



TUGAS AKHIR - RG 091536

**PEMETAAN GEOLOGI SKALA 1:50.000
DENGAN MENGGUNAKAN CITRA RADARSAT 2
DAN LANDSAT 8
(Studi Kasus : Nangapinoh Provinsi
Kalimantan Barat)**

DESI ISMAWATI
NRP 3510 100 027

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
Ir. Ipranta, MSc

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL ASSIGNMENT - RG 091536

GEOLOGICAL MAPPING SCALE 1:50000 USING IMAGERY RADARSAT 2 AND LANDSAT 8 (Case Study: Nangapinoh West Kalimantan)

DESI ISMAWATI
NRP 3510 100 027

Supervisor

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
Ir. Ipranta, MSc

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

**PEMETAAN GEOLOGI SKALA 1:50000 DENGAN
MENGUNAKAN CITRA RADARSAT-2 DAN
LANDSAT-8**

(Studi Kasus : Nangapinoh Provinsi Kalimantan Barat)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DESI ISMAWATI

NRP. 3510 100 027

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo S.T., M.Eng., DESS

NIP. 1953 0527 1983 03 1001



..... (Pembimbing I)

2. Ir. Ipranta, MSc

NIP. 1961 0413 1991 03 1001

..... (Pembimbing II)

SURABAYA, JULI 2014

PEMETAAN GEOLOGI SKALA 1:50.000 DENGAN MENGUNAKAN CITRA RADARSAT 2 DAN LANDSAT 8

(Studi Kasus : Nangapinoh Provinsi Kalimantan Barat)

Nama : Desi Ismawati
NRP : 3510 100 027
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Prof.Dr.Ir.Bangun M.S.,DEA,DESS
Ir.Ipranta, MSc

Abstrak

Geologi merupakan salah bidang yang memiliki peranan penting bagi pertumbuhan pembangunan nasional. Kebutuhan akan informasi geologi saat ini semakin meningkat seiring pertumbuhan sektor industri nasional dan pengembangan daerah di wilayah Indonesia, sehingga untuk menunjang hal tersebut diperlukan kegiatan pemetaan dalam skala peta yang lebih rinci (peta skala 1:50.000). Untuk memetakan seluruh wilayah Indonesia dengan luas sekitar 1,9 juta km² dalam skala 1:50.000 dengan menggunakan metode konvensional akan memerlukan waktu sekitar 50-100 tahun. Akan tetapi dengan adanya kemajuan teknologi informasi maka penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk memetakan unsur geologi di seluruh wilayah Indonesia merupakan salah satu alternatif untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Pemetaan Geologi menggunakan data citra Radarsat 2 dan landsat 8 di daerah Nangapinoh, Kalimantan Barat merupakan salah satu aplikasi teknologi penginderaan jauh. Data citra Radarsat 2 yang memiliki resolusi tinggi ini diolah dan dianalisa sehingga dapat diperoleh informasi mengenai unsur geologi yang ada di daerah tersebut dengan skala 1:50.000. Data Radarsat 2 berupa DSM (Digital Surface Model) dan ORRI (Ortho Rectified Radar Image) dengan resolusi spasial masing-masing 10 m dan

3.125 m didukung dengan citra Landsat 8 yang memiliki resolusi spectral yang cukup baik serta data pendukung lainnya, diolah dengan menggunakan software pengolahan citra dan Aplikasi SIG untuk mendapatkan hasil informasi geologi daerah Nangapinoh. Interpretasi citra dalam penelitian ini dilakukan secara visual dengan menggunakan parameter 7 kunci interpretasi, kenampakan morfologi, pola aliran sungai didukung dengan data pengamatan lapangan, analisa laboratorium serta dokumentasi lapangan terdahulu.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah peta geologi hasil penginderaan jauh dengan skala 1:50.000, serta informasi unsur geologi lembar Nangapinoh (1515-51) Kalimantan Barat. Dari hasil interpretasi dapat diketahui bahwa litologi daerah tersebut berupa Batuan Malihan Pinoh (PzTRp), Batuan Gunung Api Menunuk (Klm), Tonalit Sepauk (Kls), Gabro Biwa (Kub), Batuan Malihan (PzTRm), Formasi Tebidah (Tot), Satuan Alluvium (Qa), Terobosan Sintang (Toms), dan Alluvium Terbiku (Qat). Dimana litologi yang mendominasi adalah Formasi Tebidah (Tot) dengan luas area mencakup 233,606 km². Sedangkan struktur geologi yang terlihat pada daerah penelitian adalah kelurusan.

Kata Kunci : Pemetaan Geologi, Penginderaan Jauh, Radarsat 2, Landsat 8

GEOLOGICAL MAPPING SCALE 1:50000 USING RADARSAT 2 AND LANDSAT 8 IMAGERY (Case Study: Nangapinoh West Kalimantan)

Name	: Desi Ismawati
NRP	: 3510 100 027
Department	: Geomatics Engineering
Supervisor	: Prof.Dr.Ir.Bangun M.S.,DEA,DESS Ir.Ipranta, MSc

Abstract

Geology is one area that has an important role for the growth of national development. Needs of geological information will increase along with national industrial sector growth and regional development in Indonesia, so it is necessary to support mapping on a more detailed scale maps. For mapping the entire territory of Indonesia with an approximation area 1.9 million km² at 1:50.000 scale using conventional methods would take about 50-100 years. The advancement of information technology, so remote sensing technology for mapping the geological elements in the whole of Indonesia is one of alternatives to solve these problems.

Geological mapping using Radarsat 2 imagery data and Landsat 8 Nangapinoh area, West Kalimantan is one of the applications of remote sensing technology. Radarsat 2 imagery data that exists in high resolution is processed and analyzed to obtain geological information about the elements that exist in the area with a 1:50.000 scale. Radarsat 2 data in DSM (Digital Surface Model) and ORRI (Ortho Rectified Radar Image) form with a spatial resolution about 10 meters and 3,125 meters, they are supported by Landsat 8 which has a good spectral resolution as well as other supporting data, processed using image processing software and GIS application to get the geological information Nangapinoh area. Image interpretation in this study

is done visually by using 7 key of the interpretation parameters morphological appearance, the flow pattern of the river supported by field observation data, laboratory analysis and documentation of the previous field.

The result of this study is a geological map from remote sensing result with scale 1:50.000, and elements of geological information in Nangapinoh sheet (1515-51) of West Kalimantan. Result of interpretation can be known that the lithology of the area are in the form of Pinoh Metamorphics (PzTRp), Menunuk Volcanics (Klm), Tonalite Sepauk (Kls), Biwa Gabbro (Kub), Metamorphics (PzTRm), Tebidah Formation (Tot), Alluvium (Qa), Sintang Intrusives (Toms) and Dissected Alluvium (Qat). The dominate lithology is Tebidah Formation (Tot) and area include of 233,606 km². Whereas the geological structure of this study area is shown in the lineaments.

Keywords : Geological Mapping, Remote Sensing, Radarsat 2, Landsat 8.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa karena hanya dengan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemetaan Geologi Skala 1:50.000 dengan Menggunakan Citra Radarsat-2 dan Landsat-8 (Studi Kasus : Nangapinoh Provinsi Kalimantan Barat)”**.

Tugas Akhir ini merupakan mata kuliah wajib dalam menyelesaikan pendidikan tahap Sarjana di Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang membantu. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta Bapak Sukimin dan Ibu Sunarti beserta seluruh keluarga penulis yang selama penyelesaian Tugas Akhir ini tidak hentinya memberikan inspirasi, semangat, dan seluruh dukungannya kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku Kepala Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS selaku pembimbing I Tugas Akhir ini atas segala bantuan, bimbingan serta arahnya.
4. Bapak Ir. Ipranta, M.Sc selaku pembimbing II dari instansi Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral yang telah banyak membantu dan memberikan pengarahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Khomsin, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir beserta seluruh jajaran dosen Teknik Geomatika ITS atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
6. Dr. Ir. Adhi Wibowo, M.Sc selaku kepala Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

7. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Bandung atas bantuan data yang diberikan.
8. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Geomatika ITS.
9. Seluruh staf dan karyawan Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
10. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika ITS khususnya angkatan 2010 atas segala dukungannya.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah Yang Maha Kuasa senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya dan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang berkepentingan. Akhir kata, penulis mengucapkan mohon maaf kepada seluruh pihak apabila selama penyelesaian tugas akhir ini banyak melakukan kesalahan dan kekurangan.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	xiii
ABSTRAK	v
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penginderaan Jauh	7
2.1.1. Sistem Penginderaan Jauh	7
2.1.2. Data Penginderaan Jauh	10
2.1.3. Pengolahan dan Analisa Data	11
2.2. Pengolahan Citra Digital	11
2.2.1. Koreksi Radiometrik	11
2.2.2. Koreksi Geometrik	12
2.2.3. Pemotongan Citra (<i>Cropping</i>)	12
2.2.4. Penajaman Citra (<i>Image Enhancement</i>)	12
2.2.5. <i>Image Fusion</i>	13
2.2.6. Interpretasi Citra	15
2.3. Radarsat-2	16
2.4. Landsat 8	18
2.4 Geologi	20
2.4.1. Struktur Geologi	21
2.4.2. Litologi	23
2.4.3. Pola Aliran Sungai	23

2.5 Peta Geologi.....	24
2.5.1. Aspek Litologi	25
2.5.2. Aspek Hubungan Kedudukan Lapisan.....	25
2.5.3. Aspek Patahan (<i>Faults</i>) dan Lipatan (<i>Folds</i>)	26
2.5.4. Aspek Jurus (<i>Strike</i>) dan kemiringan (<i>Dip</i>)	27
2.6 Kondisi Geologi Regional	28
2.7 Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Lokasi Penelitian.....	33
3.2 Data dan Peralatan	34
3.2.1. Data	34
3.2.2. Peralatan.....	37
3.3 Tahapan Kegiatan Penelitian	37
3.4 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil	43
4.1.1. Citra	43
4.1.2. Radarsat dan Landsat	45
4.1.3. Hasil Peta Geologi	50
4.2 Pembahasan.....	50
4.2.1. Geologi Regional	50
4.2.2. Formasi dan Satuan Batuan	52
4.2.3. Sebaran Batuan yang Ditemukan dalam Penelitian	83
4.2.4. Kelurusan (<i>Lineaments</i>).....	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

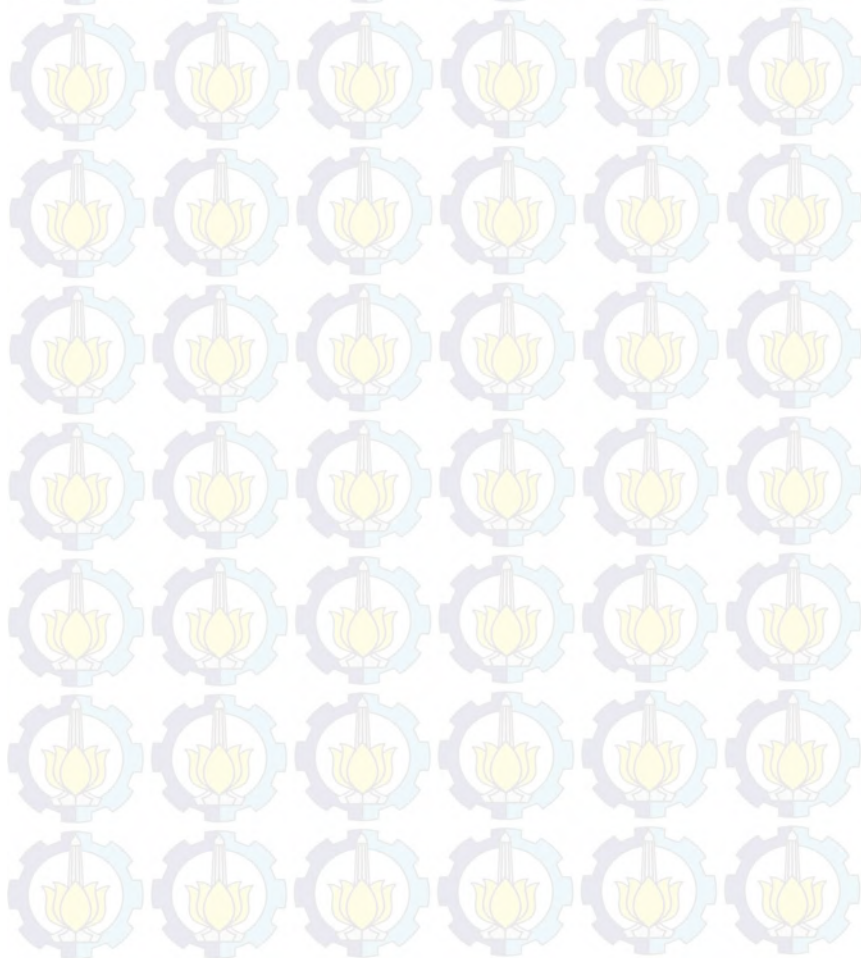
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Penginderaan Jauh	8
Gambar 2.2	Spektrum Elektromagnetik	9
Gambar 2.3	Jenis-Jenis Patahan	21
Gambar 2.4	Jenis-Jenis Lipatan	22
Gambar 2.5	Pola Aliran Sungai (a) Dendritik (b) Paralel (c) Radial Sentrifugal (d) Radial Sentripetal (e) Annular (f) Trellis (g) Rektangular	24
Gambar 2.6	Penggambaran Aspek Litologi pada Peta	25
Gambar 2.7	Penggambaran <i>Contact Lines</i> pada Peta	26
Gambar 2.8	(a) Penggambaran Patahan pada Peta (b) Penggambaran Lipatan pada Peta	27
Gambar 2.9	Ilustrasi <i>Strike</i> (Jurus) dan <i>Dip</i> (Kemiringan)	27
Gambar 2.10	Penggambaran Jurus dan Kemiringan pada Peta	28
Gambar 2.11	Kondisi Geologi Regional pada Lembar Nangapinoh (1515)	30
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian Lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat	33
Gambar 3.2	Data DSM (<i>Digital Surface Model</i>) Radarsat-2	34
Gambar 3.3	Data ORRI (<i>Ortho Rectified Radar Image</i>) Radarsat-2 <i>Layer Intensity</i>	35
Gambar 3.4	Citra Landsat 8 dengan Kombinasi Band 567	35
Gambar 3.5	Peta Geologi Lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat 1515 Skala 1:250000	36
Gambar 3.7	Diagram Alir Tahapan Penelitian	37
Gambar 3.8	Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan Geologi	39
Gambar 4.1	Desain Jaring Titik <i>Ground Control Point</i> (GCP) Landsat 8 Tahun 2013	44
Gambar 4.2	Data DSM Radarsat 2 Sebelum Dilakukan <i>Sun</i> <i>Shading</i>	46
Gambar 4.3	Data DSM Radarsat 2 Hasil <i>Sun Shading</i>	47

Gambar 4.4	Citra Landsat 8 dengan Kombinasi Band 567	48
Gambar 4.5	Hasil <i>image fusion</i> Citra ORRI Radarsat-2 <i>layer intensity</i> dan Citra Landsat 8 RGB 567	49
Gambar 4.6	Hasil <i>overlay</i> DSM, ORRI, dan Landsat 8	50
Gambar 4.7	Cekungan Melawi dengan Tipe Bukit Rendah Berombak	51
Gambar 4.8	Kenampakan Batuan Malihan Pinoh pada Citra	53
Gambar 4.9	Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Malihan Pinoh	54
Gambar 4.10	Diorit	55
Gambar 4.11	Lokasi Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi	55
Gambar 4.12	Hasil Interpretasi Batuan Malihan Pinoh PzTRp) pada Citra	56
Gambar 4.13	Kenampakan Satuan Batuan Api Menunuk pada Citra Hasil Fusi Data	57
Gambar 4.14	Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Gunung Api Menunuk	48
Gambar 4.15	Batu Lumpur	48
Gambar 4.16	Sebaran Titik Pengamatan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada Batuan Gunung Api Menunuk	59
Gambar 4.17	Hasil Interpretasi Batuan Gunung Api Menunuk (Klm) pada Citra	60
Gambar 4.18	(a) Kenampakan Tonalit Sepauk pada Citra Hasil Fusi Data (b) Pola Aliran Sungai pada Tonalit Sepauk	61
Gambar 4.19	Pegunungan Tonalit	62
Gambar 4.20	Tonalit Sepauk	62
Gambar 4.21	Hasil Interpretasi Tonalit Sepauk (Kls) pada Citra	63
Gambar 4.22	Kenampakan Gabro Biwa pada Citra Hasil Fusi Data	64
Gambar 4.23	Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Gabro Biwa	65

Gambar 4.24	Titik Pengamatan Lapangan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G)	66
Gambar 4.25	Hasil Interpretasi Gabbro Biwa (Kub) pada Citra.	66
Gambar 4.26	Kenampakan PzTRm pada (a) Citra Hasil Fusi Data	67
Gambar 4.27	Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Malihan (PzTRm).	67
Gambar 4.28	Titik Pengamatan Lapangan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G)	68
Gambar 4.29	Hasil Interpretasi PzTRm pada Citra.....	69
Gambar 4.30	Kenampakan Formasi Tebidah pada Citra Hasil Fusi Data.....	70
Gambar 4.31	Pola Aliran Sungai pada Formasi Tebidah	71
Gambar 4.32	(a) Singkapan Batu Lumpur dan Batu Pasir pada Formasi Tebidah (b) <i>Ripple Marked</i> Batu Pasir pada Formasi Tebidah	72
Gambar 4.33	Hasil Interpretasi Formasi Tebidah (Tot) pada Citra	73
Gambar 4.34	Kenampakan Satuan Alluvium pada Citra Hasil Fusi Data.....	75
Gambar 4.35	Pola Aliran Sungai pada Satuan Alluvium	75
Gambar 4.36	Satuan Endapan Alluvial.	76
Gambar 4.37	Hasil Interpretasi Satuan Alluvium (Qa) pada Citra	77
Gambar 4.38	Kenampakan Terobosan Sintang pada Citra Hasil Fusi Data	78
Gambar 4.39	Pola Aliran Air pada Terobosan Sintang	79
Gambar 4.40	Hasil Interpretasi Terobosan Sintang (Toms) pada Citra.....	80
Gambar 4.41	Kenampakan Satuan Alluvium Terbiku pada Citra Hasil Fusi Data	81

Gambar 4.42 Pola Aliran Sungai pada Satuan Alluvium Terbiku.....	81
Gambar 4.43 Hasil Interpretasi Satuan Alluvium Terbiku (Qat) pada Citra	82
Gambar 4.44 Hasil Interpretasi Kelurusan pada Citra.....	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Orbit Radarsat-2	17
Tabel 2.2. Spesifikasi Satelit Radarsat-2	17
Tabel 2.3. Parameter-Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat-8)	19
Tabel 2.4. Spesifikasi kanal-kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat 8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS).	20
Tabel 4.1. Daftar Koordinat GCP pada Citra Landsat 8 Tahun 2013	43
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Luasan Litologi Pada Peta Geologi Regional.....	83
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Luasan Litologi pada Peta Geologi Hasil Interpretasi	83
Tabel 4.4. Selisih Luasan Litologi pada Peta Geologi Hasil Interpretasi.....	84
Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Perhitungan Panjang Kelurusan pada Peta Geologi Regional dan Peta Geologi Hasil Interpretasi.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan *Strenght of Figure*
- Lampiran 2 Metadata Citra yang Digunakan
- Lampiran 3 Tampilan Citra yang Digunakan
- Lampiran 4 Formulir Interpretasi Berdasar 7 Kunci Interpretasi, Morfologi, dan Pola Aliran Sungai
- Lampiran 5 Hasil Akhir Peta Geologi Penginderaan Jauh Skala 1:50.000



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat tentunya akan sebanding dengan kebutuhan data dan informasi yang kian meningkat untuk menunjang kemajuan peradaban manusia. Demikian halnya dalam bidang geologi yang merupakan salah bidang dengan peranan sangat penting bagi pertumbuhan pembangunan nasional.

Kebutuhan akan informasi Geologi saat ini semakin meningkat seiring pertumbuhan sektor industri nasional dan pengembangan daerah di wilayah Indonesia. Dalam rangka percepatan peningkatan informasi dibidang geologi, maka dipandang perlu untuk merencanakan dan melaksanakan kegiatan pemetaan dalam skala peta yang lebih rinci (peta skala 1:50.000). Kendala yang dihadapi adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan pemetaan geologi seluruh wilayah Indonesia apabila dikerjakan dengan menggunakan metode survei lapangan dalam skala tersebut. Selain itu tentunya juga terkait masalah tersedianya sumber daya manusia yang mencukupi untuk melaksanakan survei dan pemetaan geologi lapangan (Badan Geologi, 2013).

Sistematika pemetaan geologi yang telah ada saat ini adalah dengan skala 1:100.000 untuk pulau jawa dan 1:250.000 untuk luar pulau jawa lainnya. Pemetaan geologi terdahulu yang telah dilakukan dengan menggunakan metode konvensional untuk memetakan seluruh wilayah di Indonesia dengan luas sekitar 1,9 juta km² dalam skala 1:50.000 akan memerlukan waktu kurang lebih 50-100 tahun (Hanafi, 2010).

Pada saat ini, pemetaan geologi dapat dilakukan dengan bantuan teknologi canggih seperti teknologi penginderaan jauh sehingga lebih efektif dan efisien. Kegiatan pemetaan geologi yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh menggunakan satelit dengan resolusi yang tinggi (lebih besar dari 10 m) akan

sangat membantu untuk menganalisis dan mengidentifikasi keadaan geologi di suatu daerah ditambah dengan data dan informasi yang telah ada.

Teknik penginderaan jauh berkembang sangat pesat sejak diluncurkannya satelit penginderaan jauh ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tahun 1972. Dan hingga saat ini teknologi penginderaan jauh sudah ada dan sudah dimanfaatkan hampir oleh semua negara di dunia (Purwadhi, 2001). Teknologi Penginderaan Jauh mempunyai kelebihan, antara lain memiliki liputan yang luas dan berulang-ulang, tingkat ketelitian yang tinggi dan biaya yang relatif murah, serta memberikan kemungkinan untuk meningkatkan keakurasian dan efisiensi dalam penyediaan data dan informasi geologi.

Pulau Kalimantan merupakan salah satu pulau yang ada di Indonesia yang memiliki tektonik yang kompleks dan terjadi interaksi konvergen antara 3 lempeng utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Asia yang membentuk daerah Timur Kalimantan. Selain itu, di daerah Kalimantan terdapat empat unit geologi utama, yaitu batuan yang dihubungkan dengan pinggir lempeng, batuan dasar, batuan muda yang mengeras dan tidak mengeras, dan batuan aluvial serta endapan muda yang dangkal. Sehingga Kalimantan memiliki struktur geologi yang cukup kompleks. Nangapinoh merupakan salah satu daerah di Provinsi Kalimantan Barat yang memiliki beberapa struktur dan formasi batuan. Nangapinoh terletak sekitar 260 km ke arah timur dari Kota Pontianak yang merupakan Ibukota Propinsi Kalimantan Barat. Pemetaan geologi lembar Nangapinoh (1515-51) dilakukan dengan melakukan interpretasi citra satelit sehingga diperoleh beberapa klasifikasi sebaran batuan yang nantinya dapat digunakan sebagai pedoman untuk membantu menentukan satuan penyusun batuan berdasarkan morfologinya. Dengan melakukan analisa keadaan morfologi yang terdapat didaerah Nangapinoh, maka akan dapat diketahui persebaran batuan dan keadaan geologi yang ada.

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Radarsat 2 yang dipadukan dengan citra Landsat 8. Dengan kemampuan citra Radarsat yang memiliki resolusi spasial tinggi dan merupakan sistem aktif yang dapat beroperasi pada malam hari serta dapat menembus awan sehingga pengamatan dapat dilakukan kapan saja tanpa memperhatikan faktor cuaca. Kemudian dipadukan dengan citra Landsat yang merupakan citra optis sistem pasif dengan resolusi spektral tinggi.

