ANALISA STRUKTUR GOLOGI BERDASARKAN DATA CITRA LANDSAT 8 OLI/TIRS C2 L1, DAERAH PULAU PADANG DAN SEKITARNYA, KECAMATAN SINGINGI , KABUPATEN KUANTAN SINGINGI, PROVINSI RIAU

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Strata 1

Oleh :

LADY REDYAFRY

(143610267)

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam dengan kuasa-Nya yang sangat besar.
2. Kedua Orang tua tercinta atas do'a dan semangat yang tiada hentinya.
3. Adikku yang banyak membantu semangat dalam pencapaian tujuan ini.
4. Beberapa teman seangkatan sebagai partner lapangan yang tahan disegala cuaca.
5. Pak Dr. Husnul Kausarian selaku Pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai sesuai terget.
6. Pak Budi Prayitno, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibuk Fitri Mairizki, S.Si., M.Si. selaku dosen yang banyak membantu saya dalam segi penyelesaian berkas administrasi kampus dan skripsi ini hingga selesai sesuai target.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu - persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dan junjungan Besar Nabi kita Muhammad SAW, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat diberikan ketenangan berpikir dan semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu tanpa adanya suatu halangan yang berarti.

Penulisan laporan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar S1 Program Studi Teknik Geologi Universitas Islam Riau. Skripsi dengan judul **'' Analisa Struktur Gologi Berdasarkan Data Citra Landsat 8 OLI / TIRS C2 L1, Daerah Pulau Padang Dan Sekitarnya, Kecamatan Singingi , Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau".** Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa kegiatan perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu kedepannya.

Pekanbaru, 09 Agustus 2021

Penulis,

Ledy redyafry

143610267

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ABSTRAK

Struktur patahan dapat ditunjukkan dengan adanya indikasi yang berupa pola kelurusan sungai, adanya offset litologi, dan lainnya. Berdasarkan data citra satelit dan digital elevation model terdapat kemunculan indikasi adanya struktur patahan pada daerah Pulau Padang dan sekitarnya. Hal ini terlihat dari kelurusan Sungai Bukit Mudoh. Anomali ini sangat terlihat jelas pada pola aliran sungai yang menujukkan perubahan signifikan pada daerah hulu yang berbentuk trellis / berkelok kemudian berubah seketika menjadi bentuk straight/ lurus. Hal ini menunjukkan adanya indikasi struktur patahan. Berdasarkan kenampakan citra satelit terlihat adanya offset perbukitan yang bergeser dengan pergerakan patahan. Hal ini juga didukung dengan data pendukung kerangka tektonik cekungan sumatera tengah yang menandakan adanya fase kompresi selama Oligosen Tengah sampai Miosen Tengah dengan arah tegasan Utara – Selatan dan mengalami reaktivasi pada pliosen – pleistosen.

Kata kunci : Struktur, Geologi, koreksi atmosfer, Landsat 8.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ABSTRACT

The fault structure can be shown by indications in the form of river straightness patterns, lithological offsets, and others. Based on satellite image data and digital elevation models, there are indications of fault structures appearing in the Padang Island area and its surroundings. This can be seen from the straightness of the Bukit Mudoh River. This anomaly is very clearly visible in the flow pattern of the river which shows a significant change in the upstream area which is in the form of a trellis / winding and then changes instantly to a straight / straight shape. This indicates an indication of the fault structure. Based on the appearance of the satellite image, it can be seen that there is a hill o

ffset that shifts with the movement of the fault. This is also supported by data supporting the tectonic framework of the Central Sumatran Basin which indicates a compression phase during the Middle Oligocene to Middle Miocene with a direction of North – South stress and reactivation in the Pliocene – Pleistocene

Keywords : Structure, Geology, Atmospheric Correction, Landsat 8.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PERSETUJUAN ii

UCAPAN TERIMA KASIH iii

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAK v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR **xi**

DAFTAR TABEL **xiv**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Waktu dan Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian 3

1.6 Manfaat Penelitian 5

1.6.1 Manfaat Keilmuan 5

1.6.2 Manfaat Institusi 5

1.6.3 Manfat Pemerintahan 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

21 Fisiografi Regional Cekungan Sumatera Tengah 6

22 Tektonik Regional Cekungan Sumatera Tengah 7

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2.1 Fase 10 (Episode Pembentukan Batuan Dasar) 9
2.2.2 Fase F1 (Episode *Intra-Cratonic Rifting* dan *Rift Infill*) 9
2.2.3 Fase F2 (Episode *Interior Sag Basin*) 10
2.2.4 Fase F3 (Episode Kompresi 10
2.3 Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah 10
2.4 Teknologi Penginderaan Jauh 12
2.4.1 Satelit Penginderaan Jauh Landsat-8 14
2.4.2 Koreksi Radiometrik 16
2.4.3 Kalibrasi Radiometrik 17
2.4.4 Koreksi Atmosfer 19
2.5 Perangkat Lunak Pengolahan 21
2.6 Penelitian Terdahulu 22

BAB II METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan 23
3.1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah 23
3.1.2 Studi Literatur 23
3.1.3 Pengumpulan Data 23
3.1.4 Tahap Pengolahan Data 23
3.1.5 Tahap Analisa 24
3.1.6 Tahap Akhir 24
3.2 Data dan Peralatan 24
3.2.1 Data 24
3.2.2 Peralatan 24
3.3 Metodologi dan Penelitian 25
3.3.1 Tahap Persiapan 25
3.3.1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah 25
3.3.1.2 Studi Literatur 25
3.3.1.3 Pengumpulan Data 26
3.3.1.4 Pengolahan Data 26

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.3.1.5 Tahap Analisa 26
3.3.1.6 Tahap Akhir 26
3.4 Pengambilan Data 26
3.4.1 Pengolahan Data 27
3.4.1.1 Koreksi Radiometrik 27
3.4.1.2 Koreksi Atmosfir 27
3.4.1.3 Penajaman Citra 27
3.4.1.4 Peta Geologi Struktur Regional 28
3.4.1.5 Pengamatan geologi lapangan di lokasi penelitian 28
3.4.1.6 Pemotongan Citra 28
3.4.1.7 Interpretasi Geologi 28
3.4.1.8 Klasifikasi Citra 28
3.4.1.9 Citra Terklasifikasi 28
3.4.1.10 Peta Struktur Geologi 28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Pra Pengolahan Citra Satelit Landsat 30
4.1.1 Kalibrasi Radiometrik 30
4.1.2 Koreksi Atmosfer 31
4.2 Pengamatan Geologi Lapangan 32
4.2.1 Verifikasi Pengamatan Geologi Lapangan 32
4.3 Pengolahan Citra Satelit Landsat 8 untuk Kajian Geologi 34
4.3.1 Geomorfologi Daerah Penelitian 34
4.3.1.1 Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi 35
4.3.1.2 Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sisa Terdenudasi 36
4.3.1.3 Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sembul (Horst) Struktural 37
4.3.2 Pola Aliran Sungai 38
4.3.2.1 Pola Aliran Sungai Trellis 38

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.3.2.2 Pola Aliran Sungai Sub-Dentritik 32
4.4 Struktur Geologi Daerah Penelitian 40
4.4.1 Penafsiran Pola Kelurusan Punggungan 41
4.4.2 Analisis Dan Interpretasi Pola Struktur Geologi 43
4.4.3 Struktur Kekar 44
4.4.3.1 Hasil Analisi Kekar tegasan stasiun 7 45
4.4.3.2 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 15 46
4.4.3.3 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 22 47
4.4.3.4 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 40 48
4.4.4 Struktur Sesar 48
4.4.4.1 Sesar Geser Bukit Mudoh Diperkirakan 49
4.4.4.2 Sesar Naik Bukit Mudoh Diperkirakan 49

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 50
5.2 Saran 50

DAFTAR PUSTAKA

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi kesampaian Daerah dan administrasi daerah Penelitian 4

Gambar 2.1 Peta Fisiografi Cekungan di Sumatera(Mertoso dan Nayoan, 1974) 6

Gambar 2.2 Elemen Tektonik yang Mempengaruhi Cekungan Sumatera Tengah 8

Gambar 2.3 Tektonostratigrafi Cekungan Sumatera Tengah (Heidrick dan Aulia, 1993) 11

Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian 25

Gambar 3.2 Tahap pengolahan data 29

Gambar 4.1. Keberadaan *lineament* berupa garis putus-putus warna hitam pada citra Landsat 8 dengan komposit warna kanal 5, 6, dan 7 sebagai *RGB* *33*

Gambar 4.2. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *RGB* kanal 5, 4, dan 3 untuk interpretasi tutupan lahan 35

Gambar 4.3. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi, dengan arah foto N 243 ^{0}E 36

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.4. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi, dengan arah foto N 284 ^{0}E 37

Gambar 4.5. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Sangat Curam Struktural, dengan arah foto N 116 ^{0}E 38

Gambar 4.6. Pola Pengaliran Daerah Penelitian 39

Gambar 4.7. Penampang sungai berbentuk "U" lebar sungai ±18 meter di bawah kaki Bukit Mudoh Dengan arah foto N 168 ^{0}E tersingkap lapisan batupasir dengan aliran sungai relatif kuat dijumpai adanya dataran banjir, point bar 40

Gambar 4.8. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *band ratio RGB* kanal 4/2, 5/6, dan 6/7 untuk interpretasi geologi 41

Gambar 4.9. Kenampakan pada citra DEM (Digital Elevation Model) Pola Kelurusan Punggungan daerah penelitian berarah Baratlaut – Tenggara 42

Gambar 4.10. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *RGB* kanal 5, 6, dan 7 untuk interpretasi Struktur Geologi 43

Gambar 4.11. Data kekar dan Analisis Tegasan berarah Barat daya

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

- Timur Laut, Foto di ambil pada stasiun 7, arah lensa menghadap Barat 45

Gambar 4.12. Data Kekar dan Analisis tegasan berarah Barat daya - Timur Laut, Insert singkapan kekar foto di ambil pada stasiun 15 dengan arah lensa menghadap Barat laut 46

Gambar 4.13. Data Kekar dan Analisis tegasan berarah Barat daya - Timur Laut. insert singkapan kekar foto di ambil pada stasiun 22 dengan arah lensa menghadap Barat laut 47

Gambar 4.14. Data Kekar dan Analisis tegasan stasiun 40 berarah Barat daya - Timur Laut, insert singkapan kekar arah lensa menghadap timur laut 48

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal Penelitian 4

Tabel 2.1 Spesifikasi kanal spektral sensor pencitra *LDCM* Landsat 8 15

Tabel 4.1. Parameter koreksi atmosfer dari *6SV* 31

Tabel 4.2. Hasil pengukuran kekar dilapangan 44

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pulau Sumatra terdapat Pegunungan Bukit Barisan, yang merupakan jajaran pengunungan yang membentang sepanjang 1.650 km Sumatra. Struktur patahan di Sumatra berkembang mulai dari pra tersier hingga periode plisen – pleistosen. Tektonik saat ini di Sumatra Tengah terutama di Daerah Riau dan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh subduksi lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia. Dengan kisaran rata – rata 60 mm/tahun (Prawirodirdjo dan Bock, 2004) pergerakan lempeng terus terjadi. Hal ini dapat memicu pergerakan, sebagian kecil dari Provinsi Riau yang tersentuh oleh zona Bukit Barisan seperti Daerah Pulau Padang Kabupaten Kuantan Singingi.

Pada citra Landsat 8 telah diterapkan koreksi geometri sistematik, namun masih perlu dilakukan koreksi radiometrik karena data citra berformat Digital Number (DN). Terdapat dua jenis produk luaran citra berformat reflektan yang dihasilkan, yaitu Top of Atmosphere (TOA) atau reflektan yang tertangkap sensor dan Bottom of Atmosphere (BOA) atau reflektan pada objek yang telah terkoreksi atmosfer, Kombinasi kanal citra Landsat 8 menggunakan kombinasi kanal 5, 6, dan 7 dalam susunan kanal merah, hijau, dan biru (red green blue/RGB). Kanal 5, 6, dan 7 merupakan kanal infra merah. Citra kombinasi kanal ini akan menghasilkan citra komposit dengan warna semu (pseudocolor). Kanal ini peka terhadap perubahan jenis batuan sehingga sebaran batuan dapat diidentifikasi dari citra komposit ini.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melihat adanya indikasi kemunculan struktur – struktur patahan menggunakan data citra satelit secara visual yang terletak di Daerah Pulau Padang dan Sekitarnya, sehingga di dapat hasil Pengamatan geologi lapangan juga dilakukan untuk merekam data kondisi geologi berupa jenis litologi, struktur geologi yang berkembang, pola aliran maupun struktur geologi yang berkembang terkini di lokasi telitian.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.2 Perumusan Masalah

Analisa struktur geologi pada daerah penelitian sangat menarik dilakukan karena dapat menghasilkan informasi yang berguna bagi kelanjutan penelitian terkait kondisi detail struktur geologi berkembang.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini antara lain adalah:

a) Bagaimanakah analisa citra satelit Landsat 8 yang dilakukan terhadap interpretasi Struktur geologi di Daerah Pulau Padang dan Sekitarnya ?

b) Bagaimanakah kondisi geologi yang dihasilkan seperti struktur geologi, pola aliran sungai serta morfologi yang berkembang di Daerah Pulau Padang dan Sekitarnya ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

a. Penelitian dilakukan di Daerah Pulau Padang dan Sekitarnya, Kabupaten Kuantan Singingi.
b. Citra satelit yang digunakan adalah hasil perekaman dari satelit Landsat 8 OLI/TIRS C2 L1 pada *Path* 127 dan *Row* 60.
c. Data pengamatan lapangan (*groundtruth*), meliputi posisi, serta pengamatan geologi lapangan Daerah Penelitian.
d. Metode pengolahan citra satelit Landsat 8 yang digunakan adalah *colour composite*, *band ratio*, dan interpretasi serta delineasi sebaran struktur geologi yang berkembang, sebaran batuan dan obyek geologi lainnya di lokasi penelitian.
e. Hasil penelitian ini mnggunakan analisia visual citra landsat 8 adalah kondisi geologi berupa hasil secara visual Peta Struktur geologi, peta geologi, peta geomorfologi dan peta pola aliran sungai akibat ubahan struktur yang berkembang di lokasi penelitian.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.4 Tujuan Penelitian

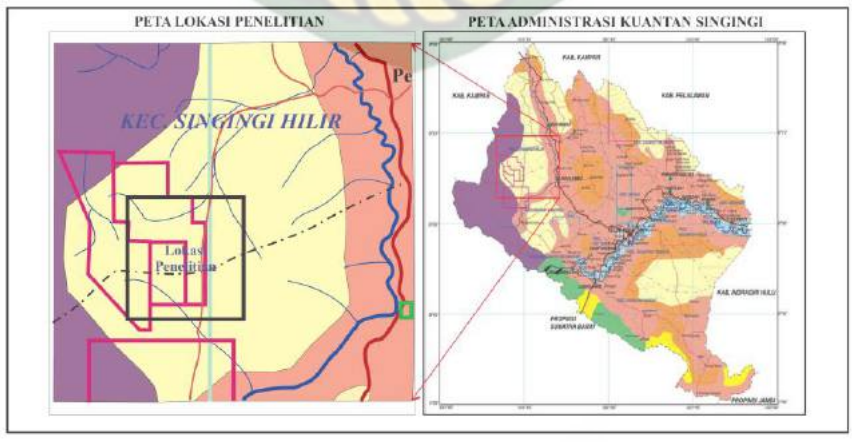
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

a. Untuk Untuk mengetahui metode analisa citra satelit Landsat 8 OLI / TIRS C2 L1 yang dilakukan dalam menginterpretasikan kondisi geologi daerah penelitian
b. mengetahui metode analisa citra satelit Landsat 8 OLI / TIRS C2 L1 yang dilakukan dalam kondisi geologi berupa hasil secara visual yang menghasilkan Peta Struktur geologi/peta struktur gologi, peta geologi, peta geomorfologi dan peta pola aliran sungai akibat struktur yang berkembang di lokasi penelitian.

