinat $0^{\circ} 37' 30'' - 0^{\circ} 40' 00''$ LU dan $99^{\circ} 40' 30'' - 99^{\circ} 43' 00''$ BT. Secara regional Kabupaten Mandailing Natal ini terletak di pegunungan bukit barisan yang merupakan busur volkanik serta diidentifikasi adanya struktur-struktur di daerah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui satuan geomorfologi daerah penelitian, Untuk mengetahui struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dengan menganalisis data kelurusan punggung menggunakan data DEMNAS dan data yang didapatkan dari peneliti terdahulu (Data Sekunder), Untuk mengetahui gaya yang membentuk pola struktur dan di daerah penelitian, Serta mengetahui proses tektonik yang berkembang di daerah penelitian. Metode yang digunakan yaitu Metode Analisis DEMNAS, Hasil yang didapatkan setelah dianalisis yaitu memiliki 5 satuan geomorfologi, 1 pola pengaliran, Arah kelurusan punggung dominan berarah Tenggara-Baratlaut 48%, Interpretasi Sesar melalui DEMNAS terdapat 13 sesar, Jumlah keseluruhan kekar yaitu 14 stasiun. Analisis sesar terdapat 1 sesar geser mengiri dan 1 sesar naik serta fase tektonik tegasan yang bekerja yaitu timurlaut-baratdaya pada umur Miosen Tengah-Miosen Akhir.

Kata kunci : Struktur Geologi, Analisis DEM, Analisis Sesar, Fase tektonik

***GEOLOGICAL MAPPING OF THE STRUCTURE AT THE SIMPANG
TOLANG JAE AND SURROUNDING KOTANPAN MANDAILING NATAL
DISTRICT NORTH SUMATERA PROVINCE***

RUSMAN SERE MANIK

Geology Engineering Study Program

ABSTRACT

Research was conducted in Mandailing Natal Regency, North Sumatra Province which is located at coordinates 0° 37' 30"- 0° 40' 00" South Latitude and 99° 40' 30"- 99° 43' 00" East Longitude. Regionally, Mandailing Natal Regency is located in the mountains of the Bukit Barisan which is a volcanic bus, and the existence of structures in the area is identified. The purpose of this study was to determine the geomorphological unit of the study area, to determine the geological structure that developed in the study area by analyzing ridge straightness data using DEMNAS data and data obtained from previous researchers (Secondary Data), To determine the forces that shape structural patterns and in the research, as well as knowing the tectonic processes that develop in the research area. The method used was secondary data collection from previous geological mapping. The results obtained after the analysis had 5 geomorphological units, 1 flow patterns, 48% of the dominant ridge straightening direction was southeast-northwest, Interpretation of fault with DEMNAS with result 13 faults, The total number of burly is 14 stations. Fault analysis shows that there are 1 strike-slip sinistral and 1 thrust fault and tectonic phase of stress that work, namely northeast-southwest at the middle Miocene-late miocene.

Keywords: Geological Structure, DEM Analysis, Fault Analysis, Tectonic Phase

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan serta syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pemetaan Geologi Struktur daerah Simpang Tolang Jae Dan sekitarnya Kecamatan Kotanopan Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara” Penulis juga berterimakasih pada pihak-pihak yang telah mendukung serta membantu penulis dalam proses pembuatan laporan skripsi ini. diantaranya :

1. Pak Adi Suryadi B.Sc(Hons) M.Sc. terimakasih sudah memberikan yang terbaik menjadi pembimbing skripsi saya.
2. Ketua Prodi, dan seluruh Dosen Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Terimakasih bagi kedua orangtua saya yang sudah dipanggil oleh Yang Maha Kuasa, dan untuk saudara kandung yang menyemangati agar cepat menyelesaikan perkuliahan. kepada Sanja Pratama teman seperjuangan di kampus UIR yang sudah banyak membantu saya,
4. Teman di group ST goyang, GLC, pondok karat, sobat GL, sobat Matic yang menjadi saudara terdekat di perkuliahan sampai selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun, demi kesempurnaan laporan ini.

Pekanbaru, 8 Desember 2021

RUSMAN SERE MANIK

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN..... i

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN..... ii

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iii**

SARI iv

ABSTACT..... v

KATA PENGANTAR..... vi

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR..... x

DAFTAR TABEL xii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

 1.1 Latar Belakang 1

 1.2 Rumusan Masalah 1

 1.3 Tujuan Penelitian 2

 1.4 Batasan Penelitian 2

 1.4.1 Batasan Lokasi Penelitian 2

 1.4.3 Batasan Pembahasan 3

 1.5 Manfaat Penelitian 4

 1.6 Waktu Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

 2.1 Geologi Regional 6

 2.2 Fisiografi Regional..... 6

 2.2.1 Zona Dataran Pantai Barat 6

 2.2.2 Zona Pegunungan Bukit Barisan Bagian Barat..... 7

2.2.3 Zona Graben.....	7
2.2.4 Zona Pegunungan Bukit Barisan Bagian Timur	7
2.2.5 Zona Kaki Bukit Barisan	8
2.3 Stratigrafi Regional	9
2.3.1 Tapanuli Group	9
2.3.2 Peusangan Group	9
2.3.3 Woyla Group.....	10
2.3.4 Intrusi Muarasipongi.....	10
2.3.5 Volkanik Sedimen Takterdefenisikan.....	10
2.4 Tektonik dan Struktur Regional.	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Objek Penelitian	14
3.2 Alat – alat yang digunakan.....	14
3.3 Tahap Penelitian.....	15
3.3.1 Metode Analisis Struktur	15
3.3.2 Analisis DEMNAS.....	15
3.4 Tahap Pengambilan Data Dilapangan.....	15
3.4.1 <i>Scanline (Priest and Hudson, 1981; Priest, 1993).</i>	15
3.4.2 <i>Rectangular window sampling (Pahl, 1981; Priest, 1993).</i>	17
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Analisis Geomorfologi	18
1. Morfografi.....	18
2. Morfometri	21
3. Morfogenetik.....	23
3.5.2 Analisis Struktur.....	22
3.5.2.1 Sesar	23
3.5.2.2 Klasifikasi Sesar.....	25
3.5.2.3 Analisis Kekar.....	26
3.5.2.4 Proyeksi Stereografi.....	27
3.5.2.5 Lipatan.	29

3.5.3 Analisis Petrografi.....	31
3.6 Tahap Penyusunan Laporan	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33

4.1 Ketersediaan Data	33
4.2 Geomorfologi	33
4.2.1 Pola Pengaliran.....	33
a. Pola Pengaliran Parallel.....	33
4.2.2 Satuan Geomofologi.....	34
a. Perbukitan Terkikis (D1)	35
b. Tinggian Kars Terisolasi (K4).....	35
c. Perbukitan Intrusi Denudasional (V24)	36
d. Perbukitan Batupasir Vulkanik (V16).....	37
e. Perbukitan Tuff (V16).....	37
4.3 Pengamatan Citra Satelit (DEM).	38
4.3.1 Kelurusan Punggungan	38
4.3.2 Interpretasi Sesar Berdasarkan Citra Satelit (DEM).	40
4.4 Analisis Struktur Lapangan.....	42
4.4.1 Analisis Kekar.....	42
1. Tegasan Kekar Timurlaut – Baratdaya.	43
2. Tegasan Kekar Utara – Selatan	44
3. Tegasan Kekar Tenggara – Baratlaut	45
4.4.2 Analisis Sesar Lapangan	45
1. Sesar Geser Simpang Tolang (ST 40).....	45
2. Sesar Naik Sayur Maincat (ST 29)	47
4.4.3 Hubungan Sesar Interpretasi DEM Dengan Data Lapangan ..	49
1. Struktur Arah Tenggara – Baratlaut.	53
2. Struktur Arah Timurlaut – Baratdaya	53
4.4.4 Fase Tektonik Daerah penelitian.....	53
1. Fase Pertama (Permian – Trias).	54
2. Fase Kedua (Trias).	54

3. Fase Ketiga (Miosen Tengah – Akhir).....	55
4. Fase Keempat (Miosen Tengah – Akhir).....	55

BAB V PENUTUP 56

5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA..... 58

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian	3
2.1 Peta Regional Cekungan Sumatra Tengah (Heidrick dan Aulia,1993)	8
2.2 Peta geologi regional daerah penelitian pada lembar lubuk sikaping.(Rock dkk,1983).....	11
2.3 Skema Kerangka Tektonik (Pulunggono,Op.Cit.Darman & Sidi, 2000).....	13
3.1 Pola Dasar Pengaliran Sungai Menurut Zenith (1932) dan Pola Modifikasi Pengaliran Sungai Menurut A.D Howard (1967).....	19
3.2 Gambar Bidang Sesar.....	24
3.3 Diagram Klasifikasi Sesar (Rickard 1972)	25
3.4 Proyeksi Stereografi Sebuah Bidang (Ragan 1973).....	27
3.5 A.jaring sudut (Wulfnet) B.jaring sama luas (Schmid Net) untuk analisis data kekar	28
3.6 Counting Net dari Klasbeek untuk analisis data kekar	29
3.7 Konsep pemodelan Simple shear Menurut Harding (1973).....	30
3.8 Hubungan Arah Tegasan dan Sesar.	31
3.9 Klasifikasi Batupasir (Pettijohn, 1987).....	31
4.1 Pola Pengaliran parallel	34

4.2	Perbukitan Terkikis (D1)	35
4.3	Perbukitan Kars Terisolasi (K4)	36
4.4	Perbukitan Intrusi Denudasional (V24)	36
4.5	Perbukitan Batupasir Vulkanik (V16)	37
4.6	Perbukitan Tuff (V16).....	38
4.7	Diagram Rose Kelurusan Punggungan	38
4.8	Arah Kelurusan Punggungan	39
4.9	Diagram persentase kelurusan punggungan	40
4.10	Arah sesar daerah penelitian berdasarkan analisis DEM.....	41
4.11	Pemodelan Simple Shear	41
4.12	Stasiun Pengambilan Data Kekar Dilapangan	42
4.13	Stereonet dan Data Kekar	43
4.14	Stereonet dan Data Kekar	44
4.15	Stereonet dan Data Kekar	45
4.16	Sesar ST 40	46
4.17	Stereografi Sesar ST40	46
4.18	Klasifikasi diagram Rickard (1972) Sesar ST40	47
4.19	Sesar ST 29	47
4.20	Stereografi Sesar ST 29	48
4.21	Klasifikasi Diagram Rickard (1972) ST 29	48
4.22	Peta Sesar Lapangan	49
4.23	Peta Struktur Geologi.....	50
4.24	Klasifikasi Simple Shear.....	50
4.25	Peta Struktur Geologi Sebelum Dianalisis.....	51
4.26	Peta Struktur Geologi.....	52
4.27	Fase 1 Basement	54
4.28	Fase 2 Intrusi	54
4.29	Fase 3 Terendapnya Satuan Tuff	55
4.30	Fase 4 Proses Tektonik	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	5
3.1 Pemerian Bentuk Lahan Absolute Berdasarkan Perbedaan Ketinggian (Van Zuidam, 1985)	18
3.2 Pola Pengaliran Sungai dan Karakteristik (van Zuidam, 1985).....	20
3.3 Pola Pengaliran Modifikasi	21
3.4 Klasifikasi Kemiringan Lereng berdasarkan Van Zuidam (1983, Dalam Hindartan 1994)	22
3.5 Klasifikasi Lipatan Berdasarkan Besar Sudut Interlimb (Fluety, 1964)	30
3.6 Klasifikasi Lipatan Berdasarkan Besar Sudut Plunge (Fluety, 1964).	30
3.7 Diagram Alir Penelitian.	33
4.1 Ketersediaan Data	30
4.2 Persentase Kelurusan	40
4.3 Perhitungan Data Kekar	42
4.4 Perhitungan Data Kekar	44
4.5 Perhitungan Data Kekar	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Simpang Tolang Jae dan Sekitarnya, Kecamatan Kotanopan , Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatra Utara, merupakan bagian dari Zona Bukit Barisan yang terbentuk antara Lempeng Benua Eurasia yang bertumbukan dengan Lempeng Indo-Australia sehingga mengalami penunjaman disepanjang palung sunda,dilepas pantai Barat Sumatra. Penunjaman yang terjadi pada masa Tersier sampai Resen dibawah Pulau Sumatra mengakibatkan terbentuknya jalur busur magma yaitu Pegunungan Bukit Barisan. Penunjaman yang terbentuk Secara berkala telah dilepaskan melalui sesar transform yang sejajar dengan tepian Lempeng dan terpusat disepanjang Sistem Sesar Sumatra yang terbentang disepanjang Pulau Sumatra.

Secara regional Kabupaten Mandailing Natal Berada pada Pegunungan Barisan (Barisan Mountain Range),yang merupakan busur volkanik serta menepati bagian aksial dari pulau Sumatra dan pada umumnya berkomposisi batuan berumur Perm-Karbon hingga Mesozoikum.

Tektonik yang membentuk daerah penelitian sangat menarik untuk dipelajari dan diteliti. Daerah ini menjadi khas karena memiliki karakter geologi yang unik, yaitu tersingkapnya batuan berumur tua masih menjadi tandatanya bagi banyak kalangan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini antara lain adalah :

1. Bagaimana gemorfologi daerah penelitian ?
2. Bagaimana struktur geologi berdasarkan DEMNAS ?
3. Bagaimana gaya yang membentuk pola struktur daerah penelitian?
4. Struktur apa saja yang terbentuk pada daerah penelitian ?

5. Kapan dan bagaimana proses tektonik yang berkembang pada daerah penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah untuk memenuhi kurikulum yang ada pada Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, setiap mahasiswa dalam mencapai gelar kesarjanaan program pendidikan Strata 1 (S1) harus melakukan skripsi dengan topik sesuai teori yang didapatkan dalam bangku kuliah serta aplikasinya dilapangan kerja. Selain itu tujuan dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Untuk mengetahui satuan geomorfologi daerah penelitian
2. Untuk mengetahui struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dengan mengolah data kelurusan punggung yang terdapat di daerah penelitian menggunakan data DEMNAS.
3. Untuk mengetahui struktur pada daerah penelitian dengan melakukan pengambilan data sekunder (penelitian terdahulu).
4. Untuk mengetahui gaya yang membentuk pola struktur dan di daerah penelitian.
5. Untuk mengetahui proses tektonik yang berkembang di daerah penelitian.

1.4 Batasan Penelitian

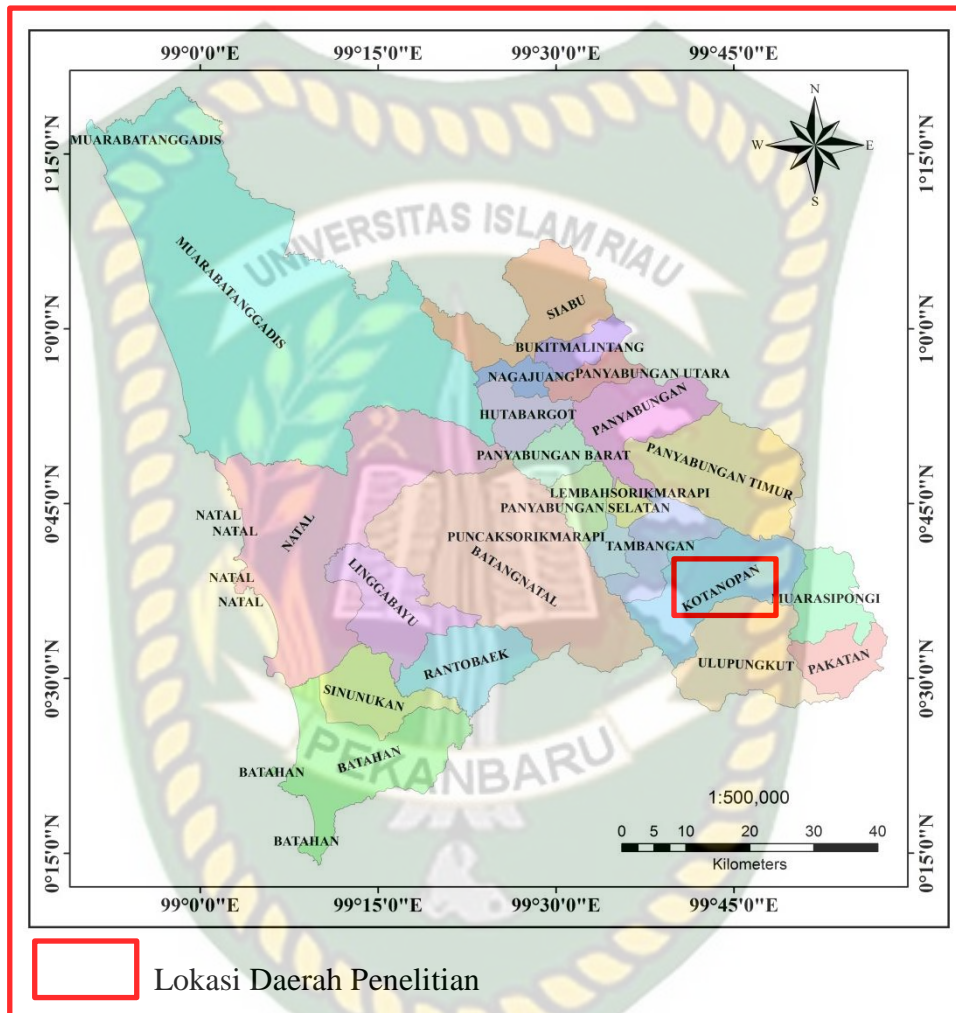
Secara umum penelitian dibatasi dengan 2 batasan, yaitu batasan lokasi dan batasan pembahasan.

1.4.1 Batasan Lokasi Penelitian

Secara administratif, daerah penelitian termasuk ke dalam Daerah Simpang Tolang Jae, Kecamatan Kotanopan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatra Barat. Sedangkan secara geografis daerah penelitian terletak pada $0^{\circ} 37' 30'' - 0^{\circ} 40' 00''$ LU dan $99^{\circ} 40' 30'' - 99^{\circ} 43' 00''$ BT yang termasuk dalam lembar peta Lubuk Sikaping (Rock dkk 1983).

Sedangkan batasan wilayah daerah penelitian dilihat dari letak peta administrasi daerah penelitian , sebelah timur berbatasan dengan kecamatan

muarasipongi disebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan tambangan, sebelah Selatan berbatasan dengan kecamatan ulupungkut Sedangkan sebelah Utara Berbatasan dengan Kecamatan panyambungan timur.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Daerah Penelitian.