Interpretasi citra Radarsat 2 dan citra Landsat 8 dengan didukung oleh data pendukung lainnya serta data dan informasi yang telah ada sebelumnya seperti data pengamatan lapangan, data analisa laboratorium dan pola aliran sungai diharapkan mampu membantu dan memperjelas kenampakan geologi yang terdapat di daerah penelitian. Sehingga mampu menghasilkan sebuah peta geologi yang dapat memberikan informasi geologi lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat. Sebelumnya, terdapat penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu penelitian yang memanfaatkan citra ALOS untuk melakukan pemetaan geologi di daerah Pegunungan Selatan (kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah) secara efektif dengan metode penginderaan jauh (Hanafi, 2010).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaplikasian teknologi penginderaan jauh dalam memetakan kondisi geologi di wilayah studi lembar Nangapinoh (1515-51), Kalimantan Barat?
2. Bagaimana cara mengolah dan menganalisa citra Radarsat 2 yang dipadukan dengan citra Landsat 8 sehingga dapat digunakan dalam pemetaan geologi yang akurat dan sesuai dengan keperluan di lembar Nangapinoh (1515-51), Kalimantan Barat?
3. Bagaimana mengetahui informasi geologi mengenai pola sebaran batuan, kelurusan batuan, formasi batuan, serta batas

litologi yang terdapat di lembar Nangapinoh (1515-51), Kalimantan Barat?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan penelitian ini tidak terlalu melebar dan agar diperoleh konsepsi yang sama, maka dibutuhkan batasan masalah. Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Radarsat 2 tahun 2010 yang berupa DSM (*Digital Surface Model*) dan ORRI (*Ortho Rectified Radar Image*) dari Pusat Survei Geologi Bandung dan citra Landsat 8 tahun 2013.
2. Wilayah studi terbatas pada lembar Nangapinoh (1515-51), Propinsi Kalimantan Barat.
3. Selain citra Radarsat 2 dan Landsat 8, data yang digunakan adalah peta vektor Rupa Bumi Indonesia lembar Nangapinoh (1515-51), Propinsi Kalimantan Barat skala 1:50.000 terbitan BAKOSURTANAL, *softcopy* peta geologi regional lembar Nangapinoh (1515) skala 1:250.000, dan laporan data geologi lembar Nangapinoh 1:250.000 Kalimantan Barat dari Pusat Survei Geologi Bandung.
4. Analisa yang dilakukan adalah meliputi penafsiran sebaran batuan berdasarkan ciri-ciri fisik obyek yang terdapat pada citra indera jauh dan identifikasi kelurusan batuan berdasarkan kenampakan morfologinya.
5. Hasil dari penelitian ini adalah peta geologi hasil penginderaan jauh lembar Nangapinoh (1515-51), Propinsi Kalimantan Barat skala 1:50.000.
6. Informasi yang disajikan dalam peta geologi ini diantaranya adalah batas litologi dan kelurusan batuan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah untuk:

1. Membuat peta geologi skala 1:50000 lembar Nangapinoh (1515-51), Propinsi Kalimantan Barat menggunakan data

citra Radarsat 2 dan citra Landsat 8 serta dibantu dengan data pendukung lainnya untuk menyajikan informasi geologi.

2. Mendapatkan informasi geologi mengenai pola sebaran batuan, dan kelurusan batuan yang terdapat di lembar Nangapinoh (1515-51), Propinsi Kalimantan Barat.
3. Membandingkan peta hasil penginderaan jauh dengan peta geologi skala 1:250.000 lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah mampu mengetahui gambaran kondisi geologi meliputi pola sebaran batuan, kelurusan batuan, formasi batuan, serta batas litologi yang di daerah Nangapinoh. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi sumber informasi bagi penelitian yang lain maupun memberikan informasi mengenai bentang alam yang ada sehingga dapat dimanfaatkan untuk masukan dalam pengambilan kebijakan mengenai berbagai aspek kehidupan terutama dari bidang geologi, pengembangan industri nasional, dan pengembangan daerah khususnya di wilayah Nangapinoh Kalimantan Barat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) didefinisikan sebagai pengukuran atau pemerolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak terjadi kontak langsung atau bersinggungan dengan objek atau fenomena yang dikaji (Church Va, 1983 lihat juga dalam Sukojo, 2012).

Teknologi Penginderaan biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, perkebunan, arkeologi, kehutanan, lingkungan, kelautan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya. Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik, yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi.

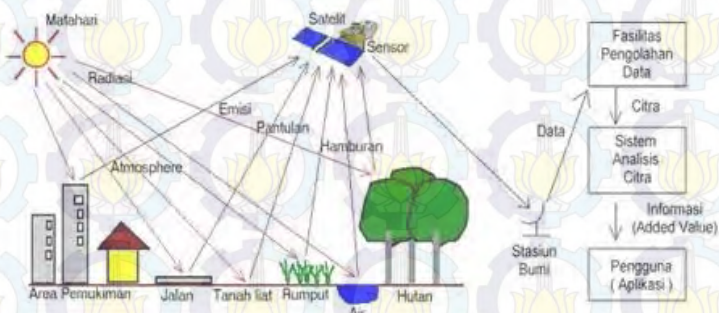
2.1.1. Sistem Penginderaan Jauh

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen (komponen) meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan dan berbagai pengguna data. Konsep dasar digambarkan sebagai sistem penginderaan jauh (Gambar 2.1).

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif. Sistem pasif menggunakan sumber tenaga utama dari alam atau sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga tersebut biasanya berasal dari energi matahari. Beberapa wahana yang

menggunakan sistem pasif ini antara lain Landsat, Aster, SPOT, MOS, Ikonos, Quick Bird dan lainnya.

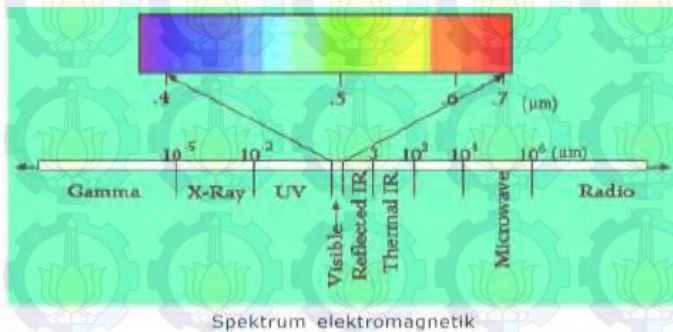
Sistem aktif menggunakan sumber tenaga utama dari sumber energi buatan yaitu berupa tenaga elektromagnetik yang terintegrasi dengan wahana tersebut. Sistem aktif memiliki kelebihan dibandingkan dengan sistem optik dalam hal mampu menembus awan dan dapat dioperasikan pada malam hari karena tidak tergantung sinar matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS, SAR dan lainnya.



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh (Sutanto, 1994 lihat juga dalam Hanafi, 2010)

Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu benda atau obyek kenampakan di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting, yaitu bagian tenaga yang di serap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra. Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand dan Kiefer, 2004).

Distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran pada sistem penginderaan jauh sesuai dengan letak panjang gelombangnya, yaitu terletak pada bagian-bagian spektrumnya. Pembagian spektrum elektromagnetik yang digunakan pada penginderaan jauh terletak secara berkesinambungan mulai dari ultraviolet hingga gelombang mikro.



Gambar 2.2 Spektrum Elektromagnetik (Lillesand dan Kiefer, 2004)

Dalam sistem penginderaan jauh tentunya akan melalui atmosfer sebelum spektrum elektromagnetik mencapai obyek di permukaan bumi. Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang. Pengaruhnya bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi.

Interaksi tenaga dengan obyek atau benda sesuai dengan asas kekekalan tenaga, maka ada tiga interaksi apabila tenaga mengenai suatu benda, yaitu dipantulkan, diserap dan diteruskan/ditransmisikan.

Pada wahana dipasang sensor yang terletak jauh dari obyek, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Tiap sensor memiliki kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Di samping itu, kepekaannya juga berbeda dalam merekam obyek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. Batas kemampuan memisahkan setiap obyek dinamakan resolusi.

1. Resolusi spasial adalah ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat direkam, semakin baik kualitas sensornya.
2. Resolusi spektral merupakan daya pisah obyek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.
3. Resolusi radiometrik adalah kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal.
4. Resolusi temporal menunjukkan perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang (Purwadhi, 2001).

2.1.2. Data Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh dapat berupa data digital atau data numerik untuk dianalisis dengan menggunakan komputer. Data penginderaan jauh pada umumnya berbentuk data digital yang merekam unit terkecil dari permukaan bumi dalam sistem perekam data. Unit terkecil ini dikenal dengan nama pixel (*picture element*) yang berupa koordinat 3 dimensi (x,y,z). Koordinat geografi x, y pada lokasi unit ditunjukkan oleh koordinat x, y dan nilai z menunjukkan nilai intensitas pantul dari tiap pixel dalam

tiap selang panjang gelombang yang digunakan (Hanafi, 2010).

2.1.3. Pengolahan dan Analisa Data

Dalam sebuah penelitian yang menggunakan data penginderaan jauh memerlukan suatu perangkat keras dan lunak khusus untuk pemrosesannya. Komputer dengan berbagai *software* seperti *ER Mapper*, *Map Info*, *Arc GIS*, *ENVI* dan lain-lain dapat digunakan untuk pemrosesan data yang tersedia. (Purwadhi, 2001).

Untuk keperluan analisis dan interpretasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu analisis digital dan analisis interpretasi visual. Kedua metode ini mempunyai keunggulan dan kekurangan, sehingga kedua metode ini lebih baik digunakan bersama-sama sebagai pelengkap untuk menunjang hasil penelitian yang sempurna.

Pemrosesan digital dilakukan dengan menggunakan komputer yang berfungsi untuk membaca data, menampilkan data, memodifikasi dan memproses ekstraksi data secara otomatis, menyimpan, mendesain format peta dan mencetak. Sedangkan analisis interpretasi visual sebagian besar dilakukan oleh manusia yang digunakan apabila pemrosesan data secara digital tidak dapat dilakukan dan kurang berfungsi baik (tidak sesuai dengan kondisi lapangan).

2.2. Pengolahan Citra Digital

2.2.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau kesalahan radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya, biasanya

mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai kesalahan utama (Danoedoro, 1996).

2.2.2. Koreksi Geometrik

Pada prinsipnya koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi ini (Danoedoro, 1996). Distorsi geometrik dapat terjadi karena faktor-faktor seperti variasi ketinggian satelit, ketegakan satelit, dan kecepatannya. Prosedur yang diterapkan dalam koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi ke dalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang *sistematik* atau dapat diperkirakan sebelumnya dan distorsi yang dipandang *acak* atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya (Lillesand dan Kiefer, 2004).

2.2.3. Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian dan memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan data (Moko, 2011).

2.2.4. Penajaman Citra (*Image Enhancement*)

Penajaman citra bertujuan untuk peningkatan mutu citra, yaitu menguatkan kontras kenampakan yang tergambar dalam citra digital. Penajaman citra dilakukan sebelum penampilan citra atau sebelum dilakukan interpretasi, dengan maksud untuk menambah jumlah informasi yang dapat diinterpretasi secara digital. Tiga teknik penajaman citra yang dapat dilakukan, yaitu manipulasi kontras citra (*contrast manipulation*), manipulasi kenampakan secara spasial (*spatial feature manipulation*) dan manipulasi citra jamak (*multi-image manipulation*). Penajaman citra ini juga bertujuan untuk mendapatkan nilai citra yang lebih sesuai dengan tujuan interpretasi (Purwadhi, 2001).

2.2.5. Image Fusion

Integrasi data citra multisensor melibatkan permasalahan penyesuaian resolusi spasial dari citra multisensor tersebut. Sehingga lebih lanjut dapat dilakukan proses integrasi yang komplementer, yang disebut dengan teknik fusi data. Teknik fusi data yaitu proses penggabungan informasi pada setiap titik atau elemen citra (*pixel*) dari keseluruhan kanal citra yang dilibatkan (Murni, 1996).

Adapun tujuan dari penggabungan citra ini adalah untuk memperoleh citra baru yang memiliki keunggulan dalam resolusi spasial dan sekaligus resolusi spektral dari dua atau lebih data citra multisensor yang dilibatkan (Sitanggang, Carolita, dan Trisasongko, -).

Sedangkan menurut Nisak (2010) *image fusion* merupakan suatu kombinasi dua atau lebih gambar yang berbeda untuk membentuk suatu gambar baru dengan menggunakan algoritma tertentu. Konsep dari *image fusion* yaitu menggabungkan gambar yang berbeda nilai karakteristik spasial, spektral maupun temporalnya.

Secara umum, teknik penggabungan citra dari data multisensor dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu kombinasi kanal spektral, kombinasi aritmatika, transformasi statistika dan transformasi ruang warna (Harris, dkk. 1994).

Transformasi ruang warna atau metode *Intensity Hue Saturation* (HIS) merupakan teknik *image fusion* yang dapat digunakan dalam aplikasi penginderaan jauh. Metode IHS Pada awalnya dikembangkan sebagai teknik penajaman (Vincent, 1997). Metode ini berdasarkan transformasi saluran multispektral RGB menjadi komponen IHS (*Intensity Hue Saturation*). Dimana *Intensity* menunjukkan informasi kecerahan total dari suatu warna tampilan. *Hue* menunjukkan rata-rata panjang gelombang dari warna tampilan dan *Saturation* mencerminkan kedalaman warna relatif terhadap abu-abu (Sitanggang, Carolita, & Trisasongko, -).

Menurut Gonzales dan Woods (1992) penurunan awal komposit warna RGB menjadi HSI menggunakan persamaan berikut :

$$R = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad \dots(2.1)$$

$$H = \cos^{-1} \left(\frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - G)(G - B)]^{0.5}} \right) \quad \dots(2.2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \quad \dots(2.3)$$

Keterangan :

$I = Intensity$

$R = Red$ awal

$H = Hue$

$G = Green$ awal

$S = Saturation$

$B = Blue$ awal

Dalam proses penggabungan data ini, citra pankromatik resolusi tinggi akan menggantikan komponen *intensity* hasil konversi dari RGB dengan persamaan sebagai berikut (Gonzales dan Woods, 1992) :

$$g = \frac{1}{3}(1 - S) \quad \dots(2.4)$$

$$b = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right) \quad \dots(2.5)$$

$$r = 1 - (g + b) \quad \dots(2.6)$$

Keterangan :

$H = Hue$

$r = red$ akhir

$S = Saturation$

$g = green$ akhir

$b = blue$ akhir

2.2.6. Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek yang tergambar dalam citra, dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Interpretasi citra dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu interpretasi citra secara manual dan interpretasi citra secara digital (Purwadhi, 2001).

2.2.6.1. Interpretasi secara manual

Interpretasi citra secara manual merupakan interpretasi data penginderaan jauh yang didasarkan pada pengenalan ciri objek secara keruangan. Karakteristik atau pengenalan ciri objek dapat dikenali berdasarkan unsur-unsur interpretasi seperti rona, bentuk, pola, ukuran, letak dan asosiasi kenampakan objek (Purwadhi, 2001). Adapun 7 kunci pokok interpretasi tersebut adalah :

1. Rona mencerminkan warna atau tingkat kegelapan gambar pada citra
2. Bentuk sebagai unsur yang mengacu dengan bentuk umum, konfigurasi atau kerangka suatu objek individual.
3. Pola berkaitan dengan susunan objek
4. Ukuran objek pada citra akan sangat bervariasi sesuai dengan resolusi
5. Lokasi merupakan tempat objek dalam hubungannya dengan kenampakan lain sangat bermanfaat dalam identifikasi
6. Bayangan penting karena memiliki 2 hal yang sangat berlawanan yaitu :
 - a. Bentuk atau kerangka bayangan menghasilkan suatu profil pandangan objek yang dapat membantu dalam interpretasi
 - b. Objek dalam bayangan memantulkan sinar sedikit dan sukar untuk dikenali, yang bersifat menyulitkan dalam interpretasi

7. Tekstur ialah frekuensi rona dalam citra. Tekstur merupakan hasil bentuk, ukuran, pola, bayangan dan rona individual

2.2.6.2. Interpretasi secara digital

Interpretasi citra secara digital adalah evaluasi kuantitatif tentang informasi spektral yang disajikan pada citra. Analisis digital dapat dilakukan melalui pengenalan pola spektral dengan bantuan komputer (Lillesand dan Kiefer, 1994).

2.3. Radarsat-2

Radar merupakan sebuah sistem elektromagnetik untuk mendeteksi dan mencari lokasi pada pantulan objek seperti pesawat terbang, kapal, kendaraan udara, wahana, orang, dan lingkungan alam (Skolnik, 2001). Sistem Radar merupakan sensor aktif dimana memberikan sumber tenaganya sendiri yang berupa energi elektromagnetik. Sehingga citra dapat diperoleh baik siang ataupun malam hari. Selain itu, energi gelombang mikro juga dapat menembus awan dan hujan lebat, membuat Radar dapat beroperasi dalam segala cuaca (*Canada Centre for Remote Sensing*, -).

Radarsat-2 merupakan satelit penginderaan jauh generasi baru yang berbasis SAR yang dibuat dengan teknologi yang dikembangkan setelah desain Radarsat-1 selesai. Radarsat-2 menggunakan gelombang mikro yang dapat memberikan gambaran bumi dalam berbagai kondisi atmosferik baik siang ataupun malam, ke dalam bentuk citra yang bersih dan terbebas dari awan.

Radarsat-2 adalah satelit observasi bumi yang berhasil diluncurkan pada tanggal 14 Desember 2007 untuk *Canadian Space Agency* oleh Starsem, menggunakan *Soyuz FG launch vehicle*, dari Kosmodrom Baykonur Kazakhstan. Satelit ini memiliki *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dengan mode multipolarisasi (HH, HV, VV dan VH). Radarsat 2 merupakan satelit penginderaan jauh radar yang menggunakan band C.

Resolusi tertinggi adalah 1 m dalam mode Spotlight (3 m dalam *Ultra Fine Mode*) dengan ketelitian posisinya 100 m. Radarsat-2 memiliki parameter orbit seperti yang tertuang dalam Tabel 2.1 dan spesifikasi satelit pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Parameter Orbit Radarsat-2

<i>Inclination</i>	98.6°
<i>Altitude</i>	798 km
<i>Eccentricity</i>	<0.0006
<i>Period</i>	100.7 minutes
<i>Ascending node</i>	18:00
<i>Orbits per day</i>	14.3
<i>Repeat cycle</i>	24 days
<i>Spacecraft Position stability</i>	± 5 km, goal ±1 km
<i>Spacecraft position knowledge</i>	± 60 m <i>real time</i> , ± 15 m <i>post processing</i>

Sumber : Livingstone dkk, 2005

Tabel 2.2. Spesifikasi Satelit Radarsat-2

	Radarsat-2
<i>Active Antenna</i>	C-Band
<i>Centre Frequency</i>	5.405 GHz
<i>Bandwidth</i>	100 MHz
<i>SAR Antenna Dimension</i>	15 m x 1.5 m
<i>Polarization</i>	HH, VV HV, VH
<i>Polarization Isolation</i>	>25 dB
<i>Aperture Length</i>	15 m
<i>Aperture width</i>	1.37 m
<i>Mass</i>	750 kg
<i>Deployment Mechanism</i>	Extendable support structure (ESS)

Sumber : <http://www.asc-csa.gc.ca>

Citra Radarsat dapat membantu ahli geologi dalam membedakan struktur dan kelurusan dengan baik. Radarsat memiliki satu band yang bekerja pada panjang gelombang mikro dimana kemampuannya diluar kemampuan mata manusia. Panjang gelombang mikro tersebut dapat memberikan gambaran bumi dalam berbagai kondisi atmosferik baik siang ataupun malam, ke dalam bentuk citra yang bersih dan terbebas dari awan. Citra Radarsat dapat membantu untuk mendelineasi daerah potensial untuk pencarian air tanah di lapangan. Keterdapatn air tanah bisa dijumpai pada daerah rekahan batuan. Jalur rekahan (sesar, kekar, rekahan) dapat dilihat pada citra Radarsat dengan cara melihat variasi warna, pola garis vegetasi, garis sungai atau lembah, dan garis perbukitan.

2.4. Landsat 8

Sistem Landsat merupakan milik Amerika Serikat yang mempunyai tiga instrument pencitraan, yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS (*Multispectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*). (Jaya, 2002).

Landsat-8 diluncurkan oleh NASA pada 11 Februari 2013 dengan misi kontinuitas data Landsat (*Landsat Data Continuity Mission*). Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi mulai dari 15 meter sampai 100 meter, serta dilengkapi oleh 11 kanal. Dalam satu harinya satelit ini akan mengumpulkan 400 *scenes* citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7.

Adapun parameter orbit satelit yang dimiliki citra Landsat 8 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3. Parameter-Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat-8)

Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sikron-matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi katulistiwa (Local Time on Descending Node -LTDN) nominal	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

Sumber : Sitanggang, 2010

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sensor pencitra OLI mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua band *thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat.

Tabel 2.4. Spesifikasi kanal-kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat 8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS).

Kanal No	Kanal	Kisaran spektral (nm)	Penggunaan Data	GSD (resolusi spasial)
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal zone</i>	30 m
2	Biru	450-515	<i>Pigments/scatter /coastal</i>	30 m (Kanal-kanal warisan TM)
3	Hijau	525-600	<i>Pigments/coastal</i>	
4	Merah	630-680	<i>Pigments/coastal</i>	
5	Infra merah dekat (NIR)	845-885	<i>Foliage/coastal</i>	
6	SWIR 2	1560-1660	<i>Foliage</i>	
7	SWIR 3	2100-2300	<i>Minerals/litter/ no scatter</i>	15 m
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	

Sumber : Sitanggang, 2010

2.4 Geologi

Kata Geologi berasal dari kata Yunani, “*geos*” berarti bumi dan *logos* yang berarti ilmu. Geologi adalah Ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berkenaan dengan gejala-gejala yang ada di bumi, baik asal, proses, hasil, misalnya mempelajari bahan-bahan alam yang berguna. Geologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang bumi (kulit bumi), baik mengenai susunannya, komposisi, sejarah, proses terjadinya maupun bentuknya (Suharyadi, -).

2.4.1. Struktur Geologi

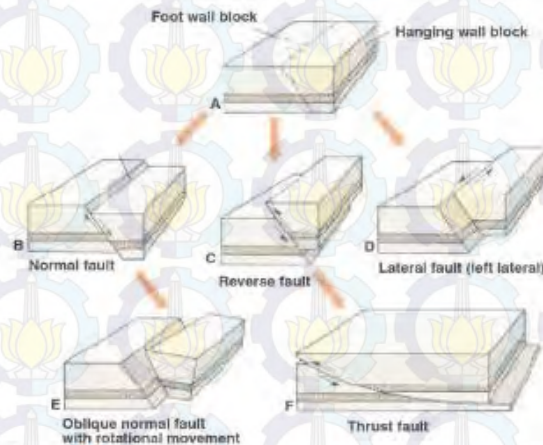
Struktur geologi merupakan suatu kondisi geologi yang terdapat di suatu tempat sebagai akibat terjadinya perubahan-perubahan pada batuan oleh proses tektonik ataupun proses lainnya.

1. Perlapisan

Perlapisan merupakan sifat utama yang dimiliki oleh batuan sedimen. Batuan sedimen yang terbentuk dari hasil proses pengendapan yang memperlihatkan bidang-bidang batas satuan batuan sedimen tersebut. Bidang perlapisan adalah suatu bidang yang memisahkan antara suatu jenis batuan tertentu dengan batuan lain yang diendapkan.

2. Patahan (*Fault*)

Patahan atau yang sering disebut dengan sesar menurut Park (1983) didefinisikan sebagai retakan planar yang memotong dan menggeser batuan, sedangkan arah pergeserannya pada umumnya sejajar terhadap bidang retakan. Sebuah patahan dicirikan oleh bidang pergeseran.