1.5 Lokasi dan Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif, daerah penelitian termasuk ke daerah desa pulau padang dan sekitarnya, kecamatan singingi, kabupaten kuantan singingi, provinsi riau. daerah penelitian terletak disebelah barat daya kecamatan singingi dan berjarak ± 30 km atau sekitar 30 menit dari kecamatan singingi hilir desa tanko petai, dengan luas daerah penelitian adalah 5 × 5 km dengan total luas 25 km^2.

Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat 00^0 24’ 00’’- 00^0 27’ 23’’ S dan 101^0 16’ 56’’- 101^0 19’ 25’’ E yang tercakup pada Peta administrasi kabupaten kuantan singingi (gambar 1.1). daerah pemetaan sebagian besar terdiri dari hutan yang lebat, perkebunan, serta pemukiman penduduk yang umumnya memiliki mata pencaharian sebagai petani dan penambang emas tradisional.



Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 1.1 Peta Lokasi kesampaian Daerah dan administrasi daerah penelitian.

Penelitian akan dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan Mei 2021 hingga agustus 2021, Penelitian akan dikerjakan dalam tiga tahap:

1. Tahap studi literature dan pengajuan izin ke Pemerintah Daerah setempat .
2. Tahap pengerjaan lapangan yang daerah penelitian.
3. Tahap analisa dan pembahasan hasil Skripsi.

Tabel 1.1. Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Mei		Juni		Juli		Agustus		Septmbe	
		15	17	21	26	1	12	12		1/2	3/4
1	Persiapan: administrasi dan pemilihan judul skripsi (perbaikan proposal usulan penelitian) dan perizinan.										
2	Kerja Lapangan, penelitian lapangan, data primer, sekunder, komunikasi dan konsultasi										
3	Persiapan analisis visual citra landsat 8, Komunikasi dan konsultasi										
4	Penulisan hasil penelitian dalam bentuk laporan akhir ; Komunikasi dan konsultasi										
5	Presentasi hasil penelitian skripsi ; Seminar hasil Skripsi, diskusi, mencatat koreksi dan masukan (Notulen)										

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1.6.1 Manfaat Keilmuan

Manfaat penelitian ini bagi bidang keilmuan adalah :

a. Memahami pengolahan data visual citra satelit 8 OLI/TIRS C2 L1.

b. Menambah khazanah pengetahuan mengenai studi lingkungan pengendapan khususnya pada Analisa struktur geologi daerah penelitian.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

c. Memperkuat pemahaman mengenai penerapan aplikasi metoda geologi lapangan yang nyata dalam kaitannya dengan kerangka berfikir yang disesuaikan dengan konsep-konsep serta kaidah-kaidah geologi yang berlaku.

d. Kemampuan mengintegrasikan analisis data geologi yang diperoleh dari data visual citra landsat maupun data lapangan.

1.6.2 Manfaat Institusi

Manfaat penelitian yang dapat dilakukan penulis bagi pihak institusi berupa :

a. Melengkapi dan menambah hasil studi maupun data-data yang belum terlengkapi dari penelitian terdahulu, khususnya yang terkait dengan daerah penelitian.

b. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memajukan dunia pendidikan yang terkait dengan ilmu kebumian dan bahan galian batubara, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

1.6.3 Manfaat Pemerintahan

Manfaat penelitian dalam kebijakan dapat dipakai sebagai salah satu dasar pengambilan keputusan oleh pemerintah daerah atau instansi terkait dengan kebijakan eksistensi pembangunan daerah setempat.

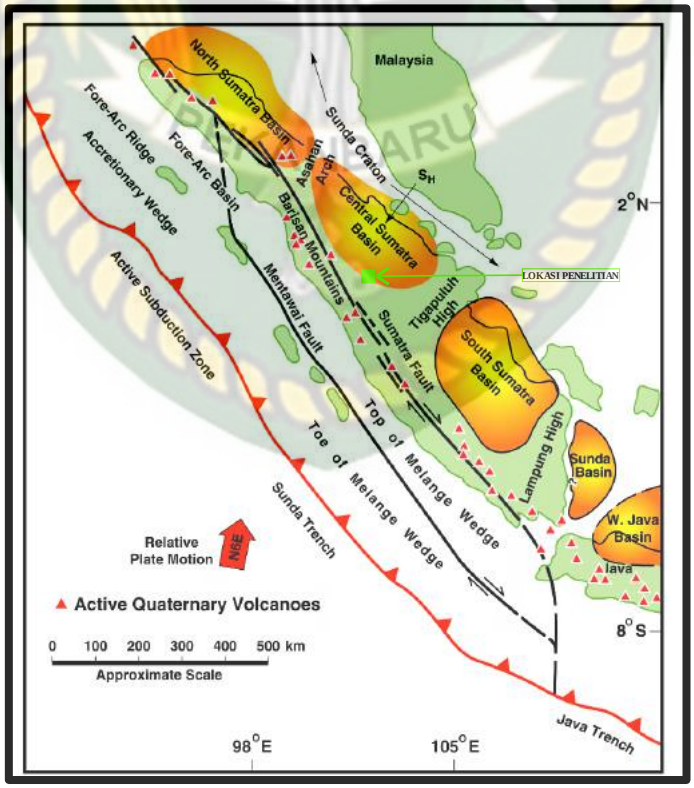
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiografi Regional Cekungan Sumatera Tengah

Cekungan Sumatera tengah merupakan cekungan yang terbentuk di belakang busur magmatic selama Tersier Awal (Eosen – Oligosen) sebagai rangkaian struktur setengah graben yang dipisahkan oleh suatu *block horst*, sebagai hasil dari terjadinya proses penunjaman lempeng Samudra Hindia menyusup ke bawah lempeng benua Asia (Mertosono dan Nayoan, 1974). Cekungan ini dapat dilihat pada gambar 2.1 yang berbentuk asimetris yang mengarah barat laut-tenggara, bagian yang terdalam terletak pada bagian barat daya dan melandai ke arah timur laut.



Gambar 2.1 Peta Fisiografi Cekungan di Sumatera (Mertoso dan Nayoan, 1974).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Cekungan Sumatera Tengah di bagian barat dan barat daya dibatasi oleh Bukit Barisan, bagian timur oleh Semenanjung Malaysia, bagian utara dibatasi oleh Busur Asahan, disebelah tenggara oleh dataran tinggi Tigapuluh dan di sebelah timur laut oleh Kraton Sunda sedangkan batas bagian selatan tidak diketahui secara baik (Heidrick dan Aulia, 1993). Selanjutnya bentukan setengah *graben* ini diisi oleh sedimen klastik *non-marine* dan *lacustrine* dari kelompok pematang di beberapa bagian cekungan (*graben) yang dalam.*

Empat bentukan khas dari Cekungan Sumatera Tengah yaitu : Tinggian Kubu (Kubu High) dibagian Barat Laut, *central deep* pada bagian tengah cekungan, Bukit Barisan (*Mountain Front)* pada bagian Barat cekungan dan Tinggian Rokan (*Rokan Uplift)* serta Dataran Pantai (*Coastal Plain)* dibagian timur cekungan.

2.2 Tektonik Regional Cekungan Sumatera Tengah

Struktur geologi regional Cekungan Sumatera Tengah dicirikan oleh blok-blok patahan. Sistem blok-blok patahan ini mempunyai orientasi penjajaran utara-selatan membentuk rangkaian *Horst* dan *Graben.* Ada dua pola struktur di Cekungan Sumatera Tengah, yaitu pola-pola yang lebih tua cenderung berarah utara-selatan dan pola-pola yang lebih muda yang barat laut-tenggara (Nayoan dan Mertosono, 1974). Bentuk struktur yang saat ini ada di Cekungan Sumatera Tengah dan Sumatera Selatan dihasilkan oleh sekurang-kurangnya tiga fase tektonik utama yang terpisah, yaitu Orogenesa Mesozoikum Tengah, Tektonik Kapur Akhir – Tersier Awa dan Orogenesa Plio-Pleistosen.

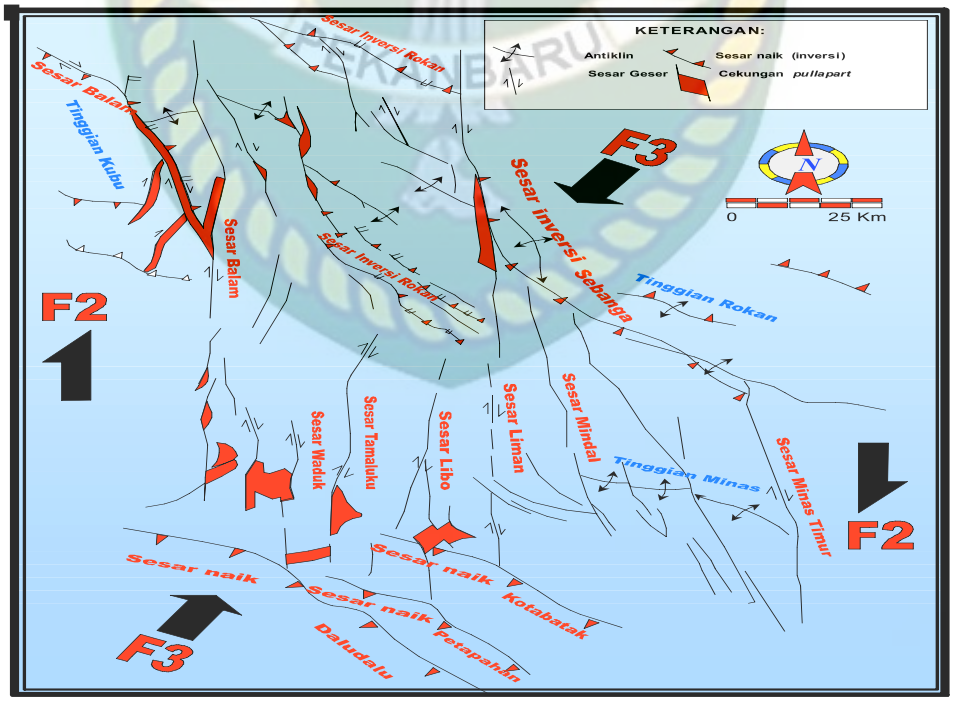
Orogenesa Mesozoikum Tengah merupakan sebab utama termalihkannya endapan-endapan Paleozoikum dan Mesozoikum. Endapan-endapan tersebut tersesarkan dan terlipatkan menjadi blok-blok struktural berukuran besar yang selanjutnya diterobos oleh batholit-batholit granit. Lajur-lajur batuan metamorf ini tersusun oleh strata dengan litologi yang berbeda, baik tingkat metamorfisme maupun intensitas deformasinya (De Coster, 1974). Cekungan Sumatera Tengah mempunyai dua set sesar berarah utara-selatan dan barat laut-tenggara. Sesar – sesar yang berarah utara-selatan diperkirakan berumur Paleogen, sementara yang berarah barat laut-tenggara berumur Neogen Akhir. Kedua kelompok sesar ini

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

berulang kali diaktifkan sepanjang Tersier oleh gaya-gaya yang bekerja (Eubank dan Makki, 1981).

Cekungan Sumatera Tengah memiliki batuan dasar Pra-Tersier yang dangkal, sehingga sedimen yang menutupinya sangat mudah dipengaruhi oleh tektonik batuan dan banyak dijumpai struktur. Posisi tumbukan yang menyudut antara Lempeng Asia Tenggara dengan Samudra Hindia di Sumatera telah menimbulkan gaya geser menganan *(Dextral Wrenching Fault)* yang kuat. Dengan demikian struktur-struktur yang ada di Cekungan Sumatera pada umumnya memiliki karakteristik *wrench tectonic*, termasuk sesar-sesar yang mempunyai dip besar, seperti *upthrust* dan *flower structure*. Struktur-struktur tersebut mempunyai arah *dip* timur laut dan *strike* barat laut, sehingga membentuk sudut yang besar terhadap vector konvergen.

Sumatera Tengah telah mengalami beberapa fase deformasi yang kompleks dan hal tersebut secara langsung telah mempengaruhi distribusi batuan induk, perkembangan dan pembentukan reservoir dan struktur geologinya.



Gambar 2.2 Elemen Tektonik yang Mempengaruhi Cekungan Sumatera Tengah.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perkembangan struktur geologi Cekungan Sumatera Tengah sangat berhubungan dengan pergerakan regional litosfer dan interaksi antar lempeng minor (G. Kempt, 1997). Setidaknya ada empat episode tektonik regional yang mempengaruhi pola struktur geologi regional Sumatera Tengah, yaitu (1) pegerakan India ke utara (± 45 jtyl), (2) Pemekaran Laut Cina Selatan (37 - 17 jtyl) dan pembukaan Laut Andaman (17 jtyl), (3) Penunjaman Lempeng Indo-Australia sepanjang Palung sunda (13 - 0 jtyl), tumbukan bagian barat Lempeng Australia dengan Palung Sunda-Jawa dan Busur Luar Banda (5 jtyl) (Kempt, et.al 1997).

Proses tektonik yang terjadi di Cekungan Sumatera Tengah merupakan factor pengontrol utama dalam proses pengendapan sedimen. Oleh sebab itu pembahasan stratigrafi diletakkan dalam kerangka tektonostratigfrafi atau fase-fase pembentukan cekungan. Heidrick dan Turlington (1995) membagi empat tahapan tektonostratigrafi sebagai berikut :

2.2.1 Fase 10 (Episode Pembentukan Batuan Dasar)

Terjadi pada akhir Paleozoik sampai Mesozoik. Pada fase ini diiringi dengan terbentuknya batuan dasar (*basement)* Cekungan Sumatera Tengah. *Basement* tersebut terdiri dari empat kelompok, yaitu Kelompok Mutus, Malaka, Mergui, dan Tapanuli Selatan.

2.2.2 Fase F1 (Episode *Intra-Cratonic Rifting* dan *Rift Infill*)

Terjadi pada Eosen sampai Oligosen disebut juga fase *rifting* dan *rifting infill.* Fase tektonik ini disebut juga sebagai fase *intra-cratonic rifting* dan *rift infill*. *Rifting* pada basement terlihat dengan gejala tektonik pembentukan *graben* dan *half graben* yang berarah utara-selatan dengan pengendapan kelompok pematang. Fase tektonik ini hampir sama dengan fase tektonik menurut Coster (1974) dan Eubank dan Makki (1981) pada akhir Kapur sampat Tersier Awal.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2.3 Fase F2 (Episode *Interior Sag Basin*)

Terjadi pada akhir Oligosen sampai Miosen tengah, disebut juga fase *interior sag basin.* Pada fase ini gejala tektonik yang terjadi yaitu penurunan atau pelengkungan (*crustal sagging), dextral wrenching* dan pembentukan zona rekahan *transtensional* dengan strike N 0^0 – 20^0 E. Pada periode ini diikuti dengan penurunan cekungan kembali dan transgresi yang diiringi dengan pengendapan kelompok Sihapas.