1.4.2 Batasan Pembahasan

Terdapat beberapa batasan-batasan dalam pembahasan dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Analisis Struktur geologi sekunder
2. Kondisi geologi pada daerah penelitian.
3. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dengan mengolah data kelurusan punggung yang terdapat di daerah penelitian menggunakan data DEMNAS.

4. Arah tegasan yang berkembang pada daerah penelitian, Proses tektonik yang berkembang di daerah penelitian dan Peta struktur pada daerah penelitian.
5. Penelitian ini menggunakan kesebandingan geologi regional pada lembar Lubuk Sikaping Rock dkk 1983.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui arah tegasan yang berkembang pada daerah penelitian sehingga dapat mengetahui struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian.
2. Untuk mengetahui struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian sehingga kita dapat mengetahui proses tektonik yang berkembang di daerah penelitian,.
3. Salah satu tahapan yang digunakan untuk analisis kesetabilan lereng.
4. Dengan mengetahui keadaan struktur kita dapat mengetahui apakah batuan tersebut dapat sebagai permeabelitas pada daerah tersebut dan biasanya digunakan untuk eksplorasi Geothermal.
5. Pada bidang eksplorasi mineral analisis struktur juga digunakan sebagai acuan untuk mengetahui cebakan–cebakan mineral bijih. Seperti mengetahui arah kemenerusan skarn.

1.6 Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian berjalan selama penulis melakukan penelitian ini seperti tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap analisis data, dan tahap penyusunan laporan sampai seminar hasil. Yang dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1. Jadwal Penelitian.

KEGIATAN	2020/2021																			
	Jan 2020				Maret 2020				Juli 2020				Okt 2021				Nov 2021			
	MINGGU																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Bimbingan Proposal	■	■																		
2. Pengambilan Data Sekunder					■	■	■	■												
3. Analisis Data													■	■	■	■				
4. Pembuatan Laporan																	■	■	■	■
5. Seminar Hasil																				■

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Pulau Sumatra terletak disepanjang tepi baratdaya Lempeng Benua Eurasia yang bertumbukan dengan Lempeng Indo-Australia sehingga mengalami penunjaman disepanjang palung sunda, dilepas pantai Barat Sumatra. Penunjaman yang terjadi pada masa Tersier sampai Resen dibawah Pulau Sumatra mengakibatkan terbentuknya jalur busur magma yaitu Pegunungan Bukit Barisan. Penunjaman yang terbentuk Secara berkala telah dilepaskan melalui sesar transform yang sejajar dengan tepian Lempeng dan terpusat disepanjang Sistem Sesar Sumatra yang terbentang disepanjang Pulau Sumatra.

Secara regional Kabupaten Mandailing Natal Berada pada Pegunungan Barisan (Barisan Mountain Range), yang merupakan busur volkanik serta menepati bagian aksial dari pulau Sumatra dan pada umumnya berkomposisi batuan berumur Perm-Karbon hingga Mesozoikum.

2.2 Fisiografi Regional

Pulau Sumatera secara regional mempunyai bentuk memanjang dengan kecenderungan arah kira-kira N300⁰E. panjang pulau ini lebih kurang 1700 km dengan lebar lebih kurang 200 km dibagian Utara dan 350 km di bagian Selatan.

Berdasarkan menurut Syukri (2010), fisiografi yang terdapat dalam Peta Lembar Lubuk sikaping dapat dibagi menjadi enam zona (Rock dkk., 1983, *op. cit.* Syukri, 2010), yaitu:

2.2.1 Zona Dataran Pantai Barat

Zona Dataran Pantai Barat merupakan suatu morfologi dataran dengan ketinggian permukaan sekitar 75 m di atas permukaan laut, dengan teras-teras 2,6 m pada lembah Batang Natal. Umumnya daerah ini disusun oleh tufa dengan pola aliran denritik. Dataran ini dikelilingi oleh sederatan perbukitan dengan

puncak tertinggi mencapai 400 meter dari permukaan laut, disusun oleh batuan vulkanik Tersier.

2.2.2 Zona Pegunungan Bukit Barisan Bagian Barat

Zona ini membentuk pegunungan yang memanjang, dipisahkan oleh graben. Bagian barat graben disusun oleh meta-vulkanik dan meta-sedimen berumur Mesozoikum Akhir. Intrusi granitoid kemudian ditutupi oleh sedimen dan vulkanik berumur Miosen dan selanjutnya diendapkan batuan vulkanik berumur Kuartar.

Topografi dari ketiga pegunungan yang berumur Kuartar mempunyai ketinggian masing-masing adalah Gn.Sorik Merapi (2145m), Gn. Malintang (1948) dan Gn. Talamau (2913m). Salah satu gunung yang terbesar adalah Gn. Talamau, luas sekitar 400 km persegi dan mempunyai bentuk kerucut kembar. Gn Sorik Merapi merupakan gunung aktif, ketinggian dari dasar laut bervariasi dari 300 meter hingga 1.300 meter, lerengnya berarah ketimur laut dan barat laut. Sorik Merapi mempunyai suatu kawah yang kecil dan Gn. Malintang mempunyai kaldera, tetapi Gn. Talamau hanya mempunyai lubang gas daerah puncak (Kemerling, 1920, *op. cit.* Syukri, 2010).

2.2.3 Zona Graben

Graben ini cenderung berarah barat laut - tenggara seperti terlihat di daerah Panyabungan (*Panyabungan Graben*), Rao (*Rao Graben*) dan Lubuk Sikaping (*Sumpur Graben*), oleh Vestappen (1973, *op. cit.* Syukri, 2010), disebut sebagai Sistem Sesar Sumatera. Sesar ini diperkirakan telah aktif sejak Oligosen (Rock dkk., 1983 *op. cit.* Hidayat dkk., 2008).

2.2.4 Zona Pegunungan Bukit Barisan Bagian Timur

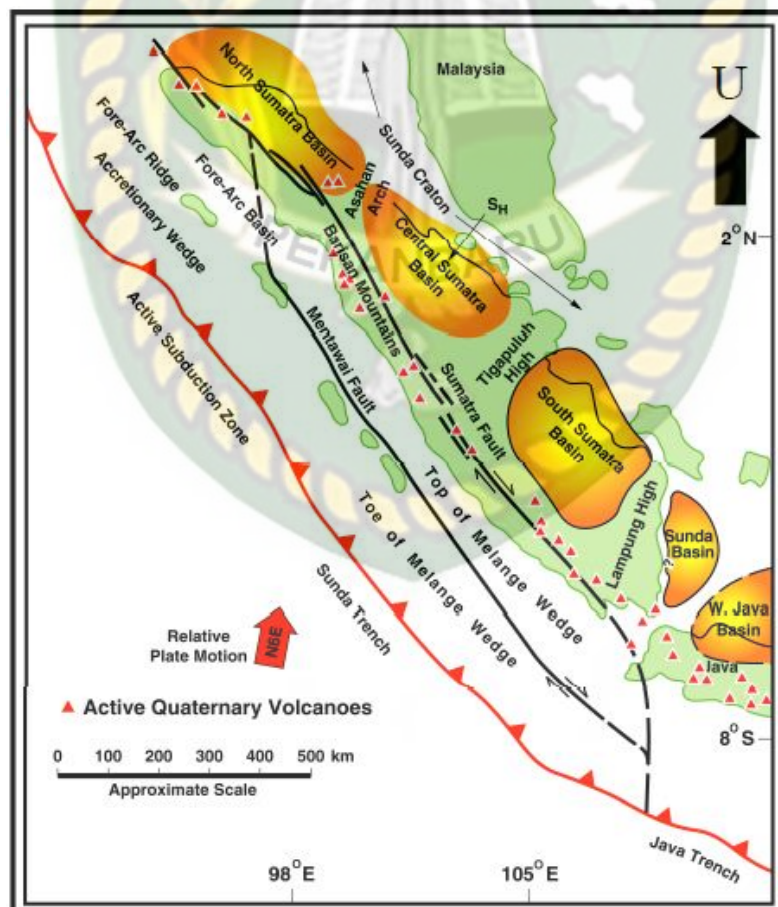
Zona ini berbeda dengan zona bagian barat dari segi umur, terutama jika dilihat berdasarkan batuan dasar (meta sedimen dan intrusi berumur Paleozoikum Akhir), tidak dijumpai vulkanik Kuartar. Zona ini termasuk pada daerah penelitian.

Beberapa bagian puncak membulat dan puncak tertinggi mencapai sekitar 2000 meter. Umumnya daerah ini tidak dapat dicapai, mempunyai torehan sungai yang sangat dalam.

Korelasi antara geologi dan topografi kurang jelas dibandingkan zona di bagian barat. Batuan dasar disusun oleh meta sedimen dan intrusi. Kedua satuan ini dapat dibedakan melalui geologi foto berdasarkan teksturnya, tetapi berdasarkan ketinggiannya sulit untuk dibedakan.

2.2.5 Zona Kaki Bukit Barisan

Zona ini menggambarkan suatu graben dasar *horst* membentuk lipatan pada lapisan Tersier, dengan batas berupa sesar yang berarah mengikuti sayap lipatan.



Gambar 2.1. Peta Regional Cekungan Sumatra Tengah (Heidrick dan Aulia,1993).

2.3 Stratigrafi Regional

Geologi Daerah Mandailing Natal (Madina) Berdasarkan Peta Geologi Lembar Lubuk - Sikaping (Rock drr.,1983), batu - batuan yang terdapat di Mandailing Natal (Madina) dan sekitarnya berumur Karbon hingga Resen. Litologi (batuan) tersebut dari tua ke muda dapat diuraikan sebagai berikut :

2.3.1 Tapanuli Group

Kelompok Tapanuli, menempati wilayah bagian barat, terdiri atas Formasi Kuantan (Puku) yang disusun oleh batusabak, kuar-sit, arenit, metakuarsit, wake, metawake, dan filit. Anggota Batugamping Formasi Kuantan (Pukul) disusun oleh batugamping terubah. Anggota Pawan Formasi Kuantan (Pukup) terdiri atas batugamping terubah, vulkanik- lastika terubah, dan sekis basa.

a. Formasi Kuantan

Belum ada penelitian sedimentologi sistematis yang telah dilakukan untuk mempelajari Formasi Kuantan . Formasi Kuantan dikenal berdasarkan penemuan singkapan sepanjang Sungai Batang Kuantan dalam Peta Geologi Lembar Solok, daerah Sumatera Barat (Silitonga dan Kaswoto, 1975 *op. cit.* Barber dkk., 2005). Berdasarkan kolom stratigrafi Sumatera Bagian Utara (Rock, 1980 dimodifikasi oleh McCourt dkk., 1993 *op. cit.* Barber dkk., 2005), Formasi Kuantan termasuk ke dalam Grup Tapanuli dengan kisaran umur Permo-Karbon.

2.3.2 Peusangan Group

Kelompok Peusangan, menempati daerah bagian tengah - timur, yang disusun oleh Formasi Silungkang (Pps), terdiri atas batugamping, batuan vulkanik basa ter- metamorfosiskan, vulkaniklastika, serta metatuf Anggota Batugamping Formasi Silungkang (Ppsl), terdiri atas batugamping termetamorfosiskan. Formasi Telukkido (Mlt), terdiri atas argilit, arenit kuarsa- felspar, kadang ada sisipan tipis batubara. Anggota Batugamping Formasi Telukkido (Mltl), terdiri atas batugamping lempungan. Formasi Cubadak (Mtc) tersusun oleh batu- lanau dan vulkaniklastika.

a. Formasi Silungkang

Sedangkan berdasarkan (Hidayat dkk., 2008) mengenai karakteristik Formasi Silungkang yang terdapat pada Peta Geologi lembar Lubuksikaping (Rock dkk., 1983 *op. cit.* Hidayat dkk., 2008) Formasi Silungkang tersusun atas Anggota Meta-batupasir, Batugamping, meta-batugamping, meta-vulkanik, meta-tuff dan vulkaniklastik.).

2.3.3 Woyla Group

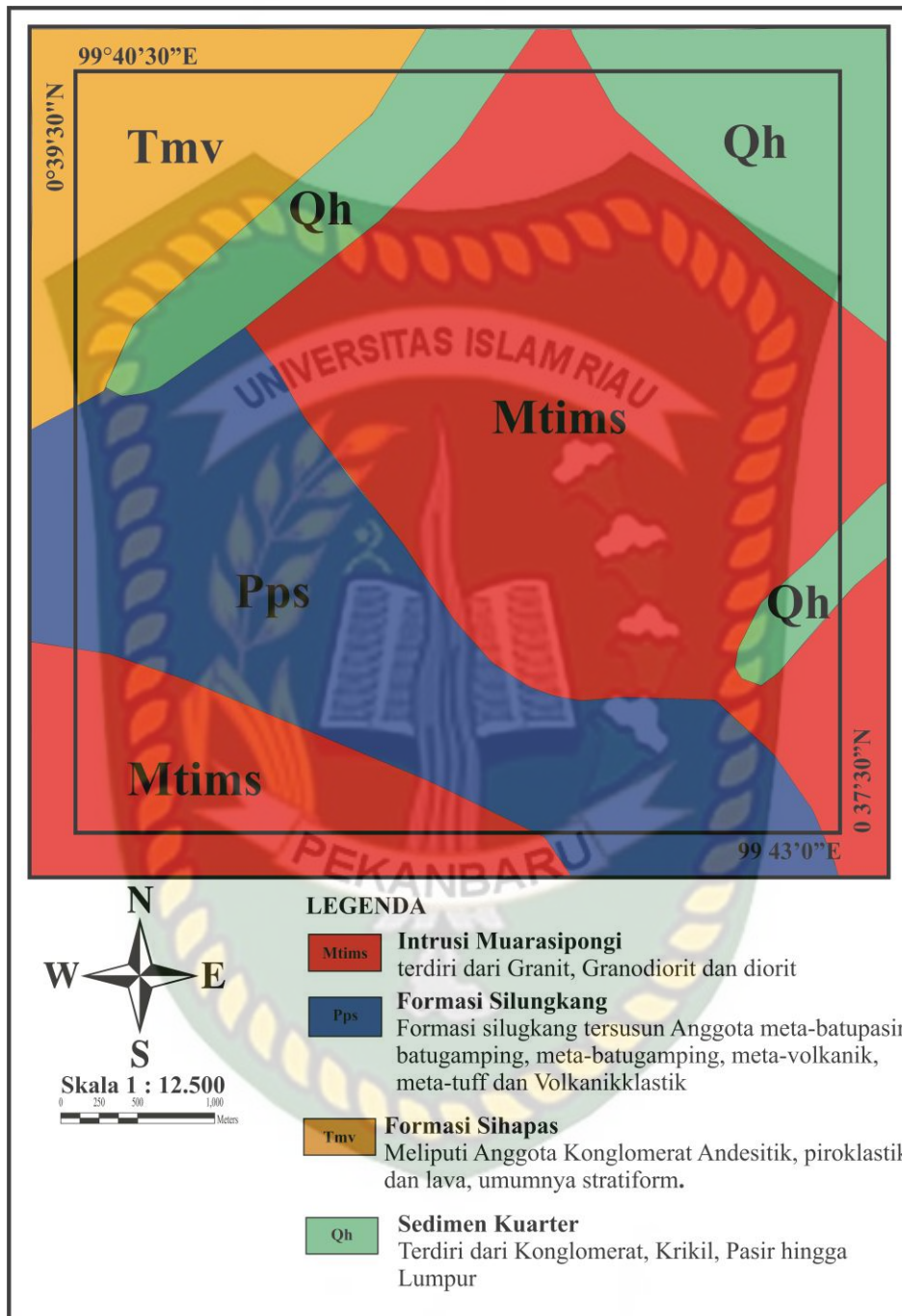
Kelompok Woyla, menempati daerah bagian Barat, terdiri atas tiga formasi, dua anggota dan satu kompleks. Formasi Muarasona (Mums), berupa batulempung, batugamping, arenit, batusabak, sekis hijau, metavulkanik, metakonglomerat, dan kalsilitut. Anggota Sekis Formasi Muarasoma (Mumss), terdiri atas sekis muskovit - klorit - kuarsa dan metakuarsa - felspar. Anggota Batugamping termetakan. Formasi Muarasoma (Mumsl), terdiri atas batugamping bersisipan batuan lempungan. Formasi Sikubu (Musk), berupa batuan metavulkanik, wake, dan andesit. (Rock drr., 1983).

2.3.4 Intrusi Muarasipongi

Formasi ini termasuk dalam batuan magmatik. secara regional oleh Rock dkk, 1983 terdapat batuan beku plutonik, terdiri atas: granit yang kadang-kadang mengandung hornblende-granodiorit-diorit anggota intrusi Muara Sipongi.(Rock dkk., 1983).

2.3.5 Vulkanik-Sedimen Takterdefinisikan

Satuan batuan vulkanik tak terbedakan (Tmv), tersusun atas lapisan batuan gunung api dan tidak menunjukkan sumber letusan gunung api, batuan ini diperkirakan berumur Miosen.



Gambar 2.2 Peta geologi regional daerah penelitian pada lembar lubuk sikaping.(Rock dkk,1983).

2.4 Tektonik dan Struktur Regional

Pulau Sumatra terletak dibagian barat Indonesia, yang merupakan hasil bentukan dari tumbukan 2 Lempeng Benua Eurasia yang bergerak ke arah Tenggara.