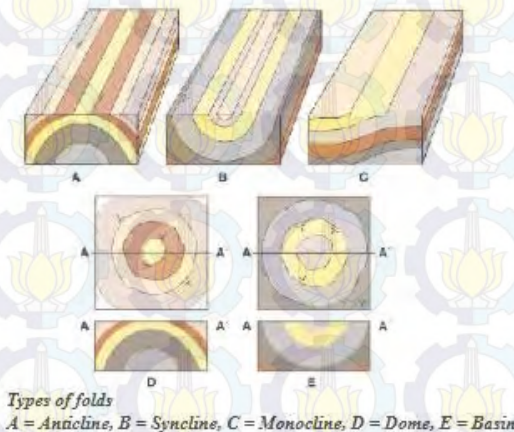


Gambar 2.3 Jenis-Jenis Patahan (Levin, 2005).

Menurut Sabin (1987), kelurusan merupakan sesar akan tetapi unsur pergesernya sering tidak disebutkan dalam pendefinisian. Keberadaan pergeseran adalah semu tetapi Batuan yang dilewati oleh kelurusan akan sangat *fractured*, sehingga sangat peka terhadap erosi sungai. Pada umumnya kenampakan kelurusan di permukaan bumi dicirikan dengan adanya kelurusan morfologi yang disebabkan oleh relief, kelurusan rona disebabkan oleh perbedaan kekontrasan, tumbuhan, kelembaban, dan warna tanah atau batuan (Sidarto, 2013).

3. Lipatan

Struktur lipatan diakibatkan oleh deformasi pada batuan yang bersifat lentur. Deformasi ini tidak memecahkan atau mematahkan batuan, tetapi menyebabkan tekukan (Sidarto, 2013). Lipatan merupakan perubahan bentuk serta volume batuan atau melipatnya batuan tersebut yang diakibatkan oleh pengaruh suatu tegasan (gaya) yang bekerja pada batuan tersebut (Anonymuous, 1988). Lipatan ditunjukkan dengan adanya pelipatan atau lengkungan pada batuan tersebut.



Gambar 2.4 Jenis-Jenis Lipatan (Levin, 2005).

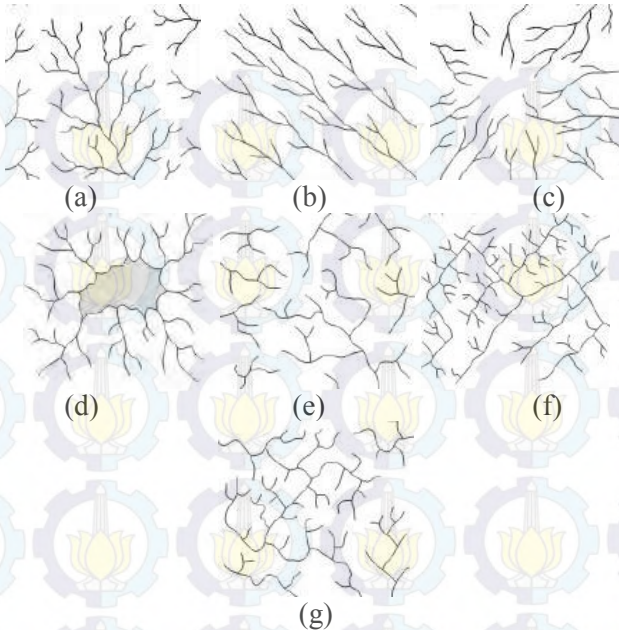
2.4.2. Litologi

Litologi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) merupakan ilmu tentang batuan-batuan yang berkenaan dengan sifat fisik, kimia, dan strukturnya. Litologi dalam geologi biasanya berhubungan dengan sifat fisik seperti jenis batuan, warna, mineral, komposisi, dan besar butir. Satuan litologi merupakan satuan batuan yang didasarkan pada karakteristik fisik. Sedangkan satuan batuan merupakan suatu tubuh batuan atau kumpulan batuan, yang mempunyai ciri khas yang dapat membedakan dengan satuan lain disekitarnya. Satuan batuan ini dapat berupa batuan sedimen, beku, malihan atau batuan hasil aktivitas gunungapi.

Batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk karena proses pengendapan, proses kimia, dan proses biologis. Salah satu sifat khas dari batuan sedimen adalah adanya pelapisan. Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari pembekuan magma. Magma akan muncul ke permukaan bumi melalui daerah-daerah yang lemah dan dalam perjalanannya magma dapat membeku di berbagai tempat. Batuan malihan dibentuk oleh batuan yang telah ada sebelumnya, karena adanya proses metamorfosa akan menimbulkan struktur, tekstur, dan mineral-mineral baru.

2.4.3. Pola Aliran Sungai

Aliran sungai merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan interpretasi citra penginderaan jauh. Pola aliran sungai adalah jaringan aliran sungai suatu daerah (Sidarto, 2013). Pola aliran sungai ini dapat digunakan untuk mengenali batuan dan struktur geologi karena pola aliran terbentuk akibat adanya erosi dan kegiatan tektonik yang berkaitan dengan jenis batuan, struktur geologi maupun proses erosi. Dimana pola aliran sangat bergantung pada kondisi geologi dibawahnya.



Gambar 2.5 Pola Aliran Sungai (a) Dendritik (b) Paralel (c) Radial Sentrifugal (d) Radial Sentripetal (e) Annular (f) Trellis (g) Rektangular (Twidale, 2004)

2.5 Peta Geologi

Peta geologi menggambarkan informasi sebaran dan jenis serta sifat batuan, umur, stratigrafi, stuktur, tektonika, fisiografi dan sumberdaya mineral serta energy (Badan Standarisasi Nasional, 1998). Peta geologi pada dasarnya merupakan suatu sarana untuk menggambarkan tubuh batuan, penyebaran batuan, kedudukan unsur struktur geologi dan hubungan antar satuan batuan serta merangkum berbagai data lainnya. Aspek-aspek geologi ditampilkan dengan warna-warna, garis-garis, dan simbol-simbol khusus untuk peta-peta geologi.

2.5.1. Aspek Litologi

Satuan batuan merupakan jumlah jenis batuan tertentu dalam batas umur yang diberikan. Litologi merupakan salah satu aspek penting dalam peta geologi. Dalam peta geologi biasanya litologi ditampilkan dengan warna-warna tertentu. Sehingga setiap warna mewakili satuan geologi yang berbeda. Dalam mengenali persebaran batuan atau mendeliniasi batas sebaran batuan pada citra satelit dapat dilakukan dengan melihat apa yang tampak citra yaitu dengan menggunakan unsur-unsur dasar interpretasi citra.

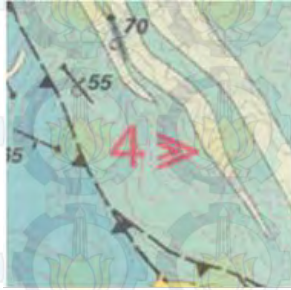


Gambar 2.6 Penggambaran Aspek Litologi pada Peta (INTERMAP, 2006)

2.5.2. Aspek Hubungan Kedudukan Lapisan

Area dimana dua satuan geologi saling bertemu satu sama lain disebut hubungan (*contact*), dan dinyatakan dengan jenis garis yang berbeda pada peta geologi. Penyebaran singkapan batuan akan tergantung dari bentuk permukaan bumi. Suatu urutan perlapisan batuan yang miring, pada peta yang datar akan terlihat sebagai lapisan-lapisan yang sejajar (Suharyadi, -). Akan tetapi pada permukaan yang memiliki batas-batas lapisan yang bervariasi akan mengikuti aturan sesuai dengan kedudukan lapisan serta topografinya. Batuan akan tersingkap sebagai titik yang merupakan *intersection* antara ketinggian dengan lapisan batuan pada ketinggian yang

sama. Sehingga gambaran penyebaran batuan dipermukaan bumi dapat dilihat dari titik-titik tersebut. Sebaliknya, dari penyebaran suatu singkapan dapat pula ditentukan kedudukan lapisan dengan mengetahui jurus-jurusnya.

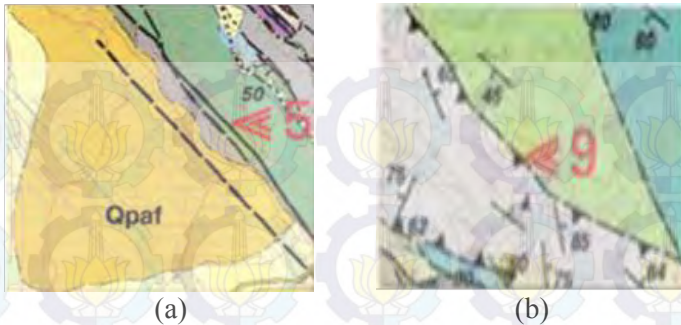


Gambar 2.7 Penggambaran *Contact Lines* pada Peta (INTERMAP, 2006)

2.5.3. Aspek Patahan (*Faults*) dan Lipatan (*Folds*)

Batuan yang berbeda akan memiliki sifat yang berbeda terhadap gaya tegasan yang bekerja pada batuan batuan tersebut. Dengan demikian kita dapat memperkirakan bahwa beberapa batuan ketika terkena gaya tegasan yang sama akan terjadi retakan atau terpatahkan, sedangkan yang lainnya akan terlipat. Dengan adanya suatu lipatan ataupun patahan di suatu kawasan maka akan berpengaruh pada struktur geologi dari wilayah tersebut. Baik dari susunan batuan, formasi batuan maupun morfologi suatu kawasan. Sehingga dari hasil mengenali jenis struktur geologi yang ada, maka keadaan bentuk muka bumi akan terlihat seperti batas satuan batuan (batas litologi) beserta seluruh persebarannya.

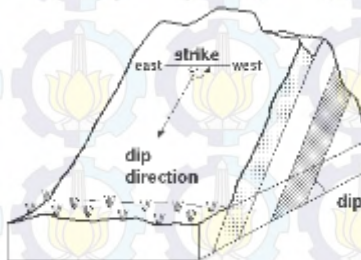
Patahan dan lipatan merupakan unsur yang biasa ditampilkan dalam peta geologi. Struktur geologi ini disimbolkan dengan garis. Ketebalan garis dapat berupa garis penuh, garis patah-patah, atau garis titik-titik. Garis-garis pada peta dapat dimodifikasi dengan simbol-simbol seperti segitiga, tanda titik kecil, panah, dan lainnya yang memberikan informasi tambahan tentang garis tersebut.



Gambar 2.8 (a) Penggambaran Patahan pada Peta (b) Penggambaran Lipatan pada Peta (INTERMAP, 2006)

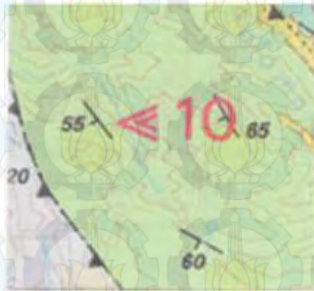
2.5.4. Aspek Jurus (*Strike*) dan kemiringan (*Dip*)

Strike (Jurus) dan *dip* (kemiringan) merupakan dua hal yang tidak bisa ditinggalkan dalam sebuah pemetaan geologi. *Strike* atau jurus merupakan arah garis yang dibentuk dari perpotongan bidang miring (pelapisan batuan) dengan bidang horizontal di tinjau dari arah utara. *Dip* atau kemiringan merupakan garis yang tegak lurus dengan *strike* yang arahnya sejajar dengan bidang horizontal. *Strike* dan *dip* akan saling berkaitan satu sama lain dalam penentuan struktur geologi. Dimana *dip* akan memberikan gambaran seberapa kemiringan pada suatu tempat dan *strike* akan menggambarkan bagaimana struktur (pelapisan) batuan yang terdapat dalam sebuah fenomena alam tertentu.



Gambar 2.9 Ilustrasi *Strike* (Jurus) dan *Dip* (Kemiringan) (Anonim, 1988)

Stike dan dip ini pada umumnya disimbolkan dengan sebuah garis panjang, sebuah garis pendek, dan sebuah angka. Garis panjang disebut dengan garis *strike*, dan menunjukkan arah pada dasar yang masih mendatar. Permukaan yang miring memiliki arah mendatar. Garis *strike* menunjukkan jika arah mendatar berada di dasar. Garis pendek disebut dengan garis *dip*, dan menunjukkan bagaimana bagian dasar dimiringkan. Simbol angka disebut *dip* yang memiliki satuan derajat, dan menunjukkan seberapa miring dari arah mendatar. Semakin tinggi angka, semakin curam kemiringan dasar. Simbol *strike* dan *dip* dapat dimodifikasi sesuai dengan informasi yang akan diberikan.



Gambar 2.10 Penggambaran Jurus dan Kemiringan pada Peta (INTERMAP, 2006)

2.6 Kondisi Geologi Regional

Lembar Nangainoh (1515-51) merupakan salah satu lembar yang termasuk dalam lembar Nangapinoh (1515) peta geologi skala 1:250000 terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Berdasarkan laporan yang ditulis oleh Amiruddin dan David Traill pada tahun 1989, daratan yang mendominasi kawasan lembar Nangapinoh skala 1:250000 adalah dataran tinggi Schawaner dan cekungan Melawi. Dataran tinggi Schawaner atau oleh molengraaff (1902) dinamakan dengan pegunungan Schawaner merupakan pegunungan yang tertutupi oleh hutan dan dibentuk oleh batuan granit dan malihan. Puncak tertinggi dan lereng paling curam biasanya dibentuk oleh batuan

malihan. Sungai utama, seperti sungai pinoh dan anak sungainya, cenderung mengalir berkelok-kelok, dengan beberapa garis lurus menandakan adanya lipatan atau patahan pada dasar batuan Kristal dan secara umum mengalir ke arah utara (S. Pinoh) dan selatan (S. Senamang). Sungai-sungai kecil biasanya mengikuti pola aliran dendritik.

Cekungan melawi merupakan dataran rendah memanjang ke arah selatan dari sungai Melawi sampai batas utara dataran tinggi Schawaner dan kearah utara kurang lebih 50 km menuju sungai Kapuas, pada tengah lembar Sintang, dan sampai bukit dan pegunungan pada dataran tinggi Beturan atau dataran tinggi Madi (Williams dan Heryanto, 1986). Bentuk tanahnya berupa dataran bergelombang dengan sedikit bukit landai, ditandai dengan adanya dasar lereng batu pasir dan beberapa sebaran dan lapisan sub vulkanik. Dataran banjir pada sungai Melawi memiliki ketinggian diantara 20-30 m di atas permukaan laut, dan permukaan pada cekungan secara umum diatas 30 meter lebih tinggi daripada dataran banjir (Amiruddin dan Traill, 1989).

Secara stratigrafi, lembar ini terbagi menjadi dua daerah geologi yaitu *Schawaner Batholith* dan cekungan Melawi. *Schawaner Batholith* terbentang ratusan kilometer, tersusun atas deretan tonalit Sepauk berumur Kapur tua, Granit Sukadana berumur Kapur muda, singkapan Batuan gunung api Menunuk kecil menunjukkan bagian atas pada batholith. Kedua satuan plutonik bercampur dan mengalami metamorfosa menjadi *slate*, *phyllite* dan *schist* pada umur yang tidak diketahui, Batuan Malihan Pinoh. Batuan plutonik dan malihan bercampur pada jaman kapur muda menjadi pematang andesit paleosene dan bagian kecil pada Gabbro Biwa, dan andesit piroklastik pada Batuan Gunung Api Kerabai dan dasar batupasir Kempari.

Rangkaian Cekungan Melawi, satuan paling atas dimana memiliki umur yang sama dengan *Schawaner Batholith* yaitu rangkaian pada batuan sedimen non marine Tersier clastic. Satuan paling tua pada rangkaian ini adalah formasi Ingar eosene tua terdiri atas ubahan batulanau hitam yang mengandung kapur yang

berasal dari foraminifera kapur tua. Batupasir Dangan dan Silat shale mengalami perlipatan sangat tipis di utara sinklin silat pada lembar Nangapinoh. Sedangkan formasi Payak dan formasi Tebidah berumur oligosene, bersama membentuk *fining up* tipis pada rangkaian terusan batupasir dan overbank siltstone dan batu lanau dimana menempati bagian terbesar pada cekungan Melawi. (Amiruddin dan Traill, 1989).



Gambar 2.11 Kondisi Geologi Regional pada Lembar Nangapinoh (1515) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1989)

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian Reditya (2010) yang dilakukan di daerah Takalar-Sapaya ini merupakan salah satu bentuk pengaplikasian teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra IFSAR untuk memperoleh informasi unsur geologi di daerah Takalar-Sapaya Propinsi Sulawesi Selatan. Dalam penelitiannya digunakan data citra Landsat 7 dan citra IFSAR. Secara garis besar metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menginterpretasikan citra Landsat, citra IFSAR ORRI (*Ortho Rectified Radar Image*), dan citra IFSAR DSM (*Digital Surface Model*) yang telah di *overlay* berdasarkan tujuh kunci interpretasi. Hasil dari penelitian ini adalah peta geologi daerah Takalar-Sapaya dengan skala

1:50.000. Dimana hasil interpretasi litologi wilayah tersebut adalah satuan batu gamping, konglomerat, satuan tuf, diorit, basal, satuan breksi, satuan lava, endapan pantai dan endapan alluvial. Dengan satuan litologi terluas yaitu satuan konglomerat seluas 456.783.821 m² dan satuan litologi minor adalah diorite dengan luas 2.119.933,45 m².

Penelitian lainnya dilakukan oleh Rendy (2010) dengan daerah penelitiannya adalah Pegunungan Selatan, Jawa Tengah (Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit ALOS-AVNIR 2 dan DEM (*Digital Elevation Model*) yang digunakan untuk studi mengenai kenampakaan alam dan geologi. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah peta geologi hasil inderaan jauh daerah Pegunungan Selatan skala 1:50.000. Hasil interpretasi yang dilakukan menunjukkan bahwa wilayah tersebut didominasi oleh Satuan batuan Karst (Gamping) yang menyebar di seluruh kawasan Kabupaten Wonogiri. Formasi yang diidentifikasi mengandung satuan batu gamping adalah Formasi Wonosari Punung yang diberi simbol Tmwl yang dibedakan menjadi Tmwl 1,2,3 dan 4 yang terbagi berdasarkan kemiripan hasil interpretasi visual yang berpedoman pada 7 kunci interpretasi dengan total luas wilayah 153773349,63 m².

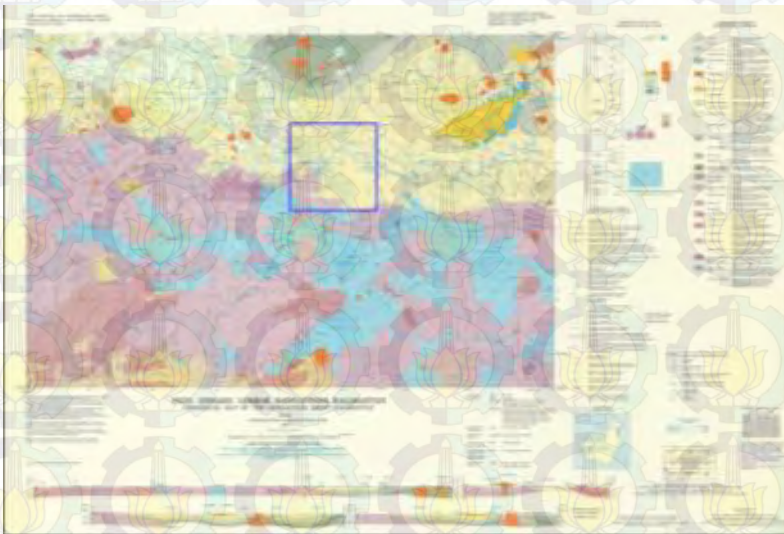
Awwab (2014) melakukan penelitian di daerah Puttusibau dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM+ dan Radarsat 2 untuk memperoleh informasi unsur geologi di daerah tersebut. Berdasarkan hasil interpretasi visual yang berpedoman pada 7 kunci interpretasi didapatkan satuan litologi yang tersebar pada daerah tersebut adalah Batuan Terobosan Sintang (Toms), Batuan Gunungapi Lapung (Tml), Batupasir Haloq (Teh), Kelompok Selangkai (Kse), dan Kompleks Kapuas (JKlk). Selain itu ditemukan kemiripan jenis batuan yang diberi kode JKlk-1, JKlk-2, JKlk-3, JKlk-4, JKlk-5, Kse-1 dan Kse-2, Tml-1, dan Tml-2. Satuan batuan yang mendominasi adalah satuan batuan karbonan (*carbonaceous*) dan gampingan (*calcareous*) yang masuk dalam Kelompok Selangkai (Kse).



BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Nangapinoh Kabupaten Melawi, Provinsi Kalimantan Barat yang secara geografis dibatasi oleh $0^{\circ}15'0''\text{LS}$ - $0^{\circ}30'0''\text{LS}$ dan $111^{\circ}45'0''\text{BT}$ - $112^{\circ}0'0''\text{BT}$ yang terdapat pada peta Rupa Bumi Indonesia lembar 1515-51 terbitan dari BAKOSURTANAL. Lembar Nangapinoh (1515-51) ini mencakup sebagian kawasan kecamatan Pemuar dan kecamatan Nangapinoh. Berikut merupakan gambar dari lokasi penelitian tugas akhir :



Keterangan :



= Batas Lokasi Penelitian

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat (Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993)

Daerah pada lembar Nangapinoh ini memiliki topografi berupa daratan yang relatif landai di sebelah utara dan perbukitan dengan hutan hujan tropisnya di bagian selatan. Daerah ini dilewati sungai besar seperti sungai Melawi dan sungai Pinoh.

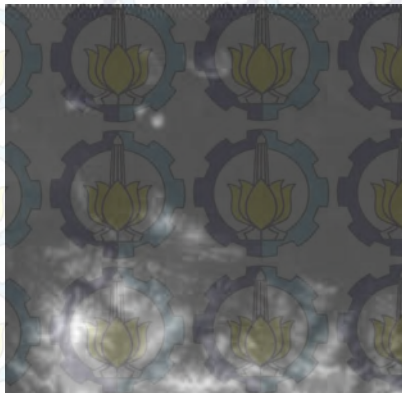
3.2 Data dan Peralatan

3.2.1. Data

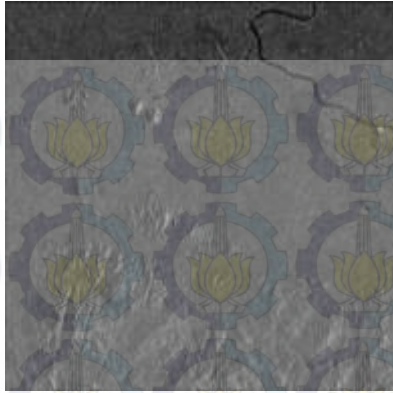
Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Data Citra Radarsat-2

Citra terkoreksi Radarsat-2 tahun 2010 yang terdiri dari dua data, yaitu *Digital Surface Model* (DSM) dan *Ortho Rectified Radar Image* (ORRI). Data ini digunakan mengetahui kenampakan morfologi dan geologi. Citra Radarsat ini memiliki resolusi spasial yang berbeda masing-masing datanya. DSM memiliki resolusi spasial 10 m, sedangkan ORRI memiliki resolusi spasial 3,125 m.