2.2.4 Fase F3 (Episode Kompresi)

Terjadi pada akhir Miosen sampai Rosen, disebut juga fase kompresi gejala tektonik F3 bersamaan dengan *sea floor spreading* Laut Andaman, pengangkatan regional, terbentuknya jalur pegunungan vulkanik, *right lateral strike slip* sepanjang Bukit Barisan dengan ara N 35^0 W $\pm 10^0$ dan kompresi *upthrusting* sepanjang Cekungan Sumatera Utara dan Tengah dengan arah gaya NE – SW. Pada fase ini terbentuk ketidakselarasan regional dan diendapkan Formasi Petani dan Minas di atas Kelompok Sihapas.

2.3 Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah

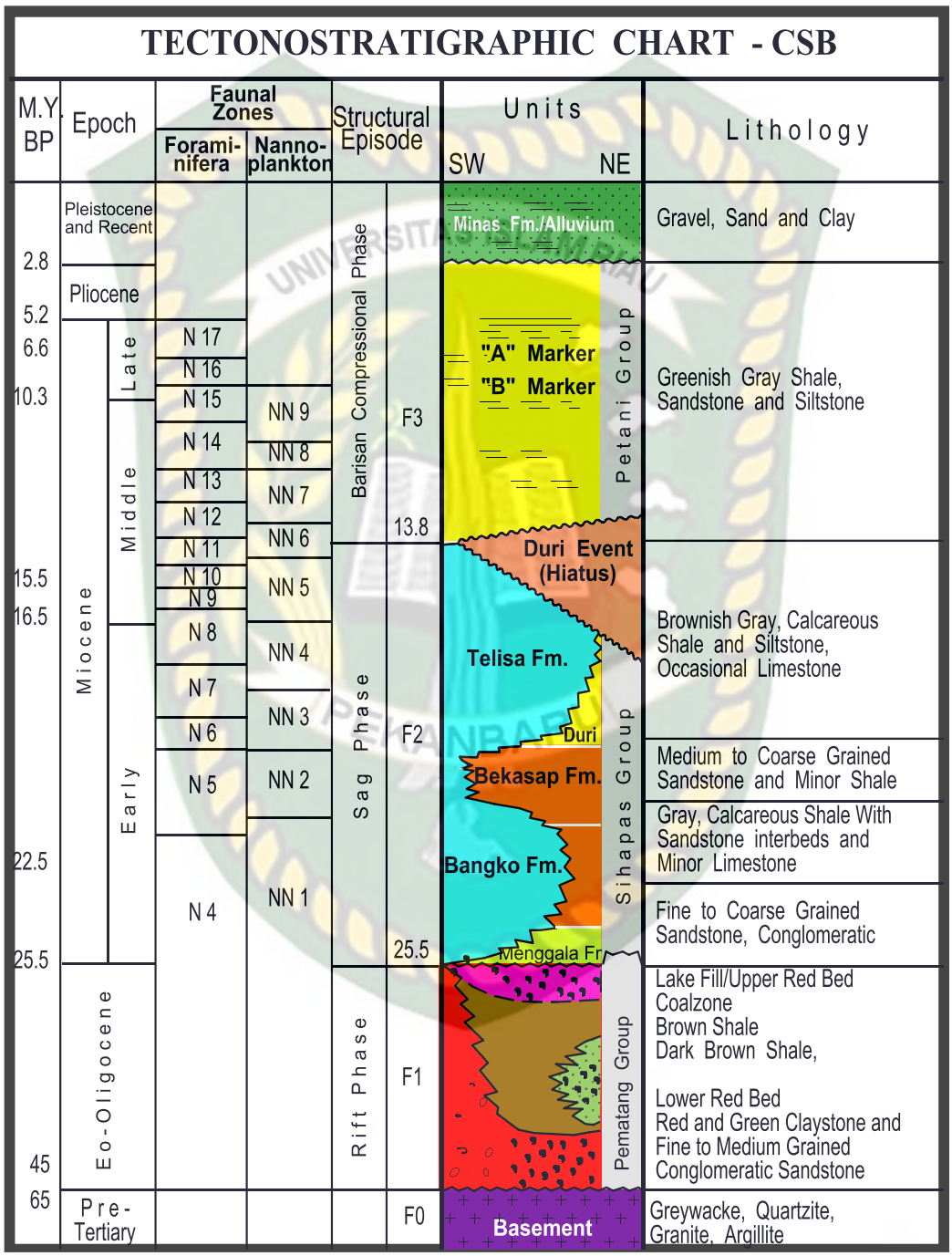
Stratigrafi regional Cekungan Sumatera Tengah tersusun dari beberapa unit formasi dan kelompok batuan dari yang tua ke yang muda, yaitu batuan dasar (*basement),* Kelompok Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Petani, dan Formasi Minas.

Kelompok Pematang, diendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar, kelompok ini berumur Eosen – Oligosen. Sedimen kelompok ini umumnya diendapkan pada lingkungan danau, sungai, dan delta.

Kelompok Petani, Kelompok Petani diendapkan secara tidak selaras di atas Kelompok Sihapas. Kelompok Petani terdiri dari Lower Petani yang merupakan endapan laut (marine) dan Upper Petani yang merupakan endapan laut sampai delta. Formasi ini diendapkan mulai dari lingkungan laut dangkal, pantai,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dan ke atas sampai lingkungan delta yang menunjukkan penurunan muka air laut. berumur Miosen Atas – Pliosen Bawah.



Gambar 2.3 Tektonostratigrafi Cekungan Sumatera Tengah (Heidrick dan Aulia, 1993).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Formasi Minas, Formasi Minas merupakan endapan Kuarter yang terdapat secara tidak selaras di atas Kelompok Petani. Tersusun atas pasir dan kerikil, pasir kuarsa lepas berukuran halus sampai sedang serta limonit berwarna kuning yang diendapkan pada lingkungan fluvial sampai darat.

2.4 Teknologi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, dan fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 2000). Observasi dilakukan dengan menggunakan wahana terbang dan satelit. Secara khusus, penginderaan jauh merupakan suatu metode untuk mendeteksi dan menghitung karakteristik suatu target objek dengan menggunakan energi elektromagnetik termasuk cahaya, panas, dan gelombang radio.

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri dari beberapa elemen meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek, sensor, dan sistem pengolahan data. Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera disebut sensor. Sensor pengumpul data penginderaan jauh umumnya dipasang dalam suatu platform yang berupa pesawat terbang atau satelit. Data penginderaan jauh berupa citra (*imagery*). Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informas tentang objek, daerah atau fenomena yang diteliti. Proses penerjemahan data penginderaan jauh menjadi informasi disebut interpretasi data. Apabila interpretasi dilakukan secara digital maka disebut interpretasi citra digital (*digital image interpretation*).

Seluruh sistem penginderaan jauh memerlukan sumber energi baik aktif (misalnya, sistem penginderaan jauh radar) maupun pasif (misalnya, sistem penginderaan jauh satelit secara optik). Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik yang meliputi sinar gamma, x, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Spektrum

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

elektromagnetik yang biasa digunakan dalam penginderaan jauh adalah sebagian dari spektrum ultraviolet (0,3 – 0,4 mm), spektrum tampak (0,4 – 0,7 mm), spektrum inframerah dekat (0,7 – 1,3 mm), spektrum inframerah thermal (3 – 18 mm), dan gelombang mikro (1 mm – 1 m).

Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem aktif dan sistem pasif.

a. Sistem Aktif. Pada wahana yang menggunakan sistem aktif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Aster, Landsat, SPOT, NOAA, MODIS dan lainnya.

b. Sistem Pasif. Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor radar (*radio detecting and ranging*) yang terintegrasi pada wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS dan lainnya.

Teknologi penginderaan jauh dapat diaplikasikan sebagai metode dalam analisa kondisi geologi suatu wilayah, interpretasi citra dapat membedakan jenis litologi penyusun, bentuk-bentuk struktur geologi yang berkembang, serta morfologi yang ada pada suatu wilayah.

Analisa citra satelit untuk menginterpretasikan kondisi geologi pada suatu wilayah dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik analisa citra, antara lain *Color composite* (membuat *false color combination* – FCC), *Band ratio* atau *band index, Principle component analysis* (PCA), *Minimum noise fraction* (MNF), *Spectral analysis, Supervised* dan *unsupervised classification*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.4.1 Satelit Penginderaan Jauh Landsat-8

Program Landsat adalah program untuk mendapatkan citra bumi dari luar angkasa. Satelit Landsat pertama diluncurkan pada tahun 1972 dan yang paling akhir Landsat 8, diluncurkan tanggal 11 Februari 2013. Instrumen satelit-satelit Landsat telah menghasilkan jutaan citra. Citra-citra tersebut diarsipkan di Amerika Serikat dan stasiun-stasiun penerima Landsat di seluruh dunia yang memiliki sumberdaya untuk riset perubahan global dan aplikasinya pada pertanian, geologi, kehutanan, perencanaan daerah, pendidikan, dan keamanan nasional. *Landsat Data Continuity Mission* (*LDCM*) atau dikenal juga dengan nama Landsat 8 merupakan satelit generasi terbaru dari Program Landsat. Satelit ini merupakan project gabungan antara USGS dan NASA beserta NASA *Goddard Space Flight Center* .

Satelit Landsat 8 yang direncanakan mempunyai durasi misi selama 5 – 10 tahun ini, dilengkapi dua sensor yang merupakan hasil pengembangan dari sensor yang terdapat pada satelit-satelit program Landsat sebelumnya. Kedua sensor tersebut yaitu :

1. *Onboard Operational Land Imager (OLI)* pada Landsat 8 yang merupakan buatan Ball Aerospace. Sistem sensor ini memiliki 9 (sembilan) kanal dan terdapat 2 (dua) kanal yang baru, yaitu: *Deep Blue Coastal*/*Aerosol Band* (0,433 – 0,453 mikrometer) untuk deteksi wilayah pesisir serta *Shortwave-InfraRed Cirrus Band* (1,360 – 1,390 mikrometer) untuk deteksi awan cirrus.
2. *Sensor Thermal InfraRed Sensors (TIRS).* Instrumen ini juga terdapat pada satelit Landsat 8. Sensor ini dibuat oleh NASA *Goddard Space Flight Center*, terdapat 2 (dua) kanal pada region *thermal* yang mempunyai resolusi spasial 100 meter.

Dibandingkan versi-versi sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi kanal-kanal yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 (tiga) warna

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (*RGB*). Dengan makin banyaknya kanal sebagai penyusun komposit *RGB*, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi (*USGS*, 2013).

Sebelumnya tingkat keabuan (*Digital Number*/*DN*) pada citra Landsat berkisar antara 0 – 255. Dengan hadirnya Landsat 8, nilai *DN* memiliki interval yang lebih panjang, yaitu 0 – 65535. Kelebihan ini merupakan akibat dari peningkatan sensitifitas Landsat dari yang semula tiap piksel memiliki kuantifikasi 8 bit, sekarang telah ditingkatkan menjadi 16 bit. Tentu saja peningkatan ini dapat lebih membedakan tampilan obyek-obyek di permukaan bumi sehingga mengurangi terjadinya kesalahan interpretasi. Tampilan citra pun menjadi lebih halus, baik pada kanal multispektral maupun pankromatik (*USGS*, 2013).

Terkait resolusi spasial, Landsat 8 memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada Landsat 5 dan Landsat 7. Umumnya kanal pada *OLI* memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15m. Dengan demikian produk-produk citra yang dihasilkan oleh Landsat 5 dan Landsat 7 pada beberapa dekade yang lampau masih relevan bagi studi data *time series* terhadap Landsat 8 (*USGS*, 2013).

Tabel 2.1 Spesifikasi kanal spektral sensor pencitra *LDCM* Landsat 8

Type Landsat	**Kanal**	**Panjang Gelombang (mikrometer)**	**Resolusi (meter)**
Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) Dan	Kanal 1 - *Coastal Aerosol*	0,43 – 0,45	30
	Kanal 2 – *Blue*	0,45 – 0,51	30
	Kanal 3 – *Green*	0,53 – 0,59	30
	Kanal 4 – *Red*	0,64 – 0,67	30
	Kanal 5 – *Near Infrared* (*NIR*)	0,85 – 0,88	30

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Kanal 6 - *SWIR* 1	1,57 – 1,65	30
	Kanal 7 - *SWIR* 2	2,11 – 2,29	30
	Kanal 8 – *Panchromatic*	0,50 – 0,68	15
	Kanal 9 – *Cirrus*	1,36 – 1,38	30
	Kanal 10 – *Thermal Infrared* (*TIRS*) 1	10,60 – 11,19	100
	Kanal 11 - *Thermal Infrared* (*TIRS*) 2	11,50 – 12,51	100

2.4.2 Koreksi Radiometrik

Citra satelit pada umumnya mengandung nilai DN asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya yang berdampak pada hasil informasi yang kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai sudut perekaman, lokasi matahari, kondisi cuaca dan faktor pengaruh lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel dengan cara mengkonversi nilai DN menjadi nilai unit spektral reflektan (reflectance). Proses koreksi radiometrik dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama, yaitu :

1. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor (koreksi radiometri sistematik)
2. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal (*reflectance*)
3. Koreksi atmosfer adalah Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor sering disebut sebagai koreksi radiometrik sistematik. Pada umumnya produk standar data citra optik resolusi menengah sudah dilakukan koreksi radiometrik sistematik. Namun informasi dari hasil koreksi sistematik belum sesuai dengan kondisi objek sesungguhnya dikarenakan pada saat radiasi elektromagnetik direkam oleh

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sensor satelit, radiasi elektromagnetik telah melewati atas atmosfer dan atmofer bumi sebanyak dua kali, yaitu pada saat sinar matahari mengenai objek dan pada saat objek merefleksikannya ke sensor. Pada proses ini telah terjadi absorpsi dan penghamburan radiasi yang arahnya dapat berubah. Oleh karena dampak dari proses ini adalah adanya *effect haziness* yang mengurangi kontras citra dan *effect adjacency* yang mana nilai radian direkam berdasarkan dari penggabungan dari nilai hamburan piksel yang terdekat. Untuk mengurangi efek tersebut, maka perlu untuk dilakukan koreksi akibat kesalahan faktor eksternal dan koreksi atmosfer.

Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal adalah koreksi radiometrik yang disebabkan oleh perbedaan posisi matahari, sudut perekaman, dan topografi wilayah. Sedangkan proses koreksi radiometrik karena faktor eksternal atmosfer meliputi koreksi atmosfer atas (*Top of Atmosphere*), *Bidirectional Reflectance Difference Function* (*BRDF*), dan *Slope Correction*. Hasil dari koreksi radiometrik karena faktor eksternal biasanya berupa nilai reflektan objek yang merupakan rasio dari radian terhadap irradian.

2.4.3 Kalibrasi Radiometrik

Reflektan (r*eflectance*) didefinisikan sebagai persentase rasio antara jumlah energi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan (ϕ_r) oleh permukaan dengan jumlah energi gelombang elektromagnetik yang datang (ϕ_i). Pantulan energi gelombang elektromagnetik pada permukaan suatu obyek dapat terjadi secara satu arah (*specular*) yaitu seperti pantulan cermin ataupun secara menyebar (*diffuse*). Pantulan satu arah terjadi pada permukaan obyek yang rata sehingga gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke satu arah tertentu. Sedangkan pantulan secara menyebar terjadi pada permukaan yang kasar sehingga pantulan gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke segala arah.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Kalibrasi radiometrik untuk memperoleh reflektan *TOA* dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama adalah konversi nilai *DN* menjadi nilai spektral radian, dan tahap kedua adalah konversi nilai spektral radian menjadi nilai spektral reflektan (Kustiyo, 2014). Dan satu tahap dengan melakukan koreksi sudut matahari untuk memperoleh nilai reflektan *TOA* terkoreksi.