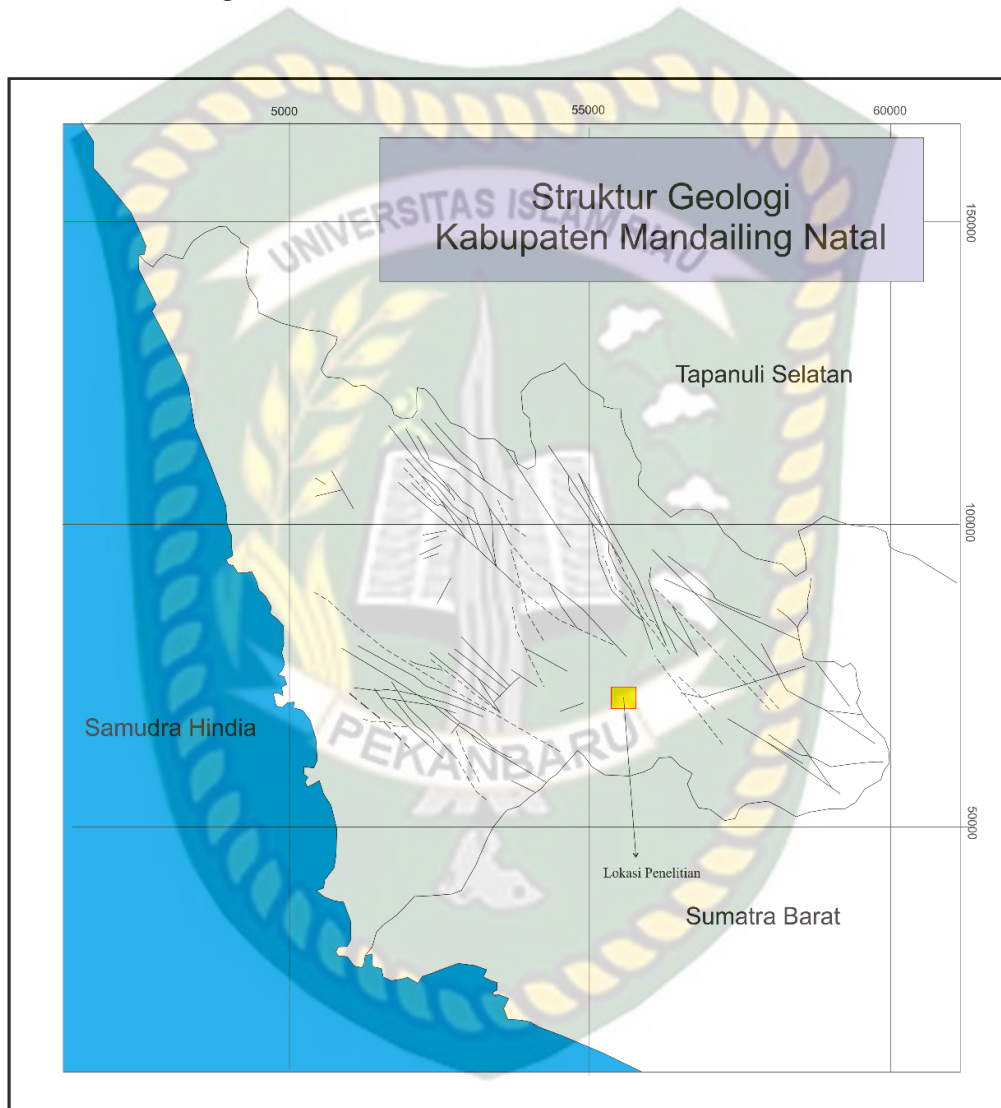
Tumbukan antara kedua Lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya jalur gunung api dan sesar mengenai Sumatra. Dalam perkembangannya struktur di pulau Sumatra dipengaruhi oleh empat prioda tektonik, yaitu tektonik Mesozoikum Tengah, Kapur Akhir – Tersier Awal, Miosen Tengah, Plio-Pleistosen.

Secara garis besar priode tektonik pada Mesozoikum Tengah mengakibatkan deformasi yang menyingkapkan batuan Paleozoikum dan Mesozoikum sepanjang bukit barisan disertai intrusi batholit. priode tektonik kapur akhir-tercier awal menghasilkan sesar geser yang berarah Utara-Selatan dan zona depresi. priode tektonik miosen tengah mengakibatkan terangkatnya bukit barisan serta penyesaran. priode tektonik plio-plestosen. mengakibatkan berkembangnya sistem sesar geser mengenai (Tjia, 1977 Op.Cit, Graha, 1997).

Sumatra dapat diklasifikasikan menjadi 5 unit tektono-struktural (Pulunggono, 1993 Op.Cit. Darman & Sidi, 2000) yaitu :

- Pegunungan Luar – busur Sunda (Sunda *Outer-arc Ridge*), Terletak disepanjang tepi Cekungan Depan- busur Sunda (Sunda *Fore – arc Basin*), dan terpisahkan dari palung.
- Cekungan Depan-busur Sunda (Sunda *Fore- arc Basin*), Terletak diantara Luar-busur non vulkanik. Secara umum, ada 2 cekungan Depan-busur Sunda, yaitu: cekungan Sibolga di Barat laut Sumatra dan cekungan Bengkulu di Barat daya Sumatra.
- Cekungan Belakang-busur Sumatra (Sumatra *Back-arc Basin*), merupakan sistem yang dibentuk sebagai zona depresi dari kaki zona barisan, terdiri atas Cekungan Sumatra Utara, Cekungan Sumatra tengah, Cekungan Sumatra Selatan.
- Pegunungan Barisan (Barisan *Mountain Range*) yang merupakan busur vulkanik serta menepati bagian aksial dari pulau Sumatra dan pada umumnya berkomposisi batuan berumur Perm-Karbon hingga Mesozoikum.

- Sumatra *Intra-arc* atau *Intermountane Basin*,dipisahkan oleh pengangkatan subsekuen dan erosi dari bekas pengendapan sebelumnya,dengan litologi yang sama di cekungan depan busur dan belakang busur.



Gambar 2.3. Skema Kerangka Tektonik (Pulunggono,Op.Cit.Darman & Sidi, 2000).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Objek Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini yang menjadi objek penelitian antara lain adalah:

1. Kondisi geologi pada daerah penelitian.
2. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dengan mengolah data kelurusan atau lineament yang terdapat di daerah penelitian menggunakan data CITRA DEM SRTM.
3. Polajurus berdasarkan data strike/dip untuk membantu menentukan pola struktur yang berkembang di daerah penelitian.
4. Arah tegasan yang berkembang pada daerah penelitian, Proses tektonik yang berkembang di daerah penelitian dan Peta struktur pada daerah penelitian.

3.2 Alat-alat yang Digunakan

Peralatan standar lapangan geologi adalah merupakan peralatan geologi yang umum digunakan di lapangan, antara lain terdiri dari :

1. Kompas geologi.
2. Palu geologi.
3. Peta dasar (peta topografi).
4. Buku catatan lapangan.
5. Alat tulis (pensil 2B, spidol, dan lain-lain).
6. Komparator batuan.
7. Meteran ukur atau pita ukur (*measuring tape*).
8. Papan *clipbord*.
9. Kamera.
10. Tas lapangan.
11. Tali.
12. Kapur dan paku

3.3 Tahap Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan secara bertahap dengan tujuan dapat memperlancar seluruh kegiatan penelitian dengan sistematis. Langkah-langkah penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu survey lokasi, Pengamatan melalui DEMNAS.

3.3.1 Metode Analisis Struktur

Didalam menganalisa struktur ini menggunakan beberapa Tahap pendekatan yang dilakukan menggunakan metode analisis DEMNAS, Tahap pengambilan data dilapangan menggunakan metode analisis *scanline*, Tahap Pengolahan data menggunakan analisis streografi dan tahap interpretasi Struktur berdasarkan Konsep *Simple Shear*.

3.3.2 Analisis DEMNAS

Analisis DEMNAS ini menggunakan DEMNAS (0816-1-2). Penggunaan metode ini dilakukan lebih awal karena dapat dilakukan tanpa harus menyentuh objek dan bisa melakukan pengamatan yang relative luas serta mengetahui kelurusan punggungan yang terdapat pada daerah penelitian sehingga dapat diinterpretasikan arah struktur yang berkembang pada daerah penelitian berdasarkan DEMNAS dan interpretasi sesar..

3.4 Tahap Pengambilan Data Dilapangan

Tahap pengambilan data dilapangan berupa mengukur lereng-lereng yang memiliki data seperti kekar, sesar lipatan dan strike & dip yang dapat menginformasikan suatu keadaan geologi yang bekerja pada daerah tersebut.

3.4.1 *Scanline (Priest and Hudson, 1981; Priest, 1993)*

Dalam pengambilan data dilapangan terdapat beberapa parameter yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

- a. *Spacing* : yaitu jarak antar satu kekar dengan kekar yang lainnya. *Spacing* dinyatakan dalam cm.
- b. Tipe struktur geologi : menentukan tipe struktur geologi pada lereng tersebut. Terdapat 0-9 tipe struktur geologi pada parameter ini :

1. = *Shear*
2. = *Fault zone*
3. = *Fault*
4. = *Joint*
5. = *Bedding*
6. = *Foliation*
7. = *Fracture*
8. = *Cleavage*
9. = *Schistosity*
10. = *Fissure*

c. *Strike/dip* : data *strike/dip* didapat dengan menggunakan kompas geologi. Data *strike* menunjukkan arah pola jurus lapisan atau kekar, sedangkan data *dip* menunjukkan sudut kemiringan lapisan atau kekar.

d. *Persistence/length* : mengukur panjang kekar yang terdapat pada batuan di lereng tersebut. *Persistence* dinyatakan dalam meter (m). Terdapat 3 jenis parameter *persistence* yaitu :

- 1 = *Exposude*
- 2 = *Hidden (1 end)*
- 3 = *Hidden (2 end)*

e. *Apperture* : menentukan lebar bukaan dari kekar, dengan skala 0 - >200 mm. Terdapat 7 jenis parameter pada penentuan *aperture*.

- 1 = *Very wide (>200 mm)*
- 2 = *Wide (60-200 mm)*
- 3 = *Moderately wide (20-60 mm)*
- 4 = *Moderately narrow (6-20 mm)*
- 5 = *Narrow (2-6 mm)*
- 6 = *Very narrow (< 0-2 mm)*
- 7 = *Tight (0 mm)*

f. *Filling* : menentukan ada atau tidaknya pengisi pada kekar pada lereng. Terdapat 8 jenis parameter dalam menentukan jenis *filling* :

- 1 = *Clean*
- 2 = *Colored*
- 3 = *Non-cohesive*
- 4 = *Non-active clay*
- 5 = *Active clay*
- 6 = *Cemented*
- 7 = *Clorite, talc and gypsum*
- 8 = *Others*

g. *Roughness* : menentukan tingkat kekasaran permukaan pada kekar. Parameter ini disimbolkan dengan angka romawi. Terdapat 9 parameter dalam menentukan jenis *roughness*:

- I. = *Rough stepped*
- II. = *Smooth stepped*
- III. = *Slickensided stepped*
- IV. = *Rough undulating*
- V. = *Smooth undulating*
- VI. = *Slickensided undulating*
- VII. = *Rough planar*
- VIII. = *Smooth planar*
- IX. = *Sickensided planar*

h. *Water* : menentukan kondisi air pada lereng. Terdapat 4 parameter dalam menentukan jenis *water* :

- 1 = *Dry*
- 2 = *Damp*
- 3 = *Wet*
- 4 = *Flowing*

3.4.2 *Rectangular window sampling (Pahl, 1981; Priest, 1993)*

Pengambilan data kekar dengan menggunakan batasan area sampling yaitu 2x2 meter persegi pada bidang lereng yang memiliki kekar yang cukup dominan dan bervariasi yang bertujuan sebagai perbandingan dan arah yang relative lebih spesifik.

3.5 Analisis Data

Pada sub bab ini akan membahas mengenai analisis-analisis yang akan digunakan dalam menganalisa data dimulai dari analisis geomorfologi, analisis struktur, analisis petrografi.

3.5.1 Analisis Geomorfologi

Satuan geomorfologi didefinisikan sebagai satuan bentang alam atau gugusan bentang alam yang mempunyai ciri-ciri tertentu dan dapat dibedakan dengan bentang alam yang ada di sekitarnya

1. Morfografi

Morfografi berasal dari dua kata yaitu morfo yang berarti bentuk dan graphos yang berarti gambaran, sehingga memiliki arti gambaran bentuk permukaan bumi. Secara garis besar gambaran bentuk muka bumi dapat dibedakan menjadi:

1. Bentuk lahan pedataran.
2. Bentuk lahan perbukitan atau pegunungan.
3. Bentuk lahan gunungapi dan lembah.

Pemerian bentuk lahan absolut berdasarkan perbedaan ketinggian dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Pemerian Bentuk Lahan Absolut Berdasarkan Perbedaan Ketinggian (Van Zuidam, 1985).

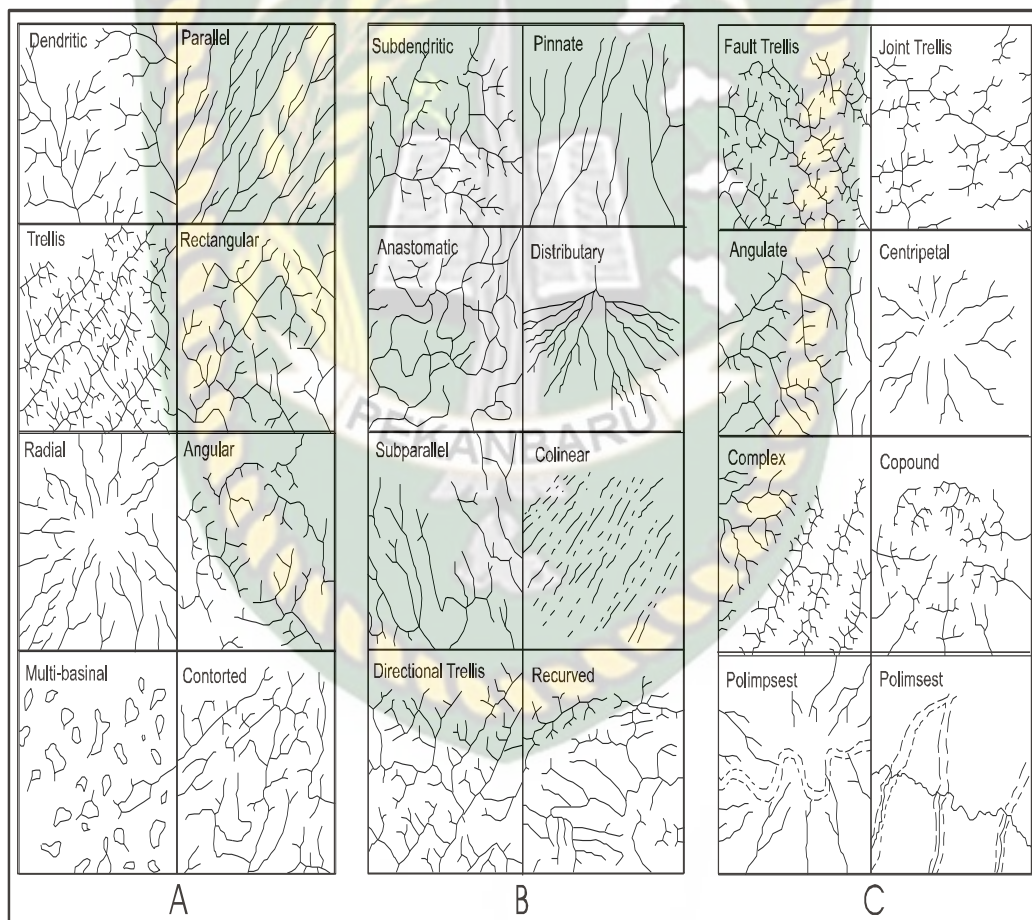
Ketinggian (meter)	Keterangan
< 50	Dataran rendah
50 – 100	Dataran rendah pedalaman
100 – 200	Perbukitan rendah
200 – 500	Perbukitan
500 – 1.500	Perbukitan tinggi
1.500 – 3.000	Pegunungan
> 3000	Pegunungan tinggi

Selain bentuk-bentuk yang telah disebutkan, terdapat beberapa aspek pendekatan dalam pemetaan geologi seperti bentuk lereng, pola punggungan dan

pola pengaliran. Howard (1967) telah membagi pola pengaliran menjadi pola pengaliran dasar dan pola pengaliran modifikasi (**Gambar 3.1**).

Pola pengaliran dasar merupakan suatu pola pengaliran yang mempunyai ciri khas tertentu yang dapat dibedakan dengan pola pengaliran lainnya, sedangkan pola pengaliran modifikasi merupakan pola pengaliran yang agak berbeda dan berubah dari pola dasarnya, namun pola umumnya tetap tergantung pada pola dasarnya.

Pola dasar pengaliran sungai menurut Zenith (1932) (A) dan pola modifikasi pengaliran sungai menurut A.D.Howard (1967) (B dan C).



Gambar 3.1. Pola Dasar Pengaliran Sungai Menurut Zenith (1932) (A) dan Pola Modifikasi Pengaliran Sungai Menurut A.D.Howard (1967) (B dan C).

Penjelasan dari gambar pola pengaliran sungai di atas dapat dilihat pada (**Tabel 3.2**) di bawah ini :

Tabel 3.2. Pola Pengaliran Sungai dan Karakteristiknya (van Zuidam, 1985).

POLA PENGALIRAN	KARAKTERISTIK
DENDRITIK	Perlapisan batuan sedimen relatif datar atau paket batuan kristalin yang tidak seragam dan memiliki ketahanan terhadap pelapukan. Secara regional daerah aliran memiliki kemiringan landai, jenis pola pengaliran membentuk percabangan menyebar seperti pohon rindang.
PARALEL	Pada umumnya menunjukkan daerah yang berlereng sedang sampai agak curam dan dapat ditemukan pula pada daerah bentuklahan perbukitan yang memanjang. Sering terjadi pola peralihan antara pola dendritik dengan pola paralel atau tralis. Bentuklahan perbukitan yang memanjang dengan pola pengaliran paralel mencerminkan perbukitan tersebut dipengaruhi oleh perlipatan.
TRALLIS	Batuan sedimen yang memiliki kemiringan perlapisan (dip) atau terlipat, batuan vulkanik atau batuan metasedimen derajat rendah dengan perbedaan pelapukan yang jelas. Jenis pola pengaliran biasanya berhadapan pada sisi sepanjang aliran subsekuen.
REKTANGULAR	Kekar dan / atau sesar yang memiliki sudut kemiringan, tidak memiliki perulangan lapisan batuan dan sering memperlihatkan pola pengaliran yang tidak menerus
RADIAL	Daerah vulkanik, kerucut (kubah) intrusi dan sisa - sisa erosi. Pola pengaliran radial pada daerah vulkanik disebut sebagai pola pengaliran multi radial. Catatan : pola pengaliran radial memiliki dua sistem yaitu sistem sentrifugal (menyebar ke luar dari titik pusat), berarti bahwa daerah tersebut berbentuk kubah atau kerucut, sedangkan sistem sentripetal (menyebar ke arah titik pusat) memiliki arti bahwa daerah tersebut berbentuk cekungan.
ANULAR	Struktur kubah / kerucut, cekungan dan kemungkinan retas (<u>stocks</u>)
MULTIBASINAL	Endapan berupa gumuk hasil longsoran dengan perbedaan penggerusan atau perataan batuan dasar, merupakan daerah gerakan tanah, vulkanisme, pelarutan gamping dan lelehan salju (permafrost)

Tabel 3.3. Pola pengaliran modifikasi.

SUB DENDRITIK	Umumnya structural
PINNATE	Tekstur batuan halus dan mudah tererosi
ANASTOMATIK	Dataran banjir, delta atau rawa
MENGANYAM (DIKHOTOMIK)	Kipas aluvium dan delta
SUB PARALEL	Lereng memanjang atau dikontrol oleh bentuklahan perbukitan memanjang.
KOLINIER	Kelurusan bentuklahan bermaterial halus dan beting pasir.
SUB TRALLIS	Bentuklahan memanjang dan sejajar
DIREKSIONAL TRALLIS	Homoklin landai seperti beting gisik
TRALLIS BERBELOK	Perlipatan memanjang.
TRALLIS SESAR	Percabangan menyatu atau berpencar , sesar paralel
ANGULATE	Kekar dan / atau sesar pada daerah miring
KARST	Batugamping

2. Morfometri

Merupakan penilaian kuantitatif dari bentuk lahan sebagai aspek pendukung dari morfografi dan morfogenetik sehingga klasifikasi kualitatif akan semakin tegas dengan angka-angka yang jelas. Variasi nilai kemiringan lereng yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng menurut van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994) sehingga diperoleh penamaan kelas lerengnya. Teknik perhitungan kemiringan lerengnya dapat dilakukan dengan menggunakan teknik grid cell berukuran 2 x 2 cm pada peta

topografi skala 1 : 12.500. Kemudian dalam mendapatkan hasil kemiringannya digunakan rumus:

$$S = \frac{(n-1)Ic}{dx.sp} \times 100\%$$

Keterangan : S = Kemiringan lereng

n = nilai jumlah kontur yang terpotong (cm)








Ic = interval kontur

dx = panjang garis potong (cm)

sp = skala peta

Klasifikasi dari kemiringan lereng dapat di lihat pada **(Tabel 3.4)** di bawah ini.

Tabel 3.4. Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994).

Klasifikasi	Kemiringan		Beda tinggi (m)	Pewarnaan
	Persen (%)	Derajat (°)		
Datar	0 – 2	0 – 1,15	< 5 m	
Agak Landai	2 – 7	1,15 – 4	5 – 25 m	
Landai	7 -15	4 – 8,5	25 – 75 m	
Agak curam	15 -30	8,5 – 16,7	75 – 200 m	
Curam	30 – 70	16,7 – 35	200 – 500 m	
Terjal	70 – 140	35 – 54,5	500 – 1000 m	
Sangat Terjal	> 140	> 54,5	> 1000 m	

3. Morfogenetik

Suatu proses terbentuknya permukaan bumi sehingga membentuk dataran, perbukitan, pegunungan, gunungapi, plato, lembah, lereng, pola pengaliran. Proses geologi yang telah dikenal yaitu proses endogen dan eksogen. Proses endogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh kekuatan atau tenaga dari dalam kerak bumi, sehingga merubah bentuk permukaan bumi. Proses dari dalam kerak bumi antara lain intrusi, tektonik dan volkanisme. Proses intrusi akan menghasilkan perbukitan intrusi, proses tektonik akan menghasilkan perbukitan terlipat, tersesarkan dan terkekarkan, proses volkanisme akan menghasilkan gunungapi dan gumuk tephra. Proses eksogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh faktor dari luar bumi seperti iklim, dan vegetasi. Akibat pengaruh iklim dapat disebut sebagai pengaruh fisika dan kimia. Proses eksogen cenderung merubah permukaan bumi secara bertahap, yaitu pelapukan batuan.

3.5.2 Analisis Struktur

Pada sub bab ini akan membahas mengenai analisis struktur dimulai dari Sesar, Klasifikasi sesar menurut (Rickard 1972), Kekar, proyeksi stereografi, dan lipatan.

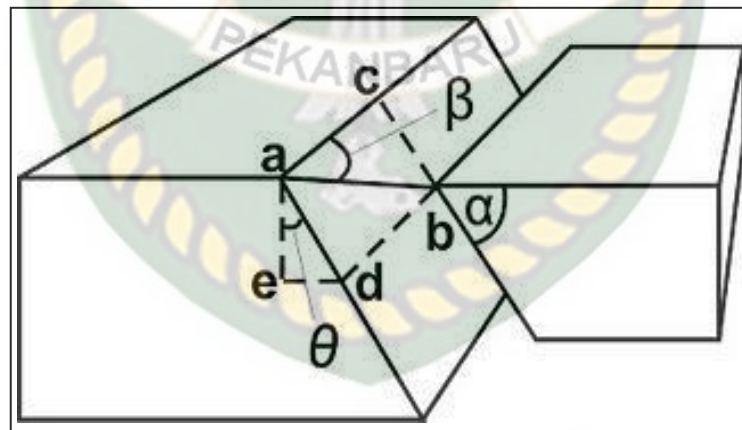
3.5.2.1 Sesar

Sesar atau patahan adalah rekahan pada batuan yang telah mengalami pergeseran relative (*displacement*) yang berarti, melalui bidang rekahnya (Billings, 1972). Suatu sesar dapat berupa bidang sesar, ataupun rekahan tunggal. Tetapi lebih sering berupa jalur sesar (*Fault Zone*), yang terdiri lebih dari satu sesar. Jalur sesar biasanya memiliki dimensi panjang dan lebar yang beragam, dari skala minor sampai dengan puluhan kilometer. Kekar yang memperlihatkan ada pergeseran walau sedikit dapat pula dikatakan sebagai sesar minor.

Untuk mengetahui klasifikasi sesar, maka kita harus mengetahui dan mengenal unsur – unsur struktur sebagai berikut:

1. Bidang sesar (*slicken side*), yaitu bidang sepanjang rekahan dalam batuan yang mengalami pergeseran.

2. Dip sesar, yaitu sudut antara bidang sesar dengan bidang horizontal dan diukur tegak lurus dari jurus (*strike*) kekar. Jurus dan dip sesar ini menunjukkan kedudukan dari bidang sesar.
3. *Hanging wall*, yaitu blok batuan yang berada relatif diatas bidang sesar.
4. *Foot wall*, yaitu blok batua yang berada relatif dibawah bidang sesar.
5. *Slicken line*, yaitu garis gerusan yang terbentuk akibat pergeseran di bidang sesar.
6. *Pitch*, yaitu sudut yang dibentuk dari perpotongan garis gerus (*slicken line*) dengan garis horizontal.
7. *Hade*, sudut antara garis vertikal dengan bidang sesar dan merupakan penyiku dari dip sesar.
8. *Throw*, komponen vertikal dari slip diukur pada vertikal yang tegak lurus terhadap jurus sesar.
9. *Heave*, komponen horisontal yang tegak lurus dari slip diukur pada bidang vertikal yang tegak lurus terhadap jurus sesar.



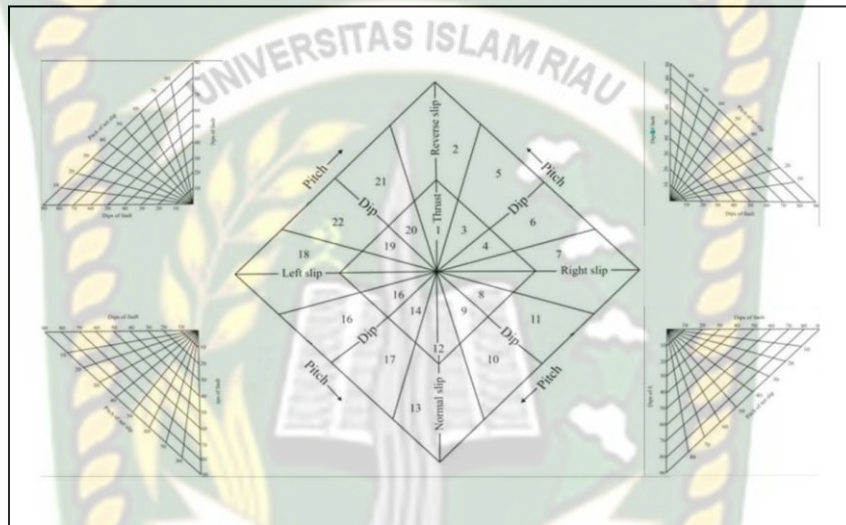
Gambar 3.2 Bidang Sesar

Keterangan gambar diatas yaitu :

Blok kiri	= footwall	θ	= hade = $90^\circ - \text{dip}$
Blok kanan	= hanging wall	ae	= vertical slip = throw
α	= dip	de	= horizontal slip = heave
β	= pitch		

3.5.2.2 Klasifikasi Sesar

Klasifikasi sesar telah banyak dikemukakan oleh para peneliti terdahulu. Mengingat struktur sesar adalah rekahan di dalam bumi yang ditimbulkan karena pergeseran sehingga untuk membuat analisis strukturnya diusahakan untuk mengetahui arah pergeseran tersebut. Mengingat arah dari pergeseran memiliki beberapa kemungkinan, dan “pitch” yang berkisar $0^{\circ} - 90^{\circ}$, maka Rickard (1972) membuat pengelompokan sesar yang termasuk pada “strike-slip” dan “dip-slip”.



Gambar 3.3 Diagram klasifikasi sesar (Rickard, 1972),

Penamaan sesar (Rickard, 1972) berdasarkan nomor yang ada pada gambar 2.11 sebagai berikut:

1. Sesar naik dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Thrust slip fault*).
2. Sesar naik dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Reverse slip fault*).
3. Sesar naik dekstral dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Right thrust slip fault*)
4. Sesar dekstral naik dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Thrust right slip fault*)
5. Sesar dekstral naik dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Reverse right slip fault*)
6. Sesar naik dekstral dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Right reverse slip fault*)
7. Sesar dekstral (*right slip fault*)
8. Sesar dekstral normal dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Lag right slip fault*)
9. Sesar normal dekstral dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Right lag slip fault*)
10. Sesar normal dekstral dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Right normal slip fault*)
11. Sesar dekstral normal dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Normal right slip fault*)
12. Sesar normal dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Lag slip fault*)

13. Sesar normal dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Normal slip fault*)
14. Sesar normal sinistral dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Left lag slip fault*)
15. Sesar sinistral normal dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Lag left slip fault*)
16. Sesar sinistral normal dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Normal left slip fault*)
17. Sesar normal sinistral dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Left Normal slip fault*)
18. Sesar sinistral (*Left slip fault*)
19. Sesar sinistral naik dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Thrust left slip fault*)
20. Sesar naik sinistral dengan dip $< 45^{\circ}$ (*Left thrust slip fault*)
21. Sesar naik sinistral dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Left reverse slip fault*)
22. Sesar sinistral naik dengan dip $> 45^{\circ}$ (*Reverse left slip fault*)

3.5.2.3 Analisis Kekar

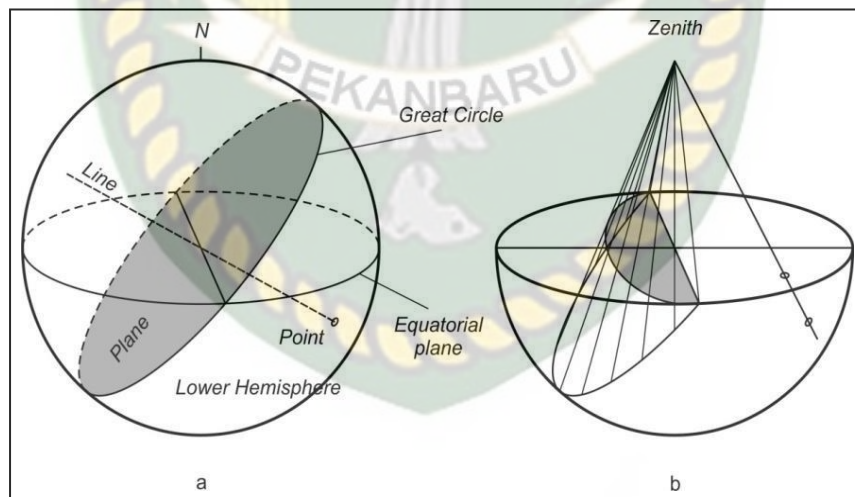
Seperti dikemukakan oleh beberapa penulis, dan secara tegas oleh Bott (1959) bahwa pergerakan sesar akan mengikuti arah rekahan gunting (*Conjugate Shear*). Dengan analisis kekar dalam penentuan jenis kekar hal ini dapat diterapkan dengan menggunakan pemodelan Anderson dengan patokan sebagai berikut :

1. σ_1 – berada pada titik tengah perpotongan dua bidang *Conjugate Shear* yang mempunyai sudut sempit
2. σ_2 – berada pada titik perpotongan antara dua bidang *Conjugate Shear*.
3. σ_3 – berada pada titik tengah perpotongan dua bidang *Conjugate Shear* yang mempunyai sudut tumpul
4. $\sigma_1 \perp \sigma_2 \perp \sigma_3$
5. Orientasi *Tensional Joint* \perp dengan orientasi σ_1
6. Orientasi *Stylolites* \perp dengan orientasi σ_3
7. Bidang *shear* dan *tensional* akan membentuk sudut sempit
8. Bidang *shear* dan *release joint* akan membentuk sudut tumpul

3.5.2.4 Proyeksi Stereografi

Proyeksi stereografi merupakan cara pendekatan deskripsi geometri yang efisien untuk menggambarkan *hubungan sudut* antara garis dan bidang secara langsung. Pada proyeksi stereografi, unsur struktur geologi digambarkan dan dibatasi di dalam suatu permukaan bola (*sphere*). Bila pada suatu bidang miring ditempatkan pada suatu permukaan bola melalui pusat bola, maka bidang tersebut akan memotong permukaan bola sebagai *lingkaran besar* (*great circle*) atau disebut sebagai *proyeksi permukaan bola* (*spherical projection*).

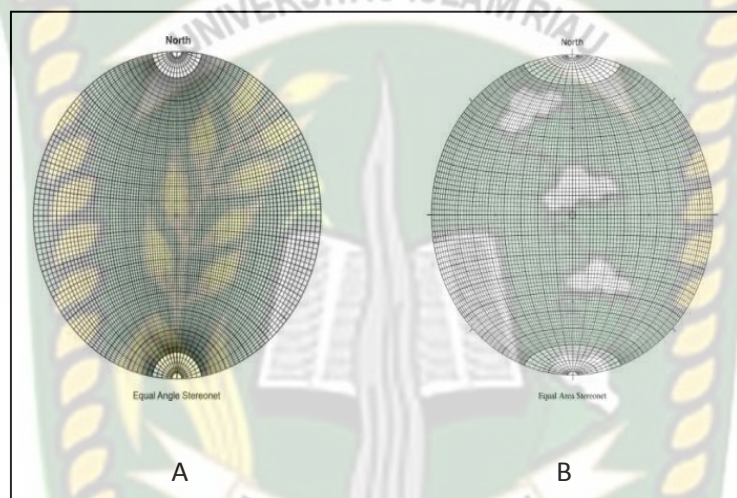
Pada umumnya dasar proyeksi yang akan dipakai adalah proyeksi sferis pada belahan bola bagian bawah (*lower hemisphere*), akan tetapi ada pula yang memakai bagian atasnya (*upper hemisphere*). Proyeksi permukaan bola ini digambarkan pada setiap titik pada lingkaran besar melalui titik puncak zenith. Hasil proyeksi pada bidang equator dinamakan stereogram atau proyeksi stereografi. Struktur bidang atau garis diproyeksikan dengan cara yang sama yaitu melalui perpotongannya dengan permukaan bola sebagai proyeksi sferis atau titik, dan diproyeksikan pada bidang horizontal melalui Zenith.



Gambar 3.4. Proyeksi stereografi dari sebuah bidang (Ragan, 1973).

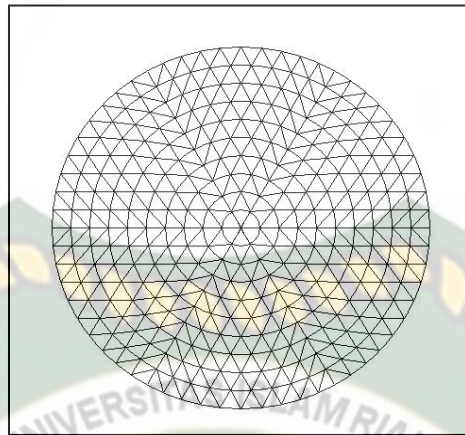
Hasil proyeksi sferis ini masih dalam bentuk tiga dimensi. Untuk mengubah tampilan tiga dimensi ini menjadi bentuk dua dimensi digunakan proyeksi planar dari permukaan bola ke dalam suatu bidang planar.

Pengolahan dan analisis data kekar dilakukan dengan menggunakan Proyeksi Stereografi yang merupakan salah satu metode yang digunakan dalam analisis geologi struktur yang mempresentasikan bentuk tiga dimensi di lapangan dalam bentuk dua dimensi. data arah jurus dan kemiringan kekar tiap bentangan diplot ke dalam Schmidt Net, dan dicari kutub (pole) tiap bidang. Pengkonturan tiap kutub dengan menggunakan Counting Net dari Kalsbeek (net pencacah dari Kalsbeek).



Gambar 3.5. A. jaring sama sudut (Wulf Net) ; B. Jaring sama luas (Schmidt Net) untuk analisis data kekar.

Setiap data arah jurus dan kemiringan kekar tiap bentangan diplot ke dalam Schmidt Net, dan dicari kutub (pole) tiap bidang. Pengkonturan tiap kutub dengan menggunakan Counting Net dari Kalsbeek (net pencacah dari Kalsbeek) akan menghasilkan bidang puncak maksimal yang merupakan densitas terbesar dari seluruh data yang diplot. Proses pengeplotan data kekar ini dibantu dengan program Dips.



Gambar 3.6 Counting Net dari Klasbeek untuk analisis data kekar.

3.5.2.5 Lipatan

Lipatan merupakan suatu bentuk lengkungan dari suatu bidang perlapisan batuan yang diakibatkan baik oleh tektonik maupun non tektonik. Bentuk lengkungan tersebut dicirikan oleh jurus dan kemiringan perlapisan atau strike/dip. Lipatan yang diakibatkan oleh tektonik biasanya mempunyai pola-pola tertentu tergantung dari tegasan atau gaya yang mempengaruhinya. Sedangkan lipatan non-tektonik dapat terbentuk akibat longsoran seperti struktur slump atau *gravity sliding*, pola lipatan ini umumnya tidak beraturan.

Unsur-unsur geometri lipatan terdiri atas limb (sayap lipatan), *inflexion point* (titik balik lengkungan pada sayap lipatan), *trought* (daerah terendah lipatan), *crest* (puncak lipatan), *hinge* (titik maksimum lengkungan), *depression* (titik terendah puncak lipatan), *culmination* (titik terendah puncak lipatan), *axial line* (garis yang menghubungkan *hinge point*), *axial plane* (bidang sumbu lipatan yang membagi sudut sama besar antar sayap), *plunge* (sudut penunjaman lipatan dengan arah horizontal), *fold axis* (sumbu lipatan), *horizontal plane* (bidang khayal mendatar dari lipatan) . Klasifikasi lipatan menurut Fleuty (1964) berdasarkan nilai sudut *interlimb* (sudut yang dibentuk oleh perpotongan dan perpanjangan kemiringan *limb* dan nilai sudut penunjaman (*plunge*). Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

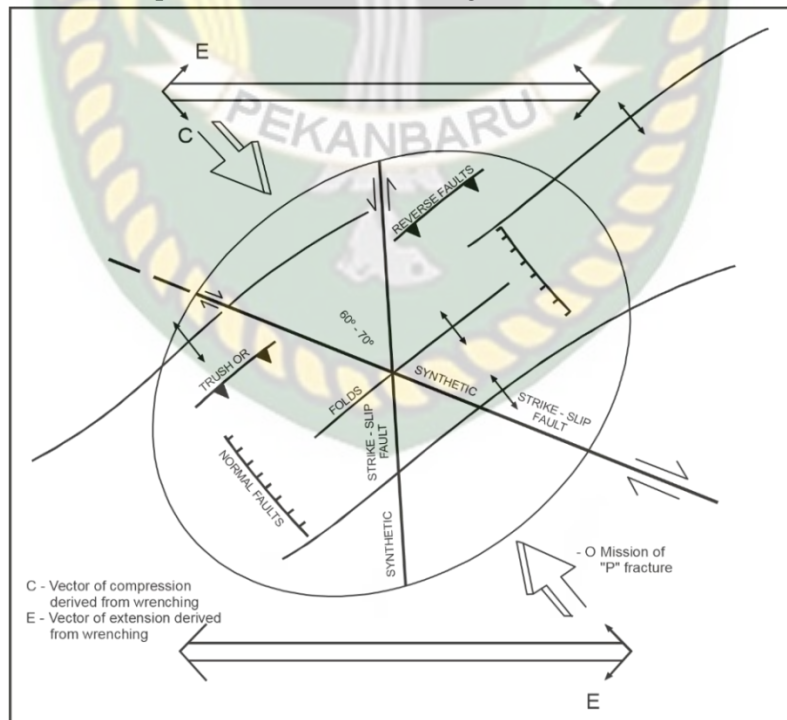
Tabel 3.5. Klasifikasi lipatan berdasarkan besar sudut *interlimb* (Fleuty, 1964)

Sudut <i>interlimb</i>	Klasifikasi Lipatan
180 ⁰ -120 ⁰	Gentle
120 ⁰ -70 ⁰	Open
70 ⁰ -30 ⁰	Close
30 ⁰ -0 ⁰	Tight
0 ⁰	Isoclinal
Negatif	Mushroom

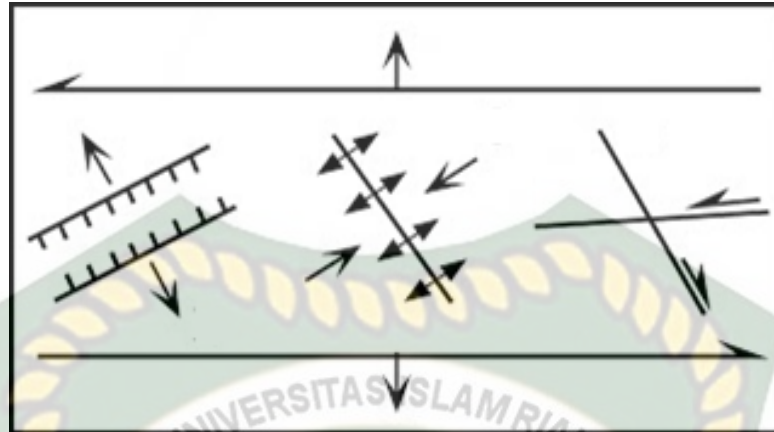
Tabel 3.6. Klasifikasi lipatan berdasarkan besar sudut *Plunge* (Fleuty, 1964)

Sudut <i>Plunge</i>	Klasifikasi Lipatan
0 ⁰ -10 ⁰	Horizontal
10 ⁰ -30 ⁰	Gently plunging fold
30 ⁰ -60 ⁰	Moderately plunging fold
60 ⁰ -80 ⁰	Steeply inclined fold
80 ⁰ -90 ⁰	Vertical fold

Konsep pemodelan Simple shear Menurut Harding (1973)



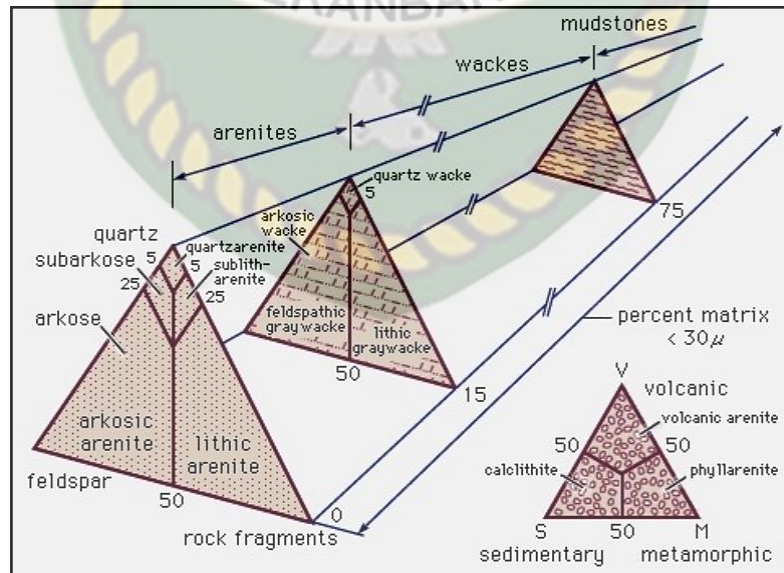
Gambar 3.7. Di dalam konsep pemodelan simple shear dari harding terdapat 2 arah utama dari gaya. Gaya inilah yang merupakan tegasan utamanya. Tegasan utama ini juga merupakan tegasan yang memiliki gaya paling besar diantara tegasan lainnya. 2 strike-slip fault dapat dibedakan menjadi Antitethtic dan Synthetic. Di tengahnya terbentuk adanya fold atau lipatan.



Gambar 3.8. Hubungan arah tegasan dan sesar, Harding (1973) dalam G.H Davis dan S.J. Reinold, 1996 Didalam elipsoid yang dihasilkan oleh 2 tegasan yang parallel terdapat sesar-sesar yang terjadi. Akibat dari tegasan Extension adalah sesar turun sedangkan akibat dari compression adalah sesar naik. Lalu adanya 2 strike-slip fault yang cenderung membentuk sudut terkecil 60-70°.

3.5.3 Analisis Petrografi

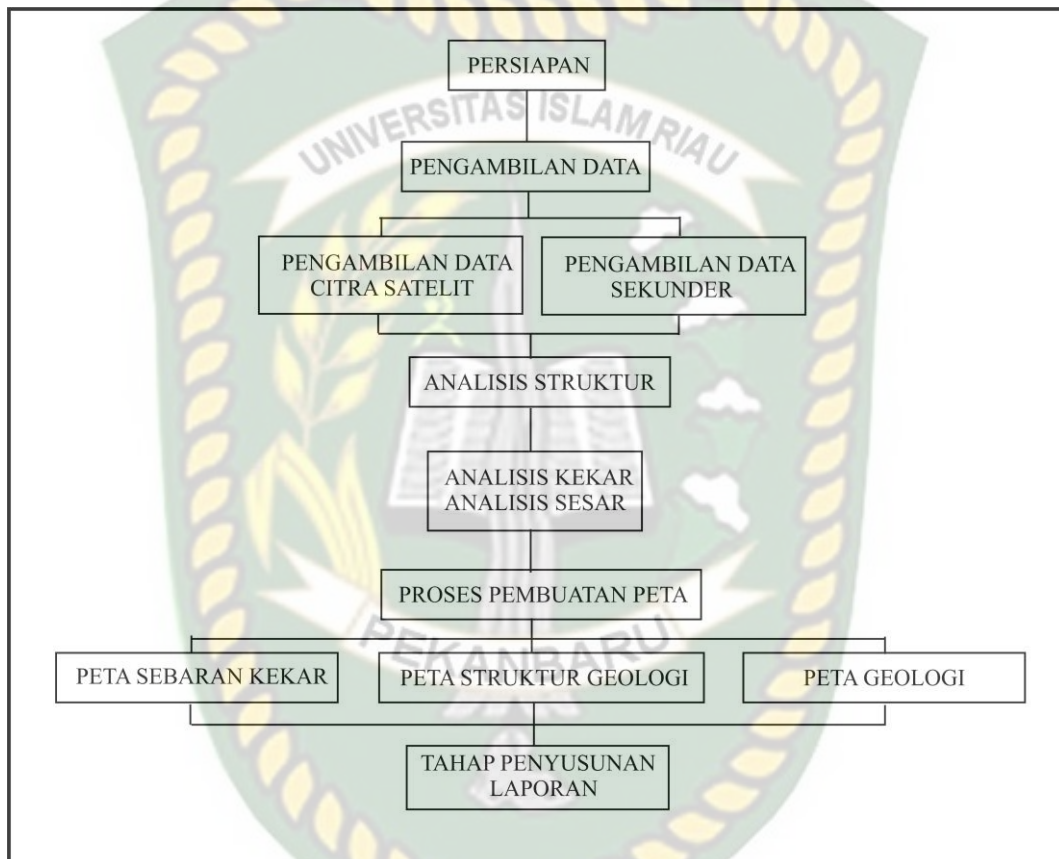
Analisis petrografi adalah analisis komposisi batuan menggunakan mikroskop untuk menentukan nama batuan yang lebih akurat untuk kepentingan penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan presentasi komposisi batuan.



Gambar 3.9. Klasifikasi batupasir menurut Pettijohn.1987.

3.6 Tahap Penyusunan Laporan

Pada tahap ini hasil penelitian yang meliputi interpretasi dan rekonstruksi data yang diperoleh dari lapangan disajikan dalam bentuk laporan pemetaan. Pada laporan ini, disertakan juga Peta kerangka, peta lintasan, peta pola jurus perlapisan batuan, peta geomorfologi serta peta geologi.



Tabel 3.7. Diagram Alir Penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Data

Hasil penelitian secara sistematis atau ketersediaan data yang dimulai dari pengambilan data primer dan pengambilan data sekunder pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1. Ketersediaan Data.

No	Ketersediaan Data	Status	Sumber
1	Topografi	Baik	DEM
2	DEM	Baik	Citra Satelit
3	Litologi	Baik	Pengambilan Sampel Dilapangan
4	Data Pengukuran Kekar (Data Sekunder)	Cukup Baik	Data sekunder
5	Struktur Geologi (Data Sekunder)	Cukup Baik	Data Sekunder

4.2 Geomorfologi

Pada proses geomorfologi ini meliputi pola pengaliran yaitu pola pengaliran parallel dan satuan geomorfologi, pada satuan geomorfologi ini memiliki 5 satuan geomorfologi menurut Van Stephen (1983) yaitu perbukitan terkikis (D1), Tinggian karst terisolasi (K4), perbukitan intrusi denudasional (V24), perbukitan batupasir vulkanik (V16), perbukitan tuff (V16). Yang dapat dijelaskan pada penjelasan tersebut.

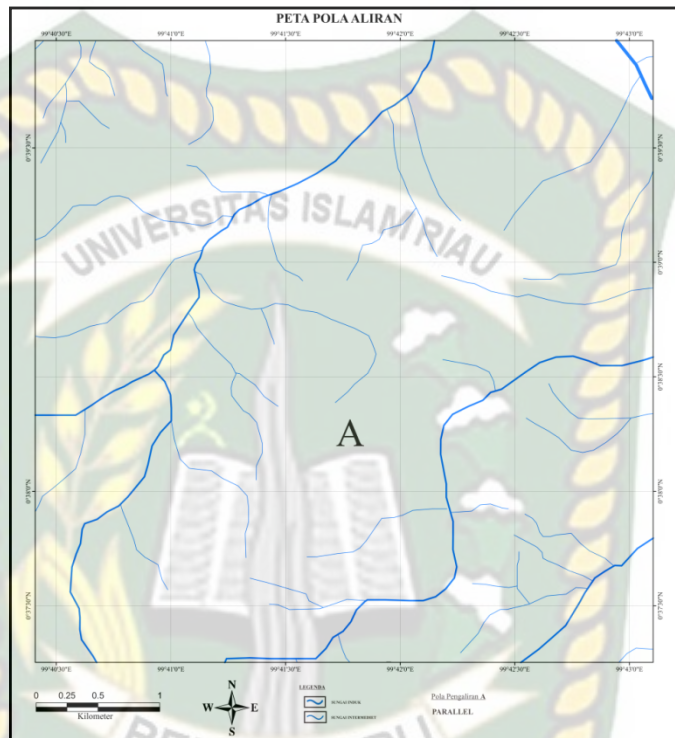
4.2.1 Pola Pengaliran

Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu ada 1 yaitu Parallel.

a. Pola Pengaliran Parallel

Pola pengaliran parallel berkembang pada daerah penelitian menempati pada keseluruhan daerah penelitian. Pada umumnya menunjukkan daerah yang berlereng sedang sampai agak curam dan dapat ditemukan pula pada daerah

bentuklahan perbukitan yang memanjang. Sering terjadi pola peralihan antara pola dendritik dengan pola paralel atau trellis. Lereng memanjang atau dikontrol oleh bentuklahan perbukitan memanjang.



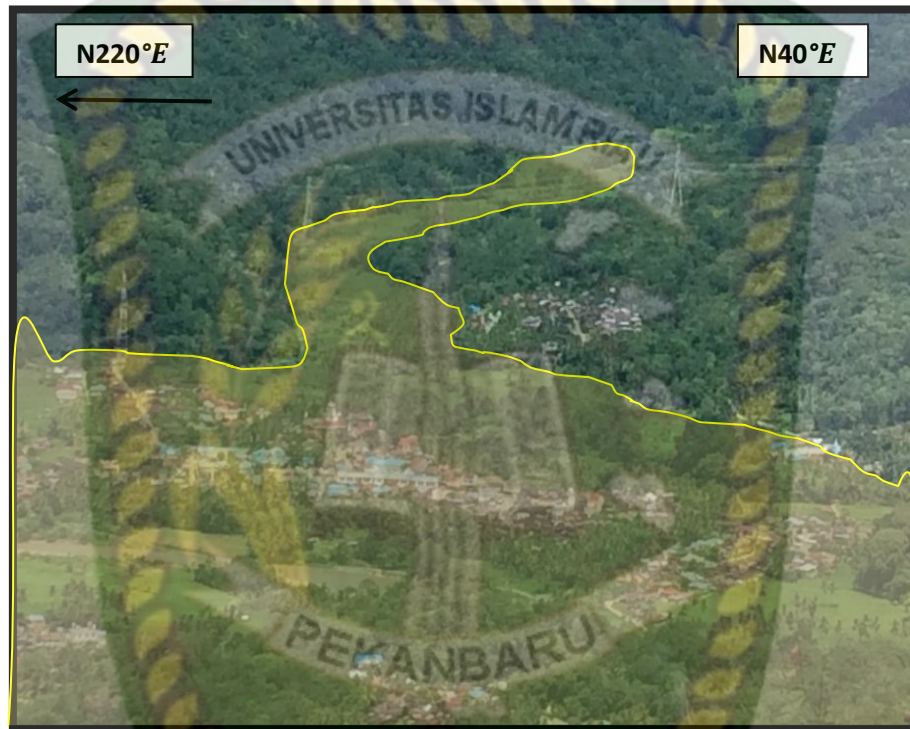
Gambar 4.1 Pola Pengaliran Pararel

4.2.2 Satuan Geomorfologi

Berdasarkan ketinggian dan morfometrinya menurut (Van Stephen, 1983) maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 5 satuan bentuk lahan yaitu : Perbukitan Terkikis (D1), Tinggian Kars terisolasi (K4), Perbukitan Intrusi Denudasional (V24), Perbukitan Pasir Vulkanik (V16) dan Perbukitan Tuff (V16).

a. Perbukitan Terkikis (D1)

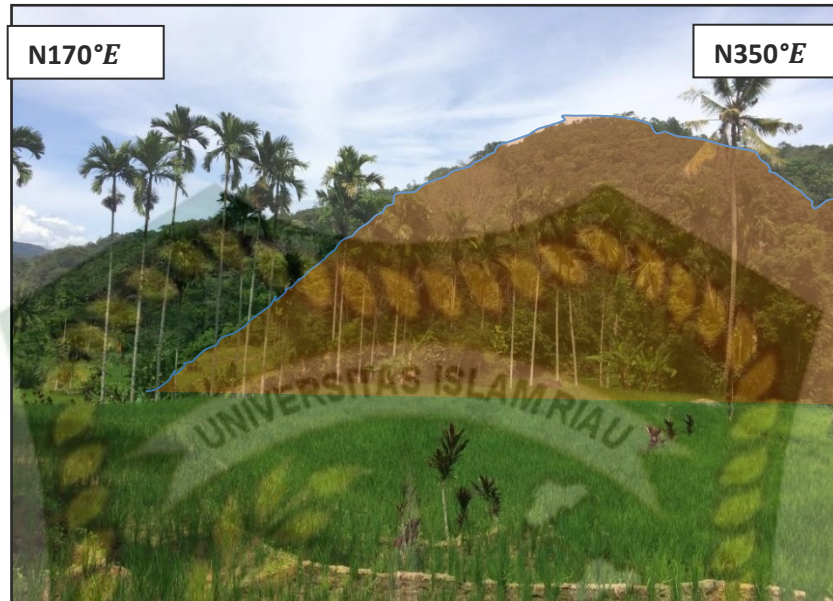
Pada satuan perbukitan Terkikis berada pada sebelah Timur laut daerah penelitian. Kemiringan lereng $1,15^{\circ}$ - 4° dan berada pada ketinggian 437- 462 Mdpl. Dikelilingi oleh perbukitan Landai - Agak curam. Penyebaran satuan perbukitan datar meliputi 6,25% dari keseluruhan daerah penelitian.



Gambar 4.2. Perbukitan Terkikis (D 1)

b. Tinggian Kars Terisolasi (K4)

Pada satuan perbukitan curam Struktural berada pada sebelah Tenggara daerah penelitian. Kemiringan lereng 4° - 85° . Titik tertinggi daerah ini yaitu berada pada ketinggian 462 - 493 Mdpl. Penyebaran satuan perbukitan tinggi curam meliputi 3,36 % dari keseluruhan daerah penelitian.



Gambar 4.3. Tinggian Kars Terisolasi (K4).

c. Perbukitan Intrusi Denudasional (V 24)

Pada satuan perbukitan Intrusi Denudasional berada pada sebelah barat laut daerah penelitian. Kemiringan lereng $8,5^{\circ}$ – $16,7^{\circ}$. Daerah ini berada pada ketinggian 600 - 680 Mdpl. dengan perbedaan tinggi 80 meter. Penyebaran satuan perbukitan Intrusi Denudasional meliputi 15% dari keseluruhan daerah penelitian (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Perbukitan Intrusi Denudasional (V 24).

d. Perbukitan Batupasir Vulkanik (V 16)

Pada Perbukitan Batupasir Vulkanik berada pada sebelah Barat Daya – Timur Laut daerah penelitian. Kemiringan lereng $16,7^{\circ} - 35^{\circ}$. Daerah ini berada pada ketinggian 775 - 1125 Mdpl. dengan perbedaan tinggi 350 meter. Penyebaran satuan perbukitan Batupasir Vulkanik meliputi 63,18 % dari keseluruhan daerah penelitian (**Gambar 4.5**).



Gambar 4.5. Perbukitan Batupasir Vulkanik (V 16).

e. Perbukitan Tuff (V 16)

Pada Perbukitan Tuff berada pada sebelah Barat dan Utara daerah penelitian. Kemiringan lereng $8,5^{\circ} - 16,7^{\circ}$. Daerah ini berada pada ketinggian 493 - 775 Mdpl. dengan perbedaan tinggi 282 meter. Penyebaran satuan perbukitan Tuff meliputi 22,00 % dari keseluruhan daerah penelitian.

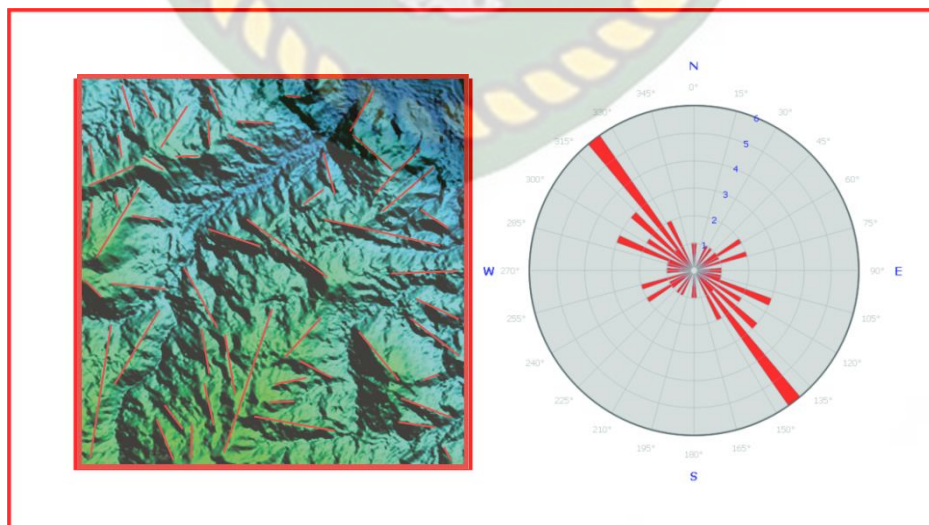


Gambar 4.6. Perbukitan Tuff (V 16).

4.3 Pengamatan Citra Satelit (DEM)

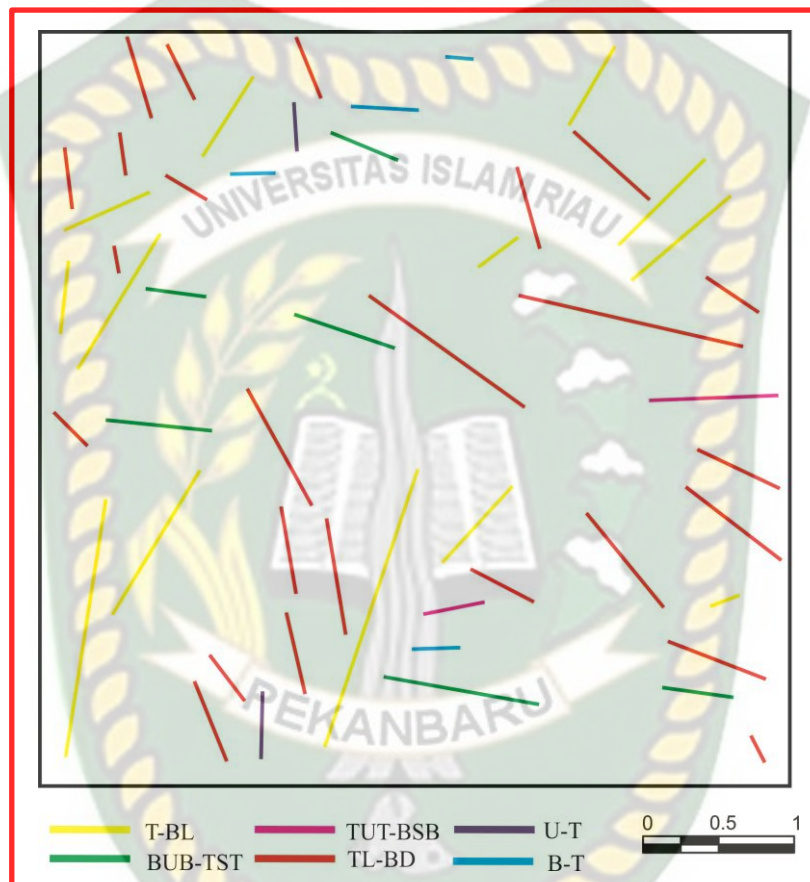
Pengamatan citra satelit yaitu mempermudah untuk pengambilan data pada atas permukaan, dan dapat mencakup daerah yang lebih luas. Pengambilan data struktur geologi berdasarkan DEM ini dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu Geomorfologi, Kelurusan Punggungan, dan Interpretasi Sesar.

4.3.1 Kelurusan Punggungan



Gambar 4.7. Arah kelurusan punggungan daerah penelitian berdasarkan analisis citra satelit dan diagram Rose kelurusan punggungan daerah penelitian.

Dari hasil analisis kelurusan punggung berdasarkan DEMNAS didapatkan total kelurusan sebanyak 52 kelurusan dengan beberapa pembagian arah kelurusan yaitu U-S, TUT-BSB, B-T, BUB-TST, TL-BD, T-BL. Dan didapatkan arah kelurusan punggung yang dominan yaitu Tenggara-baratlaut.

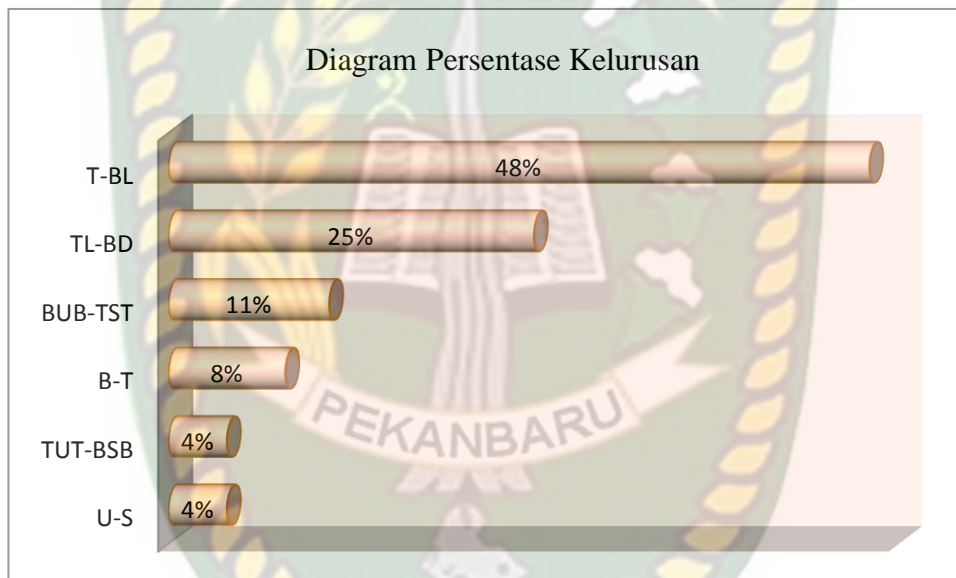


Gambar 4.8. Arah kelurusan punggung

Dari hasil gambar tersebut didapatkan 6 arah kelurusan yang berbeda kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari persentase dari keseluruhan daerah penelitian dan yang paling dominan yaitu arah Tenggara-Baratlaut dengan 48% yang dapat disimpulkan bahwa tegasan yang bekerja di daerah penelitian yaitu timurlaut-baratdaya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Persentase Kelurusan punggung

Panjang(km)	U-S	TUT- BSB	B-T	BUB- TST	TL-BD	T-BL
0-0,8	2	-	1	-	4	15
0,8-1,6	-	2	3	6	9	10
>1,6	-	-	-	-	-	-
Sum	2	2	4	6	13	25
%	4%	4%	8%	11%	25%	48%

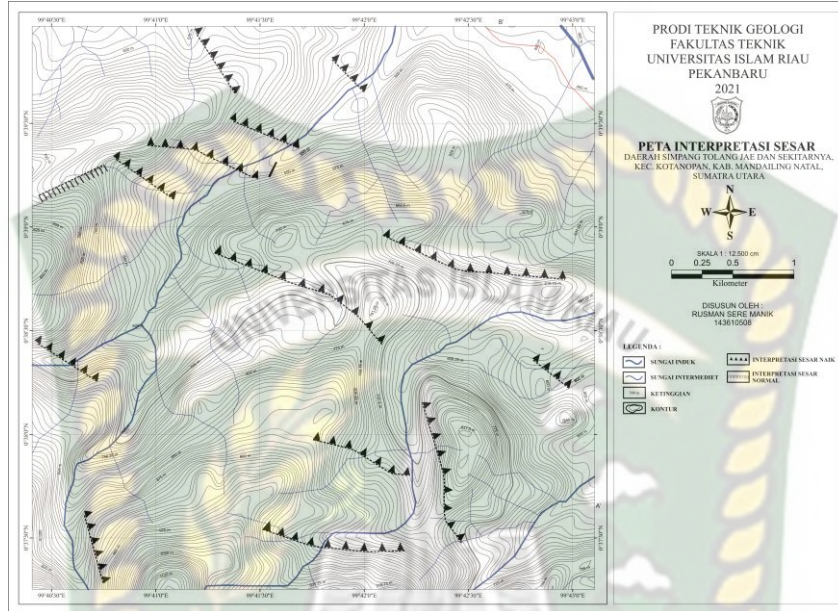


Gambar 4.9. Diagram Persentase Kelurusan Punggung

4.3.2 Interpretasi Sesar Berdasarkan Citra Satelit (DEM)

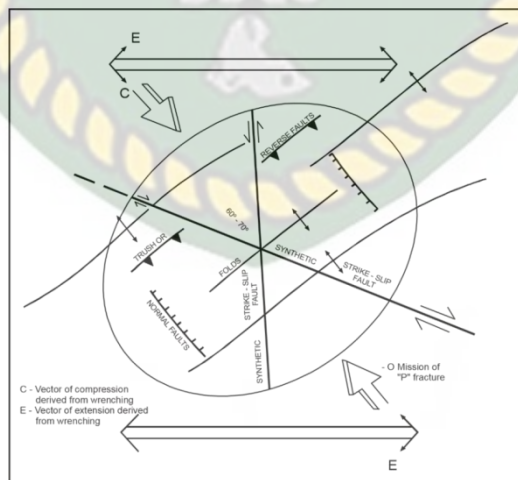
Dari hasil interpretasi sesar berdasarkan DEM didapatkan total kelurusan sebanyak 52 populasi. Dari populasi tersebut kelurusan yang dominan yaitu timurlaut-baratdaya yang dapat di indikasikan sebagai sesar-sesar interpretasi DEM melihat Dari punggung tersebut dikarenakan dari kelurusan tersebut dapat dilihat kemiringan lereng yang curam dan perbukitan yang tinggi yang dapat ditarik interpretasi sesar-sesar pada daerah penelitian Dan Didapatkan dua arah sesar yang berbeda yaitu Baratdaya – Timurlaut dan Tenggara – Baratlaut.

- Baratdaya – Timurlaut : 1 Sesar
- Tenggara – Baratlaut : 13 Sesar



Gambar 4.10 Arah Sesar Daerah Penelitian Berdasarkan Analisis DEM

Dari hasil interpretasi sesar berdasarkan DEM dapat dikaitkan dengan konsep pemodelan simple shear yang dijadikan sebagai rujukan untuk gaya yang bekerja dan sesar yang dihasilkan pada daerah penelitian.



Gambar 4.11 Pemodelan simple shear

Struktur yang sudah di interpretasikan berdasarkan DEM lalu dikaitkan dengan konsep pemodelan simple shear bahwa struktur yang terbentuk di daerah

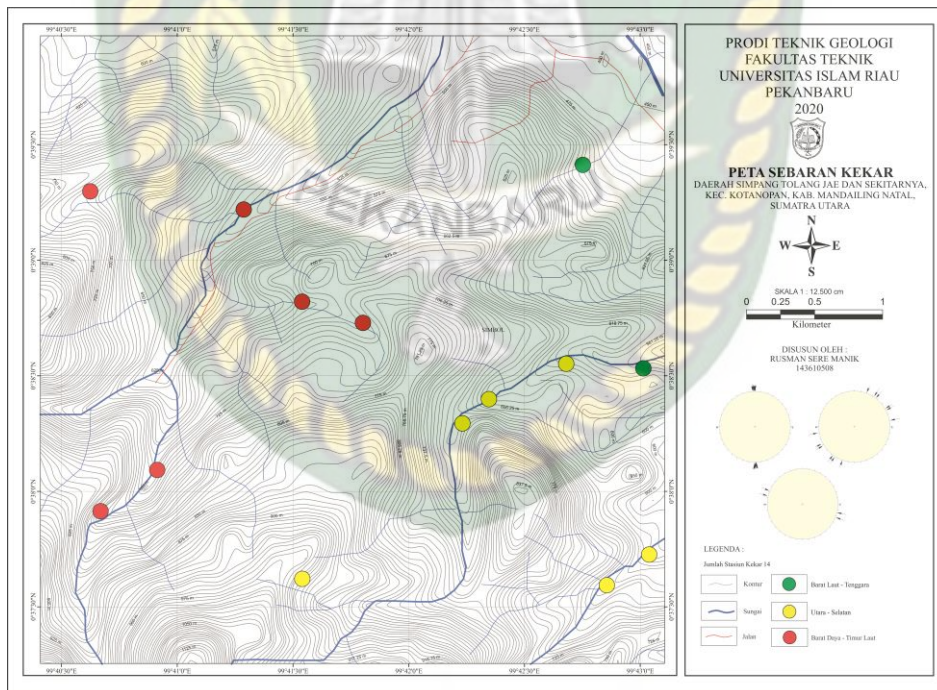
penelitian terbentuk dari gaya yang bekerja yaitu Timurlaut-Baratdaya dengan menghasilkan struktur yang berarah Tenggara-Baratlaut 13 sesar yaitu sesar naik yang tersebar hampir di seluruh daerah penelitian dan Timurlaut-Baratdaya 1 sesar yaitu sesar normal yang terletak di bagian barat daerah penelitian.

4.4 Analisis Struktur Lapangan

Berikut merupakan Analisis yang dilakukan meliputi analisis kekar dan Analisis sesar berdasarkan pengukuran data yang didapat dari lapangan serta di proyeksikan ke dalam stereografi.

4.4.1 Analisis kekar

Berikut merupakan peta lokasi pengambilan data kekar dilapangan yang ditunjukkan pada gambar 4.12



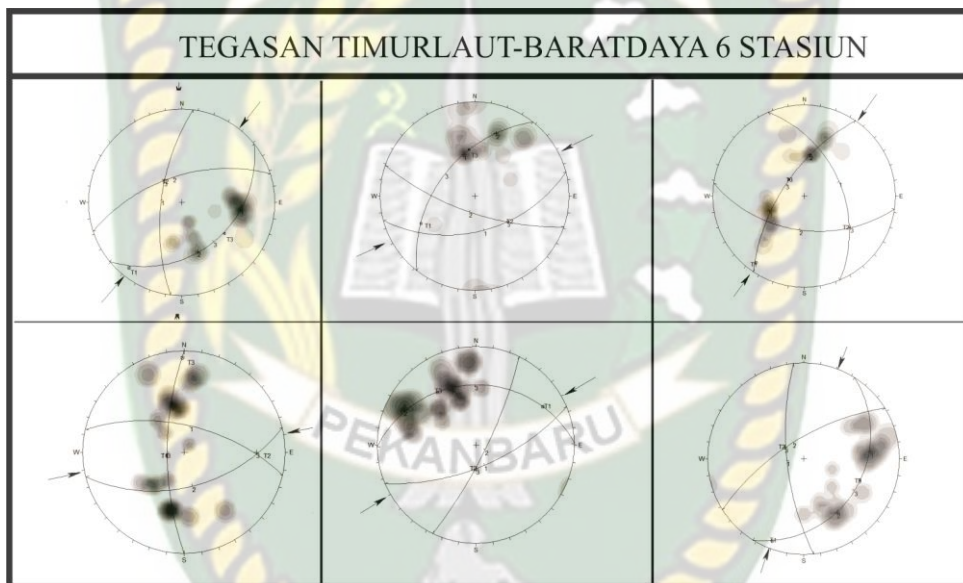
Gambar 4.12 Stasiun Pengambilan Data Kekar dilapangan

Analisis Streografi yang dilakukan perhitungan data kekar sebanyak 14 stasiun. Untuk mengetahui arah tegasan yang terbentuk pada daerah penelitian. Hasil analisis didapat 3 arah tegasan yaitu Utara – Selatan, Timurlaut- Baratdaya

dan Tenggara – Baratlaut serta mempunyai Satu arah tegasan dominan yaitu Timurlaut – Baratdaya.

1. Tegasan kekar Timurlaut-Baratdaya

Arah tegasan Timur Laut – Barat Daya terdapat 6 stasiun yang kemudian di proyeksikan ke dalam stereonet untuk mendapatkan nilai σ_1 , σ_2 , σ_3 untuk menentukan arah tegasan yang didapat yaitu tegasan Timur Laut - Barat Daya merupakan salah satu tegasan yang paling dominan pada daerah penelitian.



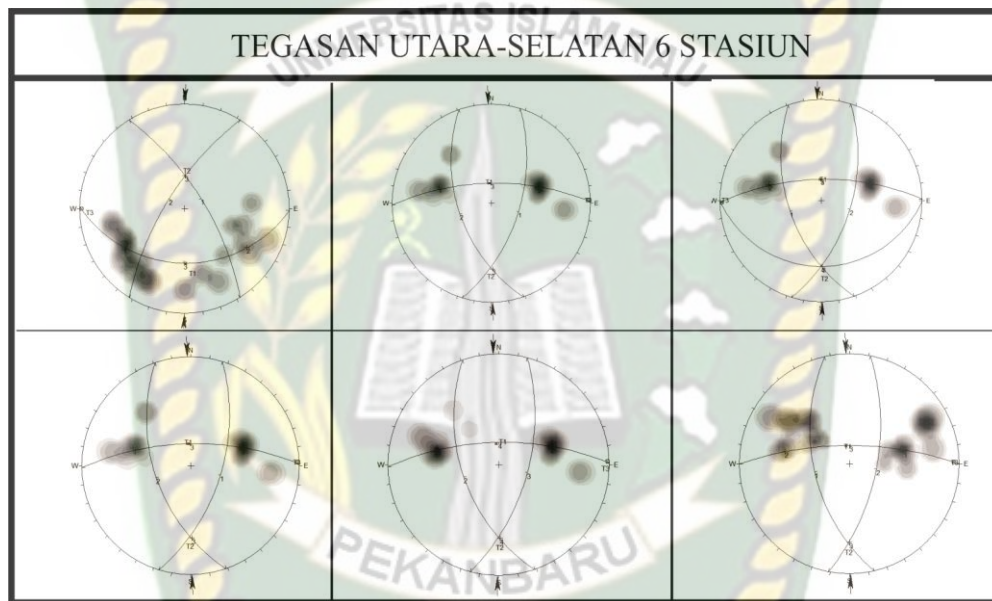
Gambar 4.13 Stereonet data kekar

Tabel 4.3 perhitungan data kekar

Stasiun	Jumlah Kekar (n)	σ_1	σ_2	σ_3	Arah Tegasan
27	20	07 ⁰ /219 ⁰	37 ⁰ /321 ⁰	32 ⁰ /125 ⁰	TL-BD
31	20	25 ⁰ /242 ⁰	42 ⁰ /127 ⁰	37 ⁰ /354 ⁰	TL-BD
38	20	06 ⁰ /216 ⁰	28 ⁰ /124 ⁰	62 ⁰ /138 ⁰	TL-BD
39	20	70 ⁰ /259 ⁰	19 ⁰ /090 ⁰	04 ⁰ /359 ⁰	TL-BD
46	20	13 ⁰ /060 ⁰	64 ⁰ /179 ⁰	24 ⁰ /325 ⁰	TL-BD
47	20	05 ⁰ /201 ⁰	65 ⁰ /300 ⁰	26 ⁰ /110 ⁰	TL-BD

2. Tegasan kekar Utara – Selatan

Arah tegasan Utara-selatan terdapat 6 stasiun yang kemudian di proyeksikan ke dalam stereonet untuk mendapatkan nilai σ_1 , σ_2 , σ_3 untuk menentukan arah tegasan yang didapat yaitu tegasan utara-selatan merupakan salah satu tegasan yang paling dominan pada daerah penelitian.



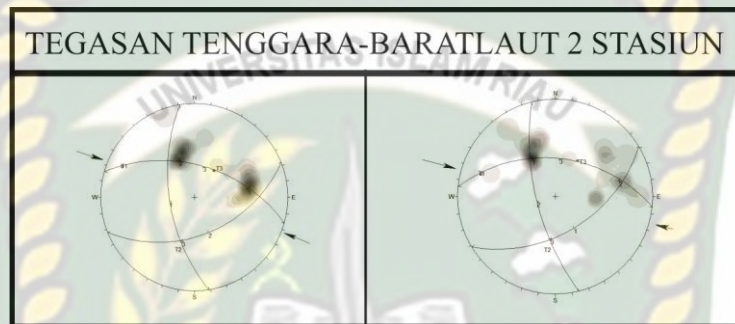
Gambar 4.14 Stereonet data kekar

Tabel 4.4 perhitungan data kekar

Stasiun	Jumlah Kekar (n)	σ_1	σ_2	σ_3	Arah Tegasan
11	20	$35^0/179^0$	$55^0/001^0$	$01^0/270^0$	U-S
12	20	$66^0/357^0$	$24^0/179^0$	$01^0/269^0$	U-S
13	20	$68^0/355^0$	$26^0/177^0$	$01^0/271^0$	U-S
19	20	$70^0/357^0$	$28^0/179^0$	$01^0/272^0$	U-S
20	20	$72^0/359^0$	$30^0/181^0$	$01^0/274^0$	U-S
21	20	$74^0/361^0$	$32^0/183^0$	$01^0/276^0$	U-S

3. Tegasan kekar Tenggara-baratlaut

Arah tegasan Tenggara-baratlaut terdapat 2 stasiun yang kemudian di proyeksikan ke dalam stereonet untuk mendapatkan nilai σ_1 , σ_2 , σ_3 untuk menentukan arah tegasan yang didapat yaitu tegasan tenggara-baratlaut pada daerah penelitian.



Gambar 4.15 Stereonet data kekar

Tabel 4.5 perhitungan data kekar

Stasiun	Jumlah Kekar (n)	σ_1	σ_2	σ_3	Arah Tegasan
22	20	$13^0/287^0$	$42^0/186^0$	$45^0/032^0$	T-BL
23	20	$10^0/293^0$	$39^0/197^0$	$52^0/035^0$	TL-BD

4.4.2 Analisis Sesar Lapangan

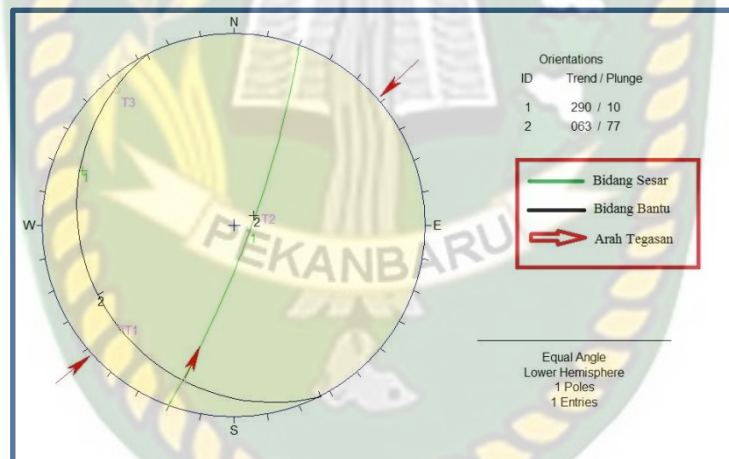
Pengambilan data sesar lapangan terdapat 2 stasiun sesar yaitu sesar geser dan sesar naik yang dapat di lihat pada penjelasan berikut.

1. Sesar Geser Simpang Tolang (ST 40)

Sesar ini memiliki nilai strike/dip N 20^0 E/ 80^0 dan nilai pict 10^0 dengan arah pergerakan menghalus ke kanan yang dapat dilihat pada stereonet dibawah ini.

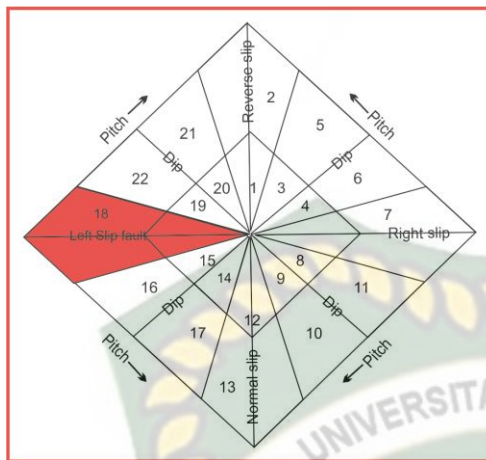


Gambar 4.16 Sesar ST 40



Gambar 4.17 Stereografi sesar ST 40

Dari hasil Pengambilan data sesar dilapangan yang di analisis ke dalam stereografi kemudian didapatkan arah tegasan utama sesar yaitu Timurlaut-Baratdaya. Serta di klasifikasikan ke dalam diagram Rickard (1972) utuk mendapatkan penamaan dari sesar tersebut yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Keterangan

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Thrust slip fault | 13. Normal slip fault |
| 2. Reverse slip fault | 14. Left lag slip fault |
| 3. Right thrust slip fault | 15. Lag left slip fault |
| 4. thrust right slip fault | 16. Normal left slip fault |
| 5. Reverse right slip fault | 17. Left normal slip fault |
| 6. Right reverse slip fault | 18. Left slip fault |
| 7. Right slip fault | 19. Thrust left slip fault |
| 8. Lag right slip fault | 20. Left thrust slip fault |
| 9. Right lag slip fault | 21. Left reverse slip fault |
| 10. Right normal slip fault | 22. Reverse left slip fault |
| 11. Normal right slip fault | |
| 12. Lag slip fault | |

Gambar 4.18 Klasifikasi diagram Rickard(1972) sesar ST 40

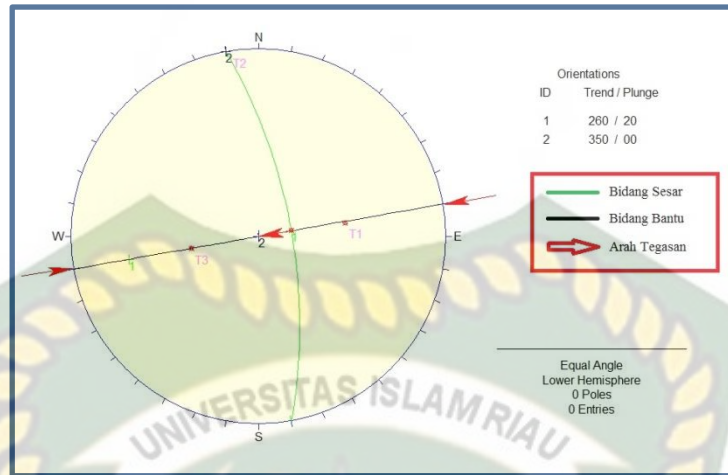
Berdasarkan hasil proyeksi stereonet, didapatkan arah tegasan utama sesar yaitu Timurlaut-Baratdaya. dan berdasarkan klasifikasi diagram Rickard (1972) sesar ini dinamakan dengan *Left slip fault*,

2. Sesar Naik Sayur Maincat (ST 29)

Sesar ini memiliki nilai strike/dip N 350⁰E/70⁰ dan nilai pict 90⁰ dengan arah pergerakan menghalus ke atas yang dapat dilihat pada stereonet dibawah ini

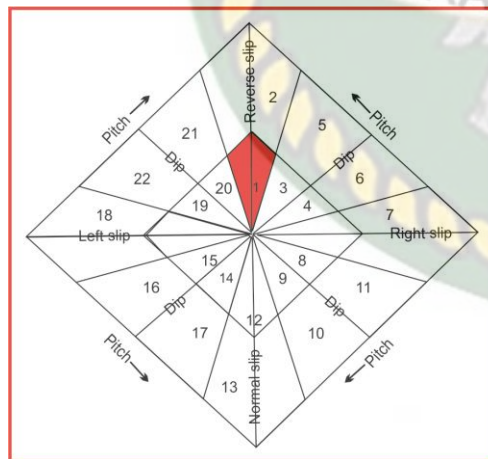


Gambar 4.19 Sesar ST 29



Gambar 4.20 Stereografi sesar ST 29

Dari hasil Pengambilan data sesar dilapangan yang di analisis ke dalam stereografi kemudian didapatkan arah tegasan utama sesar yaitu Timurlaut-Baratdaya. Serta di klasifikasikan ke dalam diagram Rickard (1972) untuk mendapatkan penamaan dari sesar tersebut yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

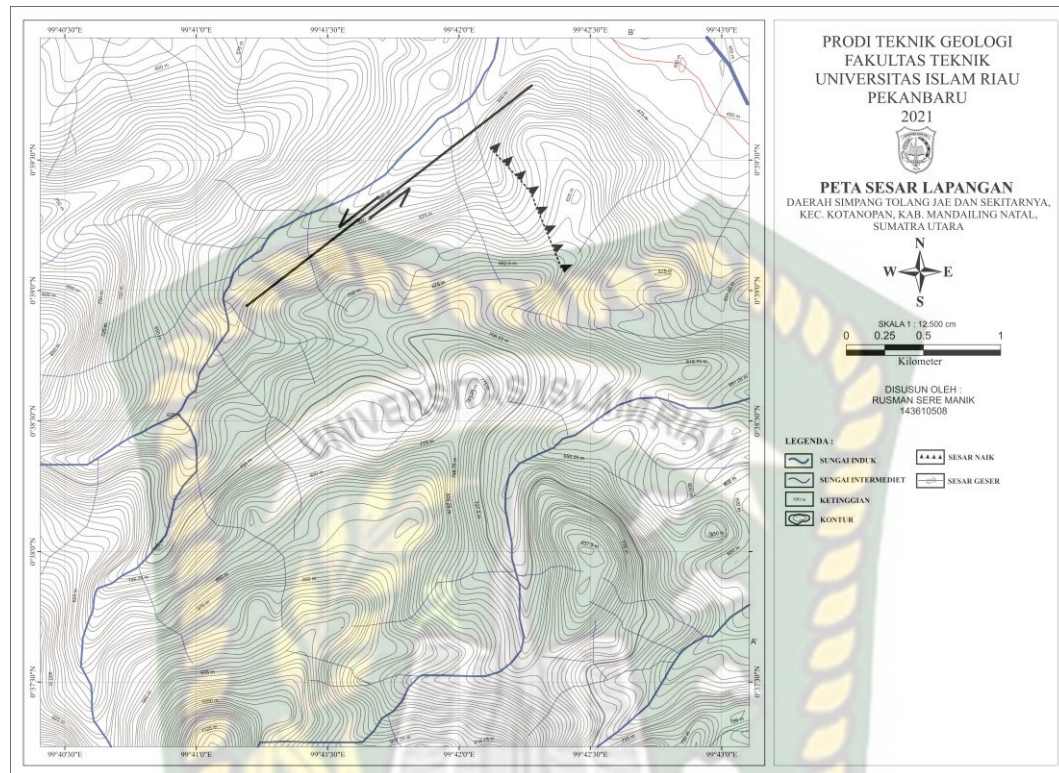


Keterangan

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Thrust slip fault | 13. Normal slip fault |
| 2. Reverse slip fault | 14. Left lag slip fault |
| 3. Right thrust slip fault | 15. Lag left slip fault |
| 4. thrust right slip fault | 16. Normal left slip fault |
| 5. Reverse right slip fault | 17. Left normal slip fault |
| 6. Right reverse slip fault | 18. Left slip fault |
| 7. Right slip fault | 19. Thrust left slip fault |
| 8. Lag right slip fault | 20. Left thrust slip fault |
| 9. Right lag slip fault | 21. Left reverse slip fault |
| 10. Right normal slip fault | 22. Reverse left slip fault |
| 11. Normal right slip fault | |
| 12. Lag slip fault | |

Gambar 4.21 Klasifikasi diagram Rickard(1972) sesar ST 29

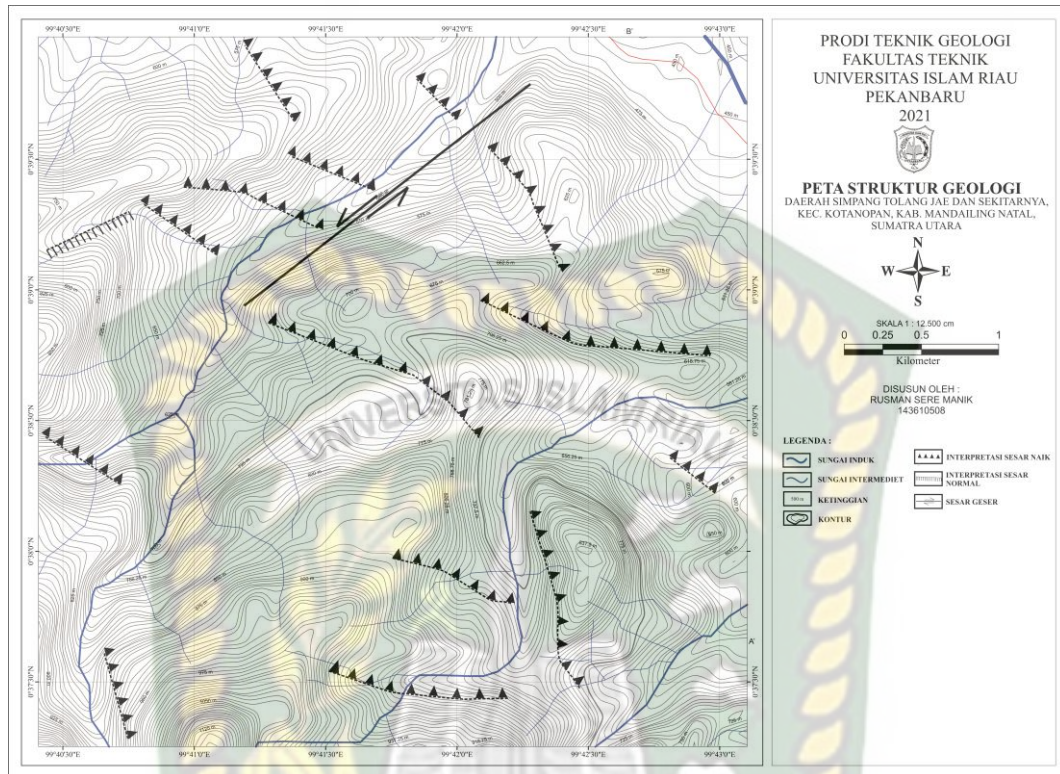
Berdasarkan hasil proyeksi stereonet, didapatkan arah tegasan utama sesar yaitu Timurlaut-Baratdaya. Dan berdasarkan klasifikasi diagram Rickard (1972) sesar ini dinamakan dengan *Thrust slip fault*.



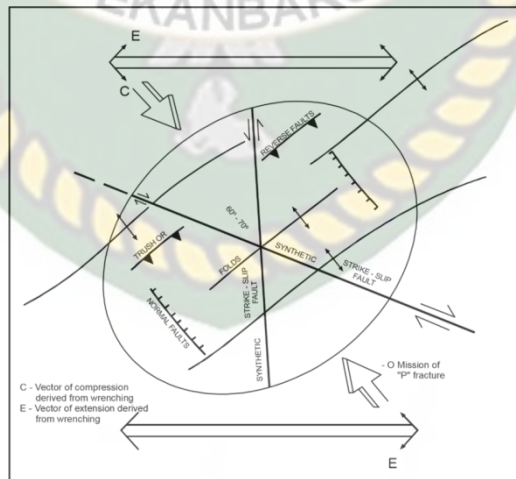
Gambar 4.22 Peta Sesar Lapangan

4.4.3 Hubungan Sesar Interpretasi DEM dengan Data Lapangan

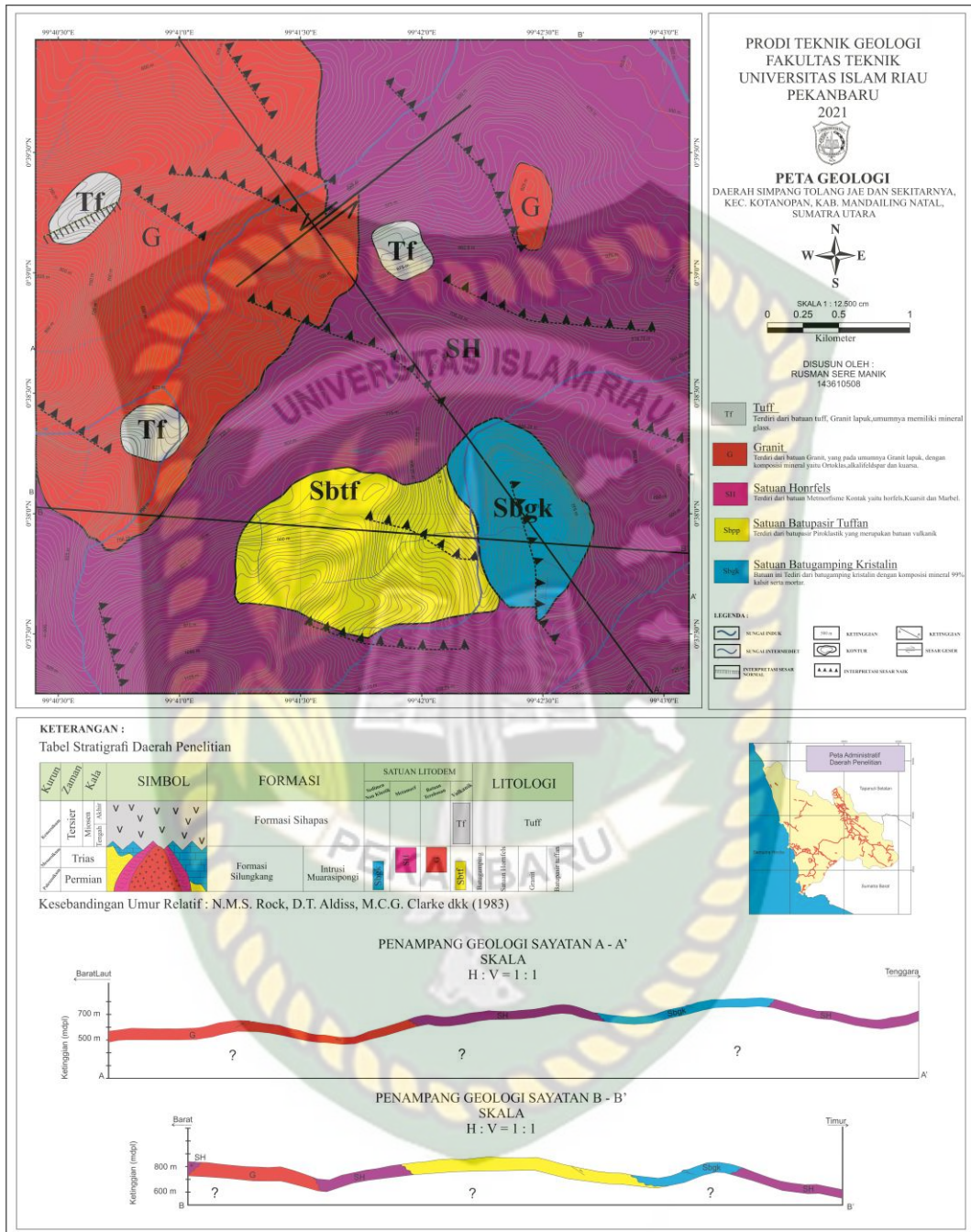
Dari hasil analisis kelurusan sesar berdasarkan DEMNAS, analisis data kekar serta analisis sesar berdasarkan data dilapangan yang di proyeksikan ke dalam stereografi didapat pola struktur yang terbentuk akibat dari tegasan utama yang membentuk sesar yang berarah tenggara-baratlaut 14 sesar naik dan sesar yang berarah timurlaut-baratdaya 1 sesar normal dan 1 sesar geser yang merujuk menggunakan konsep pemodelan simple shear yang dengan gaya kompresi satu arah menghasilkan sesar-sesar yang memiliki dua arah yaitu satu sesar yang searah dengan kompresi yaitu sesar normal dan satu sesar yang berlawanan dengan gaya kompresi karena terpatahkan yaitu sesar naik serta sesar geser yang 30^0 dari sesar naik. Dari konsep tersebut dapat disimpulkan bahwa arah tegasan yang membentuk struktur pada daerah penelitian yaitu Timurlaut – Baratdaya.



Gambar 4.23 Peta Struktur Geologi



Gambar 4.24 Klasifikasi Simple Shear



Gambar 4.26 Peta struktur Geologi

1. Struktur arah Tenggara-baratlaut

Struktur yang berarah Tenggara baratlaut tersebar hampir tersebar di seluruh daerah penelitian yang termasuk dalam satuan geomorfologi perbukitan intrusi denudasional dan perbukitan batupasir vulkanik sebanyak 13 sesar naik interpretasi DEM dan berbanding lurus dengan 1 sesar naik sayur maicat yang didapatkan dari pengukuran dilapangan yang kemudian dilakukan perhitungan pada stereonet serta didukung dengan 6 data kekar yang memiliki tegasan timurlaut-baratdaya seta kelurusan yang berarah tenggara-baratlaut yang dapat disimpulkan tegasan pada daerah penelitian yaitu tiurlaut-baratdaya. Sesar ini terdapat pada formasi silunggang dan intrusi muarasipongi yang berumur Permian-TRias. Dan pola struktur yang berarah tenggara baratlaut ini berumur miosen tengah-resen yang terbentuk akibat dari pengangkatan bukit barisan yang berarah tenggara-baratlaut yang membentuk sesar naik pada daerah penelitian.

2. Struktur arah timurlaut-baratdaya

Struktur yang berarah Timurlaut-baratdaya tersebar dari barat-Utara daerah penelitian yang termasuk dalam satuan geomorfologi perbukitan intrusi denudasional dan perbukitan tuff sebanyak 1 sesar normal interpretasi DEM yang diakibatkan adanya gaya tegasan dari timurlaut-barataya dan 1 sesar geser simpang tolang pada pengukuran di lapangan yang sudah diproyeksikan pada stereonet yang menghasilkan tegasan yang bekerja yaitu timurlaut-baratdaya. Sesar ini terdapat pada formasi Silunggang dan intrusi muarasipongi berumur Permian-Trias. Dan pola struktur yang berarah Timurlaut-baratdaya berumur Miosen tengah-Resen yang terbentuk akibat dari pengangkatan bukit barisan yang berarah tenggara-baratlaut yang membentuk sesar normal dan sesar geser pada daerah penelitian.

4.4.4 Fase Tektonik Daerah Penelitian

Dari hasil keseluruhan data yang sudah di analisis dan tegasan yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa fase tektonik yang bekerja di daerah penelitian ini memiliki satu fase tektonik dan satu umur pembentukan sesar-sesar

pada daerah penelitian yaitu akibat dari pengangkatan bukit barisan yang berarah tenggara-baratlaut yang membentuk keseluruhan sesar yang ada pada daerah penelitian dengan umur pembentukan sesar yaitu miosen tengah hingga resen.

1. Fase Pertama (Permian-Trias)



Gambar 4.27 Fase 1 Basement

Pada fase pertama merupakan proses pembentukan basement pada umur Permian – trias yaitu berupa Satuan Batugamping kristalin dan satuan batupasir tuffan, kedua satuan ini terendapkan secara bersamaan namun dengan lingkungan pengendapan yang berbeda, proses pengendapan batupasir tuffan dipengaruhi oleh aktifitas tektonik. pada saat ini terjadi aktifitas vulkanik namun masih stabil.

2.Fase Kedua (Trias)

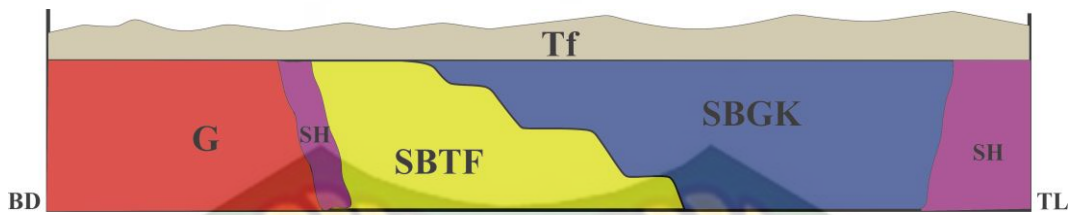
Daerah Penelitian



Gambar 4.28 Fase 2 Intrusi

Kemudian pada fase kedua pada umur Trias terjadi aktifitas magmatik berupa intrusi granit (G) yang mengintrusi batuan dasar (Basement) yang terjadi di beberapa tempat yang diilustrasikan warna merah pada gambar. Dari intrusi granit tersebut menyebabkan terbentuk satuan honfels akibat adanya tekanan dan suhu, dan pada fase ini kondisi tektonik masih stabil.

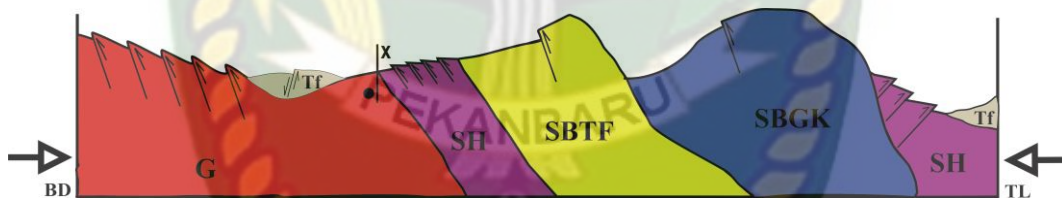
3. Fase Ketiga (Miosen Tengah - Akhir)



Gambar 4.29 Fase 3 terendapnya satuan Tuff

Pada fase 3 yaitu pada umur Miosen awal – Miosen Akhir terjadi pengendapan satuan tuff, dimana satuan ini akibat adanya proses tektonik berupa aktifitas vulkanik, satuan tuff ini terendapkan secara tidak selaras diatas batuan terdahulu yaitu granit, satuan honfels, satuan batugamping kristalin, dan satuan batupasir tuffan.

4. Fase Keempat (Miosen Tengah - Akhir)



Gambar 4.30 Fase 4 proses tektonik

Pada fase 4 ini berumur miosen akhir –akhir terjadi fae tektonik berupa kompresi akibat subduksi dari lempeng samudera hindia dengan pulau sumatera dan juga berkaitan dengan proses terbentuknya bukit barisan dari utara sampai selatan sehingga terbentuknya struktur geologi daerah penelitian berupa sesar normal, sesar geser dan sesar naik. Kemudian proses terbentuknya struktur-struktur tersebut memiliki satu umur pembentukan yaitu pada umur miosen tengah hingga-akhir dengan arah tegasan dominan timurlaut-baratdaya dengan adanya data pendukung seperti data kekar yang berarah timurlaut-baratdaya sebanyak 6 stasiun serta merujuk dari pemodelan simple shear dimana dari satu arah tegasan menghasilkan beberapa sesar dengan arah yang berbeda-beda

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian lapangan yang telah dilakukan di Daerah Simpang Tolang Jae dan Sekitarnya, Kecamatan Kotanopan, Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Satuan Geomorfologi yang berkembang di daerah penelitian dibagi menjadi Lima yaitu Satuan Geomorfologi Perbukitan terkikis, Satuan Geomorfologi Tinggian karst terisolasi, Perbukitan intrusi denudasional, perbukitan batupasir vulkanik, dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Tuff.
2. Pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian adalah pola pengaliran Paralel yang menempati seluruh daerah penelitian.
3. Kelurusan Punggungan terdiri dari 52 populasi yang terdiri dari 6 kelurusan punggungan serta memiliki kelurusan dominan yaitu Tenggara-baratlaut
4. Interpretasi sesar berdasarkan DEM terdapat 2 arah sesar yaitu baratdaya-timurlaut (1 sesar normal) dan Tenggara-baratlaut (13 sesar naik).
5. Analisis Kekar terdapat 14 stasiun yang terdiri dari 3 arah tegasan yaitu TG-BL, TL-BD, U-S, serta memiliki arah tegasan dominan Timurlaut-baratdaya dan Utara-Selatan
6. Analisis Sesar Berdasarkan data lapangan terdapat 2 sesar yaitu 1 sesar geser mengiri dan 1 sesar naik.
7. Korelasi sesar interpretasi dengan data lapangan memiliki satu arah tegasan dominan yaitu timurlaut-Baratdaya yang merujuk dengan pemodelan simple shear yang dimana adanya tegasan dari arah timurlaut-baratdaya yang menghasilkan struktur sesar naik yang berarah tenggara-baratlaut, sesar normal yang berarah timurlaut-baratdaya dan sesar geser yang terbentuk 30^0 dari sesar naik.

8. Fase tektonik daerah penelitian terdiri dari 1 fase tektonik Yaitu Pada fase ini berumur miosen akhir –akhir terjadi fase tektonik berupa kompresi akibat subduksi dari lempeng samudera hindia dengan pulau sumatera dan juga berkaitan dengan proses terbentuknya bukit barisan dari utara sampai selatan sehingga terbentuknya struktur geologi daerah penelitian berupa sesar normal, sesar geser dan sesar naik. Kemudian proses terbentuknya struktur-struktur tersebut memiliki satu umur pembentukan yaitu pada umur miosen tengah hingga-akhir dengan arah tegasan dominan timurlaut-baratdaya dengan adanya data pendukung seperti data kekar yang berarah timurlaut-baratdaya sebanyak 6 stasiun serta merujuk dari pemodelan simple shear dimana dari satu arah tegasan menghasilkan beberapa sesar dengan arah yang berbeda-beda

5.2 Saran

Berdasarkan beberapa kesimpulan di atas, maka di dapatkan beberapa saran yang didapat dijadikan sebagai acuan yaitu sebagai berikut :

1. Sangat diperlukan pengambilan data struktur yang lebih detail lagi pada saat dilapangan sehingga bisa memperoleh data struktur yang lebih kompleks sehingga bisa menambah rujukan untuk interpretasi struktur pada DEM
2. Kurangnya data kekar sebagai data struktur sekunder yang dapat menjadi data pendukung untuk interpretasi sesar dari DEM.
3. Sebaiknya pembaca dapat mengambil pelajaran lebih dan kurangnya dari hasil penelitian ini, sehingga bisa membuat laporan untuk jadi yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badura J. and Przybylsky B., 2005 *Application of Digital Elevation Models To Geological And Geomorphological Studies-Some Exaples*, Przeglqd Geologiczny, Vol. 53, nr 10/2.
- Bates, R.L. dan J.A. Jackson, 1990, *Glossary of Geology*, edisi ketiga, American Geological Institute, Virginia
- Barnes, J., 1981. *Basic Geological Mapping. 2nd Edition*. John Willey & Sons, New York, 118p.
- Choanji, T. (2016a). Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra Satelit dan Digital Elevation Model (DEM) di Sungai Siak, Daerah Tualang dan Sekitarnya Sebagai Pertimbangan Pengembangan Pembangunan Wilayah. *Jurnal Saintis*, 16(2), 22–31.
- Choanji, T., & Indrajati, R. (2016). Analysis of Structural Geology based on Sattelite Image and Geological Mapping on Binuang Area, Tapin Region, South Kalimantan. In *GEOSEA XIV AND 45TH IAGI ANNUAL CONVENTION 2016 (GIC 2016)* (Vol. 45).
- Falorni G., Teles V., Vivoni V., Bras E.R. and Amaratunga K., 2005 *Analysis and Caharacterization of the Vertical Accuracy of Digital Elevation Models From the Shuttle Radar Topographic Mission*, *Journal Geophysical Research*, 110: F0205.
- Guo-an T., Strobl J., Jian-ya G., Mu-dan Z. and Zhen-jiang C., 2001 *Evaluation On The Acuracy of Digital Elevation Models*, *Journal of Geographical Sciences*, Vol. 11, No. 2.
- Harding, 1973 *Konsep Pemodelan Simple Shear*

Matson R.G. and Moore G.F., 1993 *Structural Influences on Neogene Subsidence in the Central Sumatra Fore- Arc Basin*, Geology and Geophysics of Continental Margins, AAPG Memoir 53, pp. 157-181.

Natawidjaja D.H. and Triyoso W., 2007 *The Sumatran Fault Zone-From Source To Hazard*, Journal of Earthquake and Tsunami, Vol. 1, No.1, pp. 21-47.

Nugrehi, Swastika. 2014, *The Geology Of Sumatera*.
https://www.slideshare.net/swastikaNugraheni/thegeology_of_sumatera. 17 november 2020.

Pulunggono A., Haryo S.A., and Kosuma C.G., 1992 *Pre-Tertiary Fault System As a Framework of The South Sumatra Basin; a Study of Sar-maps*, Proceedings 21st Annual Convention, IPA, pp. 339-360.

Rickard, 1972 Diagram Klasifikasi Sesar

Rock Dkk, 1983 Lembar Lubuk Sikaping

Rock Dkk 1980 Stratigrafi Sumatera Bagian Utara

Sakti Winanda, 2019 Geologi Daerah Manambin dan sekitarnya, Kecamatan Kotanopan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara, Pekanbaru Pemetaan Geologi Lanjut

Saleem T.A., 2013 *Analysis and Tectonic Implication of DEM-Derived Structural Lineaments, Sinai Peninsula, Egypt*, International Journal of Geosciences, pp. 183-201.

Sieh K. and Natawidjaja D., 2000 *Neotectonics Of The Sumatran Fault, Indonesia*, Journal Of Geophysical Research, Vol. 105, pp. 28, 295-28, 326.

SN Fajri Dkk, 2019, *Linemeant Analysis Of Digital Elevation Model to Identification of Geological Structure in Northem Manna Sub-Basin*, Bengkulu. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 636 012001

Van Bemmelen, R. W., 1949, *The Geology of Indonesia* vol. 1 A. Government Printing Office, the Hague, Martinus Nijhoff, vol. 1A, Netherlands

Van Zuidam. R.A., 1983, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. The Hague: Smits