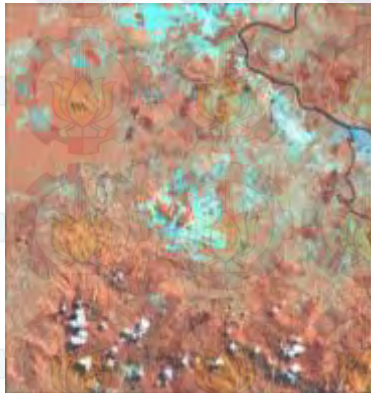
Gambar 3.2 Data DSM (*Digital Surface Model*) Radarsat-2



Gambar 3.3 Data ORRI (*Ortho Rectified Radar Image*)
Radarsat-2 *Layer Intensity*

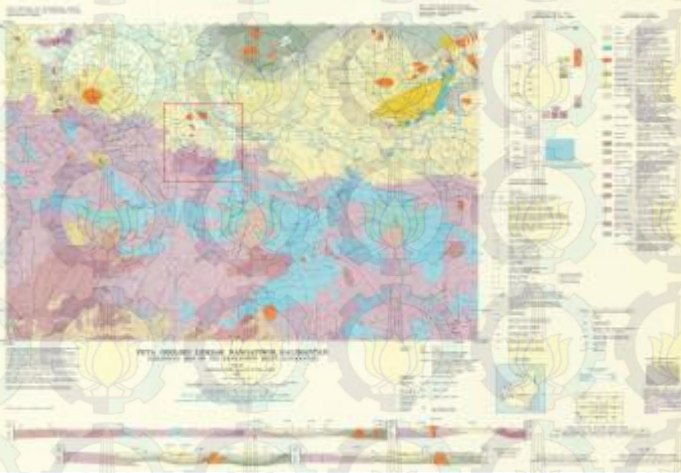
2. Data Citra Landsat-8

Citra Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada tanggal 24 Juni 2013. Data citra Landsat ini digunakan untuk analisa kenampakan visual dan untuk melengkapi data citra Radarsat-2. Citra Landsat 8 ini memiliki resolusi spasial (30 x 30) m.



Gambar 3.4 Citra Landsat 8 dengan Kombinasi *Band 567*

3. Peta vektor hasil digitasi dari Peta Rupa Bumi Indonesia terbitan BAKOSURTANAL skala 1:50000 lembar 1515-51 (Nangapinoh) yang digunakan sebagai peta acuan dalam pengkoreksian geometrik citra satelit.
4. Peta Geologi Regional lembar Nangapinoh Kalimantan Barat (1515) skala 1:250000 dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang digunakan sebagai data pembanding untuk proses penentuan batas litologi dan morfologi permukaan yang ada.



Gambar 3.5 Peta Geologi Lembar Nangapinoh, Kalimantan Barat 1515 Skala 1:250000 (Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993)

5. Laporan data geologi lembar Nangapinoh 1:250000 Kalimantan Barat dari Pusat Survei Geologi Bandung yang digunakan sebagai acuan dan data pendukung dalam proses interpretasi.

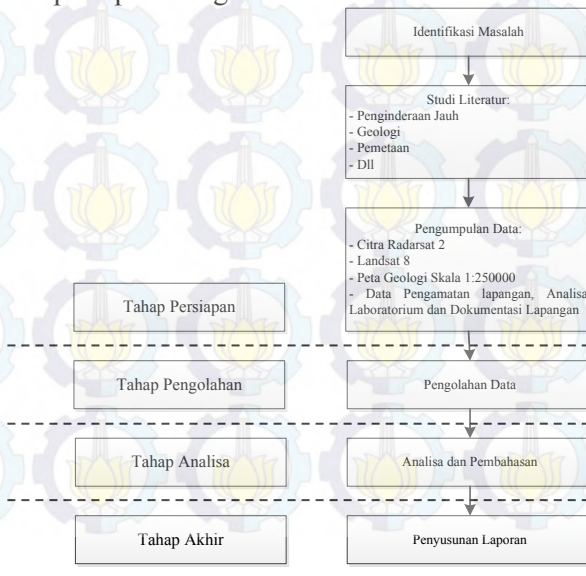
3.2.2. Peralatan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat Keras
 - Laptop Asus A43S, *Processor Intel(R) Core™ i3-2350M CPU @ 2.30GHz*, *NVIDIA Geforce 610M 2GB*, *Memory 2 GB*.
 - Printer.
2. Perangkat Lunak
 - *ER Mapper 7.0* digunakan untuk pengolahan data citra.
 - *ArcGIS 10.0* untuk pembuatan *database*, interpretasi citra dan pembuatan *layout* peta.
 - *Microsoft Office 2013* yang digunakan untuk penyusunan laporan.

3.3 Tahapan Kegiatan Penelitian

Secara garis besar tahapan dari penelitian yang direncanakan adalah seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 3.7 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Dari diagram alir diatas memiliki penjelasan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan penentuan permasalahan yang ada di daerah Nangapinoh, yaitu bagaimana pemetaan geologi di daerah Nangapinoh ini dilakukan. Sehingga dari identifikasi masalah ini dapat ditentukan maksud dan tujuan yang jelas dari kegiatan penelitian yang dilakukan.

2. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini direncanakan melakukan dua kegiatan, yaitu :

- Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai penginderaan jauh, geologi, pemetaan, potensi alam daerah sekitar dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media masa, internet maupun sumber lainnya.

- Pengumpulan Data

Proses ini dilakukan untuk menghimpun data yang diperlukan yaitu citra Radarsat-2, citra Landsat 8, Peta vektor hasil digitasi peta RBI skala 1:50000, Peta Geologi skala 1:250000 dan data pengamatan lapangan, analisa laboratorium yang pernah dilakukan beserta dokumentasi lapangannya.

3. Tahap Pengolahan

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data dari data yang telah dihimpun untuk selanjutnya dilakukan analisa.

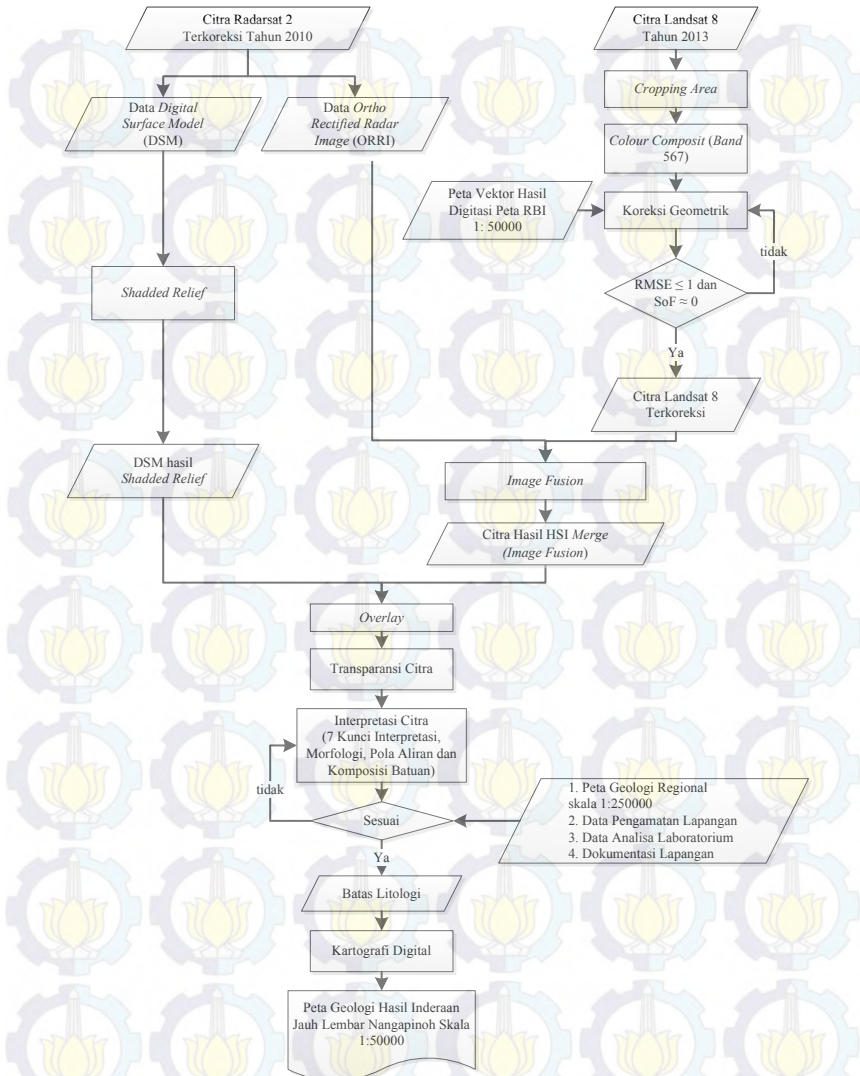
4. Tahap Analisa

Tahap ini dilakukan untuk menganalisa satuan-satuan geologi yang ada dari tahap sebelumnya sehingga didapatkan hasil dan simpulan yang kemudian dapat digunakan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

5. Tahap Akhir

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan Tugas Akhir.

3.4 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan



Gambar 3.8 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan Geologi

Penjelasan dari diagram alir pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Citra Radarsat-2 yang diperoleh dari Pusat Survei Geologi dalam bentuk data *Digital Surface Model* (DSM) dan *Ortho Rectified Radar Image* (ORRI) yang telah terkoreksi geometrik dan data ORRI telah dilakukan *layer intensity*.
2. Pada data DSM Radarsat adalah proses pemunculan relief (*shaded relief*) untuk lebih mempermudah dalam mengenali morfologi permukaan yang ada.
3. Citra Landsat 8 dilakukan proses pemotongan citra (*cropping citra*) Landsat 8 sesuai dengan area penelitian yang diambil dari lembar peta 1515-51 (Nangapinoh) dari BAKOSURTANAL.
4. Kemudian dilakukan komposit warna (*color compos*) untuk mempermudah identifikasi obyek pada saat interpretasi citra.
5. Citra Landsat 8 yang telah terpotong dan memiliki komposit warna, kemudian dikoreksi geometrik untuk pembetulan sistem proyeksi dan koordinatnya dengan menggunakan peta vektor hasil digitasi peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50000 sebagai referensinya. Dalam melakukan koreksi geometrik, hasil dari perhitungan *Root Mean Square Errors* (RMSE) harus lebih kecil dari 1 piksel ($RMSE < 1$ piksel) dan SoF (*Strenght of Figure*) harus mendekati nol ($SoF \approx 0$).
6. Citra Landsat 8 yang telah terkoreksi kemudian dilakukan *image fusion* dengan data ORRI Radarsat dengan menggunakan metode *HSI Merge Image* untuk mendapatkan citra dengan resolusi spasial sesuai citra ORRI Radarsat dan spektral yang mengikuti citra Landsat 8. Sehingga akan mempermudah dalam melakukan interpretasi manual.
7. Setelah masing-masing data terproses, maka dilakukanlah penggabungan data (*overlay*) antara citra hasil fusi data (citra hasil *HSI Merge Image* dengan citra DSM yang telah dimunculkan reliefnya).
8. Setelah semua data tergabung dan disimpan, maka dilakukan transparansi data. Hal ini dilakukan agar semua layer yang

digunakan dapat terlihat saling bertampalan dan memudahkan dalam proses interpretasi.

9. Proses interpretasi dilakukan secara manual sesuai dengan parameter 7 kunci interpretasi, morfologi, pola aliran sungai dan komposisi batuan. Dalam melakukan interpretasi citra dibantu dengan data pendukung yaitu Peta Geologi 1:250.000, data pengamatan lapangan, analisa laboratorium, dan dokumentasi lapangan yang digunakan untuk mengetahui jenis formasi dan batuan yang ada di daerah penelitian serta digunakan untuk validasi dari hasil interpretasi visual tersebut.
10. Setelah proses interpretasi selesai, maka hasil dari interpretasi tersebut dilakukan proses kartografi digital diantaranya adalah membuat layout peta geologi yang digunakan untuk penyajian hasil pengolahan data.
11. Hasil dari pengolahan data di atas adalah sebuah peta geologi hasil interpretasi citra indera jauh dengan skala 1:50.000.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Citra

Didalam penelitian tugas akhir ini data citra yang digunakan adalah citra Radarsat 2 tahun 2010 dan citra Landsat 8 tahun 2013.

4.1.1.1. Koreksi Geometrik

Koreksi dilakukan pada citra satelit Landsat 8 dengan memberikan titik-titik *Ground Control Point* (GCP) pada citra menggunakan *software* ER Mapper 7.0. Sehingga dari proses koreksi geometrik ini dihasilkan citra Landsat 8 terkoreksi geometrik. Koreksi geometrik yang dilakukan pada citra Landsat ini mengacu pada peta Rupa Bumi Indonesia lembar 1515-51 terbitan BAKOSURTANAL.

Tabel 4.1. Daftar Koordinat GCP pada Citra Landsat 8 Tahun 2013

No	Koordinat Citra		Koordinat UTM		RMS Error
	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	
1	626,711	133,577	573503,428	9969334,746	0,365
2	101,027	97,236	557724,221	9970459,458	0,196
3	621,441	634,955	573335,794	9954325,450	0,350
4	81,034	551,066	557114,123	9956839,083	0,386
5	245,025	405,702	562055,540	9961197,078	0,236
6	898,005	327,009	581640,478	9963565,143	0,258
7	381,159	247,039	566132,765	9965954,712	0,283
8	35,702	928,819	555745,950	9945528,122	0,225
9	950,186	608,715	583207,199	9955129,956	0,260
10	884,784	913,52	581258,697	9945972,470	0,237
11	561,28	342,061	571537,550	9963111,580	0,355
12	720,422	565,154	576314,070	9956428,677	0,326
13	352,638	914,673	565306,722	9945958,655	0,212
14	932,868	187,187	582673,738	9967756,588	0,278
15	525,005	665,832	570452,593	9953402,820	0,197

Dari hasil koreksi geometrik yang dilakukan terhadap citra Landsat 8 dapat diketahui bahwa besar *RMS Error* rata-rata adalah 0,277, sedangkan untuk total *RMS Error*nya sebesar 4,162. Menurut Purwadhi (2001), batas toleransi untuk nilai kesalahan *RMS Error* adalah 1 piksel, sehingga apabila nilai *RMS Error* lebih besar dari 1 piksel maka harus dilakukan perhitungan ulang. Sehingga dari nilai *RMS Error* yang didapatkan pada koreksi geometrik citra Landsat 8 ini terlihat bahwa nilai tersebut masuk dalam toleransi.

4.1.1.2. Desain Jaring dan Perhitungan *Srenght of Figure* (SoF)

Dalam melakukan koreksi geometrik pada citra selain nilai *RMS Error* yang harus diperhatikan, besar *Srenght of Figure* atau yang biasa disebut dengan SoF dari desain jaring titik *Ground control point* (GCP) juga harus diperhitungkan. Menurut Abidin (2002), semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang bersangkutan, dan sebaliknya.



Gambar 4.1 Desain Jaring Titik *Ground Control Point* (GCP) Landsat 8 Tahun 2013

Perhitungan SoFnya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah titik} &= 15 \\
 \text{Jumlah Baseline} &= 34 \\
 \text{N Ukuran} &= \text{Jumlah Baseline} \times 3 \\
 &= 34 \times 3 \\
 &= 102 \\
 \text{N Parameter} &= \text{Jumlah Titik} \times 3 \\
 &= 15 \times 3 \\
 &= 45 \\
 u &= \text{N Ukuran} - \text{N Parameter} \\
 &= 102 - 45 \\
 &= 57 \\
 \text{Besar SoF} &= \frac{\text{Trace}((A^T A)^{-1})}{u} \\
 &= 0,073
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan besar SoF dari jaring titik GCP pada saat koreksi geometrik citra Landsat 8 tahun 2013 adalah 0,073 atau mendekati nol. Sehingga kekuatan jaring tersebut dapat dianggap kuat.

4.1.2. Radarsat dan Landsat

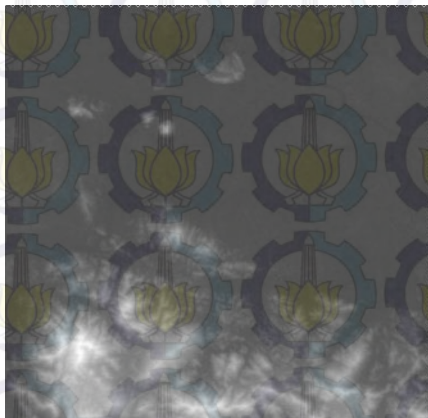
Citra Radarsat yang digunakan dalam penelitian citra Radarsat 2 tahun 2010 dalam bentuk DSM (*Digital Surface Model*) dan ORRI (*Ortho Rectified Radar Image*). DSM memiliki resolusi spasial 10 m, sedangkan ORRI memiliki resolusi spasial 3,125 m. Sedangkan citra Landsat 8 yang digunakan tahun 2013 dengan resolusi spasial 30 m. Pemetaan geologi skala menengah dengan skala 1:50.000 dapat dilakukan dengan menggunakan kedua citra tersebut, karena ketelitian geometrik dari citra untuk pemetaan geologi sudah memadai dan perbedaannya tidak terlalu besar.

Berikut ini merupakan citra Radarsat 2 yang berupa data DSM yang telah dilakukan koreksi geometrik dan mengalami pemotongan citra, dan selanjutnya dilakukan *sun shading*

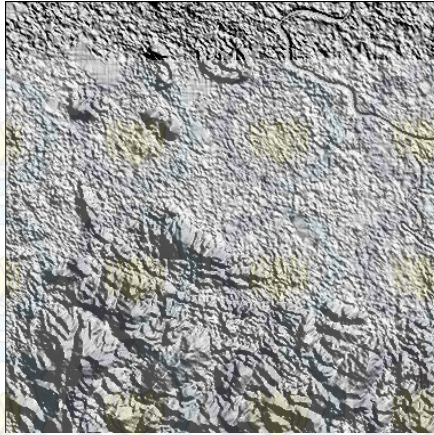
(pembentukan relief) dengan menggunakan *software ER Mapper 7.0* dengan sudut azimuth 45° dan elevasi 45° .

Sun shading berfungsi untuk mengetahui daerah-daerah yang terkena penyinaran matahari dan untuk menambahkan efek tampilan pada citra agar lebih mendekati data topografi yang sebenarnya. Dengan menggunakan sudut azimuth 45° dan sudut elevasi 45° , maka tampilan permukaan bumi akan nampak severtikal mungkin. Sehingga citra DSM dapat menunjukkan tinggi permukaan (topografi) wilayah studi mendekati keadaan sebenarnya dilapangan. Dari hasil *sun shading* ini juga dapat mempermudah dalam proses interpretasi citra dengan ditambahkan data pendukung yang ada yaitu peta geologi skala 1:250000 Lembar Nangapinoh.

Proses *sun shading* yang dilakukan terhadap data DSM Radarsat 2 didapatkan hasil seperti pada Gambar 4.3 berikut. Dimana tampilannya berbeda dengan data DSM yang belum dilakukan *sun shading* seperti pada Gambar 4.3. Pada Gambar 4.3 relief permukaan dari daerah penelitian sudah terbentuk mendekati permukaan sebenarnya dilapangan.

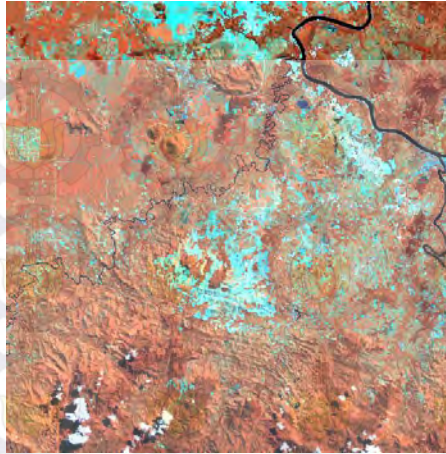


Gambar 4.2 Data DSM Radarsat 2 Sebelum Dilakukan *Sun Shading*



Gambar 4.3 Data DSM Radarsat 2 Hasil *Sun Shading*

Citra Landsat 8 yang telah dipotong, kemudian dilakukan kombinasi band (*color composit*) yang sesuai untuk pemetaan geologi yaitu RGB 567 dan di koreksi geometrik. Kombinasi band 567 digunakan untuk kenampakan permukaan di daerah penelitian. Dalam Penelitian yang dilakukan Hanafi (2010) dengan menggunakan Landsat 7 dijelaskan bahwa kombinasi *band* yang sesuai untuk kegiatan pemetaan geologi adalah kombinasi *band* 457. Sehingga dalam penelitian ini digunakan kombinasi *band* 567 pada Landsat 8, dimana besar panjang gelombang yang dimiliki mendekati panjang gelombang pada *band* 457 pada Landsat 7. Interpretasi sungai dan danau pada kombinasi *band* ini terlihat jelas, dimana badan air terlihat berwarna biru sampai dengan hitam. Secara umum, daerah ini didominasi oleh warna coklat yang menunjukkan bahwa daerah Nangapinoh ini memiliki kenampakan permukaan yang didominasi oleh vegetasi hutan maupun perkebunan.



Gambar 4.4 Citra Landsat 8 dengan Kombinasi Band 567

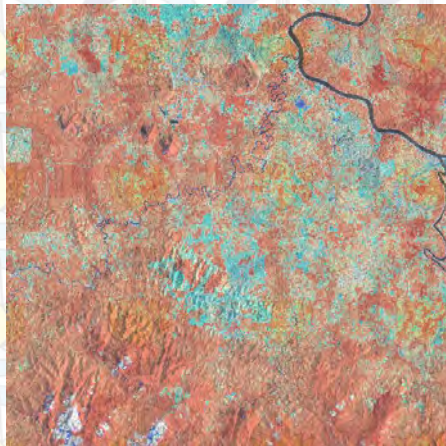
Data Landsat 8 yang telah dilakukan Kombinasi *band* 567 selanjutnya digabungkan dengan citra ORRI Radarsat 2 yang telah dilakukan *layer intensity*. Penggabungan kedua citra ini menggunakan teknik fusi data (*Image fusion*) dengan metode HSI (*Hue Saturation Intensity*). Sehingga dapat dihasilkan citra baru dengan resolusi spasial mengikuti citra ORRI Radarsat 2 dan resolusi spektral mengikuti citra Landsat 8.

Citra Radarsat yang merupakan citra sistem aktif efektif dalam mempertajam kenampakan relief permukaan sedangkan data citra Landsat 8 yang merupakan data optis *multiband* yang berguna dalam interpretasi geologi. Seperti yang dikemukakan oleh Harris (1994) bahwa integrasi antara data radar dan data optik menghasilkan citra variasi *hue* yang merepresentasikan nilai spektral permukaan bumi, sedangkan radar memberikan informasi morfologi permukaan bumi.

Dalam proses fusi atau penggabungan data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 terdapat tiga proses yang dilalui. Tahap pertama pada penggabungan data ini adalah konversi ruang warna *Read Green Blue* (RGB) menjadi ruang warna HSI. Pada RGB digunakan citra Landsat 8 dengan komposit berturut-turut 5, 6 dan

7. Kemudian pada proses selanjutnya komponen *Intensity* akan digantikan oleh data ORRI Radarsat 2. Proses terakhir pada fusi data ini adalah konversi kembali dari HSI yang mana I telah digantikan oleh data ORRI menjadi RGB kembali. Hasil dari fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi *band* 567 dapat dilihat pada Gambar 4.5.

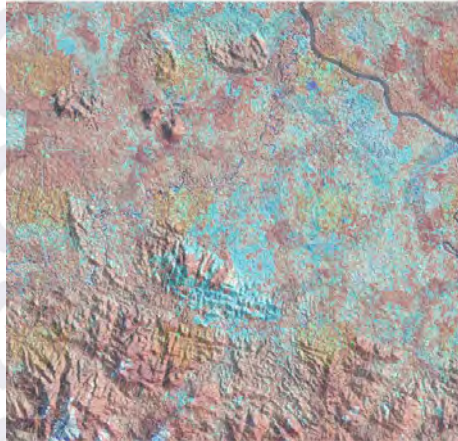
Pada citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi *band* 567 ini relief dapat diidentifikasi dengan lebih jelas dibandingkan dengan citra Landsat 8 komposit 567. Pada citra Landsat 8 komposit 567, reliefnya masih kurang terlihat nyata tonjolan-tonjolan perbukitannya (Gambar 4.4). Sedangkan pada citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi *band* 567 relief seperti perbukitan akan terlihat lebih detail dan nyata.



Gambar 4.5 Hasil *image fusion* Citra ORRI Radarsat 2 *layer intensity* dan Citra Landsat 8 RGB 567

Hasil dari fusi data Landsat 8 dan ORRI Radarsat 2 selanjutnya dioverlaykan dengan data DSM Radarsat 2 dan diatur transparansinya agar dalam proses interpretasi formasi dan satuan batuan lebih mudah serta morfologi daerah dapat terlihat dengan jelas. Seperti pada Gambar 4.6 berikut, dimana kenampakan

morfologi daerahnya lebih terlihat dan cukup baik untuk dilakukan identifikasi satuan batuan.