1. Mengkonversi nilai *DN* ke nilai spektral radian ($L\lambda$)

   Rumus yang digunakan untuk mengubah *DN* ke radian (L) adalah sebagai berikut (*USGS*, 2013):

   $L\lambda = M_L Q_{cal} + A_L$

   dimana:

   $L\lambda$ = Nilai radian *TOA* (watts/(m^2*srad*μm))

   M_L = *Band-specific multiplicative rescaling factor* dari metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, dimana x merupakan nomer band)

   A_L = *Band-specific additive rescaling factor* dari metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, dimana x merupakan nomer band)

   Q_{cal} = *Quantized and calibrated standard product pixel values* (*DN*)

2. Merubah nilai *DN* ke nilai reflektan *TOA* ($\rho\lambda'$)

   Konversi *DN* bisa juga dilakukan langsung menjadi reflektan dengan menggunakan rumus berikut (*USGS*, 2013):

   $\rho\lambda = M_\rho Q_{cal} + A_\rho$

   dimana:

   $\rho\lambda$ = Nilai reflektan *TOA*, tanpa koreksi sudut matahari.

   M_ρ = *Band-specific multiplicative rescaling factor* dari metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, dimana x merupakan nomer band)

   A_ρ = *Band-specific additive rescaling factor* dari metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, dimana x merupakan nomer band)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Q_{cal} = *Quantized and calibrated standard product pixel values* (*DN*)

3. Merubah nilai reflektan *TOA* ($\rho\lambda''$) ke nilai reflektan *TOA* terkoreksi ($\rho\lambda^*$) Berikut rumus untuk mengoreksi *reflectance* dengan *solar angle* (*USGS*, 2013) :

   $\rho\lambda^* = \rho\lambda`/cos(\theta_{SZ})$ atau $\rho\lambda`/sin(\theta_{SE})$

   dimana :

   $\rho\lambda^*$ = Nilai reflektan *TOA* (terkoreksi elevasi matahari)

   $\rho\lambda`$ = *Nilai reflektan TOA (belum terkoreksi elevasi matahari)*

   θ_{SE} = Sudut elevasi lokal matahari. Sudut elevasi lokal matahari ini disediakan pada metadata (SUN_ELEVATION). Namun untuk penghitungan yang akurat, sudut matahari harus pada piksel yang dihitung, karena pada metadata Landsat 8 hanya disediakan sudut matahari untuk pusat *scene* saja.

   θ_{SZ} = Sudut zenith lokal matahari; $\theta_{SZ} = 90° - \theta_{SE}$

2.4.4 Koreksi Atmosfer

Tujuan dari koreksi atmosfer adalah untuk menurunkan reflektansi objek dari total radiansi *TOA* setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer. Biasanya, reflektan yang ditangkap satelit, $\rho^*(\lambda)$ atau ρ_{TOA}, pada panjang gelombang λ, ditentukan oleh pantulan dari komponen fisik yang berbeda proses (Gordon dan Wang, 1994 dalam Zhu, 2011) seperti berikut :

$$\rho^*(\lambda) = \rho_r(\lambda) + \rho_a(\lambda) + \rho_{ra}(\lambda) + T(\lambda)\,\rho_g(\lambda) + t(\lambda)\,\rho_{wc}(\lambda) + t(\lambda)\,\rho_{BOA}(\lambda)$$

dimana:

$\rho_r(\lambda)$ = pengaruh dari hamburan atmosfer yang diakibatkan molekul udara (Rayleigh Scaterring)

$\rho_a(\lambda)$ = pengaruh dari hamburan atmosfer yang diakibatkan aerosol

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$\rho_{ra}(\lambda)$ = pengaruh dari hamburan atmosfer yang diakibatkan interaksi aerosol Rayleigh

$\rho_{g}(\lambda)$ = pantulan cahaya matahari dari permukaan air

$\rho_{wc}(\lambda)$ = pemantulan gelombang air

$\rho_{BOA}(\lambda)$= pantulan dari objek, yaitu reflektan objek sebenarnya yang diinginkan

$T(\lambda)$ = transmitan langsung dari masing-masing kolom atmosfer

$t(\lambda)$ = transmitan yang menyebar dari masing-masing kolom atmosfer

Pada persamaan $\rho_g(\lambda)$ pada umumnya diabaikan karena sensor telah dilengkapi dengan perlengkapan untuk memiringkan wahana pemindaian jauh dari citra spekular matahari. $\rho_{wc}(\lambda)$ juga tidak dipertimbangkan ketika permukaan objek diasumsikan tenang. Nilai $\rho_{ra}(\lambda)$ dapat diabaikan dalam kasus hamburan tunggal, karena jumlah beberapa hamburan yang kecil dalam kasus seperti itu. Dengan demikian, persamaan dapat ditulis sebagai berikut dengan mengganti nilai $\rho_a(\lambda)+\rho_{ra}(\lambda)$ dengan istilah *single-scattering* (hamburan tunggal), $\rho_{as}(\lambda)$:

$$\rho^*(\lambda) = \rho_r(\lambda) + \rho_{as}(\lambda) + t(\lambda)\,\rho_{BOA}(\lambda)$$

Koreksi atmosfer dilakukan dengan menggunakan *atmospheric code 6S* berbasis web yang ada di http://6s.ltdri.org/ (Vermonte, 1997). Reflektan objek terkoreksi atmosfer (*bottom of atmosfer*) / $\rho_{BOA}(\lambda)$ untuk panjang gelombang λ Landsat dapat dihitung menggunakan algoritma sebagai berikut

$$y = xa\,.\,L\lambda - xb$$

$$\rho_{BOA}(\lambda) = \frac{y}{1{,}0 - xc\,.\,y}$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dimana xa, xb, dan xc tiga koefisien dari koreksi atmosfer yang dihitung dengan kode *6S*. Untuk menentukan konsentrasi aerosol, parameter meteorologi (nilai visibilitas horisontal dalam km) dimasukkan langsung ke *6S*. Pengukuran visibilitas horisontal diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat (Oyama, 2008).

Biasanya nilai pantulan Rayleigh Scaterring, ρ_r (λ), dapat dihitung dengan memecahkan persamaan transfer radiasi, sebaran transmitan dari kolom atmosfer, t (λ), dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Gordon, 1983) :

$$t\ (\lambda)\ =\ exp\left(\frac{-[\tau_{oz}\ (\lambda) + \tau_r\ (\lambda)]}{\cos\theta}\right)$$

dimana:

τ_{oz} (λ) = ketebalan optis ozon

τ_r (λ) = ketebalan optis Rayleigh

θ = sudut zenith

2.5 Perangkat Lunak Pengolahan

Pengolahan citra Landsat 8 pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak VISAT 5.0 yang merupakan perangkat lunak *open source* yang dikembangkan dari platform BEAM, *Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum* (*6S*) *Code* merupakan kode transfer radiasi canggih yang dirancang untuk mensimulasikan refleksi dari radiasi matahari yang tergabung oleh sistem permukaan atmosfer untuk berbagai kondisi atmosfer, spektral dan geometris. Kelompok prosedur ini biasa disebut koreksi atmosfer dimana bertujuan untuk proses menghilangkan pengaruh dari atmosfer pada nilai-nilai reflektan citra yang diambil oleh satelit atau sensor udara.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ArcGIS adalah salah satu *software* yang dikembangkan oleh *Environment Science and Research Institute* (*ESRI*) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam perangkat lunak *GIS* yang berbeda seperti *GIS Dekstop*, server, dan *GIS* berbasis web. Dengan *ArcGIS*, pengguna dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-*explore*, menjawab *query* (baik data spasial maupun non spasial). Dalam penelitian ini, digunakan *ArcMap* sebagai salah satu dari aplikasi dasar *ArcGIS* yang digunakan untuk mengolah, membuat (*create)*, menampilkan (*viewing*), memilih (*query*), *editing*, *composing* dan *publishing* sebuah peta.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait analisa citra satelit penginderaan jauh untuk pemetaan geologi adalah sebagai berikut : Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., dan Schellmann, G., (2015), dalam penelitiannya yang berjudul *"A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualising lineaments: A case study of central region Kenya"*. Penelitian ini dilakukan untuk memetakan kondisi geologi dan menampilkan gambaran struktur geologi berupa kelurusan di wilayah Kenya bagian tengah, dengan menggunakan teknologi citra satelit Landsat 8 dan disebandingkan dengan citra satelit Landsat 7.

Metode yang digunakan adalah *color composite*, *principle component analysis (PCA)*, dan *band ratio*. *Color composite* yang digunakan untuk Landsat 8 adalah kanal 6, 7, dan 4 sebagai RGB. *Band ratio* yang digunakan untuk Landsat 8 kanal 4/3, 6/2, dan 7/3 sebagai RGB. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa teknik analisa citra satelit pada Landsat 8 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan Landsat 7 dalam hal menginterpretasikan kondisi geologi dan struktur geologi yang berupa kelurusan (*lineament*).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan

Pada tahapan persiapan penelitian diantaranya perizinan, studi literatur, dan penentuan batas lokasi daerah penelitian, berikut persiapan yang dimaksud

3.1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah: bagaimanakah cara untuk mengetahui kondisi Struktur geologi daerah Penelitian Pulau Padang Kuansing dengan menggunakan data citra satelit Landsat 8.

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan mengumpulkan buku- buku referensi dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan sebagai landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti seperti geologi regional daerah penelitian, penginderaan jauh, spesifikasi citra satelit dan referensi lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya.

3.1.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data citra satelit Landsat 8 daerah Penelitian Pulau Padang Kuansing, data Peta Geologi Lembar Solok skala 1:250.000, data Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000, serta data hasil pengamatan singkapan litologi, struktur kekar.

3.1.4 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dari data-data di atas yang telah diperoleh seperti data kekar yang akan di olah pada Microsoft excel dan diturunkan ke Software GeoRose mengetahui arah tegasan utama daerah penelitian.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.1.5 Tahap Analisa

Data yang telah diolah kemudian dianalisa meliputi ketelitian hasil klasifikasi kondisi struktur geologi dari analisa citra satelit penginderaan jauh Landsat 8.

3.1.6 Tahap Akhir

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini sebagai laporan Tesis yang berisi dokumentasi dari pelaksanaan Skripsi.

3.2 Data dan Peralatan

Metode derah penelitian meliputu dari Pendataan, peralatan dijeabarkan sebagai berikut

3.2.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

a. Citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS C2 L1 pada *Path* 127 dan *Row* 60.
b. Data lokasi pengamatan geologi menggunakan *GPS Garmin 64S.*
c. Peta Geologi Lembar Solok skala 1 : 250.000.
d. Peta Administrasi Kuansing skala 1 : 50.000.
e. Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000.
f. Data visibilitas horisontal berdasarkan tanggal perekaman citra dari stasiun terdekat daerah penelitian.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

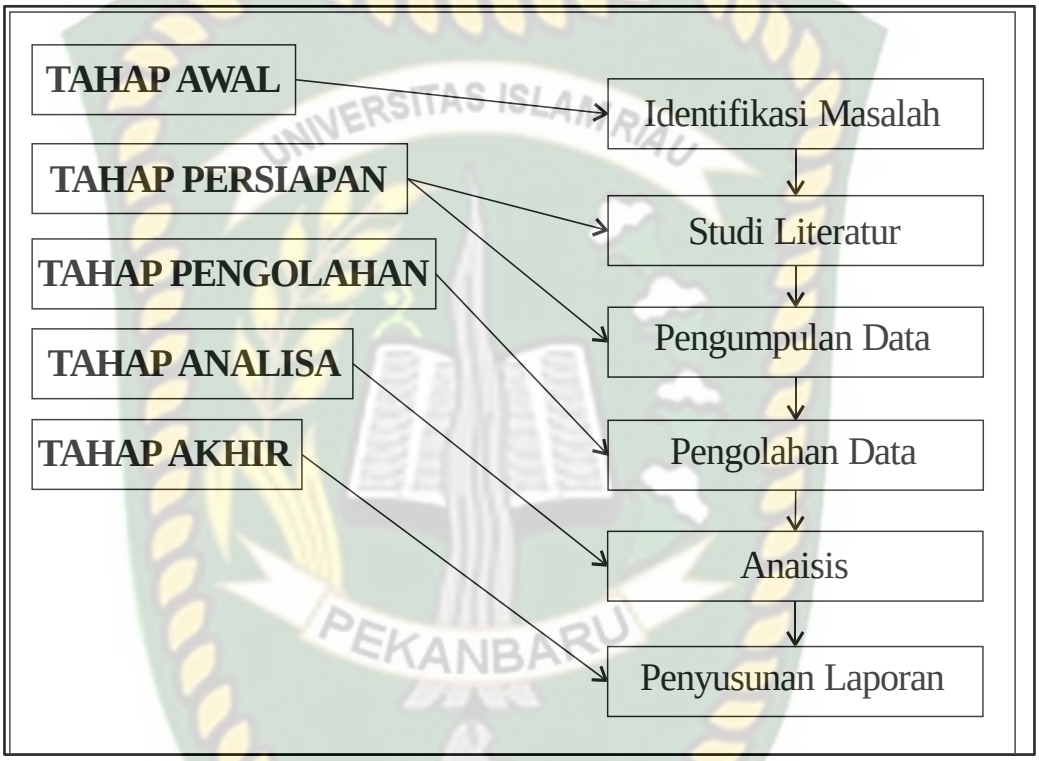
a. Perangkat Keras (Hardware) : Personal Laptop Asus Core i3 dan GPS Garmin 64S.
b. Perangkat Lunak (Software) : Global Mapper, ArcMap 10.1, VISAT 5.0,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S).

3.3 Metodologi Penelitian

Pada tahap ini ada beberapa tahapan dalam metode ini di antaranya tahap penelitian dan tahap pengumpulan data.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.

3.3.1 Tahap Persiapan

3.3.1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah : bagaimanakah cara untuk mengetahui kondisi struktur geologi Desa Pulau Padang Kuansing dengan menggunakan data citra satelit Landsat 8.

3.3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan mengumpulkan buku-buku

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

referensi dan hasil penelitian sejenis sebelumnya yang pernah dilakukan oleh orang lain yang berkaitan sebagai landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti seperti geologi regional Desa Pulau Padang Kuansing, penginderaan jauh, spesifikasi citra satelit dan referensi lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya.

3.3.1.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data citra satelit Landsat 8 di wilayah Gunung Penanggungan, data Peta Geologi Lembar Solok skala 1:250.000, data Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000, serta data hasil pengamatan struktur kekar, singkapan litologi di lokasi penelitian dan ploting koordinat lokasi pengamatan.

3.3.1.4 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dari data-data di atas yang telah diperoleh.

3.3.1.5 Tahap Analisa

Data yang telah diolah kemudian dianalisa meliputi ketelitian hasil klasifikasi kondisi struktur yang berkembang dari analisa citra satelit penginderaan jauh Landsat 8.

3.3.1.6 Tahap Akhir

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini sebagai laporan Skripsi yang berisi dokumentasi dari pelaksanaan penelitian dilapangan.