Gambar 4.6 Hasil *overlay* DSM, ORRI, dan Landsat 8

4.1.3. Hasil Peta Geologi

Hasil peta geologi lembar Nangapinoh (1515-51) Kalimantan Barat skala 1:50000 (terlampir)

4.2 Pembahasan

4.2.1. Geologi Regional

Secara regional, daerah penelitian termasuk dalam peta geologi lembar Nangapinoh (1515) skala 1:250000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G) pada tahun 1993. Pada daerah penelitian terdapat cekungan Melawi di beberapa bagian sebelah utara dan barat dan dataran tinggi Schawaner di bagian selatan. Cekungan Melawi merupakan cekungan di Kalimantan Barat yang termasuk dalam salah satu cekungan Tersier di Indonesia. Umur cekungan Melawi ini diperkirakan antara rentang Eosen tua sampai dengan oligosen. Formasi batuan di wilayah studi yang termasuk dalam cekungan ini adalah formasi Tebidah dan terobosan Sintang. Formasi

Tebidah di terobos oleh sub vulkanik Terobosan Sintang pada kala oligosen tua sampai miosen muda dimana selisih umur batuan nya sangat dekat (Amiruddin dan Traill, 1989).



Gambar 4.7 Cekungan Melawi dengan Tipe Bukit Rendah Berombak (Williams, Heryanto, dkk., 1986)

Dataran tinggi Schawaner dibentuk oleh batuan granit dan malihan. Puncak tertinggi dan lereng paling curam biasanya dibentuk oleh batuan malihan. Dalam wilayah studi, dataran tinggi ini tersusun atas Tonalit Sepauk, Batuan gunung api Menunuk, dan Batuan Malihan Pinoh. Dimana deretan tonalit Sepauk berumur Kapur tua, Batuan Gunung Api Menunuk, dan Batuan Malihan Pinoh belum diketahui umurnya batuan nya (Amiruddin dan Traill, 1989).

Secara morfologi, wilayah studi di dominasi oleh topografi daratan yang relatif datar dengan beberapa tonjolan hasil intrusi magma di bagian utara dan topografi berupa perbukitan di bagian selatan.

Berdasarkan peta geologi lembar Nangapinoh (1515) skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993) pada lokasi penelitian terdiri dari Batuan Malihan Pinoh (PzTRp), Batuan Gunung Api Menunuk (Klm), Tonalit Sepauk (Kls), Gabro Biwa (Kub),

Formasi Tebidah (Tot), Satuan Alluvium (Qa), Terobosan Sintang (Toms), dan Alluvium Terbiku (Qat).

Sedangkan dari hasil interpretasi secara visual citra Landsat 8 dan Radarsat 2 berdasarkan pada 7 kunci interpretasi dan data pendukung yang ada, pada daerah studi memiliki beberapa formasi dan satuan batuan. Batuan yang menyusun daerah pada wilayah studi adalah Batuan Malihan Pinoh (PzTRp), Batuan Gunung Api Menunuk (Klm), Tonalit Sepauk (Kls), Gabro Biwa (Kub), Formasi Tebidah (Tot), Satuan Alluvium (Qa), Terobosan Sintang (Toms), Alluvium Terbiku (Qat) dan Batuan Malihan (PzTRm).

Dalam proses interpretasi visual ditemukannya satuan batuan yang berbeda. Hal ini dapat dikarenakan terdapat satuan batuan yang memiliki kenampakan yang sedikit berbeda akan tetapi unsur yang dimiliki sama akibat pengaruh alam dan lingkungan yang ada disekitarnya (Awwab, 2014).

4.2.2. Formasi dan Satuan Batuan

Dalam proses interpretasi geologi ini dilakukan pada layar komputer berdasarkan 7 kunci interpretasi dengan metode analisa secara visual dan nama pembentukan formasi atau satuan batuan mengacu pada peta geologi yang ada. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan korelasi antara hasil identifikasi yang ada dengan peta geologi regional skala 1:250.000 lembar Nangapinoh 1515 tahun 1993.

Berdasarkan hasil interpretasi citra *image fusion* Landsat 8 dan Radarsat 2 ditambah dengan data pendukung lainnya, batuan yang terdapat pada lembar Nangapinoh (1515-51) Kalimantan Barat antara lain:

1. Batuan Malihan Pinoh (PzTRp)

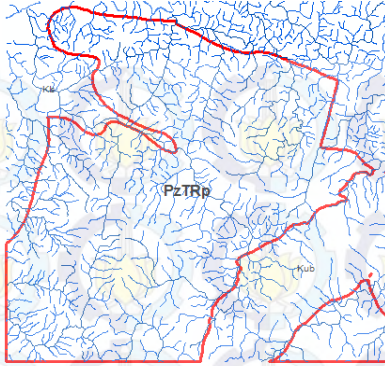
Berdasarkan hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567 formasi ini memiliki warna gelap, dominan warna coklat sampai coklat tua dengan sedikit warna biru muda di beberapa bagian seperti pada Gambar 4.8. Dari kenampakan tersebut,

satuan batuan ini memiliki pola yang tidak teratur dan tekstur yang kasar. Sehingga dari ciri citra tersebut dapat diidentifikasi bahwa kenampakan permukaan pada daerah tersebut adalah berupa hutan, semak belukar dan beberapa tempat terdapat bekas penambangan rakyat. Batuan ini memiliki tone abu-abu agak cerah sampai dengan abu-abu putih serta di beberapa tempat memiliki tone putih. Pada batuan ini tersebar sungai yang mengalir mengikuti pola aliran dendritik yang berbentuk menyerupai akar dan dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Ciri-ciri tersebut berbeda dengan satuan batuan yang terdapat disekitarnya. Dimana satuan Batuan yang berada didalam garis merah pada Gambar 4.8 memiliki kenampakan morfologi berupa perbukitan berukuran sedang hingga besar dengan lereng-lereng relatif curam dengan bentuk kerucut memanjang. Pola yang dimiliki kurang teratur serta memiliki tekstur halus hingga kasar. Dimana satuan batuan disekitarnya ada yang memiliki bentuk berbeda seperti bulatan dengan tekstur kasar. Selain itu juga terdapat batuan di sampingnya yang tersusun dari perlapisan-perlapisan batuan.



Gambar 4.8 Kenampakan Batuan Malihan Pinoh pada Citra Hasil Fusi Data



Gambar 4.9 Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Malihan Pinoh

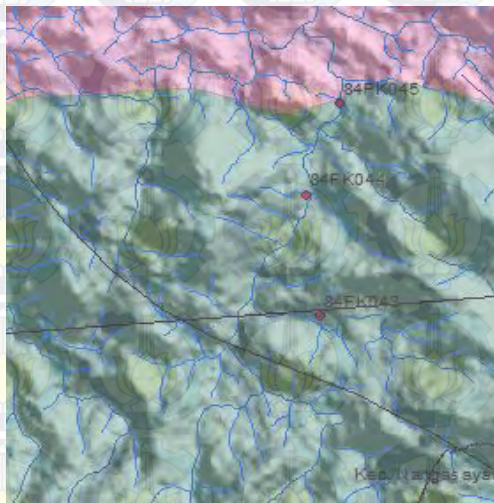
Berdasarkan data pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), diperoleh informasi bahwa batuan ini tersusun atas sekis kuarsa-muskovit, filit, batusabak, batutanduk, beberapa tufa malih dan kuarsit. Setempat mengandung andalusit, kordierit dan biotit, jarang silimanit dan garnet.

Berdasarkan data penelitian sample batuan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), pada titik pengamatan 83HZ040A terdapat batuan diorit, 84FK043A terdapat paparan materi tuff, kristal tuff padat dan batu lumpur pecahan vulkanik. Pada titik pengamatan 84FK044 terdapat batu kristal tuff gelap (Amiruddin dan Traill, 1989).

Gambar 4.10 menunjukkan salah satu batuan yaitu diorit yang membentuk satuan batuan ini yang terdapat pada sekitar titik pengamatan 83HZ040A. Untuk contoh persebaran titik pengamatan yang dilakukan oleh P3G dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



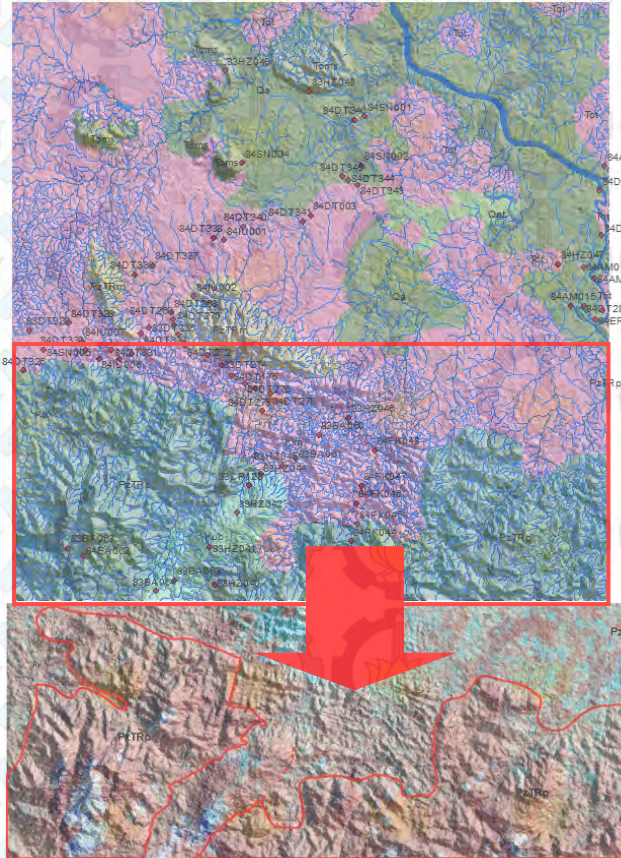
Gambar 4.10 Diorit (Pusat Survei Geologi, 2008)



Gambar 4.11 Lokasi Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi

Sehingga dari ciri-ciri citra ditambah dengan data penelitian terdahulu, batuan ini dapat diidentifikasi sebagai Batuan malihan Pinoh atau dalam peta geologi disimbolkan dengan PzTRp. Batuan ini tersebar di dua kecamatan, yaitu kecamatan

Pemuar, Nangapinoh serta Nangasayan. Batuan Malihan Pinoh (PzTRp) ini terbentuk pada jaman Paleozoikum hingga jaman mesozoikum pada kala Trias.

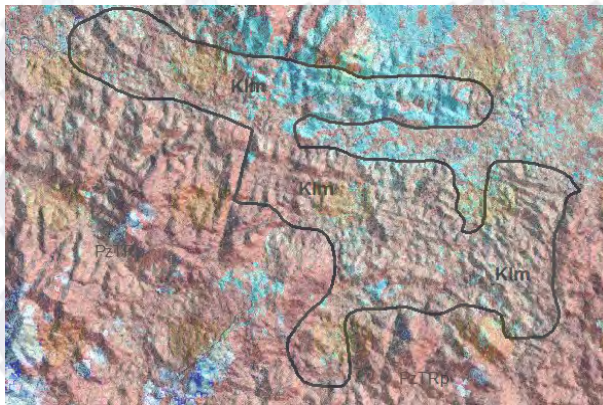


Gambar 4.12 Hasil Interpretasi Batuan Malihan Pinoh (PzTRp) pada Citra

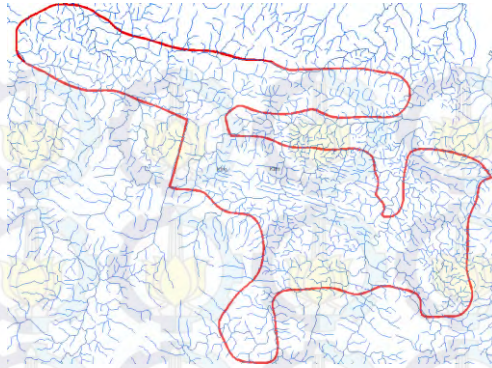
2. Batuan Gunung Api Menunek (Klm)

Berdasarkan hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567 yang ditunjukkan pada Gambar 4.13, formasi ini berwarna gelap tersusun atas warna dominan coklat dan sedikit kombinasi coklat tua dan biru muda. Batuan ini memiliki tone abu-abu agak cerah sampai dengan abu-abu putih. Batuan ini memiliki bentuk kerucut memanjang dengan tekstur cenderung kasar dengan morfologi perbukitan kecil dan memanjang. Pola dari batuan ini kurang teratur. Sungainya mengalir mengikuti pola aliran sungai dendritik dengan kerapatan yang cukup rapat (Gambar 4.14).

Pada Gambar 4.13 batuan yang berada didalam garis hitam menunjukkan adanya perlapisan yang mengarah ke timur dan barat. Perlapisan yang ada pada lembar Nangapinoh ini hanya terlihat pada satuan batuan ini. Dengan adanya perlapisan yang terlihat, menandakan bahwa satuan batuan tersebut merupakan jenis batuan sedimen.



Gambar 4.13 Kenampakan Batuan Gunung Api Menunek pada Citra Hasil Fusi Data



Gambar 4.14 Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Gunung Api Menunuk

Berdasarkan peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), batuan ini tersusun atas tufa, batulanau, batulumpur, berlapis tipis, kelabu tua sampai coklat.



Gambar 4.15 Batu Lumpur (Williams, Heryanto, dkk., 1986)

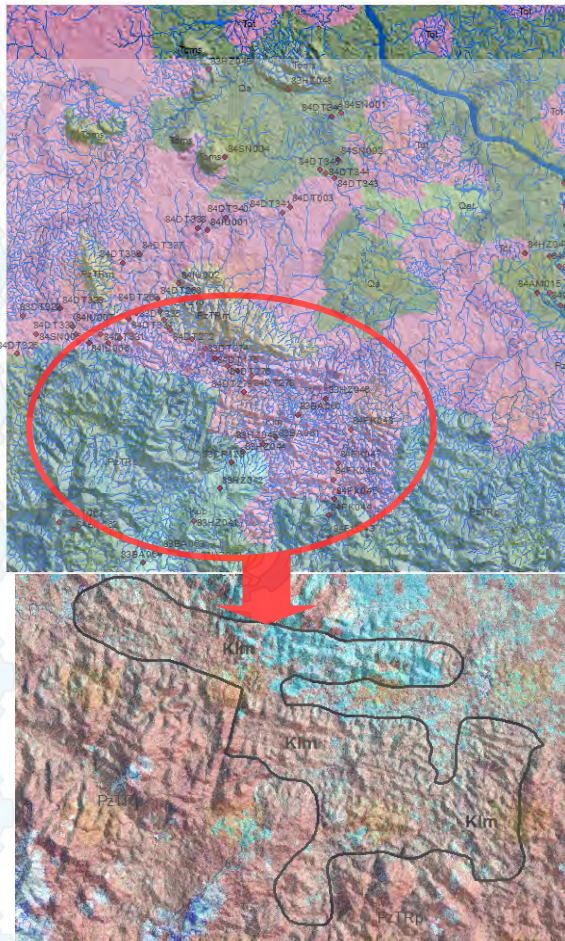
Sedangkan menurut Amiruddin dan Traill (1989) pada beberapa sampel batuan menunjukkan adanya batuan *Mudstone black induration* pada titik pengamatan 83BA061, pada titik 84DT278A terdapat *Metasandstone*, titik 84DT278C terdapat *Tourmaline-bearing vein*. Sedangkan dari pengamatan sayatan tipisnya, pada titik 84DT333A terdapat batuan Tonalit yang berubah bentuk dan memiliki struktur patahan serta

tekstur berbentuk butiran-butiran. Pada analisa paleontologi terdapat fosil Larger foranifera yang mengendap di lingkungan Marine pada titik 83BA061. Persebaran titik pengambilan sampel lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut.



Gambar 4.16 Sebaran Titik Pengamatan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada Batuan Gunung Api Menunuk

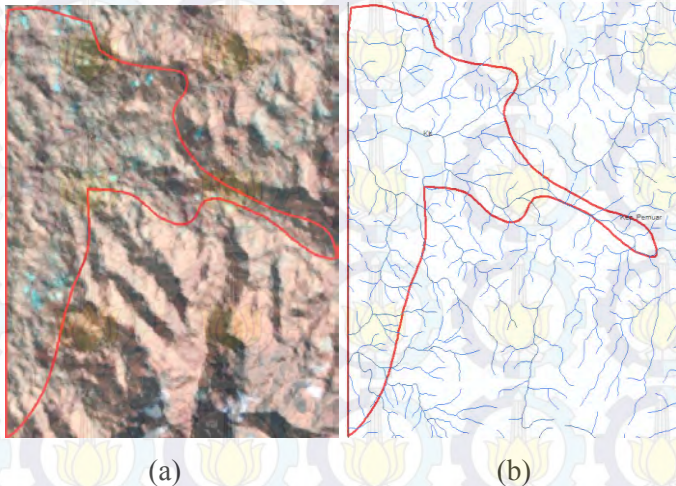
Sehingga dari interpretasi citra dengan ciri-ciri diatas didukung dengan data penelitian terdahulu, maka satuan ini dapat diidentifikasi sebagai satuan Batuan Gunung Api Menunuk. Dalam peta geologi satuan batuan ini diberi simbol Klm yang berarti satuan ini merupakan batuan berumur Kapur yang berada di sekitar sungai Menunuk. Batuan ini sebagian besar terdapat di kecamatan Pemuar dan sebagian kecil di kecamatan Nangapinoh.



Gambar 4.17 Hasil Interpretasi Batuan Gunung Api Menunuk (Klm) pada Citra

3. Tonalit Sepauk (Kls)

Berdasarkan hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data yang ditunjukkan pada Gambar 4.18(a) dan pola aliran sungai pada Gambar 4.18(b), formasi ini memiliki warna gelap tersusun atas warna coklat dengan sedikit warna biru muda dan coklat kemerahan. Satuan batuan ini memiliki tone abu-abu agak cerah. Batuan ini memiliki bentuk bulatan kecil hingga sedang dengan tekstur agak kasar. Pola dari batuan ini kurang teratur dengan pola aliran sungai dendritik. Dilihat dari morfologinya, satuan yang berada di dalam garis merah merupakan dataran bergelombang. Sedangkan yang berada di luar garis merah memiliki morfologi dan bentuk yang berbeda yaitu berbentuk kerucut dan berupa perbukitan panjang dengan lereng yang cukup curam (Gambar 4.18(a)).



Gambar 4.18 (a) Kenampakan Tonalit Sepauk pada Citra Hasil Fusi Data (b) Pola Aliran Sungai pada Tonalit Sepauk

Berdasarkan data hasil penelitian pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), didapatkan informasi satuan dari formasi ini adalah tonalit dan

granodiorit hornblende-biotit kelabu muda, beberapa diorite, granit, monzodiorit dan diorite kuarsa.



Gambar 4.19 Pegunungan Tonalit (Amiruddin dan Traill, 1989)



Gambar 4.20 Tonalit Sepauk (Amiruddin dan Traill, 1989)

Sehingga dari ciri-ciri citra diatas dan data penelitian terdahulu, maka satuan ini dapat diidentifikasi sebagai satuan Tonalit Sepauk. Dalam peta geologi satuan batuan ini diberi simbol Kls yang berarti satuan ini merupakan batuan berumur

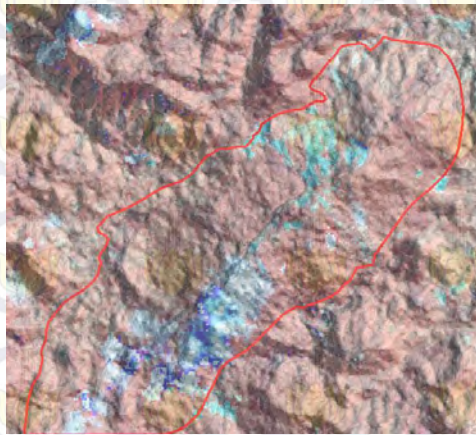
Kapur yang berada di sekitar aliran sungai Sepauk. Batuan ini tersebar di kecamatan Pemuar.



Gambar 4.21 Hasil Interpretasi Tonalit Sepauk (Kls) pada Citra

4. Gabbro Biwa (Kub)

Berdasarkan hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.22, satuan batuan ini memiliki warna dominan coklat tua dengan kombinasi warna coklat, coklat kemerahan dan biru muda. Satuan ini memiliki tone abu-abu agak gelap sampai dengan abu-abu putih dengan tekstur yang kasar. Satuan ini memiliki pola yang kurang teratur dengan bentuk bulatan kecil hingga sedang. Dari kenampakan tersebut, satuan ini dapat diidentifikasi memiliki kenampakan permukaan berupa hutan pada bagian tengah dengan tekstur yang kasar, semak belukar disebelah pojok atas dan bawah dengan tekstur agak kasar dan pola yang tidak teratur serta lahan bukaan akibat penambangan rakyat. Morfologi pada satuan batuan ini adalah berupa bukit yang terisolir.



Gambar 4.22 Kenampakan Gabro Biwa pada Citra Hasil Fusi Data

Gabro Biwa ini memiliki pola aliran sungai radial sentrifugal, yaitu sungainya mengalir memencar meninggalkan satu titik seperti pada Gambar 4.23 berikut.

Pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23 terlihat bahwa bagian satuan batuan yang berada didalam garis merah memiliki bentuk, tekstur, morfologi dan pola aliran sungai yang berbeda dengan satuan batuan di sekitarnya yang berbentuk kerucut memanjang dengan tekstur halus hingga sedang serta menunjukkan morfologi perbukitan dengan pola aliran sungai dendritik.

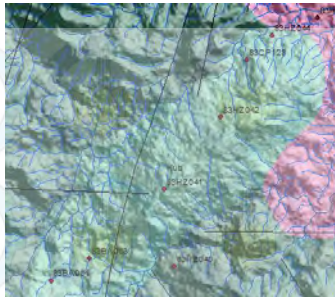


Gambar 4.23 Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Gabro Biwa

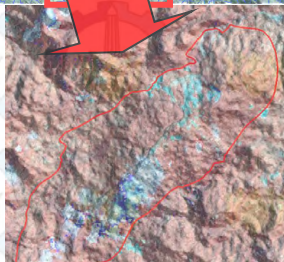
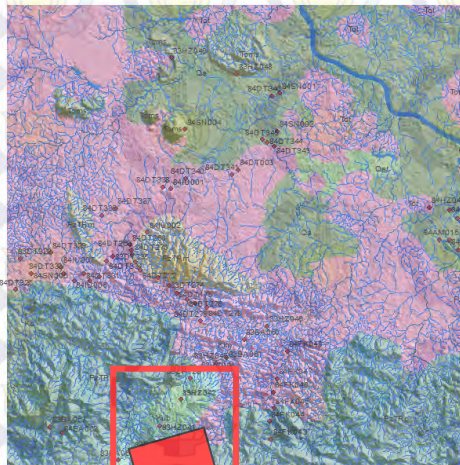
Berdasarkan pada peta geologi skala 1:250000 lembar Nangapinoh, batuan ini tersusun atas Gabro olivin, norit olivin dan norit augit berbutir halus sampai sedang.

Sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada tahun 1983 dan 1984, titik 83HZ041 terdapat batu kuarsa diorite, titik 84FK044 terdapat batu kristal tuff gelap dan pada titik 83HZ042 terdapat batu diorite dan pada titik 83BA064 terdapat gabbro olivine (Amiruddin dan Traill, 1989). Persebaran titik pengamatan lapangannya dapat dilihat pada Gambar 4.24 berikut.

Sehingga dari ciri citra dan data penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa batuan tersebut merupakan satuan Gabro Biwa. Satuan ini terletak di kecamatan Pemuar. Dimana batuan tersebut merupakan batuan hasil intrusi yang berumur kapur muda.



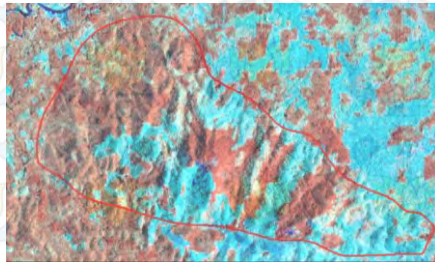
Gambar 4.24 Titik Pengamatan Lapangan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G)



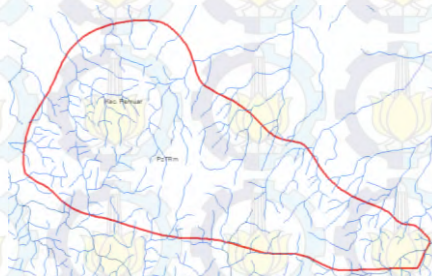
Gambar 4.25 Hasil Interpretasi Gabbro Biwa (Kub) pada Citra

5. Batuan Malihan (PzTRm)

Berdasarkan kenampakan pada hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567 yang dapat dilihat pada Gambar 4.26, satuan batuan ini bewarna agak cerah tersusun atas warna biru muda, coklat dan coklat kemerahan. Satuan ini memiliki tone abu-abu agak gelap sampai dengan abu-abu agak cerah dan bentuk kerucut memanjang. Pola dari satuan ini tidak teratur dengan tekstur halus sampai kasar. Morfologinya berupa perbukitan kecil dan memanjang serta reliefnya lebih terlihat jelas dibandingkan satuan di sekitarnya yang sebagian besar terlihat berupa dataran landai (Gambar 4.26). Pola aliran sungai dendritik mengalir di batuan ini yang ditunjukkan pada Gambar 4.27 berikut.



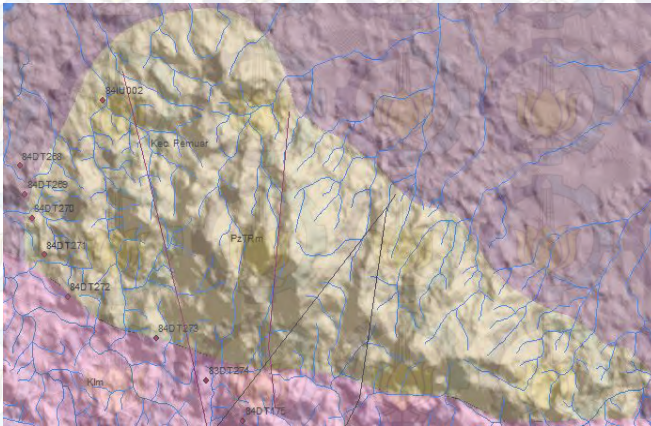
Gambar 4.26 Kenampakan Batuan Malihan pada Citra Hasil Fusi Data



Gambar 4.27 Pola Aliran Sungai pada Satuan Batuan Malihan (PzTRm).

Berdasarkan data pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), diperoleh informasi bahwa batuan ini tersusun atas sekis kuarsa-muskovit, filit, batu sabak, batu tanduk, beberapa tufa malih dan kuarsit. Setempat mengandung andalusit, kordierit dan biotit, jarang silimanit dan garnet.

Berdasarkan data penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada tahun 1984 seperti pada Gambar 4.28, pada satuan ini mengandung *spotty diorite* dari hasil pengambilan sampel batuan pada titik 84DT271, dan diorite pada titik pengamatan nomor 84IU002 (Amiruddin dan Traill, 1989).



Gambar 4.28 Titik Pengamatan Lapangan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G).

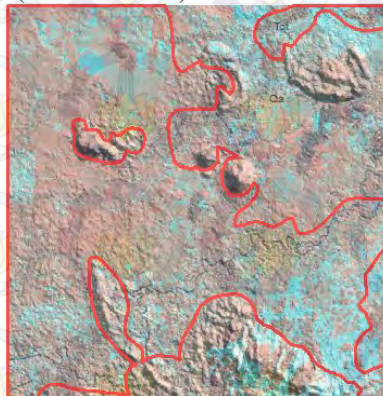
Sehingga dari ciri-ciri citra dan data penelitian terdahulu, batuan ini dapat diidentifikasi sebagai Batuan Malihan Pinoh (PzTRm). Batuan malihan ini terbentuk pada jaman Paleozoikum hingga Mesozoikum kala Trias.

Gambar 4.29 Hasil Interpretasi Batuan Malihan (PzTRm) pada Citra

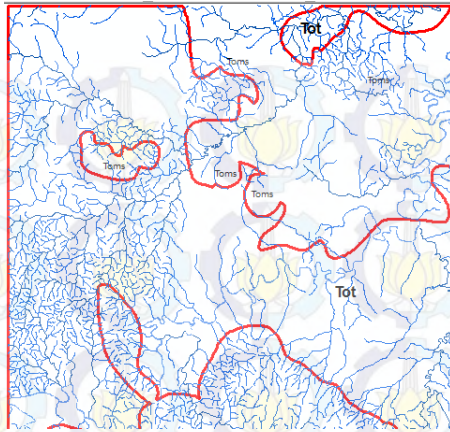
6. Formasi Tebidah (Tot)

Pada citra hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567, batuan ini memiliki warna warna cerah tersusun dari warna coklat kemerahan, sedikit coklat tua, coklat muda dan biru muda seperti pada Gambar 4.30. Formasi ini terlihat memiliki tone abu-abu. Formasi ini memiliki bentuk berupa bulatan yang relatif kecil. Formasi ini memiliki tekstur halus dengan morfologi berupa dataran yang relatif landai. Pola pada formasi ini cenderung kurang teratur dengan beberapa sungai mengalir pada formasi ini. Pola aliran sungai yang dimiliki formasi ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.31 yaitu pola dendritik dengan kerapatan bervariasi dari jarang hingga rapat.

Formasi ini memiliki kenampakan yang sekilas mirip dengan Satuan Aluvium (Qa) yang akan dibahas pada poin berikutnya (poin 7). Dimana perbedaannya terletak pada bentuknya yang sama-sama bulat tetapi Formasi ini memiliki bentuk bulatan yang lebih kecil. Selain itu, pola aliran yang dimiliki formasi ini pola aliran dendritik dengan kerapatan lebih bervariasi (Gambar 4.31).



Gambar 4.30 Kenampakan Formasi Tebidah pada Citra Hasil Fusi Data

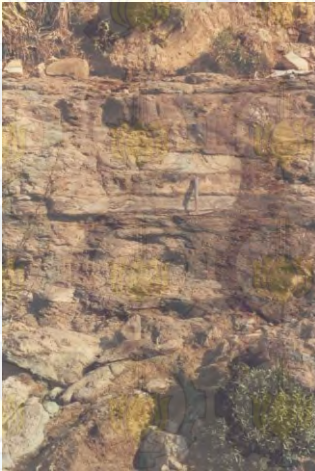


Gambar 4.31 Pola Aliran Sungai pada Formasi Tebedah

Berdasarkan data hasil penelitian pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), formasi ini terletak pada Cekungan Melawi yang terdiri dari perselingan batupasir halus dengan batu lumpur hijau dan merah di bagian atas dan dengan batulumpur kelabu dan batulanau dibagian bawah. Setempat dengan lapisan tipis batu bara.

Sedangkan dari data penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada formasi ini terdapat beberapa lokasi yang diambil sampel batuan untuk dilakukan analisa. Dari hasil analisa tersebut didapatkan hasil bahwa batuan ini mengandung metaquartzite pada titik 84DT279, sekis berbintik pada titik 84DT332, *pebbly sandstone* pada titik 84SN005, Xenolit granodiorit pada titik 84DT331, *Porphyry* pada 84IU007, Aplite pada titik 84DT334, granit foliasi pada titik 84DT336 dan Riolite pada titik 84IU001. Pada sayatan tipis yang diamati di laboratorium, batuan pada titik pengamatan 84DT331 dan 84DT326 merupakan batu tonalit foliasi dan pada sampel titik 84DT336 merupakan batu Monzogranite dengan kandungan lain berupa

klorit (Amiruddin dan Traill, 1989). Pada Gambar 4.32 berikut menunjukkan dua contoh singkapan batuan yang terlihat pada Formasi Tebidah.



(a)



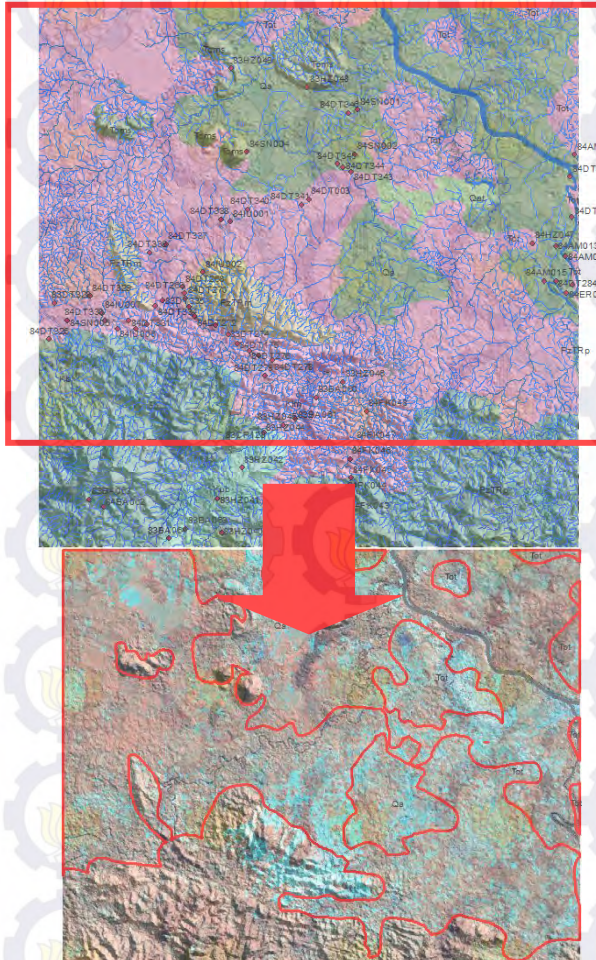
(b)

Gambar 4.32 Singkapan Batu Lumpur dan Batu Pasir pada Formasi Tebidah (b) *Ripple Marked* Batu Pasir pada Formasi Tebidah (Amiruddin dan Traill, 1989)

Berdasarkan hasil interpretasi citra dan didukung oleh data penelitian terdahulu, maka batuan ini dapat diidentifikasi sebagai Formasi Tebidah. Formasi Tebidah atau yang dalam peta geologi disimbolkan dengan Tot merupakan formasi yang terbentuk pada jaman Tersier kala Oligosen. Formasi Tebidah merupakan salah satu satuan yang berada di cekungan Melawi. Lokasi formasi ini tersebar di area kecamatan Penuar dan Nangapinoh.

Menurut Williams, Heryanto, dkk (1986) Formasi Tebidah merupakan formasi paling atas yang terdapat pada Cekungan Melawi. Formasi ini terdiri dari perselingan batu lumpur hijau dan merah pada bagian atas dan batu lumpur hijau dan batu

lanau di bagian bawah. Formasi Tebidah ini tersebar di sekitar sungai Tebidah, yang terpapar dari bagian utara lembar Nangapinoh sampai selatang lembar Sintang.



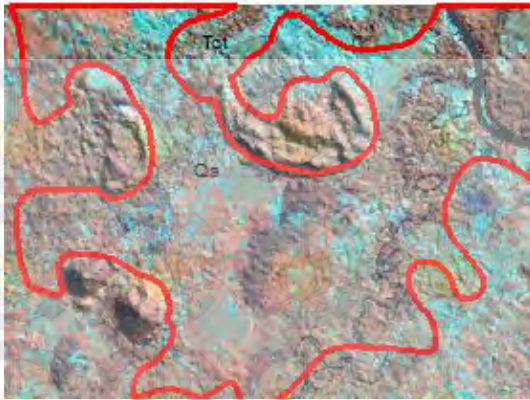
Gambar 4.33 Hasil Interpretasi Formasi Tebidah (Tot) pada Citra

7. Satuan Alluvium (Qa)

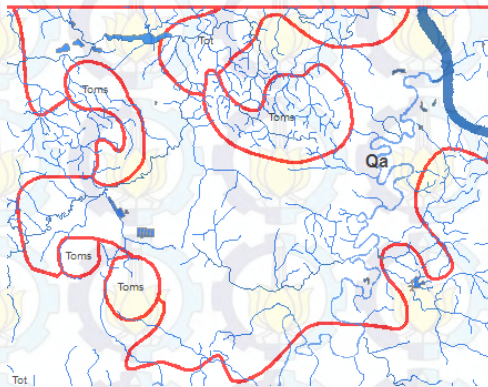
Pada citra hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567, batuan ini berwarna cenderung cerah dengan susunan warnanya berupa warna biru, coklat kemerahan, coklat dan coklat tua (Gambar 4.34). Satuan ini memiliki tone abu-abu. Bentuk dari satuan ini cenderung membulat dengan ukuran bulatannya relaif lebih besar daripada Tot sebagaimana telah disinggung pada poin sebelumnya serta memiliki pola yang kurang teratur. Batuan ini memiliki tekstur halus dengan morfologi berupa dataran landai.

Dari kenampakan citra, daerah ini dapat diidentifikasi memiliki kenampakan permukaan berupa perkebunan di sebagian besar wilayahnya, lahan kosong di beberapa tempat dan hutan di sekitar aliran sungai Melawi dan anak sungainya. Selain itu juga terdapat pemukiman yang sebagian besar terkonsentrasi di dekat percabangan sungai Melawi dan sungai Pinoh. Satuan ini berada di sekitar sungai seperti sungai Melawi, sungai Pinoh, sungai Meronayet dan sungai kecil lainnya. Pola aliran sungai yang terdapat pada satuan ini adalah dendritik dengan kerapatan sedang hingga jarang seperti terlihat pada Gambar 4.34.

Berdasarkan data penelitian terdahulu, satuan alluvium ini terdiri dari kerikil, pasir, lanau, lempung, dan bahan-bahan organik (Amiruddin dan Traill, 1993). Pada pengamatan lapangan dan analisa laboratorium yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi tahun 1984 terdapat beberapa titik yang diambil sampel batuanannya. Pada titik 84SN001 terdapat batu pasir dan batu serpih, titik 84SN002 mengandung batu pasir, titik 84AM026 mengandung batu lanau merah, titik 84AM013 mengandung fosil foraminivera yang diperkirakan, batu pasir dan *Calclutite*, titik 84DT284 terdapat batu lanau, titik 84DT283 terdapat batu pasir dan titik 84ER001 mengandung diorite (Amiruddin dan Traill, 1989).



Gambar 4.34 Kenampakan Satuan Alluvium pada Citra Hasil Fusi Data



Gambar 4.35 Pola Aliran Sungai pada Satuan Alluvium

Sehingga dari ciri citra yang dimiliki dengan dibantu oleh data penelitian terdahulu satuan ini diidentifikasi sebagai Satuan Alluvium (Qa). Qa merupakan satuan batuan yang berumur Quarter yang tersebar di kecamatan Pemuar dan Kecamatan Nangapinoh.

Lingkungan pengendapan dari Satuan Alluvial ini merupakan endapan darat. Hal ini dicirikan oleh endapan yang

belum kompak dan merupakan hasil erosi dari batuan yang lebih tua. Satuan alluvial merupakan endapan darat yang memiliki fragmen lepas berukuran kerakal hingga lempung serta material hasil erosi batuan yang lebih tua yang dikontrol oleh sungai yang memiliki stadia dewasa (Kefi, 2011). Seperti pada Gambar 4.36 berikut yang menunjukkan contoh keberadaan Satuan Endapan Alluvial dilapangan yang seringkali berasosiasi dengan sungai.



Gambar 4.36 Satuan Endapan Alluvial (Kefi, 2011).

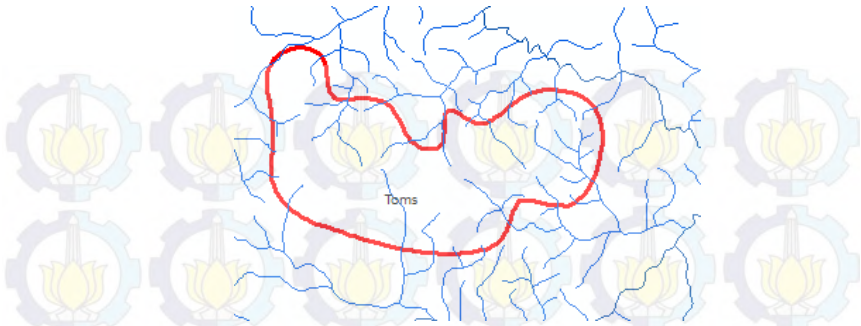
Citra

8. Terobosan Sintang (Toms)

Pada citra hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567, batuan ini memiliki warna warna relatif gelap, tersusun atas warna dominan coklat dan coklat kemerahan serta biru muda di beberapa bagian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.38. Satuan batuan ini memiliki tone abu-abu agak gelap dan dominan abu-abu putih. Dari citra hasil fusi data Radarsat 2 dengan Landsat 8 batuan ini memiliki tekstur kasar dan pola yang tidak beraturan. Bentuk dari batuan ini adalah kerucut baik bulat ataupun memanjang dengan morfologi permukaannya berupa bukit atau gunung yang terisolir. Dimana satuan batuan ini akan terlihat menonjol dibandingkan permukaan batuan yang berada di sekitarnya seperti pada Gambar 3.38. Hal ini diakibatkan karena Batuan ini menerobos Batuan di sekitarnya dan muncul dipermukaan bumi. Ukuran dari batuan ini cenderung kecil. Pada formasi ini dapat diidentifikasi adanya pola aliran radial sentrifugal (Gambar 3.39).



Gambar 4.38 Kenampakan Terobosan Sintang pada Citra Hasil Fusi Data

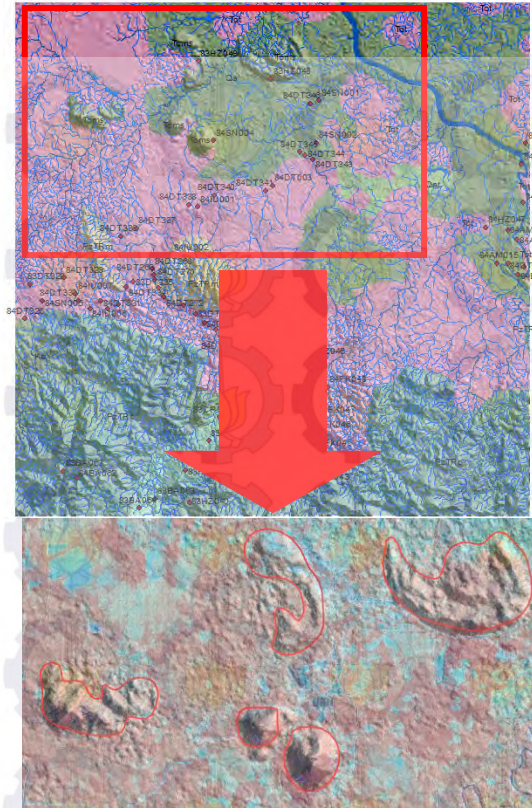


Gambar 4.39 Pola Aliran Air pada Terobosan Sintang

Berdasarkan data hasil penelitian pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), didapatkan informasi mengenai satuan dari formasi ini yaitu batu andesit, dasit, riolit, diorite kuarsa, granodiorit dan jarang granit berbutir halus, sil, retas dan sumbat. Dimana formasi ini diberi warna orange pada peta geologi skala 1:250000 tersebut.

Hasil interpretasi citra dengan ditambahkan data dari penelitian terdahulu menunjukkan bahwa batuan ini merupakan Terobosan Sintang atau yang disimbolkan dengan Toms. Awwab (2014) menyatakan bahwa Terobosan Sintang pada citra hasil overlay citra Radarsat 2 dan Landsat ETM+7 dicirikan dengan warna coklat gelap yang, memiliki bentuk cenderung bulat dan morfologinya berupa gunung dengan tekstur kasar. Hal ini juga terlihat pada satuan batuan ini.

Terobosan Sintang merupakan hasil dari adanya intrusi batuan yang muncul dipermukaan. Terobosan Sintang pada lembar ini menerobos ke dalam formasi Tebidah dan Satuan Alluvium. Menurut Williams dan Harahap (1987), Terobosan Sintang tersebar di Kalimantan dan Serawak.

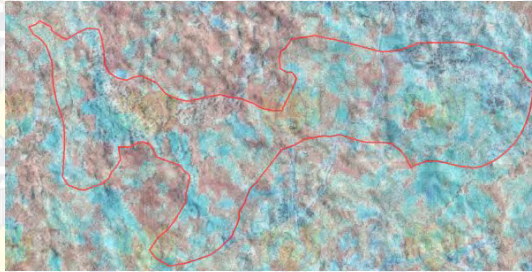


Gambar 4.40 Hasil Interpretasi Terobosan Sintang (Toms) pada Citra

9. Alluvium Terbiku (Qat)

Berdasarkan citra hasil overlay data DSM dengan citra hasil fusi data ORRI Radarsat 2 dan Landsat 8 kombinasi band 567, batuan ini memiliki warna warna cerah, tersusun atas warna dominan biru muda, coklat muda dan beberapa berwarna coklat kemerahan (lihat Gambar 4.41). Batuan ini memiliki tone abu-abu. Pada formasi ini dapat diidentifikasi adanya pola aliran sub dendritic seperti pada Gambar 4.42. berdasarkan

pada Gambar 4.41 batuan ini memiliki tekstur halus dan pola teratur. Bentuk dari batuan ini adalah bulat dengan morfologi permukaannya berupa dataran. Ukuran dari batuan ini cenderung kecil.



Gambar 4.41 Kenampakan Alluvium Terbiku pada Citra Hasil Fusi Data

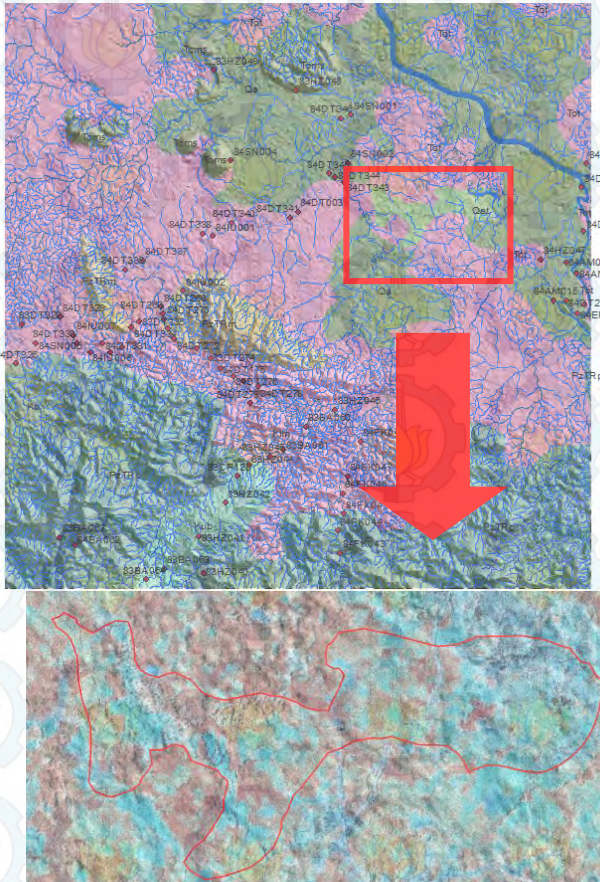


Gambar 4.42 Pola Aliran Sungai pada Satuan Alluvium Terbiku

Berdasarkan data hasil penelitian pada peta geologi Lembar Nangapinoh skala 1:250000 (Amiruddin dan Traill, 1993), didapatkan informasi mengenai satuan dari formasi ini yaitu kerikil terkonsolidasi, pasir, lanau, dan lempung. Dan merupakan endapan terangkat.

Hasil interpretasi citra dengan ditambahkan data dari penelitian terdahulu menunjukkan bahwa batuan ini merupakan Alluvium Terbiku atau yang disimbolkan dengan

Qat. Dalam sebuah laporannya Williams, Heryanto, dkk (1986) menuliskan bahwa dataran terbiku merupakan dataran dengan arah perlapisan yang tidak terlihat atau memiliki bentuk topografi yang teratur untuk menunjukkan lapisan batuan. Alluvium Terbiku ini terletak di Kecamatan Pemuar dan Kecamatan Nangapinoh.