3.4 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data citra *Landsat 8* pada *Path* 127 dan *Row* 60, Peta Rupa bumi Indonesia, Peta Geologi Lembar Solok, dan data pengamatan geologi lapangan menggunakan *GPS Garmin 64S*. Adapun teknik pengambilan data menggunakan *GPS Garmin 64S* adalah data diambil pada beberapa koordinat lokasi pengamatan. melihat bentuk kondisi geomorfologi,pola aliran sungai, bentuk-bentuk struktur geologi, kelerengan, dan informasi terkait geologi lainnya.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Data pengamatan struktur geologi lapangan digunakan untuk menunjukkan lokasi titik kondisi geologi tertentu pada citra satelit, sehingga dapat diketahui pola kelurusan pada lokasi pengamatan.

3.4.1 Pengolahan Data

3.4.1.1 Koreksi Radiometrik

Merupakan tahapan dasar yang sangat penting dalam pengolahan citra satelit Landsat 8. Karena Landsat 8 ini berada pada level 1T (terkoreksi *terrain*), sehingga citra tidak perlu dikoreksi secara geometrik. Koreksi radiometrik terbagi menjadi dua tahapan yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Proses kalibrasi radiometrik pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak VISAT 5.0 dengan beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu :

a. Merubah nilai *Digital Number* (*DN*) ke radian ($L\lambda$).
b. Merubah nilai *Digital Number* (*DN*) ke reflektan ($\rho\lambda$).
c. Merubah nilai reflektan ($\rho\lambda$) ke reflektan terkoreksi sudut matahari ($\rho\lambda$*).

3.4.1.2 Koreksi Atmosfir

Untuk mendapatkan nilai reflektan *BOA,* citra yang telah berformat radian, dilakukan proses koreksi atmosfer untuk mendapatkan parameter nilai koreksi. Proses ini menggunakan *6S Code* untuk mendapatkan parameter *xa*, *xb,* dan *xc* tersebut untuk menghasilkan citra reflektan *BOA* terkoreksi pengaruh atmosfer

3.4.1.3 Penajaman Citra

Kombinasi saluran citra Landsat-8 menggunakan kombinasi saluran 5, 6, dan 7 dalam susunan kanal merah, hijau, dan biru (*red green blue*/RGB). Kanal 5, 6, dan 7 merupakan kanal infra merah (Indrastomo, dkk, 2015).

Band ratio yang digunakan dengan kombinasi kanal Landsat 8 warna merah, hijau, dan biru (*red green blue*/RGB) yaitu kanal 4/2, 5/6, dan 6/7 (Arunachalam, dkk, 2014).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.4.1.4 Peta Geologi Regional

Peta Geologi Regional digunakan sebagai pedoman awal mengenai kondisi geologi hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan peta tersebut kemudian ditentukan titik-titik lokasi untuk pengamatan langsung di lapangan.

3.4.1.5 Pengamatan geologi lapangan di lokasi penelitian

Survei litologi di lokasi penelitian berupa deskripsi kondisi geologi yang dijumpai beserta ploting lokasi sampel dan dokumentasi kondisi lapangan. Hasilnya berupa rekaman pengamatan geologi lapangan lokasi penelitian.

3.4.1.6 Pemotongan Citra

Citra satelit Landsat 8 berada pada suatu lembar yang cakupan wilayahnya cukup luas. Untuk membahas kondisi struktur geologi daerah penelitian maka dilakukan proses pemotongan (*cropping*) citra sesuai batas daerah penelitian.

3.4.1.7 Interpretasi Struktur Geologi

Berdasarkan penggabungan hasil olah citra Landsat 8 dan rekaman pengamatan srruktur geologi lapangan maka dilakukan interpretasi pola kelurusan pada daerah penelitian.

3.4.1.8 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra menggunakan hasil interpretasi geologi untuk menentukan zona-zona wilayah dengan kondisi geologi tertentu.

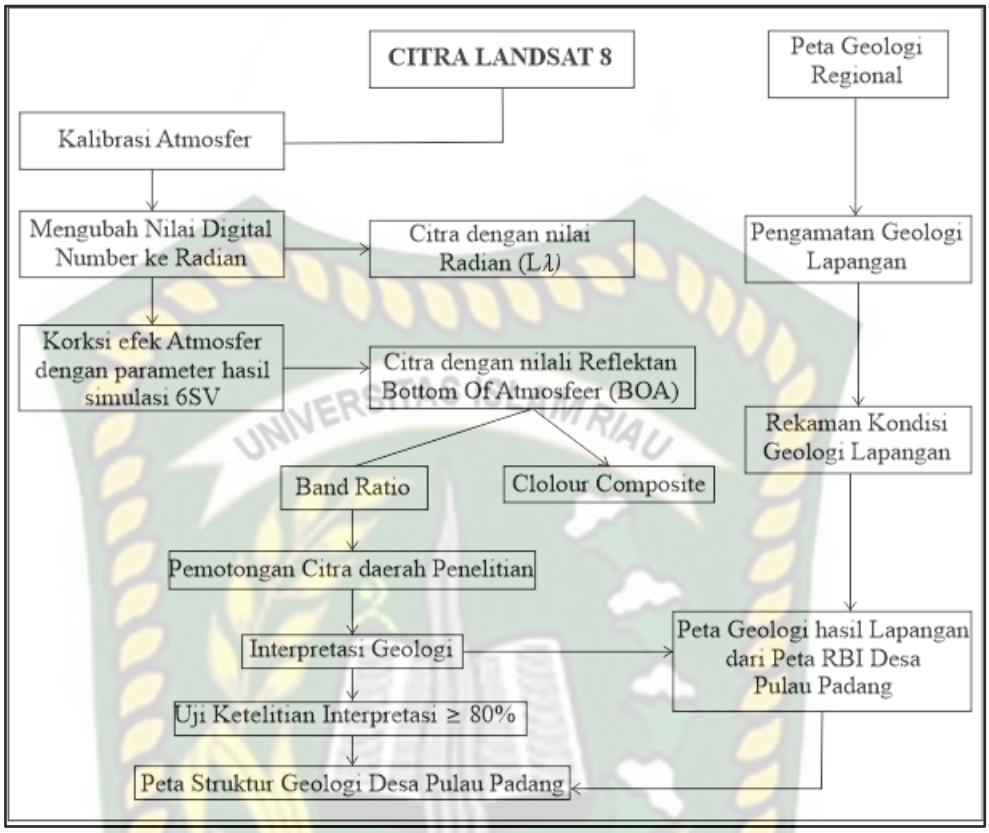
3.4.1.9 Citra Terklasifikasi

Citra terklasifikasi kemudian digabungkan dengan peta vektor hasil digitasi peta RBI untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang maksimal.

3.4.1.10 Peta Struktur Geologi

Setelah dilakukan pemotongan pada citra yang telah terklasifikasi, peta di atas diubah ke dalam format vektor, menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* yang dilanjutkan dengan proses kartografi untuk menghasilkan tampilan Peta struktur Geologi Desa Pulau Padang Kuansing.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 3.2 Tahap pengolahan data

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Aanalisa Struktur melalui Citra Satelit Landsat 8 di daerah penelitian Desa Muara Lembu dan sekitarnya disajikan pada pada Bab ini.

4.1 Pra Pengolahan Citra Satelit Landsat

Pembahasan ini mencakup Kalibrasi Radiometrik dan Koreksi Atsmosfer.

4.1.1 Kalibrasi Radiometrik

Data citra satelit Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang direkam pada tanggal 07 Agustus 2017 sampai 03 September 2020 dengan *Level 1 Terrain* (*L1T*). Data pada level ini merupakan data hasil pengolahan *Level 1 Radiometric* (*L1R*) dengan penerapan koreksi geometri sistematis. Proses koreksi geometris ini menggunakan titik ikat atau informasi posisi *onboard* untuk *resampling* citra sehingga citra terproyeksi secara kartografis, ke *WGS* 1984. Data hasil pengolahan dengan level L1T ini juga terkoreksi *terrain* untuk *relief displacement* (*USGS*, 2012). Sehingga data Landsat 8 yang digunakan pada penelitian ini tidak perlu dilakukan koreksi geometrik.

Pada data Landsat 8 *L1T* disediakan data berformat *Digital Number* (*DN*) yang selanjutnya perlu dilakukan dua macam kalibrasi radiometrik yaitu konversi nilai *DN* menjadi nilai spektral reflektan dan konversi nilai spektral *DN* menjadi nilai spektral radian. Dalam proses ini, digunakan parameter *gain* dan *offset* yang tersedia di *metadata*.

Pada kalibrasi radiometrik citra Landsat 8 dipertimbangkan sudut elevasi matahari. Hal ini diperlukan karena adanya perbedaan sudut elevasi matahari dapat menyebabkan pencahayaan di permukaan bumi tidak sama sehingga berpengaruh terhadap besarnya energi yang diterima oleh sensor satelit dari nilai pantulan (*reflectance*) setiap objek dipermukaan bumi. Besar kecilnya sudut

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

elevasi tersebut disebabkan oleh posisi matahari. Posisi matahari terhadap bumi dapat berubah berdasarkan perbedaan waktu (temporal) dan area liputan ketika sensor satelit melakukan perekaman. Oleh karenanya, data dalam format reflektan *TOA* ($\rho\lambda$) selanjutnya dilakukan koreksi sudut matahari untuk mendapatkan reflektan *TOA* terkoreksi ($\rho\lambda$*).

4.1.2 Koreksi Atmosfer

Untuk melakukan koreksi atmosfer, dibutuhkan citra Landsat 8 berformat radian ($L\lambda$), sehingga citra Landsat 8 yang berformat *DN* dilakukan kalibrasi radiometrik terlebih dahulu. Koreksi atmosfer bertujuan menurunkan reflektansi objek dari total radiansi *TOA* setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan pengaruh atmosfer. Dalam penelitian ini, citra Landsat 8 dilakukan koreksi dari pengaruh atmosfer menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum - Vector* (*6SV*) (Vermonte, dkk, 1997).

Adapun parameter koreksi atmosferik hasil pengolahan dengan metode *6SV* untuk citra Landsat 8 pada wilayah studi dapat ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Parameter koreksi atmosfer dari *6SV*

No.	Kanal	Parameter		
		xa	xb	xc
1.	Kanal 2	0,00277	0,16280	0,20227
2.	Kanal 3	0,00276	0,09446	0,15994
3.	Kanal 4	0,00301	0,05925	0,12863
4.	Kanal 5	0,00424	0,03010	0,08791
5.	Kanal 6	0,01583	0,00875	0,03457
6.	Kanal 7	0,05044	0,00319	0,01852

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada koreksi atmosferik ini, digunakan *raw data* dari Landsat 8 untuk mendapatkan nilai sudut azimuth dan zenith matahari. Untuk mendefinisikan konsentrasi dari aerosol digunakan parameter meteorologi berupa *horizontal visibility* (pada citra ini, digunakan *visibility* = 7,8 km) yang dimasukkan dalam *6SV*.

Tebal optis aerosol (*aerosol thickness*) pada 550 nm selanjutnya dihitung berdasarkan kondisi atmosferis daerah *Tropical* dan model aerosol *Continental Model*. Hasil dari koreksi atmosfer dengan metode *6S* ini selanjutnya disebut *SR- 6SV*, yang selanjutnya ketiga parameter tersebut digunakan untuk melakukan koreksi atmosfer pada citra berformat radian untuk menghasilkan citra dengan reflektan *BOA*.

4.2 Pengamatan Geologi Lapangan

Pada daerah penelitian penamaan dan pengelompokan satuan batuan mengikuti kaidah penamaan satuan litostratigrafi tidak resmi yang bersendikan ciri litologi, meliputi kombinasi jenis batuan, sifat fisik batuan, kandungan fosil, keseragaman gejala atau genesa, dan kenampakan khas pada tubuh batuan di lapangan yang dipetakan pada skala 1 : 12.500 .

4.2.1 Verifikasi Pengamatan Geologi Lapangan

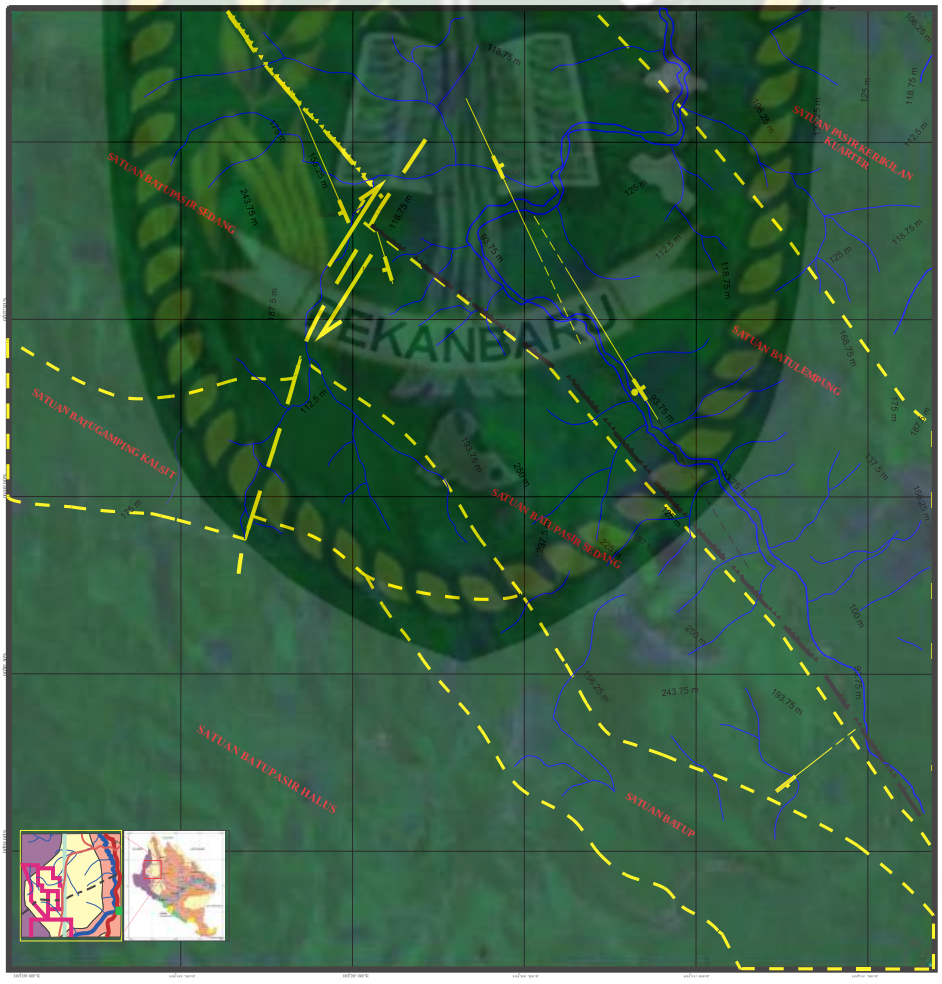
Satuan litostratigrafi daerah penelitian pada pengamatan fisik. Urutan stratigrafi daerah penelitian disusun secara sistematis lapangan, analisis sayatan tipis batuan untuk penentuan penamaan pada batuan, analisis paleontologi bertujuan untuk penentuan umur lingkungan pengendapan. Akan tetapi dalam lokasi penelitian tidak di temukannya tanda adanya fosil pada sampel preparasi stasiun pengambilan contoh Batulempung kalsit Karbonatan, studi pustaka regional berdasarkan data pengukuran di lapangan dan analisis dalam peta geologi, meliputi jenis dan urutan perlapisan, ketebalan, hubungan stratigrafi,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

umur dan lingkungan pengendapan ini penulis menggunakan kesebandingan dengan stratigrafi regional daerah penelitian dari sifat- sifat fisik litologinya.