Gambar 4.43 Hasil Interpretasi Satuan Alluvium Terbiku (Qat) pada Citra

4.2.3. Sebaran Batuan yang Ditemukan dalam Penelitian

Dari hasil interpretasi citra Radarsat 2 dan Landsat 8 secara visual didapatkan satuan litologi seperti yang dijelaskan pada sub bab 4.2.2 diatas. Dengan bantuan *software* ArcGIS 10.0 luasan masing-masing satuan pada peta Geologi Regional maupun peta Geologi Hasil Interpretasi dapat diketahui. Dari perhitungan luasan satuan batuan didapatkan masing-masing luasan satuan batuan seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Luasan Litologi Pada Peta Geologi Regional

No	Litologi	Simbol	Luas (m2)
1	Batuan Malihan Pinoh	PzTRp	57993249
2	Batuan GunungApi Menunuk	Klm	97236922
3	Tonalit Sepauk	Kls	86609326
4	Gabro Biwa	Kub	10700319
5	Formasi Tebidah	Tot	207484570
6	Satuan Aluvium	Qa	137538901
7	Terobosan Sintang	Toms	15425746
8	Aluvium Terbiku	Qat	7638481
Total			620627515

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Luasan Litologi pada Peta Geologi Hasil Interpretasi

No	Litologi	Simbol	Luas (m2)
1	Batuan Malihan Pinoh	PzTRp	136564338
2	Batuan GunungApi Menunuk	Klm	47452513
3	Tonalit Sepauk	Kls	9605549
4	Gabro Biwa	Kub	15501701
5	Batuan Malihan	PzTRm	19417397
6	Formasi Tebidah	Tot	233606597
7	Satuan Aluvium	Qa	138100838
8	Terobosan Sintang	Toms	13532953
9	Aluvium Terbiku	Qat	6845628
Total			620627515

Dari hasil yang didapatkan dari perhitungan luasan pada masing-masing satuan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3, Formasi Tebidah merupakan formasi yang memiliki luasan terbesar diantara satuan yang lainnya, baik pada peta Geologi Regional maupun peta Geologi hasil interpretasi Penginderaan Jauh. Formasi Tebidah mendominasi dengan luas area mencakup 233.606.597 m² atau 233,606 km² pada peta Geologi hasil interpretasi Penginderaan Jauh. Sedangkan sebaran satuan batuan yang paling sedikit adalah Alluvium Terbiku yang hanya memiliki luas sebesar 6.845.628 m² atau 6,846 km² pada peta Geologi hasil interpretasi Penginderaan Jauh.

Berdasarkan hasil diatas terdapat perbedaan luasan untuk masing-masing satuan batuan pada peta geologi regional dengan peta geologi hasil interpretasi penginderaan jauh. Hal ini dikarenakan pada saat penginterpretasian citra penginderaan jauh didapatkan ciri-ciri yang lebih spesifik dari satuan batuan. Sehingga didapatkan hasil yang lebih teliti dan lebih bervariasi.

Perbedaan luasan litologi yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4. Selisih Luasan Litologi pada Peta Geologi Hasil Interpretasi

No	Litologi	Simbol	Selisih (m2)
1	Batuan Malihan Pinoh	PzTRp	78571090
2	Batuan GunungApi Menunuk	Klm	49784410
3	Tonalit Sepauk	Kls	77003778
4	Gabro Biwa	Kub	4801382
5	Batuan Malihan	PzTRm	19417397
6	Formasi Tebidah	Tot	26122027
7	Satuan Aluvium	Qa	561937
8	Terobosan Sintang	Toms	1892793
9	Aluvium Terbiku	Qat	792853

Dari Tabel 4.4 diatas dapat diketahui bahwa selisih luasan terkecil terjadi pada Satuan Aluvium yaitu sebesar 561.937 m^2 atau $0,562 \text{ km}^2$. Sedangkan selisih luasan yang paling besar terdapat pada satuan Batuan Malihan Pinoh yaitu sebesar $78.571.090 \text{ m}^2$ atau $78,571 \text{ km}^2$. Hal ini dapat dikarenakan pada satuan Batuan Malihan Pinoh ditemukan ciri-ciri yang lebih spesifik dan sedikit berbeda. Sehingga dapat diidentifikasi sebagai formasi atau satuan batuan yang baru. Pada peta Geologi Hasil Interpretasi Penginderaan Jauh ditemukan satuan batuan baru yang unsur penyusunnya sama dengan satuan Batuan Malihan Pinoh, akan tetapi kenampakan pada citra sedikit berbeda. Satuan batuan tersebut adalah Batuan Malihan yang diberi simbol PzTRm. Satuan ini memiliki luasan area sebesar $19.417.397 \text{ m}^2$ atau $19,417 \text{ km}^2$.

Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan hasil interpretasi visual yang berpedoman pada 7 kunci interpretasi satuan litologi yang terluas pada penelitian daerah Puttusibau ditemukannya dominasi satuan batuan karbonan (*carbonaceous*) dan gampingan (*calcareous*) yang masuk dalam Kelompok Selangkai (Kse). Sedangkan formasi batuan Terobosan Sintang (Toms) merupakan satuan litologi paling sedikit persebarannya (Awwab, 2014).

Di daerah Takalar-Sapaya Sulawesi Selatan didominasi oleh satuan konglomerat, sedangkan litologi pada wilayah pegunungan didominasi satuan breksi dan lava. Satuan litologi minor pada penelitian daerah Takalar-Sapaya Sulawesi Selatan adalah satuan diorit (Reditya, 2010).

Sedangkan hasil interpretasi pada penelitian Kabupaten Wonogiri didominasi oleh satuan batuan Karst/Gamping. Dan formasi yang paling sedikit keberadaannya pada penelitian Kabupaten Wonogiri formasi Wuni (Tmw) (Hanafi, 2010).

Dalam penelitian ini tidak terdapat kemiripan dengan penelitian tersebut, dimana dalam penelitian ini satuan batuan yang mendominasi adalah Formasi Tebidah (Tot). Hal ini dapat

dikarenakan pada daerah penelitian memiliki morfologi berupa dataran bergelombang dengan bukit-bukit rendah. Sedangkan pada penelitian-penelitian sebelumnya sebagian besar morfologinya berupa pegunungan.

4.2.4. Kelurusan (*Lineaments*)

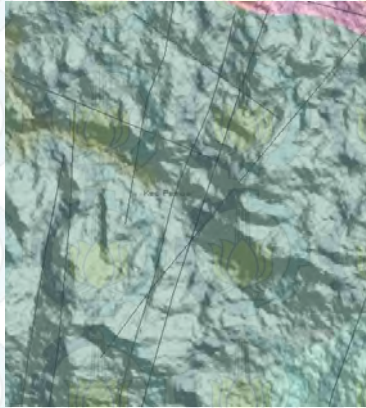
Dari hasil interpretasi geologi pada daerah penelitian juga dijumpai adanya kelurusan-kelurusan batuan atau yang biasa disebut dengan *Lineaments*. Kelurusan pada citra biasanya ditandai dengan adanya garis lurus diantara batuan yang menyebabkan terputusnya pola litologi (Pusat Survei Geologi, 2010).

Dalam melakukan interpretasi visual citra *image fusion* antara Radarsat 2 dengan Landsat 8 ini diperlukan keterbiasaan dan kejelian untuk dapat mengenali adanya kelurusan-kelurusan pada citra. Hal ini dikarenakan terkadang kelurusan yang ada pada daerah studi tidak dikenali akibat kurang memahami ciri-ciri kenampakannya pada citra. Kelurusan pada lembar Nangapinoh (1515-51) ini tersebar paling banyak di bagian selatan lembar.

Interpretasi pola-pola kelurusan pada daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan citra penggabungan data antara Radarsat 2 dengan Landsat 8. Kelurusan diinterpretasikan berdasarkan adanya kelurusan dari bentang alam terutama berupa punggung, lembah, atau lereng. Kemenerusan tersebut dilihat dari adanya kesamaan rona dan pola pada citra. Penarikan kelurusan yang selanjutnya diinterpretasikan sebagai suatu struktur geologi berdasarkan adanya pola kelurusan suatu perbukitan atau dataran yang memperlihatkan suatu *offset*, terdapat kontras morfologi antara tinggian dan rendahan yang tampak dari perubahan rona dan tekstur pada citra (Syiaifurrahman, Pramumijoyo, dan Setianto, -).

Persebaran kelurusan pada lembar 1515-51 ini terlihat jelas di bagian selatan. Hal ini dapat dikarenakan umur batuan yang ada di wilayah tersebut memiliki umur relatif lebih tua dibandingkan di wilayah lain pada lembar. Sehingga Batuan

tersebut telah mengalami proses geologi lebih banyak dan menghasilkan kelurusan-kelurusan pada daerah tersebut. Contoh kenampakan kelurusan yang ditemukan di tunjukkan pada Gambar 4.44 berikut.



Gambar 4.44 Hasil Interpretasi Kelurusan pada Citra

Dari hasil interpretasi kelurusan pada citra secara visual diatas, dengan bantuan *software* ArcGIS 10.0 panjang total kelurusan yang terlihat dapat diketahui. Hasil perhitungan panjang kelurusan yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Perhitungan Panjang Kelurusan pada Peta Geologi Regional dan Peta Geologi Hasil Interpretasi

	Panjang Kelurusan (m)	
	Peta Geologi Regional	Peta Geologi Penginderaan Jauh
Panjang	87378	130878

Sehingga dari perhitungan diatas didapatkan selisih panjang kelurusan (*lineament*) pada peta Geologi Regional dan peta Geologi Hasil Penginderaan Jauh sebesar 43500 m atau 43,5 km. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan di daerah Takalar-Sapaya Sulawesi Selatan ditemukan selisih panjang total kelurusan sebesar 26,893 km (Reditya, 2010).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil interpretasi visual yang dilakukan pada citra Radarsat 2 dan Landsat 8 didapatkan bahwa pada lembar Nangapinoh (1515-51) tersusun atas Batuan Malihan Pinoh (PzTRp), Batuan Gunung Api Menunuk (Klm), Tonalit Sepauk (Kls), Gabro Biwa (Kub), Batuan Malihan (PzTRm), Formasi Tebidah (Tot), Satuan Alluvium (Qa), Terobosan Sintang (Toms), dan Alluvium Terbiku (Qat).
2. Pada lokasi penelitian ditemukan satuan batuan yang mendominasi adalah Formasi Tebidah (Tot) dengan luas area mencakup 233,606 km² dan sebaran satuan batuan yang paling sedikit adalah Alluvium Terbiku yang hanya memiliki luas sebesar 6,846 km². Kelurusan ditemukan pada lokasi penelitian tersebar di bagian selatan lokasi penelitian dengan panjang total 130,878 km.
3. Dari perhitungan luasan area masing-masing satuan batuan didapatkan selisih antara peta Geologi Regional dengan peta Geologi Hasil Penginderaan Jauh, dimana selisih luasan terbesar adalah 78,571 km² yang terjadi pada satuan Batuan Malihan Pinoh.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini digunakan data ketinggian berupa *Digital Surface Model* (DSM) sehingga relief permukaan bumi terhalang oleh obyek yang ada di permukaan bumi. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan data *Digital Terrain Model* (DTM) sehingga diharapkan relief permukaan bumi lebih terlihat dengan jelas.

2. Dalam melakukan interpretasi manual penentuan batas litologi dan kelurusan, pengetahuan mengenai kedua hal tersebut sangat dibutuhkan. Sehingga diharapkan sebelum melakukan interpretasi cukup memahami pengetahuan-pengetahuan dalam bidang Geologi.
3. Dibutuhkan ketelitian dan keterbiasaan dalam menginterpretasi karekteristik pada citra, sehingga kemungkinan terjadi salah interpretasi lebih sedikit.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian mengenai kandungan mineral potensial tambang yang kemudian dapat dikembangkan sebagai tambang nasional dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2002. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Amiruddin dan Trail, D.S. 1989. *Geological Data Record Nangapinoh 1:250 000 Quadrangle West Kalimantan*. Proyek Pemetaan Geologi Indonesia-Australia, Bandung: Geological Research and Development Centre, Indonesia (Tidak di Publikasikan).
- Amiruddin dan Trail, D.S. 1993. “*Peta Geologi Lembar Nangapinoh, Kalimantan*”. Peta Geologi, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Indonesia.
- Anonim. 1988. *Pedoman Praktikum Geologi Dinamis*. Bandung: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- Awwab, A, Sukojo, B. M., dan Ipranta. 2014. “*Pemetaan Geologi Menggunakan Analisa Integrasi Citra Radarsat-2 dan Landsat (Studi Kasus:Kecamatan Puttusibau, Kalimantan Barat)*”. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS.
- Badan Geologi, Feb. 2012. <URL : <http://psg.bgl.esdm.go.id/geosains/278-pemetaan-geologi-skala-150000-berbasis-data-penginderaan-jauh>>. Dikunjungi pada tanggal 5 Oktober 2013, pukul 10.27 BBWI.
- Badan Geologi . September, 2013. <URL : <http://psg.bgl.esdm.go.id/geosains/331-peran-peta-geologi-dalam-pembangunan-nasional>>. Dikunjungi pada tanggal 5 Oktober 2012, pukul 10.42 BBWI.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. “*Penyusunan Peta Geologi*”. - : Badan Standarisasi Nasional
- Bates, R. L., dan Jackson, J. A. 1987. *Glossary of Geology (Third Edition)*. Alexandria: American Geological Institute.
- Canada Centre for Remote Sensing. -. *Fundamentals of Remote Sensing*. - : Canada Centre for Remote Sensing.
- Church V. A. 1983. *Manual of Remote Sensing*. New York: American Society Of Photogrametry.

- Danoedoro, P. 1996. *Pegolahan Citra Digital : Teori dan Aplikasi dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Gonzales, R.C dan Woods, R.E. 1992. *Digital Image Processing*. Addison Wesley: Reading Massachussets.
- Hanafi, R. A., Sukojo, B. M., dan Ipranta. 2010. “*Pemetaan Geologi Dengan Menggunakan Data Citra Alos Di Daerah Pegunungan Selatan (Kabupaten Wonogiri – Jawa Tengah)*”. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Geomatika, ITS.
- INTERMAP. 2006. *Geology Map Creation from STAR Technology (Training Program)*.
- Ismullah, I. H. 2011. “*Perkembangan Radar dalam Penginderaan Jauh*”. Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia, 1-24.
- Jaya. I.N.S. 2002. “*Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan*”. Bandung : Laboratorium Inventarisasi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- Kefi, M. A. 2011. “*Kendali Geologi Terhadap Kemiringan & Kemenerusan Lapisan Batubara Daerah Tanah Merah dan Sekitarnya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur*”. Yogyakarta: Tugas Akhir Jurusan Teknik Geologi, UPN Veteran.
- Levin, H. L. Oktober, 2005. “*Plate Tectonics Underlies All Earth History*”.<URL : \http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/levin/0471697435/chap_tut/chaps/chapter07-03.html>. Dikunjungi pada tanggal 20 Nopember 2012, pukul 15.30 BBWI.
- Lillesand, T. M., dan Kiefer, R.W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York.: John Wiley & Son, Inc.
- Lillesand T. M., Kiefer R.W., dan Chipman J.W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition*. New York : John Wiley & Sons.

Livingstone, C., dkk. 2005. *"RADARSAT-2 System and Mode Description"*. Ottawa : Defence Research and Development Canada.

Moko, G.I., Hariyanto, dkk. 2011. *"Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Wilayah Perairan Pesisir Surabaya Timur Sidoarjo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal"*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Geomatika, ITS.

Morena, L., James, K., dan Beck, J. 2004. *"An Introduction to the RADARSAT-2 Mission"*. Can. J. Remote Sensing 30, 3: 221–234.

Munir, Mochamad. 2003. *Geologi Lingkungan*. Malang: Bayumedia Publishing.

Murni, A. 1996. *"Klasifikasi Uniform Data Penginderaan Jauh"*. Jakarta: Fakultas Elektro UI.

Nisak, N. S. 2010. *"Analisa Peningkatan Resolusi Spasial Citra Multispektral Menggunakan Proses Penggabungan Dengan Citra Pankromatik Studi Kasus : Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik"*. Surabaya: -.

Paraditya, R. -. *"Pemanfaatan Citra Landsat-8Etm+ Untuk Pemetaan Potensi Mineralisasi Emas Di Kawasan Gunung Dodo, Kabupaten Sumbawa, NTB"*. -, 122-128.

Park. 1983. *"Foundations of Structural Geology"*. -, 135.

Purwadhi, F. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Reditya, I. W., Sukojo, B. M., dan Ipranta. 2010. *"Analisa Integrasi Citra Ifsar Dan Landsat Untuk Pembuatan Peta Geologi Daerah Takalar-Sapaya Propinsi Sulawesi Selatan"*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Geomatika, ITS.

Sabin, F. 1987. *Remote Sensing: Principles and Interpretation (Second Edition)*. New York: Freeman and Company.

Sidarto. 2013. *Perkembangan Teknologi Inderaan Jauh dan Pemanfaatannya untuk Geologi di Indonesia*. Bandung:

Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

- Sitanggang, G. dan Carolita, I. 2000. *Pengembangan Model Fusi Data SAR JERS-1 dengan Landsat-TM untuk Pemantauan Umur dan Luas Areal Tanaman Padi Sawah Irigasi*. Jakarta: Majalah LAPAN Edisi Penginderaan Jauh Vol. 02 No. 01 Hal. 33-46, Maret 2000, ISSN 0126-0480.
- Sitanggang, G., Carolita, I., dan Trisasongko, B. H. - . “*Aplikasi Teknik dan Metode Fusi Data Optik ETM-Plus Landsat dan SAR Radarsat untuk Ekstraksi Informasi Geologi Pertambangan Batu Bara*”. Jakarta: LAPAN.
- Sitanggang, G. 2010. “*Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8)*”. Berita Dirgantara 11, 2, 47-58.
- Skolnik, M. I. 2001. *Introduction to Radar System Third Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Suharyadi. -. *Pengantar Geologi Teknik (Edisi 4)*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Sukojo, B. M. 2012. *Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan)*. Surabaya: ITS Press.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh, Jilid I dan II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Syaifurrahman, M., Pramumijoyo, S., & Setianto, A. (-). “*Analisis Struktur Geologi Berdasar Kelurusan Menggunakan Landsat ETM Dan DEM Daerah Loa Kulu dan Sekitarnya, Kabupaten Kutai, Kalimantan Timur*”. -, -.
- Twidale, C. R. 2004. “*River Pattern and Their Meaning*”. Earth Science Riviews 67, 159-218.
- Twidale, C. R., dan Campbell, E. 1993. *Australian landforms : structure, process and time*. Adelaide: Gleneagles Publishing.
- Utomowati, R. -. “*Pemanfaaatan Citra Landsat 7 Enhanched Thematic Mapper Untuk Penentuan Wilayah Prioritas Penanganan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis*

(SIG)". Surakarta: Program studi Pendidikan Geografi,
Jurusan P.IPS – FKIP Universitas Sebelas Maret.

Vincent, R. K. 1997. *"Fundamentals of Geological and Environment Remote Sensing"*. Prentice Hall, Upper Saddle River. NJ, 366.

Williams, P. R., dan Harahap, B.H. 1987. *"Preliminary geochemical and age data from postsubduction intrusive rocks, northwest Borneo"*. Australian Journal of Earth Sciences, 34, 405-415.

Williams, P. R., Heryanto, R., Harahap, B. H., dan Abidin, H. Z. 1986. *"Geological Data Record Sintang 1:250000 Quadrangle West kalimantan"*. Proyek Pemetaan Geologi Indonesia-Australia, Bandung: Geological Research and Development Centre Indonesia (Tidak Dipublikasikan).

LAMPIRAN 1

Perhitungan *Strenght of Figure* (SoF):

Jumlah titik : 15
 Jumlah Baseline : 34
 N Ukuran : Baseline x 3 = 102
 N Parameter : Titik x 3 = 45
 u : N Ukuran - N Parameter = 57
 Besar SoF : $\frac{Trace((A^T A)^{-1})}{u} = 0,073$

Persamaan :

No.	Persamaan	No.	Persamaan
1	$V_1 + B_1 = X_1 - X_2$	18	$V_{18} + B_{18} = X_3 - X_{11}$
2	$V_2 + B_2 = X_{14} - X_1$	19	$V_{19} + B_{19} = X_{15} - X_{11}$
3	$V_3 + B_3 = X_9 - X_{14}$	20	$V_{20} + B_{20} = X_{15} - X_5$
4	$V_4 + B_4 = X_6 - X_{14}$	21	$V_{21} + B_{21} = X_{15} - X_4$
5	$V_5 + B_5 = X_6 - X_1$	22	$V_{22} + B_{22} = X_{12} - X_3$
6	$V_6 + B_6 = X_{11} - X_1$	23	$V_{23} + B_{23} = X_{12} - X_9$
7	$V_7 + B_7 = X_7 - X_1$	24	$V_{24} + B_{24} = X_{10} - X_9$
8	$V_8 + B_8 = X_7 - X_2$	25	$V_{25} + B_{25} = X_{12} - X_{10}$
9	$V_9 + B_9 = X_5 - X_2$	26	$V_{26} + B_{26} = X_3 - X_{10}$
10	$V_{10} + B_{10} = X_2 - X_4$	27	$V_{27} + B_{27} = X_{15} - X_{10}$
11	$V_{11} + B_{11} = X_5 - X_4$	28	$V_{28} + B_{28} = X_{15} - X_{13}$
12	$V_{12} + B_{12} = X_7 - X_5$	29	$V_{29} + B_{29} = X_4 - X_{13}$
13	$V_{13} + B_{13} = X_7 - X_{11}$	30	$V_{30} + B_{30} = X_4 - X_8$
14	$V_{14} + B_{14} = X_6 - X_{11}$	31	$V_{31} + B_{31} = X_8 - X_{13}$
15	$V_{15} + B_{15} = X_6 - X_9$	32	$V_{32} + B_{32} = X_{13} - X_{10}$
16	$V_{16} + B_{16} = X_6 - X_{12}$	33	$V_{33} + B_{33} = X_3 - X_{15}$
17	$V_{17} + B_{17} = X_{12} - X_{11}$	34	$V_{34} + B_{34} = X_5 - X_{11}$

Keterangan :

V = Matriks Residu

B = Baseline

X = Titik Kontrol Tanah

[illegible]

Matrik A =

LAMPIRAN 2

Metadata Citra yang Digunakan

A. Metadata Citra Landsat 8

GROUP = LI_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0501306241559_00002"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81200602013175LGN00"
FILE_DATE = 2013-06-24T05:45:27Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.2.2"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "LIT"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 120
WRS_ROW = 60
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 120
TARGET_WRS_ROW = 60
DATE_ACQUIRED = 2013-06-24
SCENE_CENTER_TIME = 02:48:03.5613402Z
CORNER_UL_LAT_PRODUCT = 0.99065
CORNER_UL_LON_PRODUCT = 110.56139
CORNER_UR_LAT_PRODUCT = 0.99030
CORNER_UR_LON_PRODUCT = 112.58080
CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -0.99608
CORNER_LL_LON_PRODUCT = 110.56139
CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -0.99573
CORNER_LR_LON_PRODUCT = 112.58080
CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 451200.000
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = 109500.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 675900.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = 109500.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 451200.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -110100.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 675900.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -110100.000
PANCHROMATIC_LINES = 14641
PANCHROMATIC_SAMPLES = 14981
REFLECTIVE_LINES = 7321
REFLECTIVE_SAMPLES = 7491
THERMAL_LINES = 7321