Berurutan dari satuan paling tua sampai yang paling muda adalah: Satuan Sekis, Satuan Batulempung kalsit Karbonatan, Satuan Batupasir Halus, Satuan Batupasir Sedang, Satuan Batupasir Konglomeratan, Satuan Batulanau, Satuan Pasir Konglomearatan Kuarter.

Penarikan batas litologi dilakukan dengan cara mengidentifikasi karakteristik yang terlihat dari citra. Penarikan batas didasarkan pada rona, tekstur, bentuk, pola, lokasi dan asosiasinya. Pada citra juga dapat diketahui beberapa pola kelurusan (*lineament*) yang bisa diinterpretasi sebagai adanya pola struktur geologi yang berkembang (**Gambar 4.1**).



Gambar 4.1. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *band ratio RGB* kanal 4/2, 5/6, dan 6/7 untuk interpretasi geologi

.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.3 Pengolahan Citra Satelit Landsat 8 untuk Kajian Geologi

Pembahasan ini mencakup subsatuan Geomogrfologi dan Pola aliran sungai daerah penelitian.

4.3.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Dengan mempertimbangkan keadaan bentang alam penelitian, maka penulis membagi satuan geomorfologi didasarkan relief, litologi, proses pembentukan, serta struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian. Klasifikasi geomorfologi mengacu pada klasifikasi Vanzuidam (1983) yang telah dimodifikasi sesuai dengan kondisi.

Daerah penelitian dikelompokkan berdasarkan aspek relief, litologi, dan genetiknya, terbagi menjadi 3 subsatuan geomorfik, yaitu : Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi, Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sisa Terdenudasi, Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sembul (Horst) Struktural.

Verifikasi pengamatan geomorfologi lapangan terkait lokasi pengamatan dilakukan dengan cara Pengecekan di lapangan terkait satuan bentuk lahan, batas satuan bentuk lahan dan keterkaitan bentuk lahan terhadap struktur geologi. Plotting hasil pengamatan lapangan dalam peta interpretasi.Evaluasi hasil interpretasi geomorfologi. Verifikasi jenis satuan bentuk asal lahan pada daerah kajian penelitian diarahkan untuk mengetahui sejauh mana akurasi dari peta geomorfologi hasil interpretasi citra satelit landsat 8.

Terkait kondisi tutupan lahan dilakukan juga verifikasi keberadaan tutupan lahan di lokasi penelitian. Citra satelit Landsat 8 dilakukan komposit warna dengan kanal 5, 4, dan 3 sebagai RGB (**Gambar 4.2**).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.2. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *RGB* kanal 5, 4, dan 3 untuk interpretasi tutupan lahan.

4.3.1.1 Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi

Satuan geomorfologi **(D.1)** ini memiliki luas meliputi 30% dari keseluruhan daerah penelitian yang menempati bagian Barat, Barat Daya daerah penelitian. Pola pengaliran pada satuan geomorfologi ini adalah sub-dentritik. Elevasi 14-20^0 berkisar 112 hingga 200 mdpl, kemiringan lereng 13-25%, berupa lahan perbukitan bergelombang tinggi (**Gambar 4.3**).

Struktur yang berkembang seperti sesar geser diperkirakan, litologi yang menyusun morfologi perbukitan bergelombang tinggi ini adalah batulempung karbonatan, kalsit karbonatan, batupasir halus sampai batupasir kasar, batupasir konglomeratan dan sisa-sisa pelapukan batubara yang

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

bertindak sebagai fragmen pada batupasir sangat halus. Proses eksogen berupa pelapukan akibat erosi oleh media air, antifisial kebun karet, kebun sawit, dan kilang kayu masyarakat sekitar.

Gambar 4.3. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi, dengan arah foto N 243 ^{0}E

4.3.1.2 Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sisa Terdenudasi.

Satuan geomorfologi (D3) ini memiliki luas meliputi 45% dari keseluruhan daerah penelitian yang menempati bagian Timur Laut, Tenggara daerah penelitian. Pola pengaliran pada satuan geomorfologi ini Trellis. Elevasi 8-20^{0} berkisar 112 hingga 200 mdpl, kemiringan lereng landau 6-25%, berupa lahan perbukitan sisa (**Gambar 4.4**).

Tidak terdapat struktur yang berkembang, litologi yang menyusun morfologi perbukitan berupa lanau grey massive, lempung dengan struktur sedimen lapisan tipis sejajar, pasir lepas kerikilan dan terdapat juga fosil kayu (Petrified Wood Stone). Proses eksogen berupa pelapukan akibat erosi oleh media air, proses antifisial kebun karet, kebun sawit, dan tambang emas plaser masyarakat sekitar.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.4. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Tinggi Terdenudasi, dengan arah foto N 284 ^{0}E

4.3.1.3 Subsatuan Geomorfologi Bentuk Lahan Perbukitan Sembul (Horst) Struktural.

Satuan ini berarah Baratlaut - Tenggara dicirikan oleh kemiringan lereng terjal (22-55%) elvasi 21-55^{0} menutupi 25% daerah penelitian, Ketinggian topografi satuan ini antara 185-350 mdpl yang merupakan bentuk lahan perbukitan dengan satuan asal lahan struktural, mengindikasikan sebelah sayap lipatan antiklin, lipatan minor, lipatan seret, juga sesar naik bukit mudoh yang diperkirakan.

Dengan litologi dominan batupasir meta sedimen, sedikit serpih dan serpih sisipan batupasir, sekis, kuarsit. satuan ini menempati Horst. Terlihat pada (**Gambar 4.5**) terdapat 2 bukit mudoh dalam sebutan dari masyarakat setempat, Proses eksogen berupa pelapukan akibat erosi oleh media air, proses antifisial seperti penebangan hutan alami secara ilegal tanpa perzinan dari dinas kehutanan setempat sehingga menimbulkan longsoran di setiap lereng di daerah penelitian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.5. Subsatuan Geomorfologi Perbukitan Sangat Curam Struktural, dengan arah foto N 116 ^{0}E

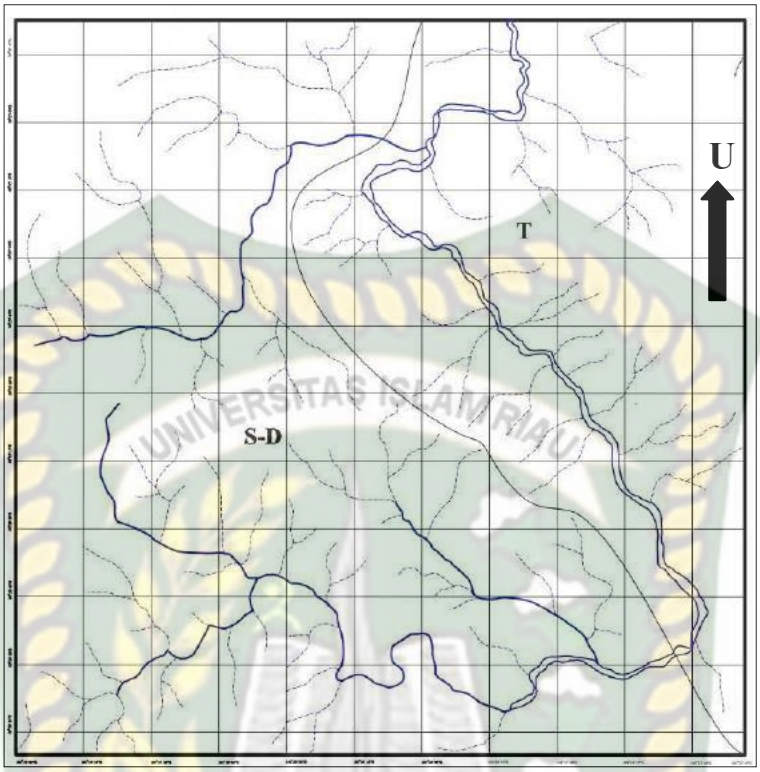
4.3.2 Pola Aliran Daerah Penelitian

Pola pengaliran daerah penelitian merupakan kumpulan dari suatu jaringan pengaliran di suatu daerah yang dipengaruhi atau tidak dipengaruhi oleh curah hujan. Berdasarkan hasil penelitian, pembandingan pola pengaliran daerah penelitian dengan pola pengaliran (Van Zuidam, 1985), maka pada daerah penelitian terdapat dua jenis pola aliran (**Gambar 4.6**), yaitu :

4.3.2.1 Pola Aliran Sungai Trellis

Menempati luasan sekitar 45% dan berkembang di bagian Timur Laut, Timur dan Tenggara daerah penelitian. Struktur pada satuan ini sangat berpengaruh pada pola aliran sungai daerah penelitian, mencirikan daerah perbukitan sebelah sayap lipatan, sesar naik diperkirakan dan kekar. Tahapan sungai pada satuan ini umumnya tahapan dewasa dengan penampang sungai berbentuk huruf U. pola aliran berkembang pada daerah dengan relief landai, penyusun batuan daerah penelitian berupa lanau grey massive, lempung dengan struktur sedimen lapisan tipis sejajar, pasir lepas kerikilan dan terdapat juga fosil kayu (Petrified Wood Stone).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



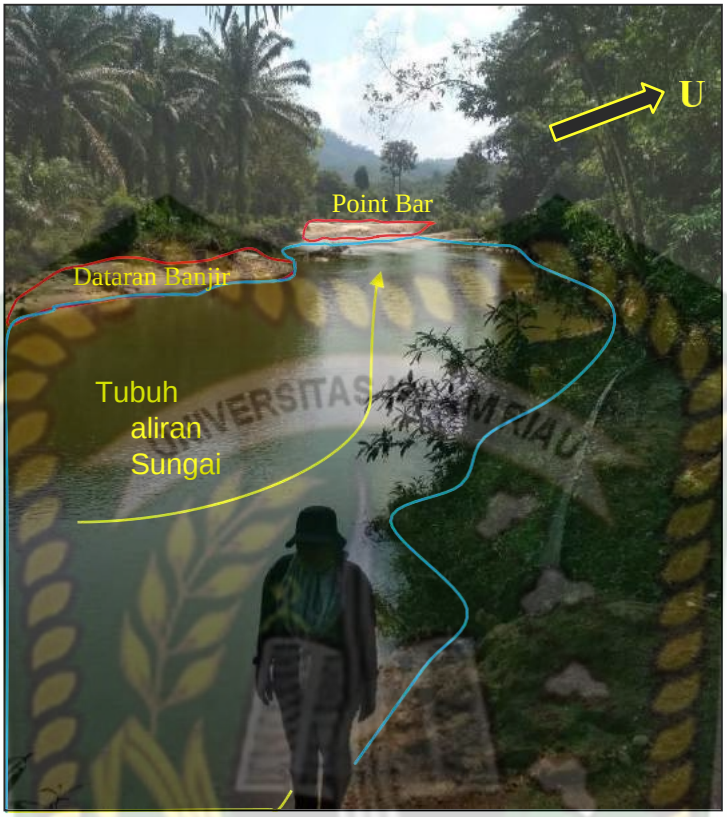
Gambar 4.6. Pola Pengaliran Daerah Penelitian

4.3.2.2 Pola Aliran Sungai Sub-Dentritik

Pola aliran subdendritik merupakan modifikasi dari pola dendritik karena pengaruh topografi dan struktur, mencerminkan resistensi batuan yang homogenitas.

Pola aliran ini menempati luasan sekitar 55% dan berkembang di bagian barat daya, barat dan barat laut daerah penelitian. sungainya sub-dendritik merupakan modifikasi dari pola aliran dentritik dengan pola yang dikontrol sangat kuat oleh kekerasan batuan penyusunnya. pola aliran berkembang pada daerah penelitian dengan relief agak curam sampai curam dengan penyusun batuan daerah penelitian berupa batulempung karbonatan, kalsit karbonatan, batupasir halus sampai batupasir kasar, batupasir konglomeratan dan sisa-sisa pelapukan batubara yang bertindak sebagai fragmen pada batupasir sangat halus terlihat pada (**Gambar 4.7).** terlihat bentuk tubuh sungai berasosiasi dengan gosong sungai / undak sungai

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

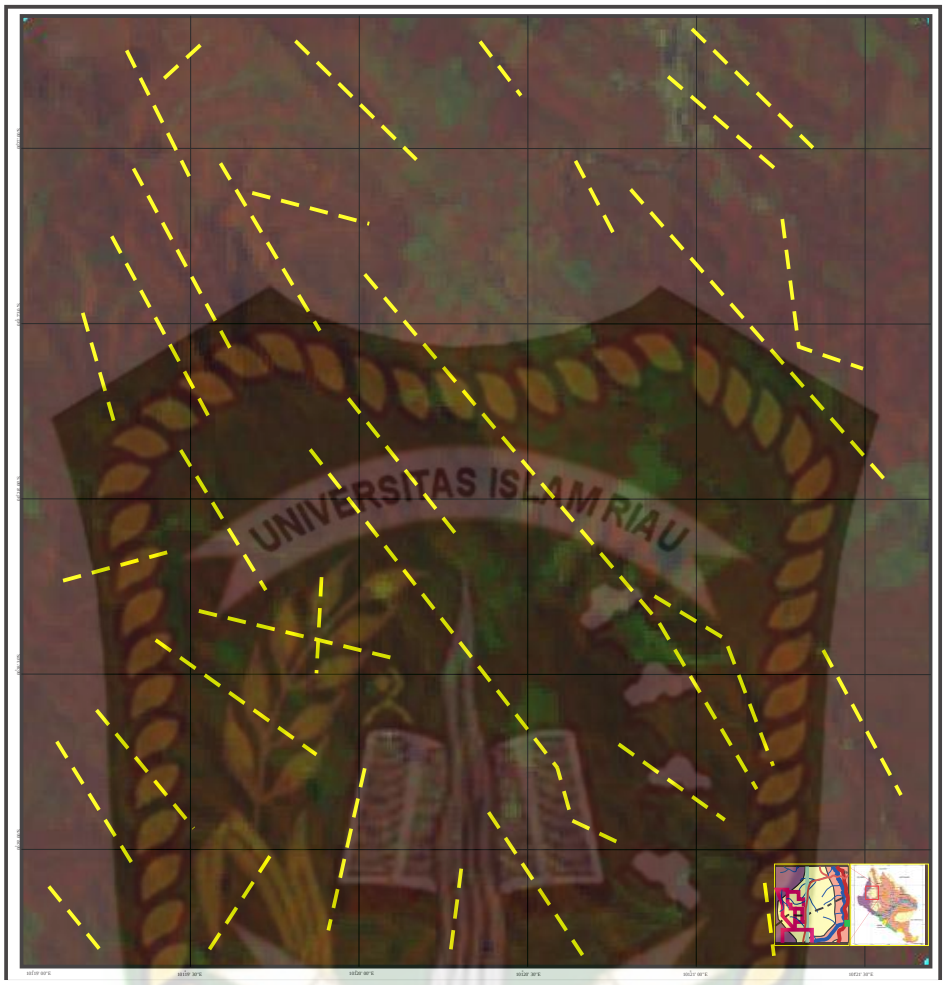


Gambar 4.7. Penampang sungai berbentuk "U" lebar sungai ±18 meter di bawah kaki Bukit Mudoh Dengan arah foto N 168 ^{0}E tersingkap lapisan batupasir dengan aliran sungai relatif kuat dijumpai adanya dataran banjir, point bar.