THERMAL_SAMPLES = 7491
FILE_NAME_BAND_1 = "LC81200602013175LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 = "LC81200602013175LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 = "LC81200602013175LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 = "LC81200602013175LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 = "LC81200602013175LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 = "LC81200602013175LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 = "LC81200602013175LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 = "LC81200602013175LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 = "LC81200602013175LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 = "LC81200602013175LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 = "LC81200602013175LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY = "LC81200602013175LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME = "LC81200602013175LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI = "LO8BPF20130624022601_20130624025121.01"
BPF_NAME_TIRS = "LT8BPF20130624004428_20130624025213.01"
CPF_NAME = "L8CPF20130401_20130630.04"
RLUT_FILE_NAME = "L8RLUT20130211_20431231v06.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 0.63
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 46.37181348
SUN_ELEVATION = 54.84808147
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0163723
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 210
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 7.393
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 5.302
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.152
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 94
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 4.834
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 756.13477
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -62.44185
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 771.05847
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -63.67426
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 706.02942
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -58.30414
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 597.96368
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -49.38004
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 362.85104
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -29.96436
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 91.42035
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.54952
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 29.73887
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.45585

RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 673.56830
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -55.62349
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 149.11053
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.31360
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535

QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2491E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2737E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1663E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.8780E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9941E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5102E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9127E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1127E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4632E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.45434
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -63.68700
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -58.31580
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.38991
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.97035
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.55103
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.45634
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -55.63462
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.31606
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89

```
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

B. Metadata Citra Radarsat 2

Data Ortho Rectified Radar Image (ORRI) Citra Radarsat 2

RASTER INFORMATION

COLOUMS DAN ROWS = 8913, 8856
NUMBER OF BANDS = 1
CELLSIZE (X,Y) = 3.125, 3.125
UNCOMPRESSED SIZE = 150.55 MB
FORMAT = ER MAPPER
SOURCE TYPE = CONTINUOUS
PIXEL TYPE = UNSIGNED INTEGER
PIXEL DEPTH = 16 BIT
NO DATA VALUE = 0
COLORMAP = ABSENT
PYRAMIDS = level 5, RESAMPLING NEAREST NEIGHBOR
COMPRESSION = NONE
STATUS = PERMANENT

EXTENT

TOP = 9972376.42743
LEFT = 555636.087985
RIGHT = 583489.212985
BOTTOM = 9944701.42743
SPATIAL REFERENCE = UTM
LINEAR UNIT = Meter (1.000000)
ANGULAR UNIT = Degree (0.017453292519943299)
FALSE EASTING = 500000
FALSE NORTHING = 10000000
CENTRAL MERIDIAN = 111
SCALE FACTOR = 0.9996
DATUM = D_WGS_1984

Data Digital Surface Model (DSM) Citra Radarsat 2

RASTER INFORMATION

COLOUMS DAN ROWS = 2494, 2490
NUMBER OF BANDS = 3
CELLSIZE (X,Y) = 10,10
UNCOMPRESSED SIZE = 35.53 MB
SOURCE TYPE = CONTINUOUS
PIXEL TYPE = UNSIGNED INTEGER
PIXEL DEPTH = 16 BIT
COLORMAP = ABSENT
PYRAMIDS = LEVEL 3, RESAMPLING NEAREST NEIGHBOR
COMPRESSION = NONE
STATUS = PERMANENT

EXTENT

TOP = 9970995

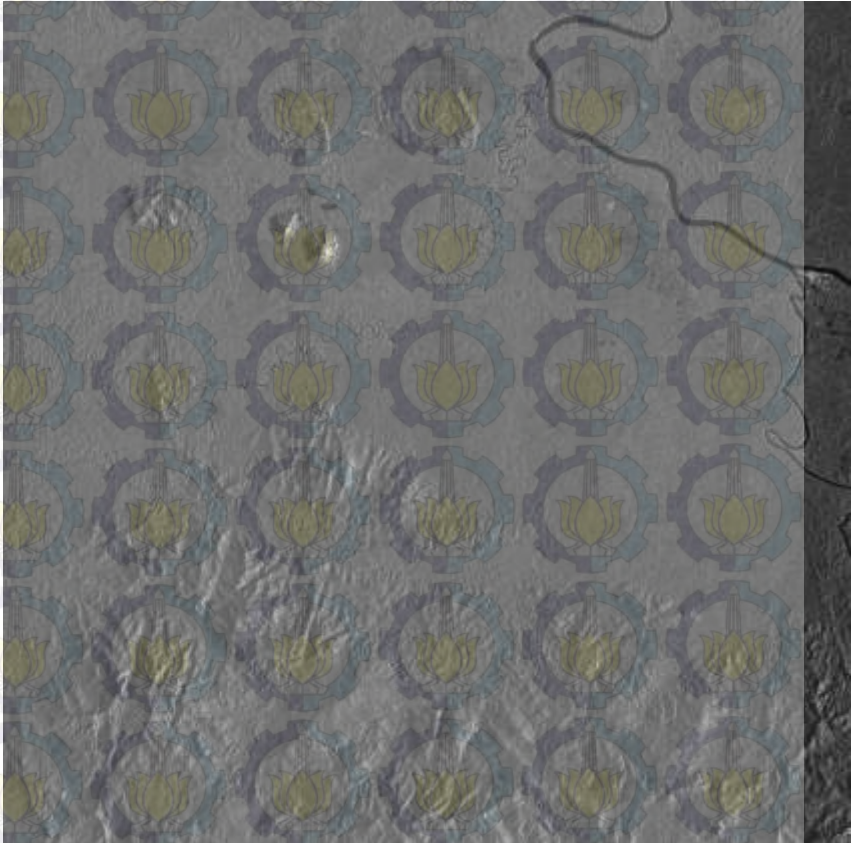
LEFT = 557075
RIGHT = 582015
BOTTOM = 9946095
SPATIAL REFERENCE = UTM
LINEAR UNIT = Meter (1.000000)
ANGULAR UNIT = Degree (0.017453292519943299)
FALSE EASTING = 500000
FALSE NORTHING = 10000000
CENTRAL MERIDIAN = 111
SCALE FACTOR = 0.9996
DATUM = D_WGS_1984



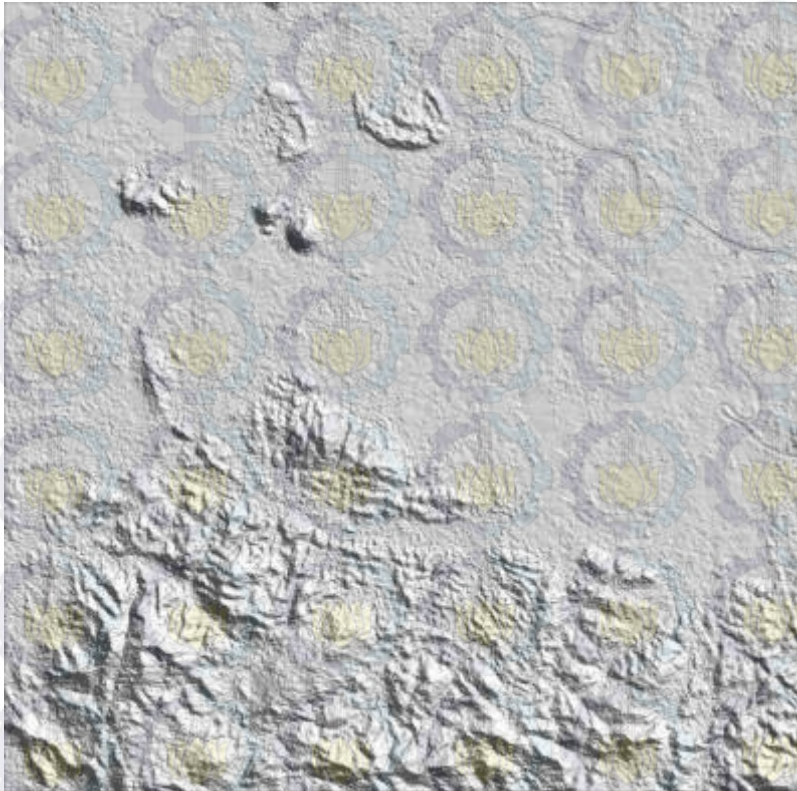
LAMPIRAN 3

Tampilan Citra yang Digunakan

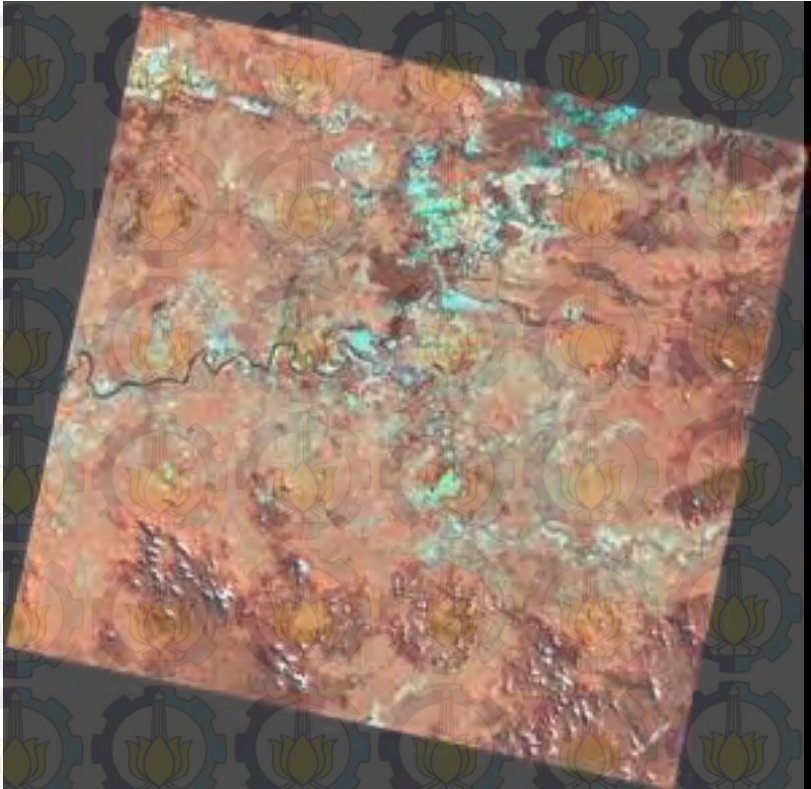
A. Data Ortho Rectified Radar Image (ORRI) Citra Radarsat 2



B. Data *Digital Surface Model (DSM)* Citra Radarsat 2



C. Data Citra Landsat 8



LAMPIRAN 4

Formulir Interpretasi Berdasar 7 Kunci Interpretasi, Morfologi, Dan Pola Aliran Sungai

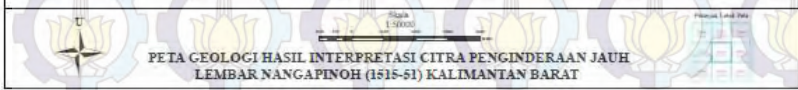
No	Atribut Citra Penginderaan Jauh							Interpretasi Satuan Geologi/ Kenampakan	Morfologi	Pola Aliran Sungai	Formasi dalam Peta Geologi Hasil Interpretasi Skala 1:50000
	Tone/hue	Bentuk	Tekstur	Ukuran	Lokasi	Pola	Asosiasi				
1	pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna gelap, dominan warna coklat sampai coklat tua dengan sedikit warna biru muda di beberapa bagian, sedangkan pada landsat 8 kombinasi band 432 memiliki warna gelap dengan warna dominan hijau tua dan beberapa bagian memiliki warna merah muda. Pada landsat 8 kombinasi band 653 memiliki warna hijau dengan kombinasi warna merah muda di beberapa bagian. Pada citra DSM, batuan malihan ini memiliki tone abu-abu agak cerah sampai dengan abu-abu putih serta di beberapa tempat memiliki tone putih.	kerucut memanjang	halus-kasar	besar	kecamatan Pemuar, kecamatan Nangapinoh dan kecamatan Nangasayan.	kurang teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah, batuan gunung api menunuk dan tonalit sepaik. Batuan malihan Pinohyang terdapat pada lembar ini, tutupan lahan berupa hutan, semak belukar dan beberapa tempat terdapat bekas penambangan rakyat.	sekis kuarsa-muskovit, filit, batusabak, batutanduk, beberapa tufa malih dan kuarsit. Setempat mengandung andalusit, kordierit dan biotit, jarang silimanit dan garnet.	Perbukitan memanjang dan berukuran sedang hingga besar dengan kelerengan relatif terjal	Dendritik	Batuan Malihan Pinoh
2	pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna gelap tersusun atas warna dominan coklat dan biru muda. Sedangkan pada landsat 8 kombinasi band 432 memiliki warna dominan hijau dan terdapat bagian yang berwarna putih kekuningan. Pada landsat 8 kombinasi band 653 tersusun dari warna hijau agak putih, merah muda sampai dengan ungu. Pada citra DSM terlihat warna abu-abu agak cerah sampai dengan abu-abu putih.	kerucut memanjang	cenderung kasar	sedang	kecamatan Pemuar dan kecamatan Nangapinoh	kurang teratur	batuan gunung api menunuk berasosiasi dengan formasi tebidah, batuan malihan pinoh dan PzTRm. Pada batuan gunung api Menunuk ini terdapat aliran sungai Menunuk dan tutupan lahannya berupa hutan, semak belukar dan terdapat lahan kosong yang ditinggalkan akibat adanya aktifitas penambangan rakyat.	tufa, batulanau, batulumpur, berlapis tipis, kelabu tua sampai coklat	Perbukitan kecil memanjang dan cukup rapat. Pada satuan batuan ini terdapat perlapisan yang mengarah ke timur dan barat.	Dendritik	Batuan Gunung Api Menunuk

No	Atribut Citra Penginderaan Jauh							Interpretasi Satuan Geologi/ Kenampakan	Morfologi	Pola Aliran Sungai	Formasi dalam Peta Geologi Hasil Interpretasi Skala 1:50000
	Tone/hue	Bentuk	Tekstur	Ukuran	Lokasi	Pola	Asosiasi				
3	pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna gelap, yaitu warna coklat dengan sedikit warna biru muda dan coklat kemerahan, sedangkan pada landsat 8 kombinasi band 432 memiliki warna hijau tua dengan kombinasi warna merah muda dan ungu. Pada landsat 8 kombinasi band 653 tersusun dari warna hijau muda, merah muda sampai dengan ungu. Pada citra DSM satuan ini memiliki tone abu-abu agak cerah	bulatan kecil hingga sedang	agak kasar	sedang	kecamatan Pemuar.	kurang teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah dan batuan malihan pinoh. Tutupan lahannya berupa hutan dengan beberapa lahan yang tergenang yang merupakan bekas penambangan rakyat yang ditinggalkan.	tonalit dan granodiorit hornblende-biotit kelabu muda, beberapa diorite, granit, monzodiorit dan diorite kuarsa.	Dataran bergelombang	Dendritik	Tonalit Sepauk
4	Pada citra Landsat 8 kombinasi band 567, satuan batuan ini memiliki warna dominan coklat tua dengan kombinasi warna coklat, coklat kemerahan dan biru muda. Pada citra Landsat 8 kombinasi band 432 terlihat mempunyai warna hijau agak terang sampai dengan hijau tua dengan beberapa lokasi berwarna merah muda. Sedangkan ada citra Landsat 8 kombinasi band 653, satuan ini berwarna hijau muda sampai dengan hijau tua dan merah muda yang cukup terang. Sedangkan pada citra DSM, satuan ini memiliki tone abu-abu agak gelap sampai dengan abu-abu putih.	bulatan kecil hingga sedang	kasar	kecil	kecamatan Pemuar	kurang teratur	Berasosiasi dengan Batuan Gunung Api Menunuk dan Batuan Malihan Pinoh. Tutupan lahannya berupa hutan, semak belukar dan lahan bukaan akibat penambangan rakyat.	Gabro olivin, norit olivin dan norit augitberbutir halus sampai sedang.	bukit yang terisolir	Radial sentrifugal	Gabro Biwa

No	Atribut Citra Penginderaan Jauh							Interpretasi Satuan Geologi/ Kenampakan	Morfologi	Pola Aliran Sungai	Formasi dalam Peta Geologi Hasil Interpretasi Skala 1:50000
	Tone/hue	Bentuk	Tekstur	Ukuran	Lokasi	Pola	Asosiasi				
5	Pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna agak cerah tersusun atas warna biru muda, coklat dan coklat kemerahan. Pada citra Landsat 8 kombinasi band 432 terlihat memiliki warna kombinasi hijau agak terang dengan hijau tua, putih kecoklatan dan merah muda. Sedangkan ada citra Landsat 8 kombinasi band 653, satuan ini berwarna hijau muda, hijau kekuningan dan merah muda. Sedangkan apabila dilihat dari citra DSM memiliki tone abu-abu agak gelap sampai dengan abu-abu agak cerah.	kerucut memanjang	halus-kasar	sedang	kecamatan Pemuar dan Nangapinoh.	tidak teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah dan batuan gunung api menunuk. Tutupan lahan pada formasi ini berupa hutan, semak belukar dan beberapa lahan kosong.		Perbukitan kecil dan memanjang	Dendritik	Batuan Malihan
6	Pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna cerah tersusun dari warna coklat kemerahan dan biru muda. Pada citra Landsat Kombinasi band 432, formasi ini memiliki warna hijau muda, hijau tua, putih, merah muda sampai dengan ungu. Sedangkan pada kombinasi 653 berwarna hijau tua, hijau muda sampai hijau kecoklatan dengan kombinasi warna merah muda dan ungu. Tone pada citra DSM adalah abu-abu.	bulatan kecil	halus	terbesar di antara formasi atau satuan yang lainnya	kecamatan Pemuar dan Nangapinoh.	kurang teratur	formasi ini berasosiasi dengan seluruh formasi atau satuan batuan yang ada di lembar ini, kecuali dengan Tot. Pada formasi ini terdapat aliran anak sungai Melawi. Tutupan lahan pada formasi ini sebagian besar berupa kebun, baik perkebunan maupun kebun campuran. Selain itu, terdapat beberapa lahan kosong dan pemukiman di beberapa tempat.	perselingan batupasir halus dengan batu lumpur hijau dan merah di bagian atas dan dengan batulumpur kelabu dan batulanau dibagian bawah. Setempat dengan lapisan tipis batu bara.	Dataran yang relatif landai	Dendritik dengan kerapatan jarang hingga rapat	Formasi Tebidah

No	Atribut Citra Penginderaan Jauh							Interpretasi Satuan Geologi/ Kenampakan	Morfologi	Pola Aliran Sungai	Formasi dalam Peta Geologi Hasil Interpretasi Skala 1:50000
	Tone/hue	Bentuk	Tekstur	Ukuran	Lokasi	Pola	Asosiasi				
7	pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna cenderung cerah dengan susunan warna nya berupa warna biru, coklat kemerahan, coklat. Pada citra Landsat Kombinasi band 432 satuan ini memiliki warna bervariasi yang tersusun atas hijau tua, hijau muda, putih, merah muda dan ungu. Sedangkan pada kombinasi 653, batuan ini tersusun atas warna hijau muda sampai hijau tua, hijau kecoklatan, biru, merah muda dan ungu. Berdasarkan citra DSM, satuan ini memiliki tone abu-abu.	bulat	halus	besar	berada di sekitar aliran sungai, baik sungai besar seperti sungai Melawi dan sungai Pinoh maupun sungai kecil lainnya. Tersebar di kecamatan Pemuar dan Nangapinoh.	kurang teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah, terobosan sintang dan Tot. Pada satuan batuan iniutupan lahannya berupa perkebunan di sebagian besar wilayahnya, lahan kosong di beberapa tempat dan hutan di sekitar aliran sungai Melawi dan anak sungainya. Selain itu juga terdapat pemukiman yang sebagian besar terkonsentrasi di dekat percabangan sungai Melawi dan sungai Pinoh.	kerikil, pasir, lanau, lempung, dan bahan-bahan organik	Dataran landai	Dendritik dengan kerapatan sedang-jarang	Satuan Alluvium
8	Terobosan Sintang pada citra Landsat 8 kombinasi 567 berwarna gelap, tersusun atas warna dominan coklat dan coklat kemerahan serta biru muda di beberapa bagian. Pada citra Landsat Kombinasi band 432, formasi ini memiliki warna dominan hijau tua, dengan kombinasi warna putih dan ungu. Sedangkan pada kombinasi 653, batuan ini berwarna hijau dan merah muda. Terobosan Sintang pada citra DSM memiliki tone abu-abu agak gelap dan dominan abu-abu putih.	kerucut bulat kecil maupun memanjang	kasar	kecil	Kecamatan Pemuar, Kabupaten Melawi.	tidak teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah dan satuan aluvial. Tutupan lahan pada terobosan Sintang ini masih berupa hutan dan beberapa lahan terbuka akibat penambangan rakyat.	batu andesit, dasit, riolit, diorite kuarsa, granodiorit dan jarang granit berbutir halus, sil, retas dan sumbat	Bukit atau gunung kecil maupun memanjang yang terisolir	Radial sentrifugal	Terobosan Sintang

No	Atribut Citra Penginderaan Jauh							Interpretasi Satuan Geologi/ Kenampakan	Morfologi	Pola Aliran Sungai	Formasi dalam Peta Geologi Hasil Interpretasi Skala 1:50000
	Tone/hue	Bentuk	Tekstur	Ukuran	Lokasi	Pola	Asosiasi				
9	Pada citra Landsat 8 kombinasi band 567, batuan ini memiliki warna warna cerah, tersusun atas warna dominan biru muda, coklat muda dan beberapa berwarna coklat kemerahan. Pada citra Landsat Kombinasi band 432, formasi ini memiliki warna merah muda, hijau keputihan hingga biru tua. Sedangkan pada kombinasi 653, batuan ini berwarna hijau, putih dan merah muda. Pada citra DSM memiliki tone abu-abu.	bulat	halus	kecil	Kecamatan Pemuar dan Kecamatan Nangapinoh.	tidak teratur	berasosiasi dengan formasi tebidah dan satuan aluvial. Tutupan lahannya berupa lahan terbuka akibat penambangan rakyat.	kerikil terkonsolidasi, pasir, lanau, dan lempung. Dan merupakan endapan terangkat	dataran	Sub Dendritik	Alluvium Terbiku



Gita Lailah 8 Tahun 2019

Citra GIBI Negeri 2 tahun 2019

Citra USM Negeri 2 Tahun 2019

Terdiskusi Citra Lailah 8 dan Negeri 2

Peta Gedung Lailah Negeri 2 Studi 1230000

Diagram Lailah

Perbandingan Wilayah Administrasi

No	Nama Wilayah	Luas Wilayah (km²)	Luas Wilayah (km²)
1	Kabupaten	1.230.000	1.230.000
2	Kecamatan	1.230.000	1.230.000
3	Kelurahan	1.230.000	1.230.000
4	Dusun	1.230.000	1.230.000
5	Rukun Warga	1.230.000	1.230.000
6	Rukun Tetangga	1.230.000	1.230.000

[illegible]

BIODATA PENULIS



Desi Ismawati dilahirkan di Boyolali, 4 Desember 1992. Anak keempat dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Sambi IV, SMP Negeri 1 Sambi, SMA Negeri 1 Simo. Selanjutnya penulis memilih melanjutkan pendidikan S-1 Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS tahun 2010 melalui program PMDK Bidik Misi. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa ITS dengan NRP 3510100027. Selama menjadi mahasiswa S-1, penulis aktif

mengikuti seminar dan forum komunikasi ilmiah yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS. Dalam organisasi kemahasiswaan penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE) ITS sebagai anggota Badan Perwakilan Mahasiswa periode 2011-2012 dan Kepala Departemen Dalam Negeri periode 2012-2013. Selain itu, penulis juga aktif dalam Badan Eksekutif dan Lembaga Mahasiswa (BE-LM) FTSP-ITS sebagai staf Departemen Dalam Negeri periode 2011-2012, Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Karate-Do ITS sebagai staf Kesekretariatan dan Tim Ad Hoc dalam pembuatan AD-ART UKM Karate-Do ITS. Pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis adalah ESQ 165, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah HIMAGE ITS, Pra-Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar FTSP-ITS, Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar HIMAGE ITS dan Training Comitte HIMAGE ITS. Penulis melaksanakan Kerja Praktik di Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang kajian Geospasial.