4.4 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur gologi yang berkembang didaerah penelitian brupa hasil pngukuran kekar dan sesar yang diperkiraan. Pengamatan visual citra Landsat-8 digunakan untuk menginterpretasi kondisi struktur geologi, batas struktur, batas satuan batuan geologi daerah penelitian. Keberadaan lokasi diketahui dari identifikasi bentukan lahan, bkit memanjang, adanya pola sesar di perkirakan, dan sebaran produk batuan daeran penelitian itu sendiri. Penarikan batas didasarkan pada rona, tekstur, bentuk, pola, lokasi dan asosiasinya, dengan menggunakan citra komposit 5, 6, 7 dan *band ratio* kanal 4/2, 5/6, dan 6/7 sebagai kanal *RGB* (*red*, *green*, dan *blue*), untuk tampilan citra Landsat 8 kombinasi *band ratio* dilihat pada (**Gambar 4.8**).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.8. Keberadaan *Lineament* berupa garis putus-putus warna kuning pada citra Landsat 8 dengan komposit warna kanal 5, 6, dan 7 sebagai *RGB*

4.4.1 Penafsiran Pola Kelurusan Punggungan

Penarikan kelurusan-kelurusan struktur geologi berdasarkan dari kenampakan pada citra DEM (Digital Elevation Model) dan peta topografi penlitian, Hal ini juga dijadikan sebagai salah satu indikasi terhadap proses tektonik yang terjadi dengan menghasilkan struktur geologi yang berkembang. Adapun punggungan di daerah penelitian berarah Baratlaut – Tenggara dikontrol oleh proses struktural berupa sesar aktif selama Tersier Awal dan Tersier Tengah yang menghasilkan struktur horst dan *graben* secara regional Sumatra tengah yang terbentang disepanjang zona perbukitan barisan dapat dilihat pada (**Gambar 4.9**)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.9. Kenampakan pada citra DEM (Digital Elevation Model) Pola Kelurusan Punggungan daerah penelitian berarah Baratlaut – Tenggara.

Pengolahan Citra Satelit Landsat 8 untuk Kajian Geologi dengan Kombinasi kanal (*color composite*) citra Landsat 8 menggunakan kombinasi kanal 5, 6, dan 7 dalam susunan kanal merah, hijau, dan biru (*red green, blue*/*RGB*). Kanal 5, 6, dan 7 merupakan kanal infra merah. Citra ini akan menghasilkan citra komposit dengan warna semu (*pseudocolor*). Kanal ini peka terhadap perubahan jenis batuan sehingga sebaran batuan dapat diidentifikasi dari citra komposit ini (**Gambar 4.10**).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.10. Citra Landsat 8 terkalibrasi atmosfer *BOA*, dengan *RGB* kanal 5, 6, dan 7 untuk interpretasi Struktur Geologi ditandai dengan garis kuning putus-putus

4.4.2 Analisis Dan Interpretasi Pola Struktur Geologi

Berdasarkan data-data struktur geologi pada daerah telitian berupa kekar- kekar kompresi maupun tarikan, dan kedudukan lapisan batuan didapatkan arah tegasan relatif Utara Baratlaut - Selatan Tenggara. Berdasarkan indikasi–indikasi tersebut diperkirakan struktur yang berkerja pada daerah telitian akibat mekanisme *transtenssion* dari sesar naik diperkirakan. Mekanisme ini mengakibatkan adanya pola low pada daerah penelitian. Manifestasi dari mekanisme *transtenssiondan* sesar ditandai dengan adanya sesar naik Utara Baratlaut - Selatan Tenggara akibat dari gaya yang bekerja.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Mekanisme *transtenssion* ini mengakibatkan adanya rendahan (graben) hasil manifestasi dari sesar naik (horst) diperkirakan daerah telitian. Hal ini dibuktikan dengan penyebaran satuan batuserpih yang terekspos dan hasil analisis umur menunjukan adanya perbedaan waktu pengendapan antara satuan batupasir, sehingga diperkirakan satuan batupasir yang menjadi anggota bawah formasi telisa mengisi rendahan tersebut.

4.4.3 Struktur Kekar

Struktur geologi berupa kekar banyak teridentifikasi pada daerah penelitian. Data kekar diolah dengan menggunakan streonet untuk mengetahui arah tegasan utama yang sangat membantu dalam analisis olah struktur yang berkembang didaerah penelitian. Berikut ini penjelasan rinci masing-masing stasiun yang mempunyai data kekar.

Tabel 4.2. Hasil pengukuran kekar dilapangan.

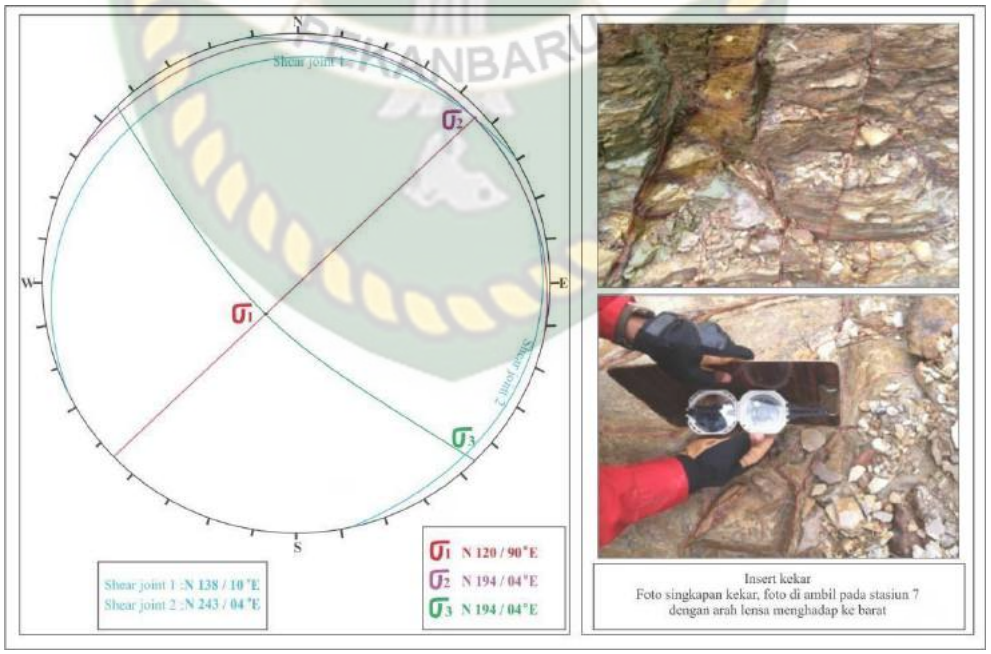
	ST 7		**ST 15**		**ST 22**		**ST 40**	
NO	**STR**	**DIP**	**STR**	**DIP**	**STR**	**DIP**	**STR**	**DIP**
1	306	84	150	86	200	54	200	54
2	295	86	140	82	25	38	25	38
3	300	80	158	67	356	12	356	12
4	314	81	245	84	271	75	271	75
5	315	64	240	76	294	48	294	48
6	315	65	325	49	214	63	142	26
7	306	82	332	36	354	46	354	46
8	307	90	14	76	271	66	271	66
9	263	87	335	55	89	83	89	83
10	310	83	340	21	353	35	353	35
11	268	89	210	16	279	44	279	44

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

12	266	76	335	83	12	51	12	51
13	205	90	325	89	290	64	290	64
14	280	89	25	76	285	44	285	44
15	302	86	320	90	165	16	235	16
16	330	60	340	89	35	34	35	34
17	325	75	20	86	271	70	271	70
18	315	55	332	76	79	73	79	73
19	300	65	15	74	26	55	26	55
20	320	45	340	86	75	70	75	70

4.4.3.1 Hasil Analisi Kekar tegasan stasiun 7

Berdasarkan hasil analisis dari data perhitungan kekar pada stasiun 7 menggunakan aplikasi *Dips* didapatkan arah tegasan dominan berarah Barat daya - Timur Laut nilai $\sigma 1 = 120^{o}/90^{o}$.

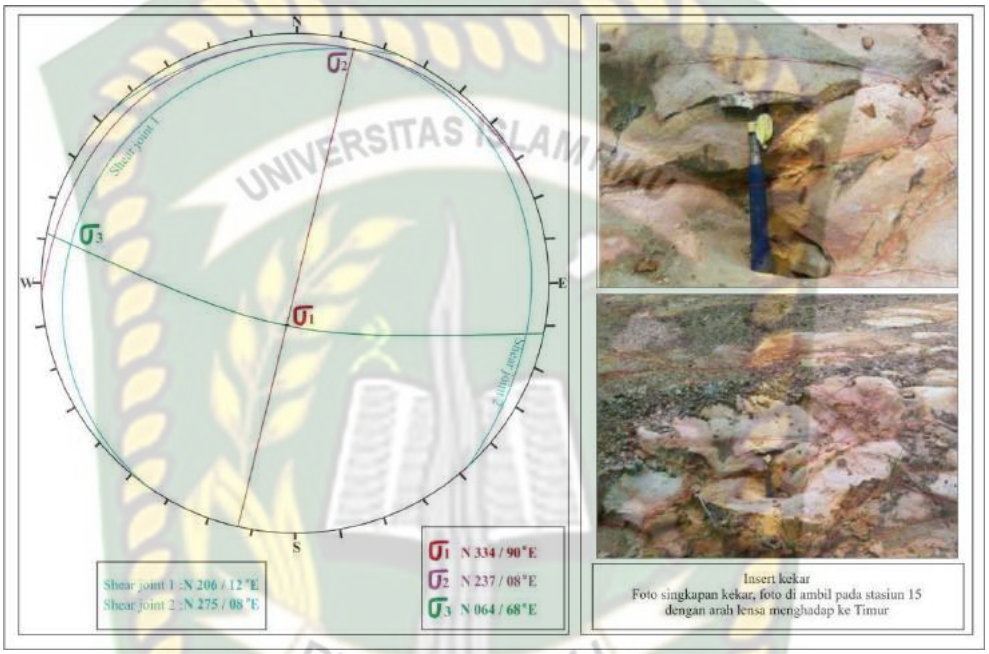


Gambar 4.11. Data kekar dan Analisis Tegasan berarah Barat daya - Timur Laut, Foto di ambil pada stasiun 7, arah lensa menghadap Barat.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.4.3.2 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 15

Data pengukuran stasiun ini yaitu terdiri dari 20 data kedudukan kekar. Perhitungan kekar dilakkan dengan mengidentifikasi arah kekar dominan yang saling berlawanan. Gambar memperlihatkan kenampakan kekar pada satasiun 15. Berdasarkan hasil dari data perhitungan kekar dapat diasumsikan arah tegasan dominan Baratdaya hingga Timurlaut dengan nilai σ1 = 334º/90º.



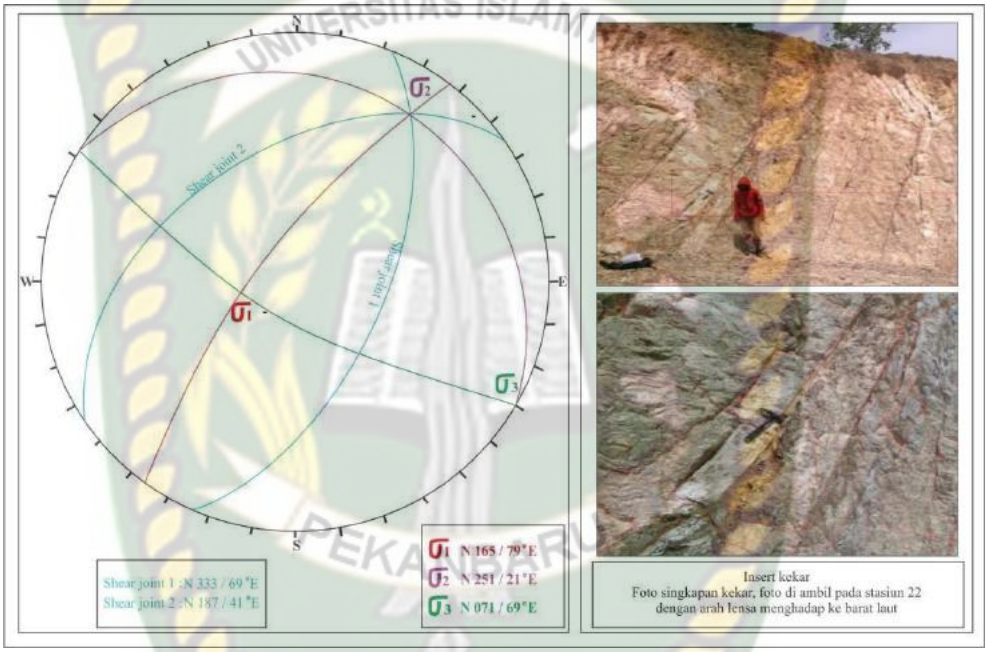
Gambar 4.12. Data Kekar dan Analisis tegasan berarah Barat daya - Timur Laut, Insert singkapan kekar foto di ambil pada stasiun 15 dengan arah lensa menghadap Barat laut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.4.3.3 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 22

Data pengukuran stasiun ini yaitu terdiri dari 20 data kedudukan kekar. Pengukuran kekar dilakukan dengan megukur arah dominan kekar yang berpasangan. Gambar memperlihatkan kekar pada batuan stasiun.

Berdasarkan hasil analisa data kekar dengan metode streonet menggunakan aplikasi Dips, dapat diasumsikan bahwa arah tegasan dari hasil perhitungan kekar pada lokasi berarah Baradaya–Timur laut, memiliki nilai σ1 = 165º/79º



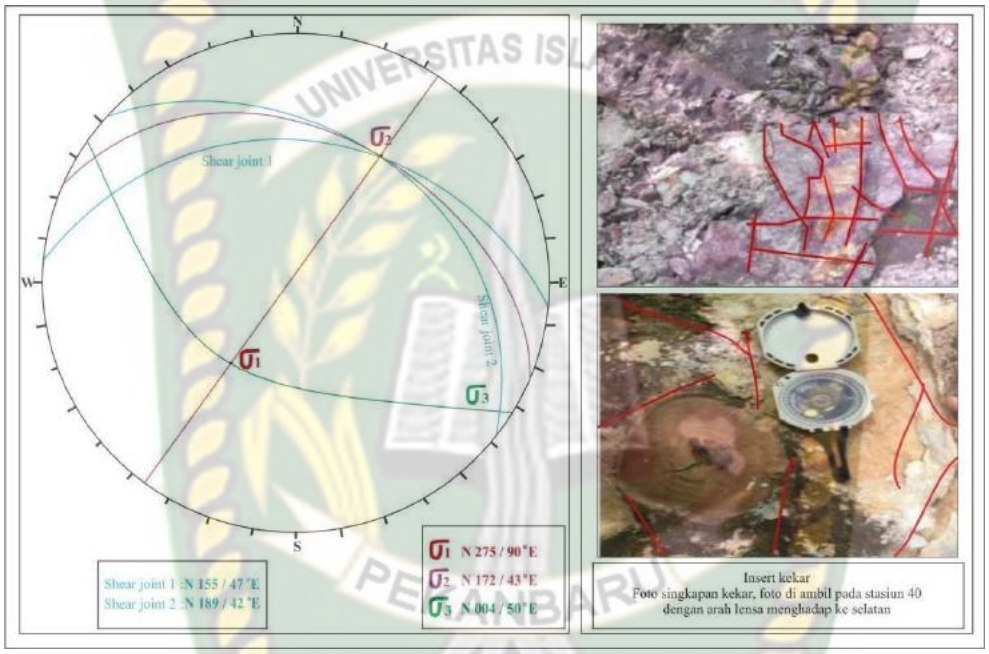
Gambar 4.13. Data Kekar dan Analisis tegasan berarah Barat daya - Timur Laut. insert singkapan kekar foto di ambil pada stasiun 22 dengan arah lensa menghadap Barat laut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.4.3.4 Hasil analisis Kekar tegasan stasiun 40

Data pengukuran stasiun ini yaitu terdiri dari 20 data kedudukan kekar. Pengukuran kekar dilakukan dengan megukur arah dominan berpasangan. Gambar memperlihatkan kekar pada batuan.

Berdasarkan hasil analisa data kekar dapat diasumsikan bahwa arah tegasan dari hasil perhitungan kekar pada lokasi berarah Baradaya–Timur laut, memiliki nilai $\sigma 1 = 275^o/90^o$



Gambar 4.14. Data Kekar dan Analisis tegasan stasiun 40 berarah Barat daya - Timur Laut, insert singkapan kekar arah lensa menghadap timur laut.

4.4.4 Struktur Sesar

Struktur geologi yang berkembang diketahui dari pengamatan analisis gejala – gejala struktur yang terdapat dilapangan seperti perkiraan indikasi sesar, rekonstruksi pola jurus dan penafsiran kelurusan – kelurusan morfologi baik dari peta topografi seperti kelokan sungai secara tiba- tiba. Berdasarkan pengamatan diatas, maka pada daerah penelitian didapatkan adanya Sesar Geser Bukit Mudoh Diperkirakan, Sesar Naik Bukit Mudoh Diperkirakan, diinterpretasikan oleh adanya kelokan sungai secara tiba – tiba dan keterdapatan lapisan batuan yang sudah tersekiskan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.4.4.1 Sesar Geser Bukit Mudoh Diperkirakan

Sesar Geser Bukit Mudoh Diperkirakan, sesar ini diketahui pada interpretasi dilokasi penelitian brupa kelokan sungai secara tiba – tiba dan bentuk kontur yang seperti melipat memanjang berarah Barat daya - Timur Laut. berdasarkan hasil analisis dari data perhitungan kekar pada stasiun 7 menggunakan aplikasi *Dips* didapatkan arah tegasan dominan berarah Barat daya - Timur Laut nilai $\sigma 1 = 120^{o}/90^{o}$. Arah tegasan kekar pada stasiun ini relative sama dengan arah kelokan sungai yang mngindoikasikan sesar geser bukit mudoh yang di perkirakan.

Sesar mendatar menganan ini berada di tengah daerah penelitian. Sesar normal ini merupakan reaktivasi dari sesar normal pada Fase Rifting Kala Eosen dengan akibat dari suatu *system transtensional* yang memanjang dari Barat Laut – Tenggara Pulau Sumatra. Oleh karena itu, ketika pengaruh tektonisme kompresi pada Plio – Pliestosen menyebabkan terbentuknya sesar geser dengan bidang jatuh (*footwall)* berarah relatif ke Tenggara.

4.4.4.2 Sesar Naik Bukit Mudoh Diperkirakan

Sesar Naik Bukit Mudoh diperkirakan, sesar ini diketahui pada interpretasi dilokasi penelitian brupa bentang alam bukit memanjang sangat terjal dan bentuk kontur yang seperti melipat memanjang berarah Tenggara – Barat Laut. Sesar ini memiliki *trend* Tenggara – Barat Laut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Citra satelit Landsat 8 dengan kombinasi kanal (*color composite* kanal 5, 6, 7 dan *band ratio* kanal 4/2, 5/6, dan 6/7) akan menghasilkan citra komposit dengan warna semu (*pseudocolor*), merupakan kanal-kanal infra merah. Kanal ini peka terhadap perubahan jenis batuan, pola kelurusan punggungan akibat struktir yang bekerja di daerah penelitian sehingga dapat diidentifikasi dari citra komposit ini.
2. Dari pengamatan citra satelit Landsat 8 serta digabungkan dengan hasil pengamatan geologi lapangan, terlihat bahwa di daerah penelitian memiliki morfologi perbukitan, Perubahan kanal infra merah akibat perubahan batuan,pola sungai, serta perbukitan sesar.
3. Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit Landsat 8 maka litologi penyusun lokasi penelitian secara umum Satuan Sekis, Satuan Batulempung kalsit Karbonatan, Satuan Batupasir Halus, Satuan Batupasir Sedang, Satuan Batupasir Konglomeratan, Satuan Batulanau, Satuan Pasir Konglomearatan Kuarter.

5.2 Saran

1. Penggunaan komposit warna untuk analisa kondisi geologi menggunakan citra Landsat 8 selain menggunakan kanal inframerah, juga perlu diperhatikan kondisi tutupan lahan (vegetasi) yang ada di lokasi penelitian.
2. Pemilihan data citra Landsat 8 harus dipertimbangkan kejernihan citra agar tidak terlalu terpengaruh oleh kondisi awan dan juga sudut matahari.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Ali, A. S. O., dan Pour, A. B., (2014), "Lithological mapping and hydrothermal alteration using Landsat 8 data: a case study ariab mining district, red sea hills, Sudan", *International Journal of Basic and Applied Sciences, Science Publishing Corp*.

Arunachalam, M., Udhayaraj, A. D., Jacob, A., NarenPrabakaran, V. P., Vasanth, M. S., dan Saravanavel, J., (2014), "Hydrothermal Mineral Alteration Mapping in parts of Northwestern Tamil Nadu, India - using Geospatial Technology", *ISRS Proceeding Papers of Sort Interactive Session ISPRS TC VIII, International Symposium on "Operational Remote Sensing Applications: Opportunities, Progress and Challenges"*, India.

Asikin, Sukendar, 1992, *Diktat Geologi Struktur Indonesia*, Bandung : Jurusan TeknikGeologi, Institut Teknologi Bandung.

Allen, G. P., Chambers, J. L. C., 1998. *Sedimentation in the Modern Miocene Mahakam Delta*, Bulletin Indonesian Petroleum Association, 236.

Barnes, J., 1991. *Basic Geological Mapping.2nd Edition*. John Wiley & Sons, New York, 118p

Barber, A.J et.al . 2005.Sumatra: Geology , Resources , and Tectonic Evolutions. London, UK. TheGeological Society London

Blow, W.H., 1969, *Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy : International Conference Planktonic Microfossils 1 Proceedings of The First International Conference On Planktonic Microfossils, Geneva* 1967, Proc.Leiden, E.J. Buill. V.1. 422 p.

Bolli, H.M, J.B.Saunders, & K.Perch-Nielsen, 1985, *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, London. 599 p

Boggs, S. Jr. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy.* fourth edition, Pearson Education Inc, Upper Saddle River, USA.

Bouma, A.H., 1962, *Sedimentology of Some Flysh Deposits, A Graphic Approach to Facies Interpretation.* Elsevier Co., Amsterdam.

Dalrymple, R.W., 1992. *Tidal depositional systems. In: Walker, R.G., James, N.P. (Eds.), Facies Models: Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, St. John's, pp. 195–218

Dott, RH, Jr. 1964. *Wacke, graywacke, and matrix—What approach to immature*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sandstone classification? Jour. Sed. Petr. 34:625-632.

Dunham, R. J., 1962, *Classification Of Carbonate Rocks According To Depositional Texture,*Aapg, Memoir 1.

Eubank, R.T., dan Makki, A.C., 1981, *Structural Geology of the Central Sumatera Back- Arc Basin,* Proceedings of Indonesian Petroleum Association, Tenth Annual Convention, hal. 153-174

Einsele G., 1992, *Sedimentary basins* : *Evolution, Facies, and Sediment Budget*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Elliott, T., 1986. Deltas, dalam Reading, H.G., ed., *Sedimentary environments and facies*: Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 11 3-1 54.

Gordon, H.R., (1988), "Exact Rayleigh Scattering Calculations for use with the Nimbus-7 Coastal Zone Color Scanner", *Applied Optics*, Vol. 27.

Heidrick, T.L., Aulia, K., 1993. *A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Black, Central Sumatra Basin, Indonesia*. Indonesian Petroleum Assosiation, Proceeding 22th Annual Convention, Jakarta, Vol. 1, p. 285-316.

Howard, A.D, 1967, *Drainage Analysis In Geologic Interpretation*: A Summation, AAPG Bulletin, Vol.51 No.11 November 1967, p 2246-2259

Heidrick, T.L., dan Aulia, K., 1993, *A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Block, Central Sumatera Basin,* IPA 22th, hal 285-304

Heidrick, T.L., dan Aulia, K., 1996, *Regional Structural Geology of The Central Sumatera Basin, Petroleum Geology of Indonesian Basin,* Pertamina BPPKA Indonesia, hal. 13 – 156

HERMIYANTO, H. 2006. Potensi batuan sumber (source rock) hidrokarbon di Pegunungan Tigapuluh, Sumatera Tengah. Pusat Survei Geologi. Bandung. Indonesia

HERYANTO, R. 2006. Perbandingan karakteristik lingkungan pengendapan, batuan sumber, dan diagenesis Formasi Lakat di lereng timur laut dengan Formasi Talangakar di tenggara Pegunungan Tigapuluh, Jambi. Pusat Survei Geologi. Bandung. Indonesia

Han, T., dan Nelson, JA., (2015), "Mapping hydrothermally altered rocks with Landsat 8 imagery: A case study in the KSM and Snowfield zones, northwestern British Columbia", *Geological Fieldwork 2014, British Columbia Ministry of Energy and Mines, British Columbia Geological Survey Paper*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Indrastomo, F. D., Sukadana, I. G., Saepuloh, A., Harsolumakso, A. H., dan Kamajati, D., (2015), "Interpretasi Vulkanostratigrafi Daerah Mamuju Berdasarkan Analisis Citra Landsat-8", Jurnal Eksplorium Vol. 36 No. 2.

Koesoemadinata, R.P., danMatasak, T, 1981, *Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatra (West Sumatra Province),* Proceedings Indonesian Petroleum Association 10th Annual Convetion, hal 217 – 249. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Bandung, 25 h

Koning, T., 1985, The*Petroleum Geology of the Ombilin Intramontane Basin, West Sumatra,* Proceedings Indonesian Petroleum Association 14th Annual convention, hal 117 – 133.

Kustiyo, (2014), "Pengembangan Metoda Koreksi Radiometrik Citra Spot 4 Multi-Spektral dan Multi-Temporal untuk Mosaik Citra", Seminar Nasional Penginderaan Jauh, LAPAN.

Lillesand, T. M., dan Kiefer, R. W., (2000), "Remote Sensing and Image Interpretation", 4th edition, *Wiley & Sons*, New York.

Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., dan Schellmann, G., (2015), "A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualising lineaments: A case study of central region Kenya", *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Berlin.

Modul Praktikum Geomorfologi, 2014, Pekanbaru : JurusanTeknikGeologi, Universitas Islam Riau *Modul Praktikum Sedimontologi*, 2014, Pekanbaru : JurusanTeknikGeologi, Universitas Islam Riau

Modul Praktikum Geologi Struktur, 2014, Pekanbaru : JurusanTeknikGeologi, Universitas Islam Riau.

Oyama, Y., (2008), "Application of Spectral Decomposition Algorithm for Mapping Water Quality in A Turbid Lake (Lake Kasumigaura, Japan) From Landsat TM Data", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 64.

Reading, H. G., 1978. *Sedimentary Environments and Facies*. Elsevier: New York.

Reineck, H. E., Singh, I. B., (1980), *Depositional Sedimentary Environment*, Spinger- Verlag.

Sandy, I.M,198, *Republik Indonesia Geografi Regional*, Jakarta : FMIPA UI.

Shaw, J.H., Hook, S.C. dan Sitohang E.P., 1999, *Extensional Fault-Bend Folding*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

and Synrift Deposition: An Example from the Central Sumatra Basin, Indonesia, AAPG Bulletin, V. 81, No. 3 - Online presentation. http://www.searchanddiscovery.net/documents/Indonesia

Silitonga,P.H. danKastowo, 1995, *Edisi 2, Peta Lemba Solok, Sumatera Barat*, Dit. Inventarisasi Sumber Daya Mineral. Bandung : Laporan. Pusat Sumber Daya Geologi.

Silitonga, P,H dan Kuswono. 1995, Peta Geologi Lembar Solok, Sumatera skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Situmorang, B., Yulihanto, B., Guntur, A., Himawan, R.S., & Jacob, T.G, 1991, *Structural Basin Development of the Ombilin Basin* , Proceedings Indonesian Petroleum Association 21th Annual Convention, hal 1– 15.

Santosa, S., dan Suwarti, T., (1992), "Peta Geologi Lembar Malang, Jawa", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Schmid, R., (1981), "Descriptive nomenclature and classification of pyroclastics deposits and fragments, recommendation of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks", *Geology* Vol. 9.

USGS, (2012), "Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Level 1 (L1) Data Format Control Book (DFCB) Version 6.0", *Departement of the Interior U. S. Geological Survey*, South Dakota.

USGS, (2013), <URL: http://Landsat.usgs.gov/band_designations_Landsat_satellites.php>, dikunjungi pada tanggal 29 September 2015, jam 21.04.

Van Bemmelen, R.W., (1949), "The Geology of Indonesia", Vol. IA, *General Geology, Government Printing Office, Martinus Nijhoff, The Hague*, Belanda.

Vermonte, E., (1997), "Second Simulation of The Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: An overview", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 35, No. 3.

Tucker, M. E. dan Wright, V. P., 1990, *Carbonate Sedimentology, Blackwell Scientific Publications*, Oxford

Van Zuidam, R.A., 1985, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, The Hague: Smits

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

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tengah Bidang Studi Ilmu Kebumian – Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, *Unpublished*

Walker, R.G., 1992. *Facies, facies models, and modern stratigraphic concept dalam Walker, R.G., and James, N.P., Eds, Facies Models: A Response to Sea-Level Changes*, Geological Association of Canada, 1-14.

Wibowo, R.A., 1995, *Pemodelan Termal Sub-Cekungan Aman Utara Sumatra*

Wibowo, R.A., 1995, *Pemodelan Termal Sub-Cekungan Aman Utara Sumatra Tengah*, Bidang Studi Ilmu Kebumian – Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, *Unpublished.*

Williams, H., Turner, F.J. and Gilbert, C.M., 1954. *Petrography: An Introduction to Study of Rocks in Thin Section*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 406 pp.

Zuidam,R.A,van, 1983, *Guide to Geomorfhology Ariel Photographic Interpretation andMapping*, ITC Enschede The Nederland.

Zuidam,R.A,van, 1985, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and GeomorphologicalMapping*, Netherland : SmitsPublishers, The Hague.

Zuidam,R.A,van, 1988. *Annual photo interpretation in terrain Analysis and GeomorphicMapping*. International Institute for Aerospace Survey andearth science, ITC : Smith Publisher The Hague.

Zuidam, R.A van, 1983 *Guide To Geomorphology Ariel Photographic Interpretation And Mapping*, ITC enschede the Nederland

Zhu, J., (2011), "Atmospheric Correction of ENVISAT/MERIS Data Over Case II Waters: The Use of Black Pixel Assumption in Oxygen and Water Vapour Absorption Bands", *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 33, No.12.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :