



TUGAS AKHIR - RG141536

ANALISIS POTENSI BENCANA TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN METODE PEMBOBOTAN DAN *SCORING* PARAMETER BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto)

Maitsa Lubna
NRP 033116 40000 094

Dosen Pembimbing 1
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.

Dosen Pembimbing 2
Akbar Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TUGAS AKHIR - RG141536

**ANALISIS POTENSI BENCANA TANAH
LONGSOR MENGGUNAKAN METODE
PEMBOBOTAN DAN *SCORING* PARAMETER
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Pacet dan
Trawas, Kabupaten Mojokerto)**

Maitsa Lubna
NRP 033116 40000 094

Dosen Pembimbing 1
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.

Dosen Pembimbing 2
Akbar Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**ANALYSIS OF POTENTIAL LANDSLIDE AREA
USING PARAMETER WEIGHTAGE AND
SCORING METHOD BASED ON GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM (GIS) (STUDY CASE:
PACET AND TRAWAS DISTRICTS,
MOJOKERTO REGENCY)**

Maitsa Lubna
NRP 033116 40000 094

Lecturer 1
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.

Lecturer 2
Akbar Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS POTENSI BENCANA TANAH LONGSOR
MENGUNAKAN METODE PEMBOBOTAN DAN
SCORING PARAMETER BERBASIS SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) (Studi Kasus:
Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto)**

Mahasiswa : Maitsa Lubna
NRP : 033116 40000 094
Departemen : Teknik Geomatika FTSPK – ITS
Pembimbing : 1. Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.
2. Akbar Kurniawan, ST., MT.

ABSTRAK

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang cukup sering terjadi di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto. Dari data BPBD Jawa Timur disebutkan bahwa rata-rata kerugian yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dapat mencapai puluhan, bahkan hingga ratusan juta rupiah. Oleh karena hal itu, diperlukan suatu tindakan pengelolaan resiko bencana untuk menghindari kerugian akibat bencana longsor di wilayah tersebut dengan memperkirakan daerah yang berpotensi terkena tanah longsor. Analisis ini dilakukan dengan cara melakukan perhitungan metode skoring dan pembobotan pada parameter – parameter penyebab tanah longsor yang berbasiskan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan mengacu pada Katalog Metodologi Penyusunan Peta *Geo Hazard* milik Badan Informasi Geospasial. Terdapat 4 parameter utama dalam penentuan potensi longsor yakni tutupan lahan, curah hujan, geologi atau jenis batuan dan kemiringan tanah. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa parameter yang paling mempengaruhi terjadinya longsor yaitu parameter geologi dan kemiringan tanah dengan bobot 30%, diikuti dengan tutupan lahan 20% dan curah

hujan 20%. Pada penelitian ini dilakukan analisis tingkat potensi bencana tanah longsor dengan 2 kondisi yang berbeda, yaitu kondisi 1 menggunakan data curah hujan tertinggi (bulan Januari), sedangkan kondisi 2 menggunakan data curah hujan terendah (bulan Agustus) tahun 2019. Selanjutnya, pada kondisi 1 didapatkan empat tingkatan potensi longsor, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Sedangkan pada kondisi 2 didapatkan 3 tingkatan potensi, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan tidak terdapat potensi sangat tinggi sama sekali. Pada kondisi 1, wilayahnya didominasi oleh tingkat potensi sedang dengan luas 7.150,451 Ha, sedangkan kondisi 2 didominasi oleh tingkat potensi rendah 7.156,062 Ha. Untuk wilayah dengan tingkat potensi sangat tinggi, pada kondisi 1 didapatkan luas 4.461,068 Ha atau 26,586% lebih besar dari kondisi 2. Sedangkan untuk wilayah potensi rendah pada kondisi 2 meningkat sebesar 42,614% dari kondisi 1 sehingga luasnya menjadi 7.156,062 Ha. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada saat musim hujan sangat mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor di lokasi penelitian.

Kata Kunci: Bencana, Tanah Longsor, SIG, Kabupaten Mojokerto, Potensi, Sentinel-2A.

**ANALYSIS OF POTENTIAL LANDSLIDE AREA
USING PARAMETER WEIGHTAGE AND SCORING
METHOD BASED ON GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM (GIS) (Study Case: Pacet
and Trawas Districts, Mojokerto Regency)**

Name : Maitsa Lubna
NRP : 033116 40000 094
Department : Geomatics Engineering - CIVPLAN
Advisory Lecturer : 1. Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.
2. Akbar Kurniawan, ST., MT.

ABSTRACT

Landslide is one of the natural disasters that is quite common in Pacet and Trawas Districts, Mojokerto Regency. BPBD Jawa Timur stated that the average losses caused by landslides in Pacet and Trawas Districts, Mojokerto Regency could reach tens, even up to hundreds of millions of rupiah. Therefore, a disaster risk management is needed to avoid losses due to landslides in the area by estimating areas that are potentially affected by landslides. This analysis is done by calculating the scoring method and weighting on the parameters that causes the landslides based on Geographic Information Systems (GIS) with reference to the Geo Hazard Map Preparation Methodology Catalog of the Geospatial Information Agency. There are 4 main parameters in determining landslide potential namely land cover, rainfall, geology or rock type and slope of the land. From this study it can be seen that the parameters that most influence the occurrence of landslides are the geological parameters and the slope of the land with a weight of 30%, followed by a 20% land cover and 20% rainfall. In this study an analysis of the level of potential landslide disasters with 2 different conditions. The first condition uses the highest rainfall

data (in January), while the second condition uses the lowest rainfall data (in August) in 2019. Furthermore, in the first condition, there are four levels of landslide potential, namely low, medium, high, and very high potential. Whereas in the second condition, there are 3 levels of potential, namely low, medium, high potential. In the first condition, the area is dominated by a medium level of potential with an area of 7.150,451 Ha, while in the second condition, it is dominated by a low potential level area of 7.156,062 Ha. Area of a very high potential level in the first condition increases by 26,586% from the second condition. Whereas in the second condition, for areas with low potential, it increases by 42,614% from the first condition so that the area becomes 7.156,062 hectares. This shows that conditions during the rainy season greatly affected the occurrence of landslides in the study area.

Keywords: Disaster, Landslide, GIS, Mojokerto Regency, Potential, Sentinel-2A.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI BENCANA TANAH LONGSOR MENGUNAKAN METODE PEMBOBOTAN DAN *SCORING* PARAMETER BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MAITSA LUBNA

NRP. 033116 4000 094

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. Sc.
NIP. 19590819 198502 1 001
2. Akbar Kurniawan, ST, MT
NIP. 198605 18 201212 1 002

()

()

DEPARTEMEN
BEKASI, 10 AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahahirabbil ‘Aalamiin puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “Analisis Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Metode Pembobotan dan *Scoring* Parameter Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto)” dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses terlaksananya kegiatan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) ini banyak mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kelancaran, petunjuk dan segala nikmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) dan mampu menyusun laporan ini.
2. Keluarga besar terutama kedua orang tua dan adik penulis, Ayah, Mama, dan Adzra Fakhirah yang selalu tulus memberikan doa, motivasi, dukungan baik moril maupun materiil, semangat, serta kasih sayangnya kepada penulis hingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan sarjana ini dengan baik.
3. Bapak Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika FTSPK – ITS.
4. Bapak Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc., dan Bapak Akbar Kurniawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

5. Badan Informasi Geospasial yang telah membantu memberikan data DEM yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini.
6. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Karangploso Malang yang telah membantu memberikan data Curah Hujan yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini.
7. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Mojokerto yang telah membantu memberikan bantuan data batas administrasi Kabupaten Mojokerto yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Geomatika angkatan 2016 (G18) seperjuangan yang saling menyemangati, mengingatkan, serta membantu penulis baik berupa dukungan moril maupun dalam berbagi ilmu pada proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman terdekat penulis, yaitu Nadi, Rahma, Fadhil, Tio, dan Mahar yang senantiasa menemani, menyemangati, mendukung, serta membantu penulis semasa kuliah, dan khususnya dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Seblak12, yaitu Farah, Kirana, Galuh, Ulul, Alvi, Adhila, dan Melin yang senantiasa menyemangati serta mendukung penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman Tanaya's Fam, yaitu Fun, Esti, Bang Dhoni, Apis, dan Acel yang selalu mendoakan, mendukung, dan menyemangati penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman gerigi 2016, Icam, Rama, dan Afrisko yang telah menemani dan mendukung penulis semasa kuliah, khususnya dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.

13. Serta seluruh pihak yang sudah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam Penulisan Laporan Tugas Akhir (TA) ini, tentulah terdapat banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para Dosen Pembimbing dan Pembaca agar laporan ini layak sebagai sebuah karya tulis ilmiah.

Surabaya, 11 Juni 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bencana Alam	5
2.1.1. Tanah Longsor	5
2.2 Curah Hujan	9
2.3 Jenis Batuan	10
2.4 Kemiringan Tanah	11
2.5 Penginderaan Jauh	12
2.6 Citra Satelit Sentinel 2-A	13
2.7 Citra Satelit Landsat 7	16
2.8 Koreksi Citra	20
2.9 <i>Digital Elevation Model</i> Nasional (DEMNAS) ...	22

2.10 Pemetaan Bahaya Longsor dengan Data Satelit .	26
2.11 Tutupan Lahan.....	27
2.12 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	28
2.13 Konversi Data Raster ke Vektor.....	30
2.14 Pembobotan dan Skoring.....	30
2.15 Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto	33
2.16 Penelitian Terdahulu.....	34
2.16.1 Metodologi Penilaian Risiko Tanah Longsor di Jawa Timur	34
2.16.2 Analisis Potensi Bahaya Tanah Longsor dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali	35
2.16.3 Deteksi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Data Geospasial dan Satelit Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Provinsi Banten DKI Jakarta dan Jawa Barat)	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Lokasi Penelitian	37
3.2 Data dan Peralatan	38
3.2.1 Data.....	38
3.2.2 Peralatan	38
3.3 Metodologi Penelitian.....	39
3.3.1. Tahap Persiapan.....	40
3.3.2. Tahap Pengumpulan Data.....	40
3.3.3. Tahap Pengolahan Data	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Pengolahan Data.....	53
4.1.1 Hasil Tutupan Lahan.....	53
4.1.2 Hasil Curah Hujan	62
4.1.3 Hasil Geologi / Jenis Batuan.....	64
4.1.4 Hasil Kemiringan Tanah.....	68
4.1.5 Hasil Penentuan Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor	70
4.2 Analisis Hasil Pengolahan Data.....	74
4.2.1 Analisis Tutupan Lahan	74
4.2.2 Analisis Perbedaan Luas Tutupan Lahan.....	76
4.2.3 Analisis Potensi Bencana Tanah Longsor.....	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	98
BIODATA PENULIS.....	169

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Longsoran Rotasi.....	6
Gambar 2.2 Longsor Translasi.....	7
Gambar 2.3 Longsor Runtuhan Batu.....	7
Gambar 2.4 Longsor Pergerakan Blok.....	8
Gambar 2.5 Longsor Aliran Rombakan	8
Gambar 2.6 Longsor Akibat Rayapan Tanah.....	9
Gambar 2.7 Satelit Sentinel-2	14
Gambar 2.8 DEMNAS	23
Gambar 2.9 DEM <i>Processing Flowchart</i>	24
Gambar 2.10 Selisih GCP/JKG Minus EGM2008 dan Model Data Tinggi	25
Gambar 2.11 DSM, DTM (Masspoint+Breakline), DEMNAS ..	26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian, Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur	37
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	40
Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi Pelaksanaan	41
Gambar 4.1 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002.....	54
Gambar 4.2 Hasil Pengecekan Koordinat pada Citra dan Peta RBI Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015. (a) Citra Sentinel-2A (b) RBI	57
Gambar 4.3 Hasil Koreksi Atmosfer pada Citra Sentinel-2A Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015. (a) Sebelum Proses Koreksi (b) Setelah Proses Koreksi	58
Gambar 4.4 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015.....	58
Gambar 4.5 Hasil Pengecekan Koordinat pada Citra dan Peta RBI Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019. (a) Citra Sentinel-2A (b) RBI	60

Gambar 4.6 Hasil Koreksi Atmosfer pada Citra Sentinel-2A Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019. (a) Sebelum Proses Koreksi (b) Setelah Proses Koreksi 2.....	61
Gambar 4.7 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.....	61
Gambar 4.8 Rata-Rata Curah Hujan Bulanan di Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.....	63
Gambar 4.9 Peta Curah Hujan di Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019. (a) Bulan Januari, (b) Bulan Agustus	64
Gambar 4.10 Peta Geologi Kecamatan Pacet dan Trawas	66
Gambar 4.11 Peta Kemiringan Tanah Kecamatan Pacet dan Trawas	69
Gambar 4.12 Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 1 Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.....	72
Gambar 4.13 Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 2 Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Satelit Sentinel-2.....	14
Tabel 2.2 Resolusi Spasial Kanal 10 m.....	15
Tabel 2.3 Resolusi Spasial Kanal 20 m.....	15
Tabel 2.4 Resolusi Spasial Kanal 60 m.....	16
Tabel 2.5 Spesifikasi Satelit Landsat 7	18
Tabel 2.6 Karakteristik Satelit Landsat 7.....	18
Tabel 2.7 Spesifikasi Data DEMNAS.....	26
Tabel 2.8 Faktor Tanah Longsor dan Indeks.....	31
Tabel 3.1 Pembagian Bobot dan Skor Tutupan Lahan	49
Tabel 3.2 Pembagian Bobot dan Skor Curah Hujan	50
Tabel 3.3 Pembagian Bobot dan Skor Jenis Batuan.....	50
Tabel 3.4 Pembagian Bobot dan Skor Kemiringan Tanah	50
Tabel 4.1 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2002	55
Tabel 4.2 Syarat Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan	55
Tabel 4.3 Keeratan Kesepakatan (<i>Strength of Agreement</i>)	56
Tabel 4.4 Titik Koordinat Sampel X dan Y di Kecamatan Pacet dan Trawas.....	56
Tabel 4.5 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2015	59
Tabel 4.6 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2019	62
Tabel 4.7 Jenis Batuan Penyusun Kecamatan Pacet dan Trawas	66
Tabel 4.8 Tingkat Kemiringan Tanah Kecamatan Pacet dan Trawas.....	69
Tabel 4.9 Indeks Potensi Longsor.....	71
Tabel 4.10 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002.....	75
Tabel 4.11 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015.....	75

Tabel 4.12 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.....	76
Tabel 4.13 Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002, 2015, dan 2019.....	77
Tabel 4.14 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Kecamatan Pacet dan Trawas Kondisi 1.....	78
Tabel 4.15 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Tiap Desa Kecamatan Pacet Kondisi 1	80
Tabel 4.16 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Tiap Desa Kecamatan Trawas Kondisi 1	82
Tabel 4.17 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Kecamatan Pacet dan Trawas Kondisi 2.....	84
Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Penentuan Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Pada Kondisi 1 dan 2 di Kecamatan Pacet dan Trawas	85
Tabel 4.19 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Tiap Desa Kecamatan Pacet Kondisi 2	86
Tabel 4.20 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Tiap Desa Kecamatan Trawas Kondisi 2	88
Tabel 4.21 Rekam Kejadian Bencana Longsor Rentang Tahun 2003 – 2019 Kecamatan Pacet dan Trawas	90

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa tanah longsor atau dikenal dengan gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng alami atau lereng non alami dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Suryolelono 2002 dalam Rudiyanto 2010).

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan umumnya sering terjadi di wilayah pegunungan terutama pada musim penghujan. Jumlah kejadian bencana tanah longsor tertinggi di Indonesia terjadi pada wilayah yang memiliki topografi yang curam dan memiliki curah hujan 2000 mm/tahun. Bencana ini berkaitan erat dengan faktor alam seperti kemiringan lereng, tekstur tanah, permeabilitas tanah, tingkat pelapukan batuan, kedalaman efektif tanah, kerapatan torehan, kedalaman muka air tanah, dan curah hujan. Sedangkan faktor non alami meliputi: penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi. Selain itu, faktor manusia sangat mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor, seperti alih fungsi lahan hutan yang tidak mengikuti aturan dan semena-semena, penebangan hutan tanpa melakukan tebang pilih, perluasan pemukiman di daerah dengan topografi yang curam (Sartohadi 2008).

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur, sebanyak 20 daerah dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur masuk ke dalam kategori rawan terjadinya tanah longsor, kategori tinggi, sedang, maupun ringan. Salah satu dari 20 daerah tersebut yaitu Kabupaten Mojokerto.

Sekitar 30% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Mojokerto, tingkat kemiringan tanahnya lebih dari 15°. 30 % wilayah tersebut yaitu wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas. Selain itu, rata-rata

ketinggian wilayah di Kabupaten Mojokerto berada kurang dari 500 meter di atas permukaan laut. Hanya Kecamatan Pacet dan Trawas yang merupakan daerah terluas di Kabupaten Mojokerto yang memiliki daerah dengan ketinggian lebih dari 700 meter di atas permukaan (Pemerintah Kabupaten Mojokerto 2019). Kedua faktor tersebutlah yang mengakibatkan kedua Kecamatan tersebut sangat rentan terjadi bencana tanah longsor.

Dari data BPBD Jawa Timur juga disebutkan bahwa rata-rata kerugian yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dapat mencapai puluhan, bahkan hingga ratusan juta rupiah. Oleh karena hal tersebut, diperlukan suatu tindakan pengelolaan resiko bencana untuk menghindari kerugian akibat bencana longsor di wilayah tersebut. Salah satu cara untuk dapat mengelola resiko terjadinya bencana adalah dengan memperkirakan daerah yang berpotensi terkena tanah longsor. Analisis ini dapat dilakukan dengan menggunakan parameter – parameter penyebab tanah longsor dengan memanfaatkan SIG (Taufik, dkk. 2016).

Pemetaan zona tanah longsor dapat dilakukan dengan berbagai parameter dan metode yang berbeda-beda dimana setiap metode yang digunakan memiliki pembobotan masing-masing. Salah satu metode yang digunakan yakni analisis zona rawan tanah longsor dengan menggunakan data satelit yang kemudian diolah menggunakan metode pembobotan dan *scoring* dengan mempertimbangkan beberapa parameter diantaranya citra satelit resolusi menengah, DEM, peta geologi, dan curah hujan. Selanjutnya, mitigasi bencana ini dibedakan berdasarkan tingkatan potensi yaitu potensi rendah, sedang, dan tinggi.

Keluaran dari penelitian ini berupa peta daerah rawan bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto. Peta ini juga dapat digunakan sebagai referensi dalam mitigasi bencana alam serta untuk rekomendasi dalam perencanaan tata ruang wilayah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah metode pemetaan potensi bencana longsor yang digunakan?
2. Bagaimana hasil tingkat potensi bencana tanah longsor di lokasi penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Daerah penelitian adalah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.
2. Data yang digunakan ialah citra satelit Landsat 7 bulan Mei 2002, citra satelit Sentinel-2 bulan Oktober 2015 dan bulan Mei 2019, data DEMNAS, peta geologi tahun 1997, data curah hujan bulanan rentang waktu 2010 – 2019, dan data rekam kejadian bencana tanah longsor rentang tahun 2010 – 2019.
3. Parameter penentuan potensi tanah longsor yaitu tutupan lahan, kemiringan tanah, jenis tanah, jenis batuan, serta tingkat curah hujan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat peta potensi bencana longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.
2. Menganalisis tingkat potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah memberikan informasi sebagai bahan masukan kepada

pemerintah dalam menyediakan layanan peta daerah potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto serta memberi masukan kepada masyarakat untuk senantiasa waspada dan menjaga lingkungan sekitar terutama bagi mereka di daerah yang berpotensi terjadi tanah longsor. Peta ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dan rekomendasi dalam perencanaan tata ruang wilayah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bencana Alam

Menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, mengartikan bahwa bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban dampak psikologis. Sedangkan bencana alam merupakan bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

2.1.1. Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan suatu aktivitas dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan Bergeraknya massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Kondisi topografi yang berbukit dan bergunung, tingginya tingkat kepadatan penduduk di wilayah perbukitan serta pemanfaatan lahan dan ruang yang kurang baik menimbulkan tekanan terhadap ekosistem (Badan Geologi 2010).

Tanah longsor merupakan pergerakan yang terjadi pada materi penyusun lereng dari lapisan tanah, batuan hingga materi lain yang tercampur bergerak menjauhi lereng. Air merupakan penyebab utama terjadinya longsor dimana air akan meresap hingga mencapai lapisan tanah kedap air. Hal ini yang menyebabkan beban tanah bertambah sehingga memicu terjadinya pergerakan tanah pada bidang gelincir dikarenakan pada bidang ini lapisan tanah terjadi pelapukan dan tidak mampu menahan beban air yang menembus lapisan tersebut (PVMBG 2005).

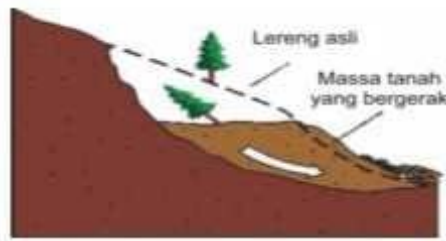
Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan. Terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya tanah longsor antara lain: lereng terjal, ketinggian, curah hujan, jenis tanah dan tutupan lahan (Badan Geologi 2010).

Tanah longsor dibedakan kedalam enam jenis diantaranya longsor rotasi, longsor translasi, runtuh batu, pergerakan blok, aliran bahan rombakan, serta longsor akibat rayapan tanah. Jenis longsor yang sering terjadi di Indonesia adalah jenis translasi dan rotasi (PVMBG 2005).

Berikut jenis-jenis tanah longsor yang sering terjadi :

a. Longsor Rotasi

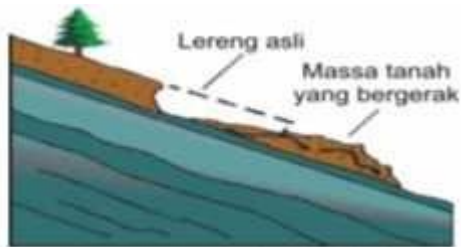
Longsor akibat pergerakan massa tanah dan batuan pada lapisan bidang gelincir tanah yang berbentuk cekung.



Gambar 2.1 Longsor Rotasi
(PVMBG 2005)

b. Longsor Translasi

Longsor yang terjadi akibat pergerakan massa tanah dan batuan pada lapisan bidang gelincir tanah yang relatif landai.



Gambar 2.2 Longsor Translasi
(PVMBG 2005)

c. Longsor akibat runtuh batu

Longsor yang terjadi akibat pergerakan material yang jatuh bebas. Biasanya terjadi di daerah pantai. Jenis longsor ini menyebabkan kerusakan yang parah.



Gambar 2.3 Longsor Runtuhan Batu
(PVMBG 2005)

d. Longsor akibat pergerakan blok

Longsor akibat berpindahnya sebuah blok batuan pada bidang gelincir tanah yang relatif landai. Jenis ini hampir sama dengan longsor translasi, hanya saja perbedaannya dalam satuan blok.



Gambar 2.4 Longsor Pergerakan Blok
(PVMBG 2005)

e. Longsor akibat aliran bahan rombakan

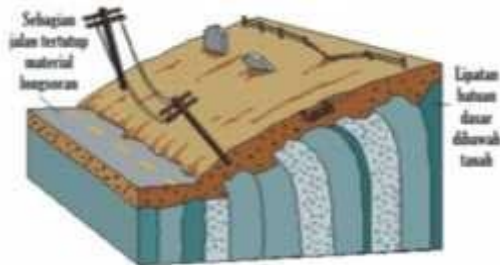
Longsor yang terjadi karena dorongan massa tanah yang bergerak karena adanya beban air pada kelerengan dan volume yang relatif. Jenis ini merupakan jenis longsor yang dapat memakan korban cukup banyak.



Gambar 2.5 Longsor Aliran Rombakan
(PVMBG 2005)

f. Longsor akibat rayapan tanah

Longsor akibat adanya pergerakan lapisan tanah secara lambat. Biasanya longsor ini jarang disadari karena pergerakan yang lambat. Longsor ini dapat menyebabkan bangunan, tiang, dan struktur tanah menjadi miring dan turun.



Gambar 2.6 Longsor Akibat Rayapan Tanah (PVMBG 2005)

2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh selama periode waktu tertentu yang pengukurannya menggunakan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi infiltrasi, run off, maupun evaporasi. Curah hujan satu mm adalah air hujan setinggi satu mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 meter persegi dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir, dan meresap (Mulyono 2014 dalam Fahlefi 2018).

Curah hujan umumnya menunjukkan jumlah presipitasi air yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam jumlah harian, bulanan dan tahunan. Data curah hujan global merupakan data curah hujan yang memiliki resolusi temporal dan cakupan wilayah yang luas. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan suatu wilayah, dalam hal ini diperlukan data rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar untuk menghasilkan peta curah hujan di suatu wilayah (Ningsih 2012).

Menurut Linsley (1996:49) (dalam Wijaya 2014), jenis-jenis hujan berdasarkan intensitas curah hujan, yaitu :

- a. Hujan ringan, kecepatan jatuh sampai 2,5 mm/jam.

- b. Hujan menengah, dari 2,5-7,6 mm/jam.
- c. Hujan lebat, lebih dari 7,6 mm/jam.

2.3 Jenis Batuan

Faktor geologi dapat dianalisis melalui variabel tekstur tanah dan jenis batuan. Tekstur tanah dan jenis batuan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya gerakan tanah yang diukur berdasarkan sifat tanah dan kondisi fisik batuan (Karnawati 2003).

Batuan adalah benda padat yang terbuat secara alami dari mineral atau mineraloid. Secara umum terdapat tiga jenis batuan yang ada di permukaan bumi, yang berasal dari proses pembentukan yang berbeda-beda, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan alluvial (Syarifin 2004 dalam Fitri 2017).

Batuan vulkanik adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil dari adanya aktivitas gunung api yaitu dari pendinginan dan pembekuan magma. Kelompok batuan vulkanik apabila bersentuhan dengan atmosfer dan hidrosfer akan mudah menyebabkan terjadinya proses pelapukan. Batuan sedimen terbentuk melalui pembebanan dan perekatan oleh senyawa mineral dalam larutan. Apabila pada batuan sedimen terjadi peningkatan tekanan dan suhu maka akan mengalami ubahan untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang baru dan menjadi batuan alluvial (Noor 2009).

Batuan terobosan tersusun dari batu andesit, dasit, dan diorit. Susunan batu tersebut memiliki tingkat kekerasan yang tinggi sehingga wilayah dengan lapisan jenis tanah ini memiliki tingkat ketahanan dan kekuatan lebih terhadap intensitas air. Adapun jenis tanah yang memiliki tingkat hampir sama yaitu formasi. Formasi umumnya terdiri dari batuan andesit.

Jenis batuan alluvial tersusun kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur. Batu pasir memiliki nilai serapan air yang besar akibat adanya rongga pada batuan. Rongga tersebut diakibatkan adanya pori yang besar pada batuan sehingga mempengaruhi

besar penyerapan air dan juga daya tekan batuan (Dandy, dkk. 2015).

Jenis batuan morfoset atau morfonit umumnya terdiri dari batuan lava andesit piroksen yang terbentuk pembekuan magma akibat fraksinasi kristalisasi. Jenis ini memiliki nilai porositas yang cukup besar yang dipengaruhi ukuran pori-pori batuan mengakibatkan meningkatkan pelapukan yang tinggi (Warmada & Hapsari 2015).

2.4 Kemiringan Tanah

Di daerah tropis secara umum dicirikan oleh keadaan iklim yang hampir sama. Namun dengan adanya perbedaan geografis seperti perbedaan ketinggian tempat di atas permukaan laut (dpl) akan menimbulkan perbedaan cuaca dan iklim secara keseluruhan pada tempat tersebut, terutama suhu, kelembaban dan curah hujan. Unsur-unsur cuaca dan iklim tersebut banyak dikendalikan oleh letak lintang, ketinggian, jarak dari laut, topografi, jenis tanah dan vegetasi. Pada dataran rendah ditandai oleh suhu lingkungan, tekanan udara dan oksigen yang tinggi. Sedangkan dataran tinggi banyak mempengaruhi penurunan tekanan udara dan suhu udara serta peningkatan curah hujan. Laju penurunan suhu akibat ketinggian memiliki variasi yang berbeda-beda untuk setiap tempat (Sangadji 2001 dalam Fahlefi 2018).

Kemiringan lereng merupakan faktor yang perlu diperhatikan. Lahan yang mempunyai kemiringan dapat lebih mudah terganggu atau rusak, terlebih lagi jika derajat kemiringannya besar. Tanah yang mempunyai kemiringan $>15\%$ dengan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan tanah longsor (Kartasapoetra 1990 dalam Andrian, dkk. 2014).

Lereng yang semakin curam dan semakin panjang akan meningkatkan kecepatan aliran permukaan dan volume air permukaan semakin besar, sehingga benda yang bisa diangkut akan lebih banyak (Martono 2004). Salah satu upaya untuk

mengurangi tingkat bahaya erosi pada kemiringan lahan dengan cara pembuatan teras (G. Kartasapoetra, dkk. 1987 dalam Andrian, dkk. 2014).

2.5 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh berasal dari kata *remote sensing* memiliki pengertian yaitu suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek dipermukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesan dan Kiefer 1979). Alat tersebut pada waktu perekaman tidak ada di permukaan bumi, tetapi di udara atau di angkasa karena itu dalam perekaman tersebut menggunakan wahana (*platform*) seperti satelit, pesawat udara, balon udara dan sebagainya. Sedangkan data yang merupakan hasil perekaman alat (*sensor*) masih merupakan data mentah yang perlu dianalisis. Ada beberapa jenis resolusi yang umum diketahui dalam penginderaan jauh yaitu (Danoedoro 1996):

a. Resolusi spasial

Ukuran objek terkecil yang mampu direkam, dibedakan dan disajikan pada citra. Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail sebuah studi semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan.

b. Resolusi spektral

Daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk merekam data. Resolusi spektral menunjukkan lebar kisaran dari masing-masing kanal spectral yang diukur oleh sensor. Semakin banyak jumlah saluran atau kanal-kanalnya semakin tinggi kemampuannya dalam mengenali objek.

c. Resolusi temporal

Menunjukkan waktu antar pengukuran atau dalam kata lain kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.

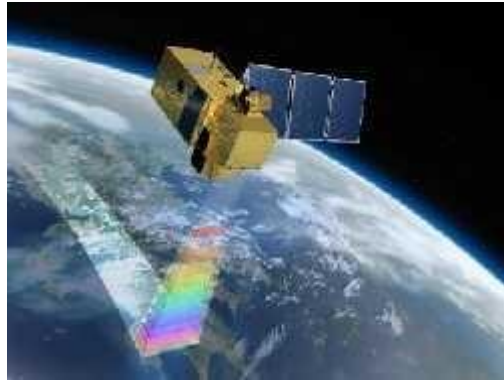
d. Resolusi radiometrik

Kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek atau kemampuan sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan kecil.

2.6 Citra Satelit Sentinel 2-A

Satelit Sentinel-2 memiliki perkiraan berat sekitar 1,2 ton. Masa hidup satelit berkisar 7,25 tahun mencakup waktu 3 bulan ketika melakukan orbit. Sentinel-2 termasuk kedalam jenis orbit *sun-synchronous* yakni orbit satelit yang melakukan sinkronisasi pergerakan satelit yang presisi terhadap revolusi bumi terhadap matahari. Satelit Sentinel-2 memiliki resolusi spasial 10 meter, 20 meter, dan 60 meter (*Europe Space Agency* 2015 dalam Fahlefi 2018).

Citra satelit ini cocok digunakan untuk pemantauan dan pemetaan seperti kondisi tutupan lahan, perubahan vegetasi dengan pertumbuhan per musim, manajemen pertanian, pertanian dan kehutanan, kontrol bencana, pemetaan resiko dan keamanan.



Gambar 2.7 Satelit Sentinel-2
(Europe Space Agency 2015)

Berikut merupakan tabel spesifikasi dari Sentinel-2 :

Tabel 2.1 Spesifikasi Satelit Sentinel-2
(Europe Space Agency 2015)

Jumlah Satelit	2 - Sentinel 2-A dan Sentinel 2-B
Tanggal Peluncuran	Sentinel 2-A: 23 Juni 2015 ; Sentinel 2-B : 07 Maret 2017
Ketinggian Orbit	700 km
Orbit	<i>Sun-synchronous</i>
Periode	100 menit
Inklinasi	84°
Siklus	6 Hari
Sistem Optik	Teleskop kombinasi tipe korsch dengan diameter aperture 65 cm, panjang fokus 12,905 m, f / 20, optik TMA

Kanal Spektral	Pankromatik: 0,83 μm ; Biru = 0,496 μm , Hijau = 0,56 μm , Merah = 0,664 μm , IR Dekat = 0,704 μm
Resolusi	10 m
Lebar Sapuan	290 km
Jangka waktu	Minimal 7 tahun

Tabel 2.2 Resolusi Spasial Kanal 10 m
(*Europe Space Agency 2015*)

<i>Band Number</i>	<i>Central Wavelength</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Lref (reference radiance)</i>
2	490	65	128
<i>Band Number</i>	<i>Central Wavelength</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Lref (reference radiance)</i>
3	560	35	128
4	665	30	108
8	842	115	103

Tabel 2.3 Resolusi Spasial Kanal 20 m
(*Europe Space Agency 2015*)

<i>Band Number</i>	<i>Central Wavelength</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Lref (reference radiance)</i>
5	705	15	74,5
6	740	15	68
7	783	20	67
8b	865	20	52,5

11	1610	90	4
12	2190	180	1,5

Tabel 2.4 Resolusi Spasial Kanal 60 m
(Europe Space Agency 2015)

<i>Band Number</i>	<i>Central Wavelength</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Lref (reference radiance)</i>
1	443	20	129
9	945	20	9
10	1375	30	6

2.7 Citra Satelit Landsat 7

Satelit Landsat merupakan satelit satelit pengamatan bumi milik Amerika yang diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Citra satelit Landsat telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pada bidang pertanian, kehutanan, pemetaan, oseanografi, sumberdaya alam dan penelitian perubahan iklim (USGS 2015).

Satelit Landsat pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS) -1. Kemudian berganti nama menjadi Landsat 1. Seri satelit Landsat 1 hingga saat ini telah sampai pada Landsat 8. Dari Landsat 1 sampai Landsat 8 telah terjadi perubahan sensor sehingga satelit Landsat dikelompokkan menjadi beberapa generasi. Generasi pertama dari Landsat 1, Landsat 2 dan Landsat 3. Generasi kedua terdiri dari Landsat 4 dan Landsat 5. Generasi ketiga terdiri dari Landsat 6 dan Landsat 7 ETM+ serta generasi terakhir adalah Landsat 8 (USGS 2015).

Landsat merupakan salah satu satelit sumber daya yang menghasilkan citra multispektral. Keunggulan satelit ini terletak pada jumlah saluran yang digunakan sebanyak 7 saluran (band) serta digunakannya 3 saluran panjang gelombang tampak, 3

saluran panjang gelombang infra merah dekat dan 1 saluran panjang gelombang infra merah termal (Hardiyanti 2001).

Adapun peluncuran satelit Landsat sebagai berikut :

1. Landsat 1 diluncurkan 23 Juli 1972, operasi berakhir tahun 1978
2. Landsat 2 diluncurkan 22 Januari 1975, operasi berakhir tahun 1981
3. Landsat 3 diluncurkan 5 Maret 1978, operasi berakhir tahun 1983
4. Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982, operasi berakhir tahun 1993
5. Landsat 5 diluncurkan 1 Maret 1984, masih berfungsi
6. Landsat 6 diluncurkan 5 Oktober 1993, gagal mencapai orbit
7. Landsat 7 diluncurkan 15 April 1999, masih berfungsi (sekarang sensor bermasalah)
8. Landsat 8 diluncurkan 11 Februari 2013, masih beroperasi sampai sekarang.

Satelit Landsat memiliki dua buah sensor yaitu *Multi Spectral Scanner* (MSS) dimuat di Satelit Landsat-4 dan *Thematic Mapper* (TM) dimuat di Satelit Landsat-5. Sensor TM mempunyai resolusi spasial sampai 30 x 30 m, dan bekerja mengumpulkan data permukaan bumi dan luas cakupan 185 x 185 km, sedangkan resolusi radiometriknya 8 bit, yang berarti setiap piksel mempunyai nilai jangkauan data dari 0-255. Sensor TM merupakan sistem yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan dibuat penyempurnaan dimasa mendatang untuk memperkecil resolusi spasial sampai dibawah 20 m (Butler, dkk. 1988).

Landsat 7 telah berhasil diluncurkan dari Pangkalan Angkatan Udara Vandenburg pada tanggal 15 April 1999. Satelit ini dilengkapi dengan instrumen *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+), penerus TM. Jumlah band dari Landsat 7 sama

dengan Landsat 5 sebanyak tujuh band, tetapi pada Landsat 7 ditambahkan band 8 yaitu band pankromatik dengan resolusi 15 m. Spesifikasi satelit dan karakteristik band citra Landsat 7 disajikan pada Tabel 2.5 dan 2.6

Tabel 2.5 Spesifikasi Satelit Landsat 7
(Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2014)

Tanggal diluncurkan	15 April 1999, di Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg, California
Resolusi Spasial	30 meter
Ketinggian Orbit	700 km
Orbit	705 +/-5 km(di atas khatulistiwa) <i>Sun-synchronous</i>
Kecondongan Orbit	98,2 +/-0,15
Periode Orbit	98.9 menit
Resolusi Temporal	16 hari (233 orbit)
Resolusi	15 hingga 90 meter

Tabel 2.6 Karakteristik Satelit Landsat 7
(Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2014)

Band	Rentang Spektral (μ)	Resolusi Spasial (m)	Keterangan
1	Biru (0,450 -0,515)	30	Didesain untuk menembus badan air membedakan tanah dan vegetasi, serta memetakan tipe hutan (berganti daun/daun jarum)
2	Hijau (0,525 -0,605)	30	Cocok untuk mengukur nilai reflektan hijau

			tertinggi pada vegetasi. Direkomendasikan untuk membedakan vegetasi dan vigor tanaman
3	Merah (0,630 -0,690)	30	Band ini dioperasikan untuk mengukur daerah absorpsi klorofil. Baik untuk mendeteksi jalan, tanah kosong, dan tipe vegetasi
4	Inframerah dekat (0,775 -0,900)	30	Band ini digunakan untuk mengestimasi biomassa. Walaupun band ini bisa memisahkan badan air dari vegetasi dan membedakan kelembaban tanah, tetapi tidak efektif untuk identifikasi jalan pada TM3
5	Inframerah Menengah I (1,550 -1,750)	30	Band 5 dipertimbangkan sebagai band tunggal terbaik dari semua band. Band ini bisa membedakan jalan, tanah kosong, dan air. Band ini juga mendukung kontras yang baik dalam membedakan tipe vegetasi dan paling baik dalam menembus kabut dan atmosfer
6	Inframerah Termal (10,40 -12,50)	60	Band ini merespon radiasi termal yang diemisikan oleh target. Radiasi termal erat hubungannya dengan kelembaban tanah dan temperatur vegetasi baik untuk mengukur stress tanaman akibat

			panas dan pemetaan termal
7	Inframerah Menengah II (2,090 -2,35)	30	Band ini baik dalam membedakan tipe batuan dan mineral serta untuk interpretasi tutupan vegetasi dan kelembaban tanah
8	Pankromatik (0,520 -0,900)	15	Band ini diperuntukan untuk mempertinggi resolusi dan meningkatkan kemampuan deteksi

2.8 Koreksi Citra

Koreksi citra dilakukan sebelum proses ekstraksi informasi. Koreksi citra bertujuan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan yang ada pada citra sehingga citra memberikan informasi yang akurat. Koreksi citra pada penelitian ini meliputi koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap data citra satelit (sensor, kondisi medan, kondisi atmosfer) sehingga diperlukan koreksi sebelum pengolahan citra untuk memperoleh informasi yang lebih berkualitas. Pembagian kualitas citra Landsat dibagi menjadi beberapa tipe (USGS 2014), yaitu :

- a. Level 0
Data citra masih dalam format aslinya, berupa data mentah (*raw data*) yang belum terkoreksi radiometrik dan geometrik.
- b. Level 1 Radiometrik (L1R)
Kesalahan radiometrik pada citra sudah dikoreksi, sedangkan kesalahan geometriknya masih sama seperti pada level.
- c. Level 1 Sistematis (L1G)
Kualitas data citra L1R sudah dikoreksi geometrik sistematis.
- d. Level 1 GT

Merupakan produk L1R yang sudah mengalami koreksi geometrik dan koreksi terain sesuai dengan proyeksi peta berdasarkan datum tertentu. Level ini menggunakan faktor ephemeris wahana untuk mengkoreksi serta mengontrol data ketinggian untuk mengkoreksi kesalahan paralak.

e. Level 1 Terain

Merupakan L1R yang koreksi geometriaknya menggunakan GCP (*Ground Control Point*) atau memiliki informasi posisi untuk transformasi citra sesuai dengan proyeksi referensi datum tertentu. Data menggunakan *Digital Elevasi Model* (DEM), sehingga sudah mengalami koreksi terain untuk mengurangi efek relief displacement.

Citra penginderaan jauh hasil download perlu dilakukan koreksi sebelum diproses lebih lanjut, agar diperoleh hasil yang akurat dan memberikan interpretasi citra yang berkualitas.

1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan kualitas citra menjadi lebih baik. Pada dasarnya koreksi ini untuk memperbaiki nilai piksel yang lebih besar dari 0, hal ini terjadi karena adanya gangguan atmosfer (Djurdjani dan Kartini 2004). Koreksi radiometrik diperlukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan objek yang sebenarnya. Sensor digital merekam intensitas radiasi elektromagnetik dari setiap objek yang tampak di muka bumi sebagai angka digital (*Digital Number/DN*) untuk setiap nilai *spectral band*. Kisaran DN pada setiap sensor tergantung pada resolusi radiometrik. Landsat 7 ETM+ memiliki resolusi radiometrik 8 bit sehingga memiliki rentang DN 0-255 sedangkan Landsat 8 memiliki resolusi radiometrik 16 bit sehingga memiliki rentang 0-65535 (USGS 2015).

Setelah melakukan konversi dari digital number menjadi nilai reflektan, maka yang perlu dilakukan selanjutnya adalah melakukan koreksi atmosfer untuk menghilangkan gangguan akibat pengaruh atmosfer. Asumsi

yang digunakan adalah jika obyek yang memiliki respon spektral paling lemah seharusnya memiliki nilai spektral 0. Jika nilai bukan 0 berarti terdapat offset yang menunjukkan nilai besarnya pengaruh gangguan atmosfer (Danoedoro 2010). Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan metode *FLAASH Atmospheric Correction*.

2. Koreksi geometrik.

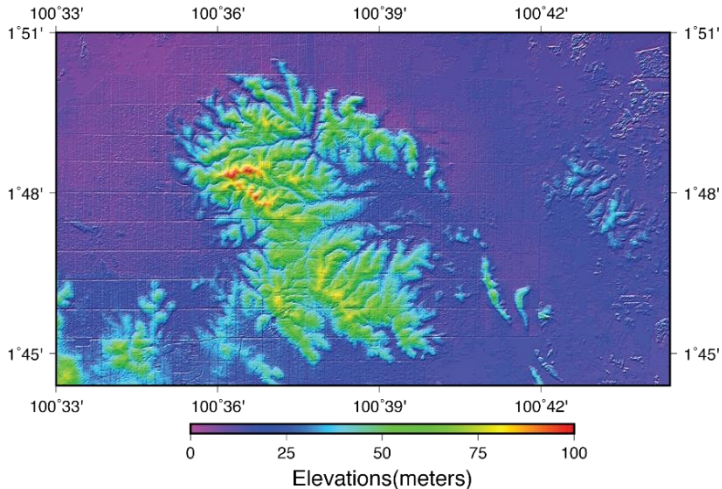
Koreksi geometrik adalah proses transformasi citra penginderaan jauh dari skala citra menjadi skala peta. Hasil dari proses transformasi adalah citra yang memiliki skala dan sifat proyeksi yang sama dengan peta yang diacu (Djurdjani dan Kartini 2004).

2.9 Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan data digital yang berisikan elevasi atau ketinggian geografis untuk memvisualisasikan bentuk permukaan bumi dengan nilai interval yang seragam pada setiap nilai elevasi. Biasanya disajikan ke dalam bentuk tiga dimensi yakni posisi X, Y, dan Z (Sobatnu 2014 dalam Fahlefi 2018).

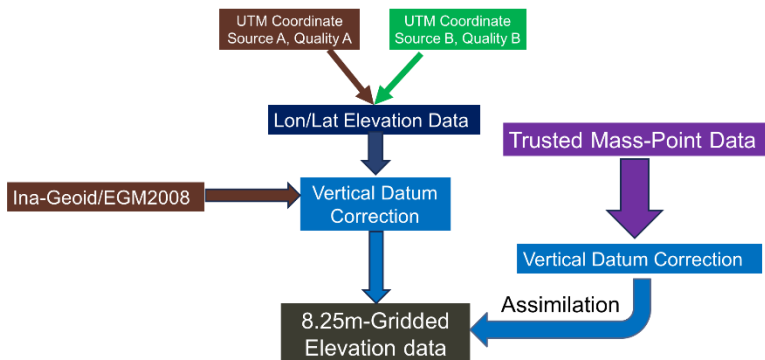
Berikut merupakan sumber DEM, diantaranya dari citra satelit aktif, foto udara, lidar, pengukuran langsung di lapangan, dll. Data dari DEM dapat dilakukan konversi menjadi data kemiringan/kelerengan, berupa kontur, dll. Data ini berguna untuk pemetaan terutama untuk pemodelan drainase, mitigasi banjir, perencanaan tata ruang dan masih banyak lainnya.

DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5 m), TERRASAR-X (resolusi 5 m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25 m), dengan menambahkan data *masspoint* hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah *0.27-arcsecond*, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 (Badan Informasi Geospasial 2018).



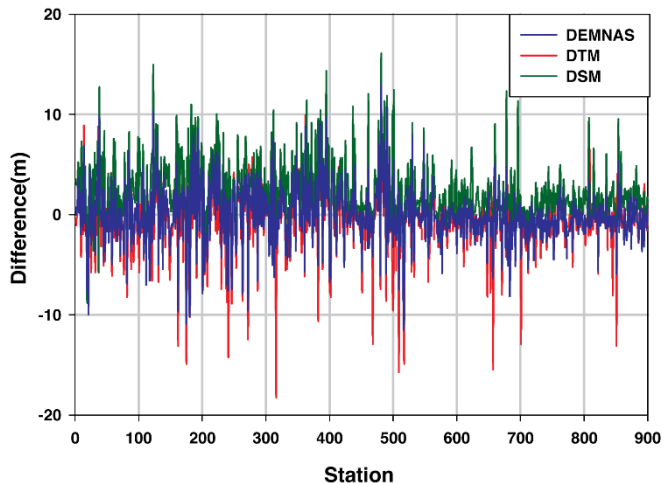
Gambar 2.8 DEMNAS
(Badan Informasi Geospasial 2018)

Metode penambahan/assimilasi data *masspoint* ke dalam *Digital Surface Model/DSM* (IFSAR, TERASAR-X atau ALOS-PALSAR) dengan menggunakan *GMT-surface* dengan *tension* 0.32. Detil proses assimilasi dapat dilihat pada *IHO-GEBCO Bathymetry Cookbook*, Hell and Jacobson (2011) dan lain-lain (Badan Informasi Geospasial 2018).



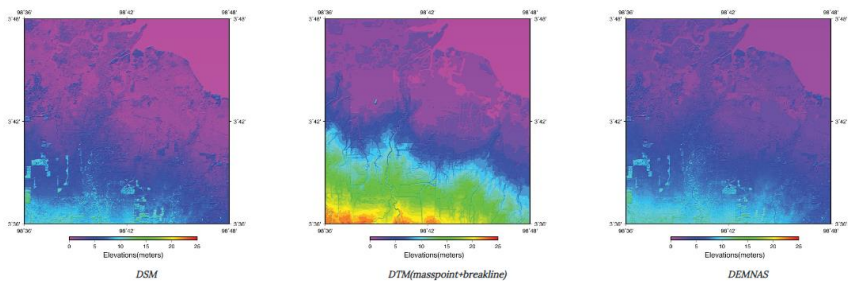
Gambar 2.9 DEM *Processing Flowchart*
(Badan Informasi Geospasial 2018)

Pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dan Jaringan Kontrol Geodesi (JKG) digunakan untuk validasi dan uji akurasi data DEMNAS dan model data tinggi lainnya. Hasil validasi di Sumatera menunjukkan bahwa akurasi DEMNAS lebih baik dibandingkan dengan model data tinggi yang dibentuk dari *masspoint*, *spotheight* dan *breakline* (selanjutnya akan disebut DTM). Data DEMNAS, DTM dan DSM (IFSAR, TERRASAR-X dan ALOS-PALSAR) untuk wilayah Sumatera (untuk wilayah lain, grafik tidak ditampilkan) memiliki *Root Mean Square Error* (RMSE) masing-masing sebesar 2.79 m, 3.24 m dan 3.71 m dengan bias *error* -0.13 m, -0.63 m dan 2.21 m untuk data DEMNAS, DTM dan DSM (Badan Informasi Geospasial 2018).



Gambar 2.10 Selisih GCP/JKG Minus EGM2008
dan Model Data Tinggi
(Badan Informasi Geospasial 2018)

Dari sisi akurasi DTM yang dibangun dari *masspoint* dan *breakline* mempunyai akurasi yang baik untuk penarikan garis kontur dalam peta. Akan tetapi, dalam kasus tertentu yang relatif ekstrim, pembuatan DTM dari *masspoint* dan *breakline* dapat merubah *landscape* daerah tersebut. Perubahan *landscape* ini disebabkan karena akurasi *masspoint* dan *breakline* yang rendah baik dari sisi posisi secara horizontal maupun vertikal, sehingga menghasilkan DTM yang lebih tinggi dibanding DSM, dan perubahan fitur sungai di beberapa tempat (Gambar dibawah). Sebaliknya proses penambahan data *masspoint* kedalam DSM menggunakan *GMT-surface* dengan *boxcar filter* menghasilkan data tinggi dengan kualitas lebih baik, dengan membuang *masspoint* yang tidak akurat (Badan Informasi Geospasial, 2018).



Gambar 2.11 DSM, DTM (*Masspoint+Breakline*),
DEMNAS

(Badan Informasi Geospasial 2018)

Efek dari konversi datum tinggi dari EGM96 menjadi EGM2008 terlihat pada DSM yang masih menggunakan EGM96 dan DEMNAS yang merujuk pada EGM2008. Selanjutnya, anomali tinggi juga terlihat pada data DTM yang didapatkan dari *masspoint* dan *breakline* hasil interpretasi *stereo-plotting* di daerah bagian selatan, dengan data DTM yang lebih tinggi dibanding DSM, 10 m atau lebih. Anomali bentuk lahan lainnya,

juga terlihat pada pola aliran dan muara sungai di bagian utara (Badan Informasi Geospasial, 2018).

Data DEMNAS yang dirilis dipotong sesuai dengan Nomor Lembar Peta (NLP) skala 1:50.000 atau 1:25.000, untuk setiap Pulau atau Kepulauan (Badan Informasi Geospasial, 2018). Ringkasan data set karakteristik DEMNAS, seperti pada tabel 2.5 berikut

Tabel 2.7 Spesifikasi Data DEMNAS
(Badan Informasi Geospasial 2018)

Item	Keterangan
Nama <i>file</i>	DEMNAS_XXXX-yy-v1.0.tif untuk NLP 1:50.000 dan DEMNAS_XXXX-yyy-v1.0.tif untuk 1:25.000. XXXX-yy menunjukkan nomor lembar peta RBI dan v1.0 menunjukkan rilis versi 1.0
Resolusi	0.27- <i>arcsecond</i>
Datum	EGM2008
Sistem Koordinat	Geografis
Format	<i>Geotiff 32bit float</i>

2.10 Pemetaan Bahaya Longsor dengan Data Satelit

Saat ini data yang didapatkan dari satelit dapat digunakan untuk melakukan pemantauan dan pemetaan tanah longsor dengan berbagai macam metode (Nusantara & Setianto, 2015; Tofani, dkk. 2013; Vohora & Donoghue 2004). Tentunya data citra satelit bukan digunakan sebagai data tunggal pemetaan tanah longsor melainkan perlu adanya pertimbangan faktor lingkungan seperti kemiringan lahan, jenis tanah dan batuan, jenis tutupan lahan, intensitas curah hujan, dan lain sebagainya.

Data satelit banyak dimanfaatkan dan dikelompokkan menjadi dua, yakni :

- a. Data satelit aktif, data ini umumnya berupa data radar, yang dapat digunakan untuk mencari nilai ketinggian secara vertikal permukaan bumi yang dapat dimanfaatkan dalam memperoleh tingkat kemiringan, kontur permukaan bumi.
Contoh : TerraSar-X dengan data kontur interval 5 meter.
- b. Data satelit pasif, atau biasa disebut citra satelit optik yang dapat digunakan untuk memperoleh data jenis tutupan lahan melalui proses interpretasi dan klasifikasi dari data satelit yang tersedia.

Contoh : Sentinel-2, Landsat 8, dan lain sebagainya.

Data-data yang telah dilakukan pengolahan berikutnya akan diberikan skor tertentu hasil dari analisis spasial yang nantinya akan ditampilkan untuk mendapatkan skor akhir untuk analisis daerah potensi tanah longsor.

2.11 Tutupan Lahan

Penutupan Tanah (*Land Cover*) adalah tambahan dan atau bangunan yang secara nyata menutupi permukaan tanah (Peraturan Kepala BPN Nomor 1 Tahun 1997). Sedangkan menurut Townshend dan Justice (1981 dalam Persada 2018), penutupan lahan yaitu perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakannya di permukaan bumi, seperti bangunan, danau, vegetasi (Lillesand dan Kiefer 1990 dalam Persada 2018).

Penutupan lahan bisa dianggap sebagai kondisi saat ini. Namun, penutupan lahan itu sendiri akan dipengaruhi oleh status penggunaan. Contohnya, suatu lahan berhutan jika berada dalam penggunaan lahan pertambangan akan tidak tepat dianalisis menggunakan penutupan lahan jika rentang studi cukup lebar karena aktifitas pertambangan akan mengubah penutupan lahan berhutan tersebut dalam kisaran waktu analisis. (Fajarini 2014 dalam Persada 2018).

2.12 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan data, serta dapat mendaya-gunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. Juga merupakan manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis komputer dengan tiga karakteristik dasar, yaitu: (i) mempunyai fenomena aktual (variabel data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan di lokasi bersangkutan; (ii) merupakan suatu kejadian di suatu lokasi; dan (iii) mempunyai dimensi waktu. (Purwadi 1994 dalam Husein 2006).

Didalam SIG, terdapat 2 jenis data, yaitu: data geografis (spasial dimensi) dan data atribut (non spasial dimensi). SIG merupakan penggabungan data spasial dan data atribut yang ditampilkan secara bersama-sama, sehingga memberikan kemudahan dalam melakukan analisa. Data spasial merupakan data yang paling penting dalam SIG. Data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format yaitu:

a. Data Vektor

Pada sistem vektor (*vektor based system*), semua unsur-unsur geografi disajikan dalam 3 konsep topologi yaitu : titik (*point*), garis (*line*) dan area (*polygon*). Unsur-unsur geografi tersebut disimpan dalam bentuk pasangan koordinat sehingga letak titik, garis, dan area dapat digambar sedemikian akurat. Bentuk kenampakan (*feature*) titik, garis, dan area dihubungkan dengan data atribut dengan menggunakan suatu pengenal (*identity/user-ID*). Bentuk dasar representasi data spasial didalam model data vektor, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x,y).

b. Data Raster

Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk piksel (*grid/raster/cell*) yang sesuai dengan kenampakan. Setiap piksel mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel. Contoh data raster adalah citra satelit. (Prahasta 2005).

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem (Aronoff 1989):

a. *Data Input*

Data input bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini juga bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransformasikan format-format data asli ke dalam format yang dapat digunakan SIG. Data ber-georeferensi umumnya berupa peta, peta digital dan foto udara.

b. *Data Management*

Data management bertugas mengkoordinasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basisdata dengan sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-*update*, dan di-*edit*. Metode yang digunakan pada pengimplementasian dalam sistem ini berpengaruh pada efektifitas operasional data.

c. *Manipulasi dan Analisis*

Manipulasi dan Analisis digunakan untuk menentukan informasi- informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan pengguna.

d. *Data Output*

Data *Output* digunakan untuk menampilkan atau menghasilkan hasil keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti tabel, grafik, peta dan lain-lain. Data *output* yang dihasilkan oleh SIG memiliki kualitas yang lebih akurat, dan lebih mudah digunakan.

2.13 Konversi Data Raster ke Vektor

Proses konversi dari data raster ke data vektor merupakan salah satu proses input data dalam Sistem Informasi Geografis (SIG), yakni proses digitasi secara otomatis. Proses *raster to vector* atau disebut juga *vectorization* juga terdapat dalam pemrosesan data SIG untuk membuat peta, dimana data raster tersebut dapat bersumber dari citra satelit penginderaan jauh atau dari peta hasil *scan*. Proses vektorisasi dilakukan dengan 3 tahapan proses (Briggs 2020), yaitu:

1. *Skeletonizing* (atau penipisan): untuk mengurangi raster *unit width*.
2. Ekstraksi vektor: untuk mengidentifikasi garis.
3. Rekonstruksi topologi: menciptakan kembali struktur topologi.

2.14 Pembobotan dan Skoring

Metode skoring merupakan metode yang paling sering digunakan dalam analisis atribut. Skoring merupakan pemberian nilai terhadap suatu polygon peta untuk memberikan tingkat kedekatan, keterkaitan atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial (Pratomo 2008).

Skoring dapat dilakukan secara objektif dengan perhitungan statistik atau secara subyektif dengan menetapkannya berdasarkan pertimbangan tertentu. Penentuan skor secara subyektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut. Suatu metode pemberian skor atau nilai dilakukan

kepada masing-masing *value* parameter untuk menentukan tingkat kemampuannya. Metode penentuan kelas dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif yang dimaksud adalah dalam menentukan skoring/pengharkatan pada setiap parameter bencana tanah longsor di daerah penelitian.

Setiap data terdapat beberapa kelas dan memiliki skor atau bobot masing-masing untuk menentukan nilai akhir dari tingkat potensi tanah longsor. Kemiringan diklasifikasikan kedalam empat kelas diantaranya ; rendah (0%-8%), menengah (8%-25%), tinggi (25%-40%), dan sangat tinggi (40%-100%) dengan indeks 1, 2, 3, dan 4. Curah hujan diklasifikasikan kedalam tiga kelas yakni <2000 mm/tahun, 2000-3000 mm/tahun, >3000 mm/tahun dengan indeks 1, 2 dan 3. Untuk tutupan lahan, diklasifikasikan menjadi, awan, perairan, pertanian, hutan, pemukiman, dan perkebunan dengan indeks 0, 0, 1, 1, 1, dan 2. Sedangkan untuk litologi diklasifikasikan berdasarkan lapisan geologi yang terdapat pada peta geologi (Khoiri, dkk. 2014). Hasil dari skoring dan pembobotan kemudian diklasifikasikan untuk mendapatkan tingkat potensi longsor.

Tabel 2.8 Faktor Tanah Longsor dan Indeks
(Khoiri, dkk. 2014)

Faktor		Kelas	
Kemiringan	30%	0%-8%	1
		8%-25%	2
		25%-40%	3
		40%-100%	4
Curah Hujan (mm/tahun)	20%	<2000	1
		2000-3000	2
		>3000	3

Tutupan Lahan	20%	Awan	0
		Sungai	0
		Pertanian	1
		Hutan	1
		Pemukiman	1
		Perkebunan	2
Litologi (jenis tanah dan batuan)	30%	Batu Terobosan	1
		Batuan Gunung Api Wilis	1
		Formasi Jaten	1
		Formasi Kabuh	1
		Formasi Mandalika	1
		Formasi Wonosari	1
		Formasi Wuni	1
		Alluviums	2
		Endapan Alluvium	2
		Morfonit Dangeran	3
		Morfonit Ngebel	3
		Morfonit Sedudo	3
		Morfonit Tanjungsari	3
		Morfoset Jeding Patukbanteng	3
Morfosit Argacala	3		

2.15 Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto

Wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur secara geografis terletak di antara koordinat $7^{\circ}38'42.2''$ LS - $7^{\circ}39'01.5''$ LS dan $112^{\circ}30'15.8''$ BT - $112^{\circ}37'43.3''$ BT. Wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto ini berada pada zona 49 S. Kecamatan Pacet dan Trawas merupakan daerah terluas pada Kabupaten Mojokerto dengan ketinggian lebih dari 700 meter di atas permukaan laut (Pemerintah Kabupaten Mojokerto 2019).

Kecamatan Pacet adalah salah satu Kecamatan di wilayah Kabupaten Mojokerto yang berada di kaki dan lereng Gunung Welirang dan Gunung Penanggungan dengan ketinggian rata-rata 600 meter di atas permukaan laut. Hal tersebut menempatkan Pacet sebagai salah satu daerah wisata yang diperhitungkan di Jawa Timur. Pemandian air panas, kolam renang, dan arung jeram dapat ditemukan di daerah ini. Air terjun dan wana wisata merupakan pilihan lain bagi penikmat panorama alam yang sejuk dan bebas polusi. Kecamatan ini memiliki luas wilayah sebesar $29,4$ km² dengan koordinat geografis $7^{\circ}40'0''$ LS dan $112^{\circ}32'0''$ BT. Pacet selain sebagai daerah wisata juga merupakan daerah pertanian yang sangat subur karena terletak di antara tiga gunung berapi. Pacet pernah menjadi salah satu daerah penghasil bawang putih terbesar di Jawa Timur setelah Batu. Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Kutorejo di sebelah Utara; Kecamatan Trawas di sebelah Timur; Kecamatan Gondang di sebelah Barat; dan Kecamatan Bumiaji dan Kota Batu di sebelah Selatan (Pemerintah Kabupaten Mojokerto 2019).

Kecamatan Trawas adalah salah satu Kecamatan di wilayah Kabupaten Mojokerto. Luas wilayahnya mencapai $29,4$ km² dengan ketinggian rata-rata 700 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Trawas terbagi lagi menjadi 13 desa. Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Pungging di sebelah Utara;

Kecamatan Ngoro dan Kecamatan Pringen, Kabupaten Pasuruan di sebelah Timur; Kecamatan Pacet di sebelah Barat; dan Kecamatan Pringen, Kabupaten Pasuruan di sebelah Selatan (Pemerintah Kabupaten Mojokerto 2019).

2.16 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan analisis potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya :

2.16.1 Metodologi Penilaian Risiko Tanah Longsor di Jawa Timur

Jawa Timur merupakan salah satu wilayah dari tiga terbesar terjadinya bencana di Indonesia, dengan kejadian sekitar 287 pada tahun 2016 yang meningkat sebesar 20% dari terjadi pada 2015. Hampir 98% bencana di daerah ini terjadi terkait hidro-meteorologi seperti tanah longsor di lereng gunung. Untuk melakukan mitigasi pencegahan bencana tanah longsor, dilakukan pemetaan zona tanah longsor melalui penilaian parameter yang terkait meliputi topografi (tutupan lahan), peta geologi, tingkat kemiringan, dan pemantauan curah hujan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data citra resolusi menengah Sentinel-2A untuk analisis tutupan lahan, Data Radar TerraSAR untuk kemiringan dan data geologi untuk jenis tanah dan batuan serta data curah hujan di daerah penelitian. Kemudian, peta zona bencana tanah longsor dapat menjadi bagian dari rekomendasi untuk perencanaan spasial yang harus diimplementasi oleh pemerintah setempat (Khoiri, dkk. 2014).

2.16.2 Analisis Potensi Bahaya Tanah Longsor dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali

Penelitian ini membahas metode penentuan wilayah rawan longsor dengan menggunakan data kondisi fisik lahan, meliputi: kemiringan lereng, struktur perlapisan batuan, serta data drainase tanah, kedalaman muka air tanah, tingkat pelapukan batuan, torehan, penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi, serta data sekunder lain yang diperlukan, berupa: curah hujan, tekstur tanah dan permeabilitas tanah dengan memanfaatkan metode skoring dan analisa tabel berbasis Sistem Informasi Geografis.

Pengolahan data karakteristik masing-masing parameter dilakukan dengan cara pengharkatan terhadap proses terjadi tanah longsor, harkat tiap parameter dimulai dari nilai 1 hingga 5 yang menunjukkan besarnya pengaruh terhadap proses terjadinya tanah longsor. Proses analisis data tersebut dilakukan berdasarkan data lapangan dan sekunder yang dilakukan pada setiap satuan pemetaan, meliputi 10 parameter yaitu: kemiringan lereng, tekstur tanah, kedalaman tanah, permeabilitas tanah, tingkat pelapukan, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, kedalaman muka airtanah, dan kerapatan torehan. Tingkat potensi bahaya tanah longsor diklasifikasikan berdasarkan total skor 10 parameter tersebut, dikelompokkan total skor terkecil (sangat ringan) dan total skor terbesar (sangat berat).

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui kontribusi parameter-parameter penyebab tanah longsor terhadap berbagai tingkat bahaya tanah longsor (Rudiyanto 2010).

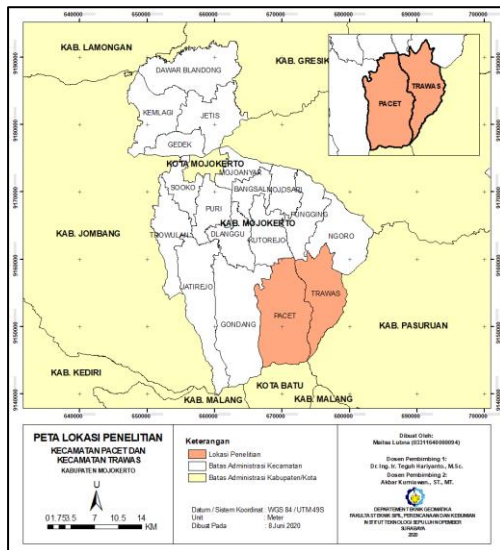
2.16.3 Deteksi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Data Geospasial dan Satelit Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Provinsi Banten DKI Jakarta dan Jawa Barat)

Penelitian ini membahas metode penentuan wilayah rawan longsor dengan menggunakan data satelit MODIS, data kemiringan dari DEM, peta jenis tanah serta data curah hujan dengan memanfaatkan metode Weighted Linear Combination (WLC) berbasis Sistem Informasi Geografis. Beberapa pembobotan berbeda dilakukan untuk menguji faktor-faktor yang paling dominan penyebab tanah longsor. Hasil pengolahan data dengan metode WLC untuk masing-masing pembobotan dibandingkan dengan data kejadian longsor di wilayah kajian dalam periode tahun 2004-2011. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kemiringan lereng adalah faktor dominan penyebab longsor, dengan nilai akurasi $r=0.56723$. Penelitian ini juga mengkaji distribusi daerah rawan longsor selama beberapa tahun yang tidak hanya bergantung pada fluktuasi faktor dinamis seperti tutupan lahan dan curah hujan, dengan persentase rata-rata sebesar 2526% dari total luas wilayah kajian. Keakuratan dari hasil penelitian ini bergantung pada presisi dan skala dari data geospasial yang dapat ditingkatkan dengan menggunakan data satelit yang terbaru (Arbain & Sudiana 2015).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi objek penelitian tugas akhir ini adalah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Secara geografis, Kecamatan Pacet dan Trawas berada pada koordinat $7^{\circ}38'42.2''$ LS - $7^{\circ}39'01.5''$ LS dan $112^{\circ}30'15.8''$ BT - $112^{\circ}37'43.3''$ BT.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian, Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur

Kecamatan Pacet berbatasan dengan Kecamatan Kutorejo di sebelah Utara; Kecamatan Trawas di sebelah Timur; Kecamatan Gondang di sebelah Barat; dan Kecamatan Bumiaji dan Kota Batu di sebelah Selatan.

Sedangkan Kecamatan Trawas berbatasan dengan Kecamatan Pungging di sebelah Utara; Kecamatan Ngoro dan Kecamatan Pringen, Kabupaten Pasuruan di sebelah Timur;

Kecamatan Pacet di sebelah Barat; dan Kecamatan Pringen, Kabupaten Pasuruan di sebelah Selatan.

3.2 Data dan Peralatan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan data dan peralatan yang dijelaskan dalam uraian berikut :

3.2.1 Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Citra Satelit
 - a. Citra Landsat 7 wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dengan resolusi spasial 30 meter.
 - b. Citra Sentinel 2-A wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dengan resolusi spasial 10 meter.
2. DEMNAS
 - a. Data DEMNAS wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.
3. Peta Geologi lembar Malang skala 1:50.000
4. Data Curah Hujan
 - a. Data curah hujan bulanan dalam rentang tahun 2010 – 2019 dari BMKG Jawa Timur pada area Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.
5. Peta Rupa Bumi Indonesia
 - a. Data batas administrasi untuk batas Kabupaten dan Kecamatan wilayah penelitian dari Bappeda Kabupaten Mojokerto.

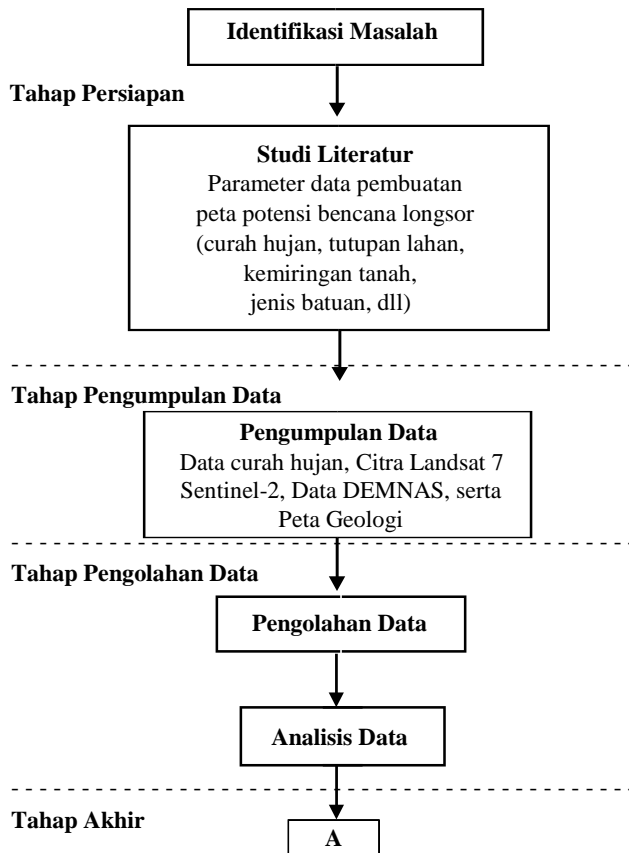
3.2.2 Peralatan

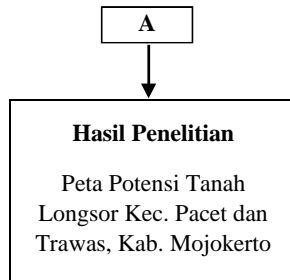
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan yaitu Laptop Lenovo ThinkPad X220 dengan *processor intel core i5*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan meliputi ENVI 5.3 untuk *pre-processing* serta ArcGIS untuk proses

pengolahan data dan *layouting* peta. Selain itu juga digunakan *Microsoft Office Excel* dan *Microsoft Office Word* untuk pengolahan data dan penulisan laporan.

3.3 Metodologi Penelitian

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini terdiri atas tahapan-tahapan seperti yang dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut penjelasan dari diagram alir penelitian tugas akhir :

3.3.1. Tahap Persiapan

Kegiatan pada tahap persiapan meliputi :

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam suatu penelitian. Adapun permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini adalah melakukan analisis potensi tanah longsor untuk dapat dilakukan pemetaan potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

2. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan peta potensi bencana longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, referensi mengenai parameter dan tahapan pengolahan data serta literatur lain yang mendukung dari buku, jurnal, majalah, internet, dan lain sebagainya.

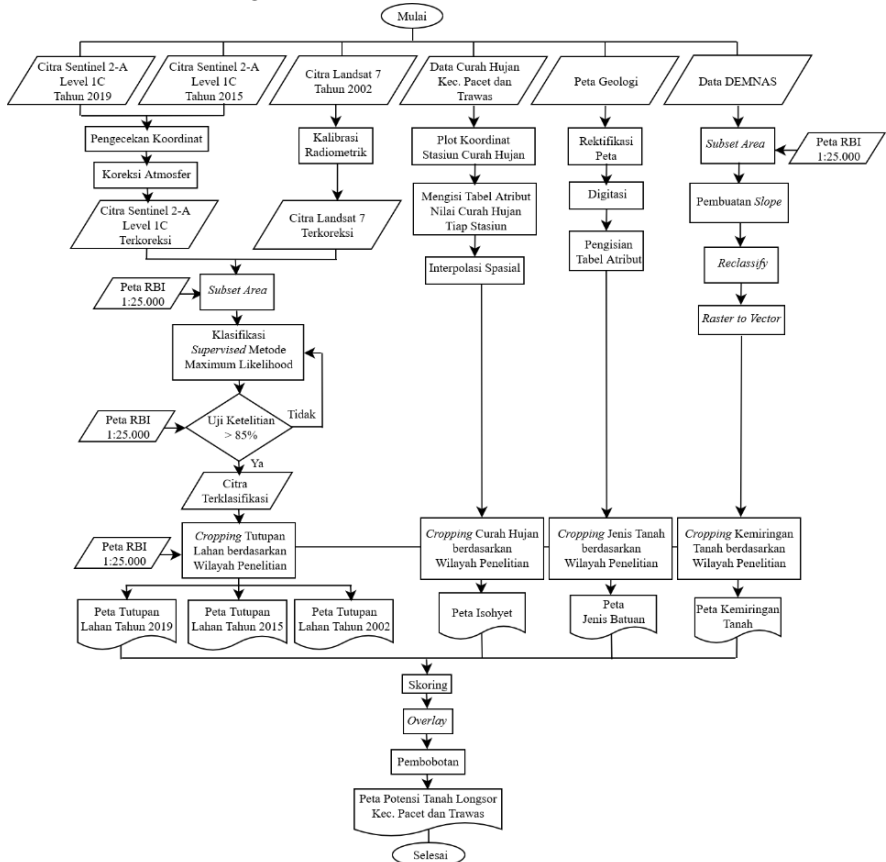
3.3.2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian tugas akhir tentang pemetaan zona rawan dan resiko bencana longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto dengan beberapa data yang digunakan dalam pengolahan diantaranya data curah hujan dari BMKG

Jawa Timur, data ketinggian dari data DEMNAS, peta geologi dari Badan Geologi, citra resolusi menengah Sentinel-2, dan peta batas administrasi kabupaten dan Kecamatan.

3.3.3. Tahap Pengolahan Data

Adapun diagram alir pengolahan data penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi Pelaksanaan

Berikut merupakan penjelasan diagram alir secara keseluruhan dari hasil masing-masing yang telah dijelaskan diatas, yakni sebagai berikut :

3.3.3.1. Pengolahan Data Tutupan Lahan Sentinel 2-A

Berikut adalah penjelasan tahap pengolahan data tutupan lahan :

a) Pengecekan Koordinat

Proses awal yang harus dilakukan sebelum melakukan pengolahan pada citra Sentinel-2A Level 1-C ini adalah melakukan pengecekan koordinat pada citra. Citra Sentinel-2A Level 1-C menggunakan Digital Elevation Model (DEM) untuk memproyeksikan citra ke dalam koordinat kartografik. Pengukuran radiometrik tiap piksel citra disediakan dalam satuan reflektansi Top of Atmosphere (TOA) pada semua parameter untuk diubah menjadi radiansi (*Europe Space Agency* 2015). Artinya, citra level 1C telah dilakukan koreksi geometrik dan radiometrik sistematis oleh pihak Sentinel sendiri. Akan tetapi, proses pengecekan ini tetap harus dilakukan untuk memastikan kembali bahwa citra telah benar – benar terkoreksi.

b) Koreksi Atmosfer

Proses ini dilakukan untuk memperjelas penampakan obyek pada citra sehingga memudahkan interpretasi. Koreksi atmosferik digunakan untuk menghilangkan kesalahan radiasi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer.

c) *Subset Area*

Sebelum melakukan klasifikasi *supervised*, perlu dilakukan proses memotong atau memilih

data yang dibutuhkan atau digunakan sesuai dengan batas wilayah administrasi area penelitian yang dilakukan.

d) Klasifikasi *Supervised* Metode *Maximum Likelihood*

Melakukan klasifikasi citra dengan menggunakan metode terbimbing dengan algoritma *maximum likelihood*. Klasifikasi terbimbing dilakukan pada citra yang sudah melalui proses koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Pada tahap ini ditentukan kelas-kelas sesuai dengan objek yang diamati (*training area*). Pada penelitian ini mendapatkan lima macam kelas yaitu awan, sungai, pertanian, hutan, pemukiman, dan perkebunan.

e) Uji Ketelitian

Uji Ketelitian berfungsi untuk menentukan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi berbasis piksel yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini uji ketelitian dilakukan dengan membuat matriks dari perhitungan setiap kesalahan menggunakan *confusion matrix* pada setiap bentuk tutupan lahan. Akurasi yang didapat dari matriks ini antara lain akurasi pembuat (*producer's accuracy*), akurasi pengguna (*user's accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), dan akurasi kappa yang berupa *kappa coefficient*. Berikut adalah persamaan akurasi-akurasi tersebut (Marwati, dkk. 2018)

$$\text{Producer's accuracy} = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{User's accuracy} = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Kappa Coefficient} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} X_{+i})} \quad (4)$$

Keterangan:

N : Banyaknya piksel dalam contoh

X_{i+} : Jumlah piksel dalam baris ke- i

X_+ : Jumlah piksel dalam kolom ke- i

X_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke- i dan kolom ke- i

Hasil klasifikasi dianggap sesuai jika didapatkan nilai *overall accuracy* $\geq 85\%$ (Badan Informasi Geospasial 2014).

f) *Ground Truth*

Untuk memastikan keakuratan data dari hasil proses klasifikasi tutupan lahan, dilakukan juga proses pengecekan dengan membandingkan hasil klasifikasi citra dengan peta RBI wilayah studi kasus.

g) *Cropping* Tutupan Lahan Berdasarkan Wilayah Penelitian

Setelah citra sudah terklasifikasi, dilakukan pemotongan area hanya pada batas administrasi wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

h) *Layouting* Peta

Membuat *layout* hasil dari proses klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan.

i) Peta Tutupan Lahan Skala 1:25.000

Hasil yang didapatkan berupa peta tutupan lahan yang dihasilkan dari proses klasifikasi yang kemudian disajikan dalam bentuk Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.3.2. Pengolahan Data Tutupan Lahan Landsat 7

a) Kalibrasi radiometrik

Pada tahap ini dilakukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki distorsi atau kesalahan

radiometrik seperti kesalahan pada sistem optik, kesalahan gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan pengaruh sudut elevasi matahari.

b) *Subset Area*

Sebelum melakukan klasifikasi *supervised*, perlu dilakukan proses memotong atau memilih data yang dibutuhkan atau digunakan sesuai dengan batas wilayah administrasi area penelitian yang dilakukan.

c) Klasifikasi *Supervised* Metode *Maximum Likelihood*

Melakukan klasifikasi citra dengan menggunakan metode terbimbing dengan algoritma *maximum likelihood*. Klasifikasi terbimbing dilakukan pada citra yang sudah melalui proses koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Pada tahap ini ditentukan kelas-kelas sesuai dengan objek yang diamati (*training area*). Pada penelitian ini mendapatkan lima macam kelas yaitu awan, sungai, pertanian, hutan, pemukiman, dan perkebunan.

d) Uji Ketelitian

Uji Ketelitian berfungsi untuk menentukan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi berbasis piksel yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini uji ketelitian dilakukan dengan membuat matriks dari perhitungan setiap kesalahan menggunakan *confusion matrix* pada setiap bentuk tutupan lahan. Hasil klasifikasi dianggap sesuai jika didapatkan nilai *overall accuracy* $\geq 85\%$ (Badan Informasi Geospasial 2014).

e) *Ground Truth*

Untuk memastikan keakuratan data dari hasil proses klasifikasi tutupan lahan, dilakukan juga proses pengecekan dengan membandingkan hasil klasifikasi citra dengan peta RBI wilayah studi kasus.

f) *Cropping* Tutupan Lahan Berdasarkan Wilayah Penelitian

Setelah citra sudah terklasifikasi, dilakukan pemotongan area hanya pada batas administrasi wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

g) *Layouting* Peta

Membuat *layout* hasil dari proses klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan.

h) Peta Tutupan Lahan Skala 1:25.000

Hasil yang didapatkan berupa peta tutupan lahan yang dihasilkan dari proses klasifikasi yang kemudian disajikan dalam bentuk Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.3.3. Pengolahan Data Curah Hujan

a) Plot koordinat stasiun curah hujan

Melakukan plot koordinat stasiun curah hujan di setiap daerah penelitian yang dibutuhkan di enam Kabupaten.

b) Mengisi Nilai pada Atributnya

Memasukkan jumlah nilai curah hujan yang terdapat di setiap stasiun kedalam data spasial pada tabel atribut.

c) Interpolasi Spasial

Melakukan interpolasi spasial antar titik stasiun agar didapatkan besaran curah hujan di suatu daerah yang tidak terdapat stasiun pemantau.

Interpolasi dilakukan dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weight*.

d) *Cropping* Curah Hujan Berdasarkan Wilayah Penelitian

Proses ini yakni membuat potongan atau memilih data yang dibutuhkan atau digunakan sesuai dengan batas wilayah administrasi area penelitian yang dilakukan.

e) *Layouting* Peta

Membuat *layout* hasil dari proses pengolahan data curah hujan yang telah dilakukan.

f) Peta Isohyet Skala 1:25.000

Hasil yang didapatkan berupa peta isohyet atau curah hujan yang dihasilkan dari proses di atas yang kemudian disajikan dalam bentuk Peta Isohyet Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.3.4. Pengolahan Data Jenis Tanah dan Batuan

a) Rektifikasi peta

Melakukan proses transformasi peta format gambar dengan memasukkan koordinat-koordinat yang telah diketahui dalam peta agar dapat disesuaikan dengan sistem koordinat data lain yakni UTM zona 49S.

b) Digitasi

Melakukan digitasi sesuai area setiap jenis tanah pada setiap lembar peta kawasan Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

c) Pengisian Data Atribut

Setelah dilakukan digitasi kemudian mengisi atribut berisikan informasi simbol dan jenis tanah serta nomor lembar peta.

d) *Cropping* Jenis Tanah Berdasarkan Wilayah Penelitian

Setelah itu dilakukan pemotongan hasil klasifikasi berdasarkan batas administrasi area penelitian.

e) *Layouting* Peta

Membuat *layout* hasil dari proses pengolahan data jenis tanah yang telah dilakukan.

f) Peta Jenis Tanah Skala 1:25.000

Hasil yang didapatkan berupa peta jenis tanah yang dihasilkan dari proses di atas yang kemudian disajikan dalam bentuk Peta Jenis Tanah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.3.5. Pengolahan Data Kemiringan Tanah

a) *Subset Area*

Sebelum melakukan pengolahan data kemiringan tanah, perlu dilakukan proses memotong atau memilih data DEMNAS yang dibutuhkan atau digunakan sesuai dengan batas wilayah administrasi area penelitian yang dilakukan.

b) Pembuatan *Slope*

Setelah DEMNAS telah terpotong pada area penelitian, proses selanjutnya yaitu pembuatan kemiringan lereng (*slope*) dengan perhitungan persentase kemiringan tanah.

c) Pengklasifikasian Ulang (*Reclassify*)

Proses ini dilakukan berdasarkan rentang data kemiringan dari jurnal acuan. Rentang data tersebut dibagi berdasarkan nilai 0-8%, 8%-25%, 25%-40%, dan 40%-100%.

d) *Konversi Raster Menjadi Vektor*

Data raster hasil pengklasifikasian ulang dari data kemiringan tersebut kemudian diubah menjadi data vektor.

e) *Layouting* Peta

Membuat *layout* hasil dari proses pengolahan data kemiringan tanah yang telah dilakukan.

f) Peta Kemiringan Tanah Skala 1:25.000

Hasil yang didapatkan berupa peta kemiringan tanah yang dihasilkan dari proses di atas yang kemudian disajikan dalam bentuk Peta Jenis Tanah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.3.6. Skoring dan Pembobotan

Melakukan skoring dengan mengacu pada klasifikasi nilai atau kelas tertentu untuk membedakan tingkat dari yang paling rendah ke tingkat paling tinggi dari setiap parameter seperti nilai volume curah hujan, nilai kemiringan tanah, jenis batuan, dan lain sebagainya. Kemudian dilakukan interpretasi serta analisis untuk membagi data kedalam kategori atau kelas berdasarkan skoring yang telah ditetapkan (Khoiri, dkk. 2014).

i. Skoring dan pembobotan tutupan lahan

Tabel 3.1 Pembagian Bobot dan Skor
Tutupan Lahan
(Khoiri, dkk. 2014)

Faktor		Kelas	
Tutupan Lahan	20%	Awan	0
		Sungai	0
		Pertanian	1
		Hutan	1
		Pemukiman	1
		Perkebunan	2

ii. Skoring dan pembobotan curah hujan

Tabel 3.2 Pembagian Bobot dan Skor Curah Hujan
(Khoiri, dkk. 2014)

Faktor		Kelas	
Curah Hujan (mm/bulan)	20%	<300 mm	1
		300 – 500 mm	2
		>500 mm	3

iii. Skoring dan pembobotan jenis batuan

Tabel 3.3 Pembagian Bobot dan Skor
Jenis Batuan
(Khoiri, dkk. 2014)

Faktor		Kelas	
Jenis Batuan	30%	Batu Terobosan / Formasi	1
		<i>Alluvial</i>	2
		Morfonit / Morfoset	3

iv. Skoring dan pembobotan kemiringan tanah

Tabel 3.4 Pembagian Bobot dan Skor
Kemiringan Tanah
(Khoiri, dkk. 2014)

Faktor		Kelas	
Kemiringan	30%	0%-8%	1
		8%-25%	2
		25%-40%	3
		>40%	4

3.3.3.7. Penggabungan Data (*Overlay*)

Proses ini dilakukan untuk menggabungkan data-data yang dihasilkan dari proses pengolahan data tutupan lahan, kemiringan tanah, curah hujan dan juga peta jenis tanah menjadi satu data yang saling bertampalan. Data ini akan saling melakukan iris poligon dimana setiap poligon baru yang terbentuk memiliki keempat informasi dari setiap parameter yang digunakan.

Proses penggabungan dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama menggabungkan data jenis tanah dengan data kelerengan tanah, kemudian tahap kedua menggabungkan data tutupan lahan dengan data curah hujan. Setelah dihasilkan dua data baru hasil *overlay* pertama, kemudian kedua data *overlay* tersebut digabungkan menjadi satu data.

3.3.3.7. Pembobotan Akhir

Skoring dan pembobotan akhir merupakan akumulasi dari persentase dikalikan skor tiap parameter kemudian menghasilkan suatu nilai baru. Berikut merupakan persamaannya.

$$S_T = B_1(S_1) + B_2(S_2) + \dots + B_n(S_n) \quad (5)$$

Keterangan:

S_T = Skor total

B_1, B_2, \dots, B_n = Bobot tiap parameter

S_1, S_2, \dots, S_n = Skor tiap parameter

n = jumlah parameter

Nilai akhir tersebut nantinya diklasifikasi berdasarkan tingkat potensi terjadinya bencana tanah longsor sesuai dengan hasil perhitungan persamaan di atas.

3.3.3.8. Peta Potensi Bencana Tanah Longsor

Setelah semua dianggap sudah sesuai, maka data dapat disajikan dalam bentuk Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto skala 1:25.000.

3.3.4. Tahap Akhir

Tahap akhir pada penelitian tugas akhir ini adalah pembuatan laporan penyediaan peta potensi bencana longsor dan peta potensi bencana longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengolahan Data

Dari proses pengolahan data yang telah dilakukan sesuai dengan metodologi penelitian, didapatkan hasil yang akan diuraikan sebagai berikut :

4.1.1 Hasil Tutupan Lahan

Data tutupan lahan didapatkan dari citra Landsat 7 bulan Mei tahun 2002, citra Sentinel - 2A bulan Oktober tahun 2015 dan bulan Mei tahun 2019 melalui pengolahan menggunakan salah satu perangkat lunak.

Metode yang digunakan adalah klasifikasi *Supervised* (terbimbing) *Maximum Likelihood*. Metode ini merupakan metode yang paling akurat jika dibandingkan dengan metode yang lainnya, dikarenakan metode ini memerlukan sampel objek atau *training area* pada setiap objeknya untuk menghasilkan klasifikasi tutupan lahan. Klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* beracuan pada nilai piksel yang dipilih dalam penentuan kelas objek atau pembuatan *training sample* untuk masing – masing objek tutupan lahan. Objek klasifikasi tutupan lahan dibagi kedalam lima kelas, yaitu awan, hutan, pemukiman, perkebunan, dan pertanian.

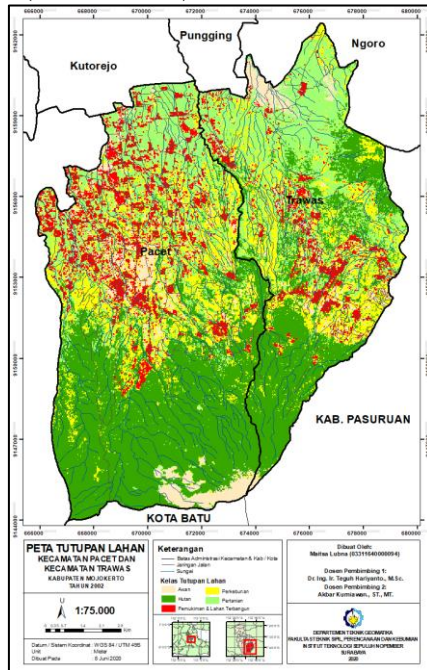
Untuk mengetahui tingkat akurasi atau ketelitian yang dihasilkan dari proses klasifikasi, dilakukan suatu perhitungan uji akurasi dengan menggunakan matriks konfusi (*Confusion Matrix*). Uji akurasi penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kepercayaan pengguna terhadap data yang digunakan nantinya (Marini, dkk. 2014).

Uji akurasi dengan metode matriks konfusi dilakukan dengan melihat percampuran antar kelas (dengan *Scatterplot*) dan keterpisahan antar kelas (nilai *overall accuracy* dan nilai koefisien kappa). Nilai akurasi koefisien kappa dinilai baik sebagai indikator penentuan kualitas klasifikasi dibandingkan

nilai akurasi keseluruhan (*overall*) dikarenakan mempertimbangkan semua elemen pada matriks kesalahan. Sedangkan akurasi keseluruhan (*overall*) hanya mempertimbangkan piksel-piksel yang terletak pada diagonal matriks kontingensi sehingga jarang digunakan sebagai indikator keberhasilan klasifikasi (Sampurno & Thoriq 2016).

Berikut hasil klasifikasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *supervised maximum likelihood* :

1. Hasil Klasifikasi Citra Landsat 7 Kecamatan Pacet dan Trawas 2002 (19 Mei 2002).



Gambar 4.1 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002

Setelah dilakukan uji akurasi hasil klasifikasi pada citra yang telah diolah, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2002

Kelas Tutupan Lahan	Data Referensi (pixel)						User's Accuracy
	Awan	Hutan	Perkebunan	Pemukiman	Pertanian	Row Total	
Awan	2587	376	19	4	6	2992	0,86
Hutan	188	25701	275	9	232	26405	0,97
Perkebunan	79	1031	1489	47	253	2899	0,51
Pemukiman	126	35	178	506	104	949	0,53
Pertanian	137	1680	702	80	1386	3985	0,35
Column Total	3117	28823	2663	646	1981	37230	
Producer's Accuracy	0,83	0,89	0,56	0,78	0,70		
Akurasi Keseluruhan (%)	85,063						
Akurasi Kappa (%)	0,66						

Dari tabel 4.1 tersebut dapat diketahui bahwa nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dari hasil klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan yaitu sebesar 85,063% dengan koefisien kappa sebesar 0,66. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan tersebut telah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu > 85% untuk klasifikasi tutupan lahan berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar yang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Syarat Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan (Badan Informasi Geospasial 2014)

Uji Akurasi Klasifikasi	Ketelitian
a. Penutup Lahan	85%

Sedangkan untuk nilai koefisien kappa, akurasi yang dihasilkan tergolong sedang (cukup) sesuai dengan keerratan kesepakatan (*strength of agreement*) berikut (Utami, dkk. 2016).

Tabel 4.3 Keeratan Kesepakatan (*Strength of Agreement*)
(Utami, dkk. 2016)

Nilai Koefisien Kappa	Keeratan Kesepakatan (<i>Strengt of Agreement</i>)
0,00 – 0,40	Rendah (<i>poor</i>)
0,41 – 0,80	Sedang (<i>moderate</i>)
0,81 – 1,00	Tinggi (<i>very good</i>)

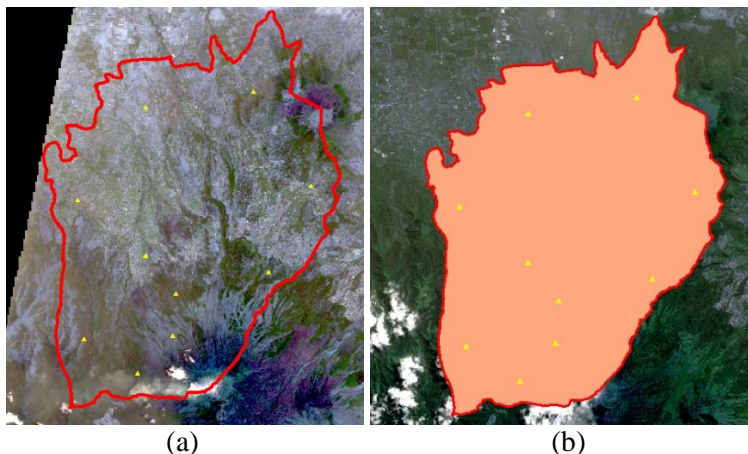
2. Hasil Klasifikasi Citra Sentinel 2A Kecamatan Pacet dan Trawas 2015 (24 Oktober 2010)

Proses awal yang harus dilakukan yaitu proses pengecekan koordinat pada citra yang kemudian akan dilakukan proses pengolahan klasifikasi tutupan lahan. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa citra ini telah benar – benar terkoreksi secara radiometrik dan geometric. Proses ini dilakukan dengan cara mengambil 10 titik koordinat sampel x dan y secara acak yang tersebar di area lokasi penelitian, kemudian dilakukan plotting pada citra tersebut dan pada data valid, yaitu data vektor rbi batas administrasi Kecamatan Pacet dan Trawas yang didapat dari Bappeda Kabupaten Mojokerto. Tabel titik koordinat sampel x dan y dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Titik Koordinat Sampel X dan Y
di Kecamatan Pacet dan Trawas

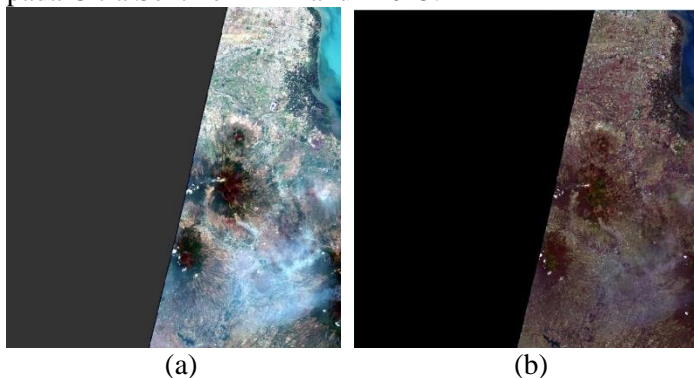
No	Titik Koordinat Sampel	
	X	Y
1	672010,1422	9149283,3655
2	667426,6350	9153662,5116
3	675630,2368	9158713,1281
4	676330,9009	9150305,1660
5	670579,6210	9157954,0756
6	667718,5782	9147181,3745
7	670229,2892	9145575,6873
8	670579,6210	9151035,0232
9	671864,1705	9147327,3462
10	678316,1133	9154304,7870

Berikut merupakan hasil dari proses pengecekan koordinat yang telah dilakukan.



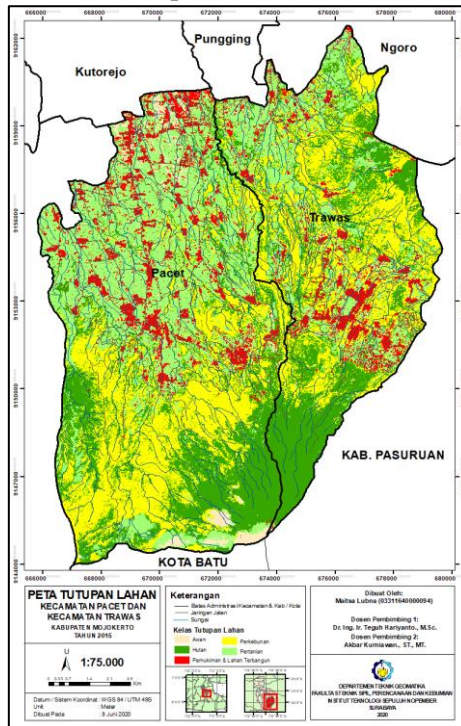
Gambar 4.2 Hasil Pengecekan Koordinat pada Citra dan Peta RBI Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015. (a) Citra Sentinel-2A (b) RBI

Setelah proses pengecekan koordinat dilakukan, proses selanjutnya yaitu proses koreksi atmosfer. Proses ini dilakukan untuk memperjelas penampakan obyek pada citra sehingga memudahkan interpretasi. Koreksi atmosferik digunakan untuk menghilangkan kesalahan radiasi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer. Berikut ini merupakan hasil dari proses koreksi atmosfer pada Citra Sentinel 2-A Tahun 2015.



Gambar 4.3 Hasil Koreksi Atmosfer pada Citra Sentinel-2A Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015. (a) Sebelum Proses Koreksi (b) Setelah Proses Koreksi

Setelah citra terkoreksi, barulah dapat dilakukan proses klasifikasi tutupan lahan dengan menggunakan metode *Supervised Maximum Likelihood*. Berikut merupakan hasil dari proses klasifikasi tutupan lahan tahun 2015.



Gambar 4.4 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015

Uji akurasi berupa tabel matriks konfusi dari klasifikasi citra yang telah dilakukan ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut ini.

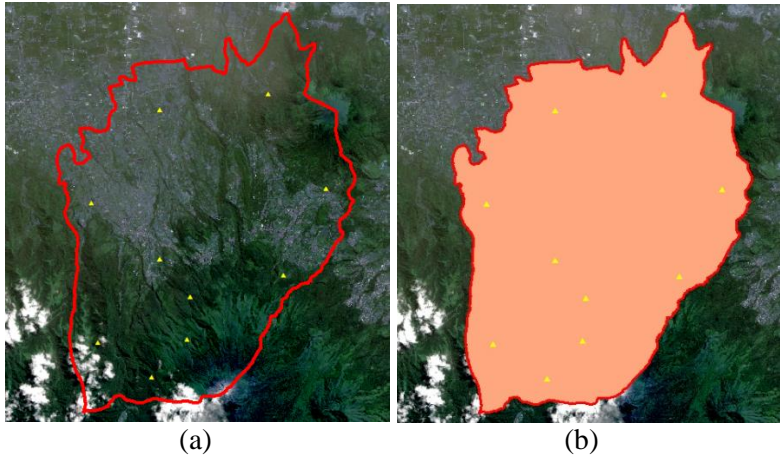
Tabel 4.5 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2015

Kelas Tutupan Lahan	Data Referensi (pixel)						User's Accuracy (%)	
	Awan	Hutan	Pemukiman	Pertanian	Perkebunan	Total Baris		
Awan	118	0	0	0	0	118	100	
Hutan	0	1524	0	0	92	1616	94,31	
Pemukiman	0	8	54	0	0	62	87,10	
Pertanian	0	0	1	148	1	150	98,67	
Perkebunan	0	115	0	0	282	397	71,03	
Total Kolom	118	1647	55	148	375	2343		
Producer's Accuracy (%)	100	92,53	98,18	100	75,20			
Akurasi Keseluruhan (%)	90,738							
Akurasi Kappa (%)	0,81							

Dari tabel 4.5 di atas dapat diketahui bahwa nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dari hasil klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan yaitu sebesar 90,738% dengan koefisien kappa sebesar 0,81. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan tersebut telah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu > 85% untuk klasifikasi tutupan lahan (Badan Informasi Geospasial, 2014) dan untuk akurasi dari koefisien kappa tergolong tinggi (sangat baik) karena berada di rentang 0,81 – 1,00 (Utami, dkk. 2016).

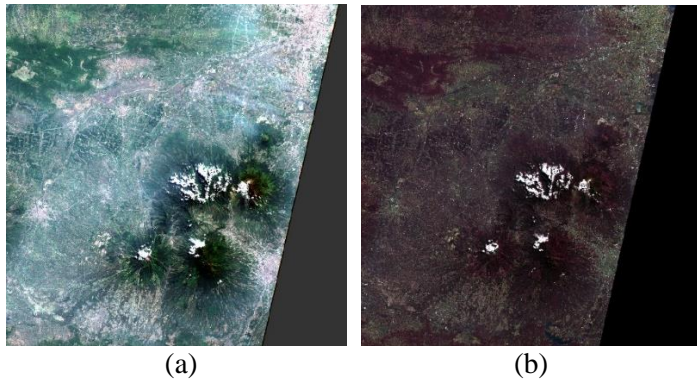
3. Hasil Klasifikasi Citra Sentinel 2A Kecamatan Pacet dan Trawas 2019 (19 Mei 2019)

Berikut merupakan hasil dari proses pengecekan koordinat yang telah dilakukan.



Gambar 4.5 Hasil Pengecekan Koordinat pada Citra dan Peta RBI Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019. (a) Citra Sentinel-2A (b) RBI

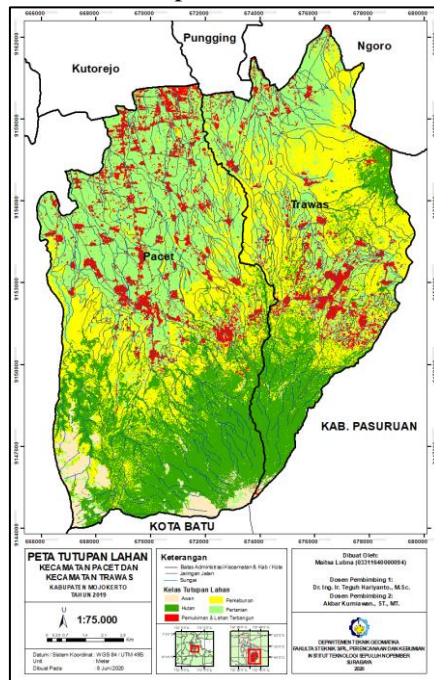
Setelah proses pengecekan koordinat dilakukan, proses selanjutnya yaitu proses koreksi atmosfer. Berikut ini merupakan hasil dari proses koreksi atmosfer pada Citra Sentinel 2-A Tahun 2019.



Gambar 4.6 Hasil Koreksi Atmosfer pada Citra Sentinel-2A Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019.

(a) Sebelum Proses Koreksi (b) Setelah Proses Koreksi

Setelah citra terkoreksi, barulah dapat dilakukan proses klasifikasi tutupan lahan dengan menggunakan metode *Supervised Maximum Likelihood*. Berikut merupakan hasil dari proses klasifikasi tutupan lahan tahun 2019.



Gambar 4.7 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019

Uji akurasi berupa tabel matriks konfusi dari klasifikasi citra yang telah dilakukan ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Matriks Konfusi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2019

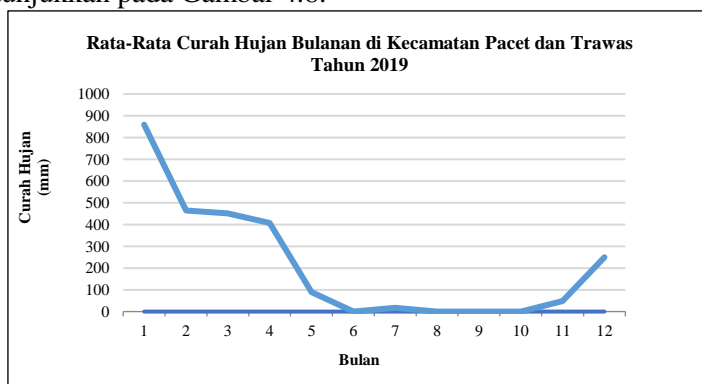
Kelas Tutupan Lahan	Data Referensi (Piksel)						User's Accuracy (%)
	Awan	Hutan	Pertanian	Perkebunan	Pemukiman	Total Baris	
Awan	1024	17	0	0	0	1041	98,37
Hutan	1	2236	0	58	0	2295	97,43
Pertanian	3	8	377	9	2	399	94,49
Perkebunan	0	360	1	643	0	1004	64,04
Pemukiman	0	0	0	0	242	242	100
Total Kolom	1028	2621	378	710	244	4981	
Producer's Accuracy (%)	99,61	85,31	99,74	90,56	99,18		
Akurasi Keseluruhan (%)	90,785						
Akurasi Kappa (%)	0,864						

Dari tabel 4.6 di atas dapat diketahui bahwa nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dari hasil klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan yaitu sebesar 90,785% dengan koefisien kappa sebesar 0,864. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan tersebut telah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu > 85% untuk klasifikasi tutupan lahan (Badan Informasi Geospasial 2014) dan untuk akurasi dari koefisien kappa tergolong tinggi (sangat baik) karena berada di rentang 0,81 – 1,00 (Utami, dkk. 2016).

4.1.2 Hasil Curah Hujan

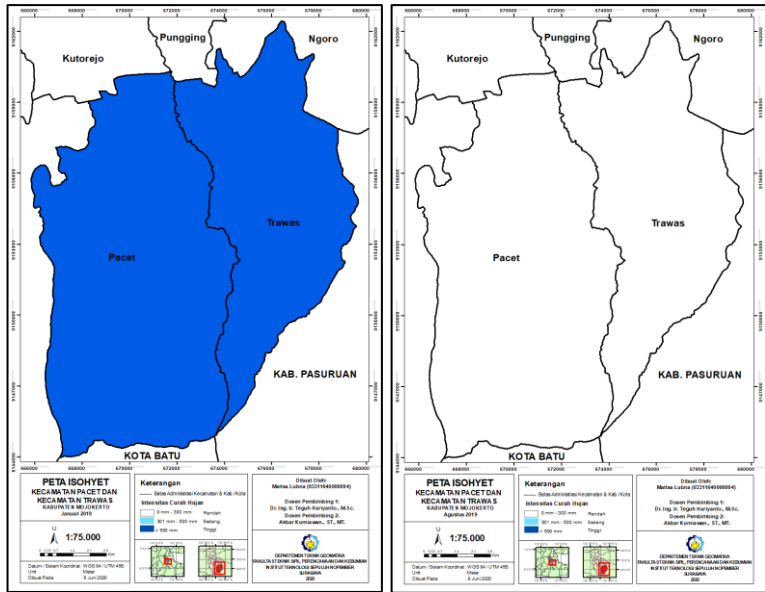
Proses pembuatan diawali dengan mengisikan atribut intensitas curah hujan yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan di dua titik lokasi studi kasus, yaitu Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto. Data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan dikarenakan data tersebut relatif lebih sering berubah terutama karena adanya perbedaan musim di Indonesia.

Pemilihan periode data curah hujan yang digunakan sebagai salah satu parameter pengolahan data kerentanan tanah longsor dilakukan berdasarkan waktu kejadian longsor terbaru, yaitu tahun 2019. Kejadian tanah longsor di awal tahun 2019 terjadi di salah satu desa di Kecamatan Pacet, yaitu desa Wiyu. Untuk itu, salah satu pemilihan data yang digunakan adalah data curah hujan pada bulan saat kejadian tersebut. Hal ini dipertimbangkan karena dalam waktu tersebut curah hujan dalam intensitas yang tinggi membuat tanah jenuh sehingga berpotensi terjadi tanah longsor. Sedangkan untuk data pembandingnya, pemilihan data dilakukan pada musim kemarau dengan melihat nilai curah hujan terendah pada tahun tersebut, yaitu bulan Agustus. Grafik curah hujan pada tahun 2019 keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rata-Rata Curah Hujan Bulanan di Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019

Kedua data curah hujan diproses menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode IDW mempertimbangkan interpolasi nilai berdasarkan kebalikan jarak antar titik. Hasil interpolasi berupa data raster kemudian diubah menjadi data vektor dan dipotong (*subset*) berdasarkan lokasi studi kasus. Berikut merupakan peta curah hujan di Kecamatan Pacet dan Trawas tahun 2019 yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



(a)

(b)

Gambar 4.9 Peta Curah Hujan di Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019. (a) Bulan Januari, (b) Bulan Agustus

Dari pengolahan tersebut dapat diketahui bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas pada bulan Januari intensitas curah hujannya > 500 mm atau tergolong kelas basah dengan luas sebesar 16.779,593 Ha. Sedangkan pada bulan Agustus didapatkan intensitas curah hujan < 300 mm atau tergolong kelas kering dengan luas yang sama, yaitu 16.779,593 Ha. Kedua Kecamatan memiliki intensitas curah hujan yang hampir sama dikarenakan wilayahnya yang berdekatan.

4.1.3 Hasil Geologi / Jenis Batuan

Data geologi atau jenis batuan merupakan salah satu faktor yang memiliki persentase bobot cukup besar pada penelitian ini yaitu 30%. Hal ini dikarenakan karakteristik lapisan jenis tanah yang berbeda mempengaruhi tingkat kekuatan hingga kelapukan lapisan tanah. Jenis tanah yang berada pada gunung Wilis dapat

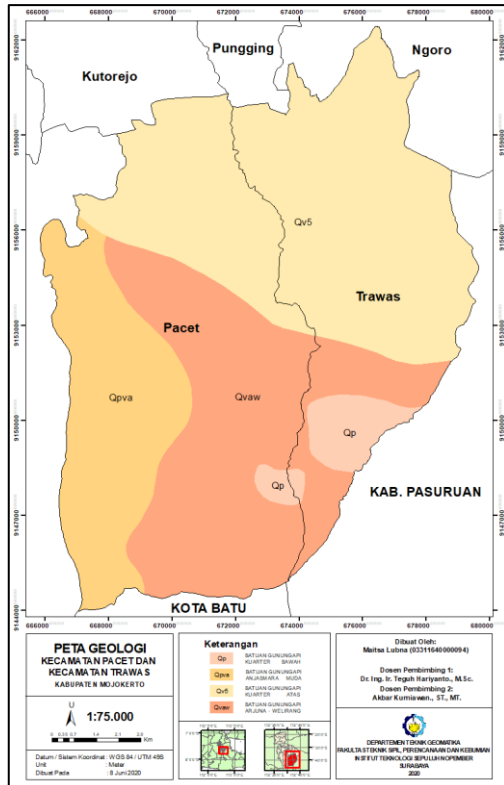
dikelompokkan kedalam beberapa jenis diantaranya batuan terobosan, alluvial, formasi, dan morfonit/morfoset.

Batuan terobosan tersusun dari batu andesit, dasit, dan diorit. Susunan batu tersebut memiliki tingkat kekerasan yang tinggi sehingga wilayah dengan lapisan jenis tanah ini memiliki tingkat ketahanan dan kekuatan lebih terhadap intensitas air. Adapun jenis tanah yang memiliki tingkat hampir sama yaitu formasi. Formasi umumnya terdiri dari batuan andesit.

Jenis batuan alluvial tersusun kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur. Batu pasir memiliki nilai serapan air yang besar akibat adanya rongga pada batuan. Rongga tersebut diakibatkan adanya pori yang besar pada batuan sehingga mempengaruhi besar penyerapan air dan juga daya tekan batuan (Dandy, dkk 2015).

Jenis batuan morfosit atau morfonit umumnya terdiri dari batuan lava andesit piroksen yang terbentuk pembekuan magma akibat fraksinasi kristalisasi. Jenis ini memiliki nilai porositas yang cukup besar yang dipengaruhi ukuran pori-pori batuan mengakibatkan meningkatkan pelapukan yang tinggi (Warmada & Hapsari 2015).

Berikut merupakan hasil pengolahan data jenis tanah dan batuan di lokasi studi kasus.



Gambar 4.10 Peta Geologi Kecamatan Pacet dan Trawas
Dari hasil pengolahan dapat diketahui jenis tanah dan batuan apa saja yang menyusun daerah lokasi penelitian. Beberapa jenis batuan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Jenis Batuan Penyusun Kecamatan Pacet dan Trawas

No.	Jenis	Simbol	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Batuan Gunungapi Kuarter Bawah (Morfoset)	Qp	707,691	4,218

2	Batuan Gunungapi Anjasmara Muda (Morfoset)	Qpva	3.220,915	19,195
3	Batuan Gunungapi Arjuna – Welirang (Morfoset)	Qvaw	5.403,602	32,203
4	Batuan Gunungapi Kuarter Atas (Morfoset)	Qv5	7.447,385	44,384
Total			16.779,593	100

Berikut penjelasan bahan – bahan penyusun dari jenis batuan di lokasi studi kasus (Bogie, & McKenzie 1998):

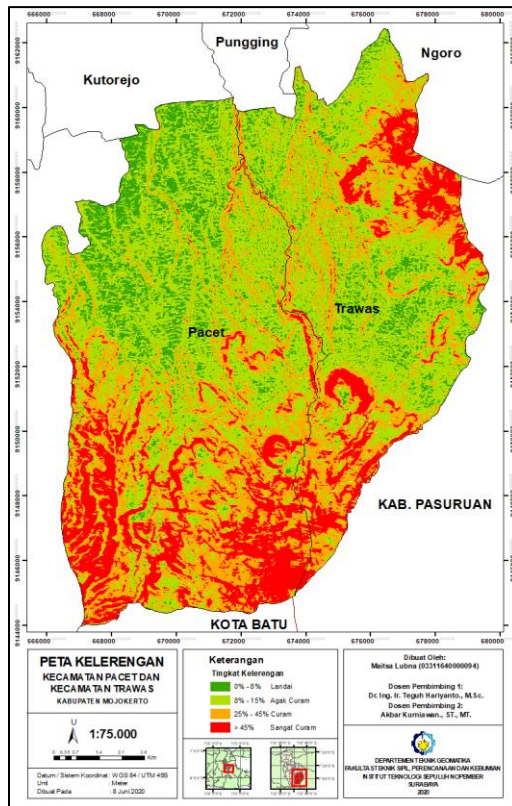
1. Batuan Gungungapi Kuarter Bawah (Qp), merupakan batuan gunungapi yang tersusun atas bahan breksi gunungapi, breksi tuf, lava, tuf dan aglomerat.
2. Batuan Gunungapi Anjasmara Muda (Qpva), merupakan batuan gunungapi kuarter bawah yang tersusun atas bahan breksi gunungapi, tuf breksi, lava, tuf dan aglomerat. Lava yang menyusun merupakan sisipan melidah dalam breksi dengan tebal beberapa meter. Batuan gunungapi ini diperkirakan berumur Plistosen Tengah, berdasarkan kedudukan stratigrafinya yang tertindih oleh Batuan Gunungapi Kuarter Tengah.
3. Batuan Gunungapi Kuarter Atas (Qv5), merupakan batuan gunungapi yang tersusun dari bahan breksi gunungapi, lava, tuf, breksi tufan, aglomerat, dan lahar.
4. Batuan Gunungapi Arjuna Welirang (Qvaw), merupakan satuan geologi yang terbentuk dari bahan vulkanik yang terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf.

Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa batuan penyusun di daerah lokasi studi kasus, keempat – empatnya termasuk ke dalam jenis batuan morfoset yang berarti memiliki nilai porositas yang cukup besar dan tingkat pelapukannya tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, sangat rentan terjadi bencana tanah longsor.

4.1.4 Hasil Kemiringan Tanah

Pengolahan data kemiringan tanah ini dilakukan dengan menggunakan data DEMNAS yang didapatkan dari geoportal resmi Badan Informasi Geospasial (Inageoportal). Data DEMNAS merupakan suatu data raster yang berisi informasi nilai ketinggian atau elevasi dari permukaan daerah yang terekam yang kemudian diolah dengan menggunakan suatu perangkat lunak untuk dapat diketahui nilai elevasinya. Langkah pertama yang dilakukan yaitu mengubah data DEMNAS ke data *slope* (kelerengan) dengan perhitungan persentase kemiringan tanah. Data yang dihasilkan berupa data raster yang sudah terbagi secara otomatis ke dalam beberapa kelas dengan tingkat persentase kemiringan tanah yang terdapat pada data DEMNAS tersebut.

Setelah mengubah data tersebut menjadi data *slope*, kemudian dilakukan pemberian nilai kelas atau skoring berdasarkan acuan rentang nilai yang terbagi kedalam empat kelas. Untuk itu, perlu adanya pengklasifikasian ulang nilai kemiringan sesuai rentang nilai dan kelas yang dibutuhkan. Rentang nilai tersebut yaitu, 0%-8% bersifat datar atau landai, 8-25% bersifat agak curam, 25%-40% bersifat curam, dan kemiringan diatas 40% bersifat sangat curam (Khoiri, dkk. 2014).



Gambar 4.11 Peta Kemiringan Tanah
Kecamatan Pacet dan Trawas

Dari hasil pengolahan dapat diketahui nilai kemiringan tanah pada daerah lokasi penelitian. Hasil tersebut dapat dilihat Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Tingkat Kemiringan Tanah Kecamatan
Pacet dan Trawas

No.	Kemiringan Tanah	Keterangan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	0% - 8%	Landai	2.082,780	12,413

2	8% - 25%	Agak Curam	7.157,375	42,655
3	25% - 40%	Curam	4.549,462	27,113
4	> 40%	Sangat Curam	2.989,975	17,819
Total			16.779,593	100

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas didominasi oleh wilayah dengan tingkat kemiringan tanah agak curam dengan luas sebesar 7.157,375 Ha atau sebesar 42,655% dari total luas keseluruhan, kemudian diikuti oleh wilayah dengan tingkat kemiringan tanah curam dengan luas sebesar 4.549,462 Ha atau sebesar 27,113%, selanjutnya tingkat kemiringan tanah sangat curam dengan luas wilayah 2.989,975 Ha atau sebesar 17,819%, dan terakhir wilayah tingkat kemiringan tanah landau atau datar dengan luas wilayah 2.082,780 Ha atau sebesar 12,413%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah lokasi penelitian tingkat kemiringan tanahnya termasuk curam karena lebih dari 50% luas wilayahnya termasuk ke dalam kategori agak curam hingga sangat curam. Hal inilah yang kemudian menjadi salah satu faktor utama penyebab rentannya wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas terjadi bencana tanah longsor.

4.1.5 Hasil Penentuan Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor

Pembuatan peta ini memerlukan empat parameter pokok yaitu tutupan lahan, curah hujan, jenis batuan, dan kemiringan tanah yang diklasifikasikan berdasarkan karakteristik dari masing – masing parameter tersebut. Karakteristik tersebut mempengaruhi bobot yang digunakan dalam penentuan tingkat potensi tanah longsor.

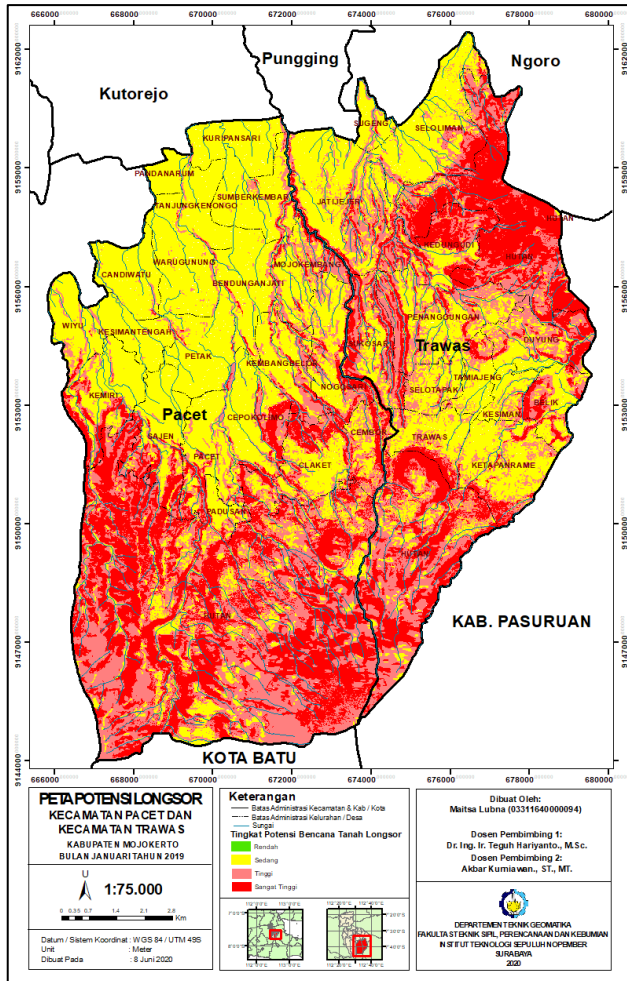
Pada keempat parameter tersebut diberikan skor pada masing-masing kelasnya sesuai dengan tabel acuan. Selanjutnya, peta potensi tanah longsor diproses dengan melakukan *overlay* terhadap keempat parameter kemudian dilakukan perhitungan skoring dan pembobotan akhir. Skoring dan pembobotan akhir

dilakukan dengan melakukan perhitungan akumulasi persentase bobot dikalikan skor tiap parameter hingga kemudian menghasilkan suatu nilai baru. Nilai baru tersebut nantinya diklasifikasi berdasarkan tingkat potensi terjadinya bencana tanah longsor sesuai dengan tabel indeks potensi bencana tanah longsor berikut.

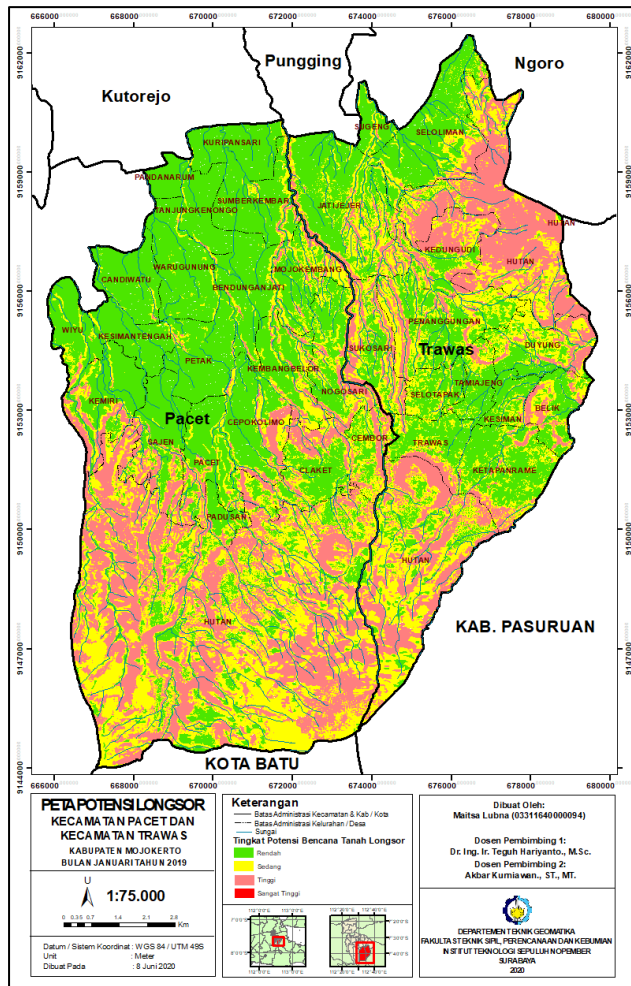
Tabel. 4.9 Indeks Potensi Longsor

Indeks Tanah Longsor	Tingkat Potensi
0 – 1,9	Rendah
1,91 – 2,3	Sedang
2,31 - 2,7	Tinggi
2,71 - 3,1	Sangat Tinggi

Penentuan tingkat potensi bencana tanah longsor pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi sebagai pembandingan. Kondisi 1 menggunakan data curah hujan tertinggi selama tahun 2019, yaitu bulan Januari. Sedangkan kondisi 2 menggunakan data curah hujan terendah, yaitu bulan Agustus 2019. Hasil peta potensi bencana tanah longsor pada kedua kondisi ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan 4.13 berikut.



Gambar 4.12 Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 1 Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019



Gambar 4.13 Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 2 Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019

Dari kedua gambar di atas dapat dilihat bahwa tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas pada kondisi 1, terbagi ke dalam 4 tingkatan potensi, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Akan tetapi, pada

kondisi 2 hanya terbagi ke dalam 3 tingkatan potensi, yaitu potensi rendah, sedang, dan tinggi, tanpa adanya wilayah dengan tingkat potensi sangat tinggi.

Pada gambar 4.12 (kondisi 1), terlihat bahwa wilayah dengan tingkat potensi sedang mendominasi wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas. Tingkat potensi tinggi dan sangat tinggi juga terlihat cukup mendominasi di wilayah lokasi penelitian ini. Sedangkan pada gambar 4.13 (kondisi 2), dapat dilihat bahwa wilayah dengan tingkat potensi rendah lah yang justru mendominasi wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas. Bahkan pada kondisi 2 ini, tidak ditemukan wilayah dengan potensi sangat tinggi sama sekali. Selain itu, wilayah dengan potensi sangat tinggi pada kondisi 1 berubah menjadi wilayah dengan potensi tinggi pada kondisi 2 ini. Kemudian untuk wilayah dengan potensi tinggi pada kondisi 1, berubah menjadi wilayah dengan potensi sedang pada kondisi 2.

Hal tersebut dikarenakan intensitas curah hujan yang digunakan pada kondisi 1 sangat tinggi, yaitu > 500 mm sehingga mempengaruhi tingkat potensi yang lebih tinggi pula terhadap terjadinya bencana tanah longsor pada kondisi 1 tersebut. Hal ini juga diakibatkan oleh perbedaan besar curah hujan yang cukup signifikan yang digunakan pada kedua kondisi.

4.2 Analisis Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Analisis Tutupan Lahan

Penggunaan/penutup lahan di wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas pada tahun 2002 didominasi oleh penggunaan/penutup lahan untuk hutan yaitu sebesar 6.392,499 Ha (37,952%). Sedangkan luasan terkecil terdapat pada kelas awan yaitu 1.202,499 Ha (7,201%). Penggunaan/ penutup lahan lainnya memiliki luas 4.478,518 Ha (26,794%) untuk pertanian, 2.890,012 Ha (17,238%) untuk perkebunan, dan 1.816,065 Ha (10,815%) untuk pemukiman dan lahan terbangun. Data luasan

penggunaan/penutup lahan di Kecamatan Pacet dan Trawas pada tahun 2002 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.10 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002

No.	Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Awan	1.202,499	7,201
2	Pemukiman dan Lahan Terbangun	1.816,065	10,815
3	Perkebunan	2.890,012	17,238
4	Pertanian	4.478,518	26,794
5	Hutan	6.392,499	37,952
Total		16.779,593	100

Pada penggunaan lahan tahun 2015 didapatkan luasan terbesar, yaitu penggunaan/penutup lahan pertanian seluas 6.288,490 Ha (37,477%) dan luasan terkecil adalah awan seluas 333,032 Ha (1,985%). Penggunaan/ penutup lahan untuk hutan juga dominan dengan luasan 4.559,311 Ha (27,827%). Sedangkan penggunaan/ penutup lahan untuk perkebunan memiliki luasan 4.005,950 Ha (23,874%) kemudian diikuti oleh pemukiman sebesar 1.482,810 Ha (8,837%). Data luasan penggunaan/penutup lahan di Kecamatan Pacet dan Trawas pada tahun 2015 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2015

No.	Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Awan	333,032	1,985
2	Pemukiman dan Lahan Terbangun	1.482,810	8,837
3	Perkebunan	4.005,950	23,874

4	Hutan	4.669,311	27,827
5	Pertanian	6.288,490	37,477
Total		16.779,593	100

Pada penggunaan lahan tahun 2019 didapatkan luasan terbesar, yaitu penggunaan/penutup lahan pertanian seluas 5.630,746 Ha (33,557%) dan luasan terkecil adalah awan seluas 469,405 Ha (2,797%). Penggunaan/penutup lahan untuk perkebunan juga dominan dengan luasan 4.927,859 Ha (29,368%). Sedangkan penggunaan/penutup lahan untuk hutan memiliki luasan 4.264,504Ha (25,415%) kemudian diikuti oleh pemukiman sebesar 1.487,079 Ha (8,862%). Data luasan penggunaan/penutup lahan di Kecamatan Pacet dan Trawas pada tahun 2019 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.12 Data Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2019

No.	Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Awan	469,405	2,797
2	Pemukiman dan Lahan Terbangun	1.487,079	8,862
3	Hutan	4.264,504	25,415
4	Perkebunan	4.927,859	29,368
5	Pertanian	5.630,746	33,557
Total		16.779,593	100

4.2.2 Analisis Perbedaan Luas Tutupan Lahan

Setelah dilakukan perhitungan luas untuk masing-masing kelas tutupan lahan dari semua hasil klasifikasi citra, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.13 Luas Tutupan Lahan Kecamatan Pacet dan Trawas Tahun 2002, 2015, dan 2019

Nama Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha) Tahun 2002	Luas (Ha) Tahun 2015	Luas (Ha) Tahun 2019	Persentase (%) Tahun 2002	Persentase (%) Tahun 2015	Persentase (%) Tahun 2019
Awan	1.202,499	333,032	469,405	7,201	1,985	2,797
Pemukiman dan Lahan Terbangun	1.816,065	1.482,810	1.487,079	10,815	8,837	8,862
Perkebunan	2.890,012	4.005,950	4.927,859	17,238	23,874	29,368
Pertanian	4.478,518	6.288,490	5.630,746	26,794	37,477	33,557
Hutan	6.392,499	4.669,311	4.264,504	37,952	27,827	25,415
Total	16.779,593	16.779,593	16.779,593	100	100	100

Dari tabel di atas, pada penggunaan/penutup lahan tahun 2002, hasil luas untuk kelas pemukiman cukup tinggi yaitu sebesar 1.816,065 Ha, sedangkan pada tahun 2015 dan 2019 tidak terpaut jauh, yaitu hanya terjadi kenaikan sebesar 0,025% dari tahun 2015 ke tahun 2019. Hal ini dikarenakan resolusi spasial pada citra Landsat 7 kurang tajam, yaitu sebesar 30 meter. Sedangkan resolusi spasial citra Sentinel-2 mencapai 10 meter. Resolusi yang kurang tajam tersebut menyebabkan hasil klasifikasi tutupan lahan menjadi kurang baik sehingga menghasilkan luas tutupan lahan yang kurang mendekati luas sebenarnya. Selain itu, hasil dari akurasi nilai piksel pemukiman cukup kecil, yaitu 53%. Hal tersebut dikarenakan nilai piksel pemukiman yang juga terdapat nilai mirip dengan piksel perkebunan, pertanian, bahkan awan sekalipun. Selain itu warna piksel pada citra yang menunjukkan pemukiman tidak secara keseluruhan berwarna coklat tua atau coklat muda.

Perubahan penggunaan/penutup lahan yang mengalami peningkatan terbesar selama tahun 2002 – 2019, yaitu pada kelas perkebunan sebesar 2.037,85 Ha atau sebesar 12,13%. Sedangkan penurunan terbesar berada pada kelas hutan sebesar 2.118 Ha atau sebesar 12,537%. Pada perubahan penggunaan/penutup lahan kelas lainnya yang mengalami

peningkatan yaitu kelas pertanian sebesar 1.152,23 Ha atau sebesar 6,763%, dan kelas pemukiman sebesar 4,27 Ha atau sebesar 0,025%.

4.2.3 Analisis Potensi Bencana Tanah Longsor

Hasil pemetaan potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas dilakukan dengan dua kondisi, kondisi 1 dengan menggunakan curah hujan tertinggi selama tahun 2019, yaitu bulan Januari. Sedangkan kondisi 2 menggunakan curah hujan terendah sebagai data pembanding, yaitu bulan Agustus tahun 2019. Hasil tingkatan potensi pada kedua kondisi tersebut lebih jelasnya sebagai berikut.

4.2.3.1 Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 1 (Januari 2019)

Dari hasil penentuan tingkat potensi bencana tanah longsor pada gambar 4.12, dapat dilihat bahwa tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas terbagi ke dalam 4 tingkatan potensi, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil tingkatan potensi tersebut lebih jelasnya ditunjukkan pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Kecamatan Pacet dan Trawas Kondisi 1

No.	Indeks Tanah Longsor	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	0 – 1,9	Rendah	5,595	0,033
2	1,91 – 2,3	Sedang	7.150,451	42,614
3	2,31 - 2,7	Tinggi	5.162,48	30,766
4	2,7 - 3,1	Sangat Tinggi	4.461,068	26,586
Total			16.779,593	100

Dari Tabel 4.13 tersebut, dapat diketahui bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas didominasi oleh wilayah dengan tingkat potensi sedang dengan luas sebesar 7.150,451 Ha atau

sebesar 42,614% dari total luas keseluruhan, kemudian diikuti oleh wilayah dengan tingkat potensi tinggi dengan luas sebesar 5.162,48 Ha atau sebesar 30,766%, selanjutnya tingkat potensi sangat tinggi dengan luas wilayah 4.461,068 Ha atau sebesar 26,586%, dan yang terkecil, yaitu tingkat potensi rendah dengan luas wilayah 5,595 Ha atau hanya sebesar 0,033% dari total luas keseluruhan.

Pada tabel 4.13 juga didapatkan bahwa wilayah dengan tingkat potensi rendah pada lokasi penelitian hanya sedikit, yaitu hanya sebesar 0,033% dari total luas keseluruhan. Hal tersebut diakibatkan oleh dua faktor utama, yakni faktor geologi dan faktor kemiringan tanah. Seperti yang diketahui, faktor geologi dan kemiringan tanah merupakan parameter penyebab terjadinya bencana tanah longsor dengan bobot terbesar, yaitu sebesar 30%. Hal tersebut dikarenakan karakteristik lapisan jenis batuan mempengaruhi tingkat kekuatan hingga kelapukan lapisan tanah. Sedangkan untuk kemiringan tanah dengan derajat kemiringan besar, struktur tanahnya akan dapat lebih mudah terganggu atau rusak.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, jenis batuan penyusun daerah lokasi penelitian, keempat – empatnya termasuk kedalam jenis morfoset yang berarti nilai porositasnya cukup besar dan tingkat kelapukannya tinggi. Selain itu, tingkat kemiringan tanah pada area penelitian juga didominasi oleh tingkat kemiringan tanah di atas 15% yang berarti struktur tanahnya akan dapat lebih mudah terganggu atau rusak. Faktor pendukung lainnya yang menyebabkan wilayah dengan tingkat potensi rendah ditemukan sangat sedikit, yaitu curah hujan dengan intensitas tinggi yang digunakan pada kondisi 1 ini. Curah hujan dengan intensitas yang tinggi pada lokasi penelitian mengakibatkan tingkat potensi bencana longsor yang tinggi pula. Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto, sangat rentan terjadi bencana tanah longsor, terutama pada musim penghujan.

Wilayah dengan potensi sangat tinggi banyak ditemukan di kawasan tutupan lahan hutan dengan tingkat kemiringan $> 40\%$ (sangat curam) yang terletak di dekat puncak gunung Butak dan gunung Welirang. Untuk wilayah dengan tingkat potensi tinggi, lokasinya terletak pada area kaki gunung atau wilayah terluar dari lereng pada kawasan tutupan lahan hutan dengan tingkat kemiringan $25\% - 40\%$ (curam), dan terletak di sebagian kawasan tutupan lahan perkebunan. Wilayah dengan potensi sedang terletak di area pertanian, serta area pemukiman dengan tingkat kemiringan $0\% - 25\%$ (landau sampai dengan agak curam). Sedangkan untuk tingkat potensi rendah, wilayah yang masuk dalam kategori ini sangat kecil yaitu hanya sekitar 5,595 Ha atau sekitar 0,033% dari total luas keseluruhan.

Hasil penentuan tingkat potensi tersebut kemudian dijabarkan lagi hingga ke batas desa pada kedua kecamatan di lokasi penelitian, yaitu kecamatan Pacet dan kecamatan Trawas. Berikut ini merupakan hasil dari penentuan tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet kondisi 1.

Tabel 4.15 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor
Tiap Desa di Kecamatan Pacet Kondisi 1

No	Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
1	Bendunganjati	Rendah	0	325,892
		Sedang	283,854	
		Tinggi	34,529	
		Sangat Tinggi	7,508	
2	Candiwatu	Rendah	0,219	262,446
		Sedang	251,072	
		Tinggi	10,410	
		Sangat Tinggi	0,744	
3	Cembor	Rendah	0	204,265
		Sedang	66,726	
		Tinggi	86,841	
		Sangat Tinggi	50,697	
4	Cepokolimo	Rendah	0	204,841
		Sedang	56,251	
		Tinggi	84,454	
		Sangat Tinggi	64,135	

5	Claket	Rendah	0	402,819
		Sedang	178,177	
		Tinggi	121,905	
		Sangat Tinggi	102,736	
6	Kembangbelor	Rendah	0	282,804
		Sedang	154,5	
		Tinggi	94,766	
		Sangat Tinggi	33,539	
7	Kemiri	Rendah	0,177	380,157
		Sedang	236,521	
		Tinggi	72,36	
		Sangat Tinggi	71,099	
8	Kesimantengah	Rendah	0,0378	209,963
		Sedang	199,195	
		Tinggi	10,195	
		Sangat Tinggi	0,534	
9	Kuripansari	Rendah	0,265	254,652
		Sedang	249,144	
		Tinggi	5,223	
		Sangat Tinggi	0,02	
10	Mojokembang	Rendah	0	293,129
		Sedang	154,310	
		Tinggi	108,094	
		Sangat Tinggi	30,725	
11	Nogosari	Rendah	0	356,842
		Sedang	177,101	
		Tinggi	115,402	
		Sangat Tinggi	64,340	
12	Pacet	Rendah	0	329,454
		Sedang	208,968	
		Tinggi	80,478	
		Sangat Tinggi	40,007	
13	Padusan	Rendah	0	93,897
		Sedang	59,286	
		Tinggi	22,281	
		Sangat Tinggi	12,329	
14	Pandaranum	Rendah	0,122	85,425
		Sedang	84,286	
		Tinggi	1,017	
		Sangat Tinggi	0	
15	Petak	Rendah	0	329,355
		Sedang	310,501	
		Tinggi	16,505	
		Sangat Tinggi	2,348	
16	Sajen	Rendah	0	379,209
		Sedang	223,393	

		Tinggi	76,082	
		Sangat Tinggi	79,734	
17	Sumberkembar	Rendah	0	347,283
		Sedang	295,009	
		Tinggi	41,183	
		Sangat Tinggi	11,091	
		Rendah	0	
18	Tanjungenongo	Sedang	183,877	192,756
		Tinggi	8,043	
		Sangat Tinggi	0,836	
		Rendah	0,071	
19	Warugunung	Sedang	352,583	369,518
		Tinggi	16,519	
		Sangat Tinggi	0,345	
		Rendah	0,562	
20	Wiyu	Sedang	177,899	218,789
		Tinggi	34,742	
		Sangat Tinggi	5,585	
		Rendah	1,248	
21	Hutan	Sedang	514,689	4.552,503
		Tinggi	1.984,683	
		Sangat Tinggi	2.051,883	
		Rendah	1,248	
Total Luas (Ha)				10.257,865

Dari tabel di atas didapatkan bahwa pada Kecamatan Pacet, wilayah yang paling rentan (sangat berpotensi) terjadi bencana tanah longsor berada pada kawasan tutupan lahan hutan. Sedangkan untuk desa yang berpotensi paling rendah terjadi bencana longsor terletak pada desa Pandanarum.

Untuk hasil hasil dari penentuan tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Trawas kondisi 1 akan ditunjukkan pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor
Tiap Desa di Kecamatan Trawas Kondisi 1

No	Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
1	Belik	Rendah	0,430	222,858
		Sedang	106,560	
		Tinggi	67,47	
		Sangat Tinggi	48,397	
2	Duyung	Rendah	0,163	346,058
		Sedang	124,902	
		Tinggi	141,682	

		Sangat Tinggi	79,311	
3	Jatijejer	Rendah	0,154	697,288
		Sedang	418,409	
		Tinggi	207,434	
		Sangat Tinggi	71,290	
4	Kedungudi	Rendah	0	316,070
		Sedang	72,225	
		Tinggi	103,298	
		Sangat Tinggi	140,547	
5	Kesiman	Rendah	0	129,077
		Sedang	101,277	
		Tinggi	24,764	
		Sangat Tinggi	3,036	
6	Ketapanrame	Rendah	0,091	456,857
		Sedang	286,869	
		Tinggi	120,45	
		Sangat Tinggi	49,447	
7	Penanggungan	Rendah	0	548,162
		Sedang	24,039	
		Tinggi	229,044	
		Sangat Tinggi	73,078	
8	Seloliman	Rendah	0,428	578,809
		Sedang	424,328	
		Tinggi	109,047	
		Sangat Tinggi	45,006	
9	Selotapak	Rendah	0	166,883
		Sedang	113,644	
		Tinggi	50,798	
		Sangat Tinggi	2,44	
10	Sugeng	Rendah	0,343	106,360
		Sedang	84,901	
		Tinggi	20,228	
		Sangat Tinggi	0,888	
11	Sukosari	Rendah	0	327,881
		Sedang	89,268	
		Tinggi	138,487	
		Sangat Tinggi	100,126	
12	Tamiajeng	Rendah	0	157,451
		Sedang	110,248	
		Tinggi	34,825	
		Sangat Tinggi	12,379	
13	Trawas	Rendah	0	246,499
		Sedang	144,241	
		Tinggi	66,56	
		Sangat Tinggi	35,698	
14	Hutan	Rendah	1,284	2.221,476

	Sedang	228,326
	Tinggi	822,681
	Sangat Tinggi	1.169,186
Total Luas (Ha)		6.521,728

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada Kecamatan Trawas, wilayah yang paling rentan (sangat berpotensi) terjadi bencana tanah longsor berada pada kawasan tutupan lahan hutan. Sedangkan untuk desa yang berpotensi paling rendah terjadi bencana longsor terletak pada desa Sugeng.

4.2.3.2 Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 2 (Agustus 2019)

Dari hasil penentuan tingkat potensi bencana tanah longsor pada gambar 4.13, dapat diketahui bahwa tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet dan Trawas pada kondisi 2 terbagi ke dalam 3 tingkatan potensi, yaitu tingkat potensi sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Berbeda dengan kondisi 1, pada kondisi 2 justru tidak terdapat wilayah dengan tingkat potensi sangat tinggi sama sekali. Hasil penentuan tingkat potensi bencana tanah longsor pada kondisi 2 ditunjukkan pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Kecamatan Pacet dan Trawas Kondisi 2

No.	Indeks Tanah Longsor	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	0 – 1,9	Rendah	7.156,062	42,647
2	1,91 – 2,3	Sedang	5.162,367	30,766
3	2,31 - 2,7	Tinggi	4.461,164	26,587
4	2,7 - 3,1	Sangat Tinggi	0	0
Total			16.779,593	100

Dari Tabel 4.17 di atas, dapat diketahui bahwa wilayah Kecamatan Pacet dan Trawas didominasi oleh wilayah dengan tingkat potensi rendah dengan luas sebesar 7.156,062 Ha atau sebesar 42,647% dari total luas keseluruhan, kemudian diikuti oleh wilayah dengan tingkat potensi sedang dengan luas

sebesar 5.162,367 Ha atau sebesar 30,766%, selanjutnya tingkat potensi tinggi dengan luas wilayah 4.461,164 Ha atau sebesar 26,587%, dan tidak terdapat wilayah yang berpotensi tinggi sama sekali.

Berbeda dengan kondisi 1, pada kondisi 2 justru lebih banyak ditemukan wilayah dengan potensi rendah dan sedang daripada wilayah dengan potensi tinggi. Bahkan untuk wilayah dengan tingkat potensi sangat tinggi tidak ditemukan sama sekali. Hal ini dikarenakan pada bulan ini tidak terjadi hujan sama sekali (intensitas curah hujan 0 mm).

Pada kondisi 2 ini juga didapatkan bahwa wilayah dengan potensi rendah mengalami peningkatan sehingga luas wilayahnya menjadi 7.156,062 Ha atau naik sekitar 42,614% dari kondisi 1. Sedangkan untuk wilayah dengan potensi sangat tinggi menyusut dari 4.461,068 Ha menjadi tidak ada sama sekali (0 Ha) atau berkurang sebanyak 26,586% dari kondisi 1.

Perbandingan hasil penentuan tingkat potensi pada kedua kondisi lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Penentuan Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor Pada Kondisi 1 dan 2 di Kecamatan Pacet dan Trawas

No	Tingkat Potensi	Luas Kondisi 1 (Ha)	Luas Kondisi 2 (Ha)	Persen tase (%)	Persen tase (%)
1	Rendah	5,595	7.156,062	0,033	42,647
2	Sedang	7.150,451	5.162,367	42,614	30,766
3	Tinggi	5.162,48	4.461,164	30,766	26,587
4	Sangat Tinggi	4.461,068	0	26,586	0
Total		16.779,593	16.779,593	100	100

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa kondisi pada saat musim hujan sangat berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor di lokasi penelitian.

Hasil penentuan tingkat potensi tersebut kemudian dijabarkan lagi hingga ke batas desa pada kedua kecamatan di

lokasi penelitian, yaitu kecamatan Pacet dan kecamatan Trawas. Berikut ini merupakan hasil dari penentuan tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Pacet kondisi 2.

Tabel 4.19 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor
Tiap Desa di Kecamatan Pacet Kondisi 2

No	Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
1	Bendunganjati	Rendah	283,854	325,892
		Sedang	34,529	
		Tinggi	7,508	
		Sangat Tinggi	0	
2	Candiwatu	Rendah	251,291	262,446
		Sedang	10,410	
		Tinggi	0,744	
		Sangat Tinggi	0	
3	Cembor	Rendah	66,726	204,265
		Sedang	86,842	
		Tinggi	50,697	
		Sangat Tinggi	0	
4	Cepokolimo	Rendah	238,119	204,841
		Sedang	84,454	
		Tinggi	64,135	
		Sangat Tinggi	0	
5	Claket	Rendah	178,177	402,819
		Sedang	121,905	
		Tinggi	102,736	
		Sangat Tinggi	0	
6	Kembangbelor	Rendah	154,5	282,804
		Sedang	94,766	
		Tinggi	33,539	
		Sangat Tinggi	0	
7	Kemiri	Rendah	236,729	380,157
		Sedang	72,33	
		Tinggi	71,099	
		Sangat Tinggi	0	
8	Kesimantengah	Rendah	199,233	209,963
		Sedang	10,195	
		Tinggi	0534	
		Sangat Tinggi	0	
9	Kuripansari	Rendah	249,409	254,652
		Sedang	5,223	
		Tinggi	0,02	
		Sangat Tinggi	0	
10	Mojokembang	Rendah	154,310	293,129

		Sedang	108,094	
		Tinggi	30,725	
		Sangat Tinggi	0	
11	Nogosari	Rendah	177,101	356,842
		Sedang	115,402	
		Tinggi	64,339	
		Sangat Tinggi	0	
12	Pacet	Rendah	208,958	329,454
		Sedang	80,488	
		Tinggi	40,007	
		Sangat Tinggi	0	
13	Padusan	Rendah	59,286	93,897
		Sedang	22,281	
		Tinggi	12,329	
		Sangat Tinggi	0	
14	Pandanarum	Rendah	84,408	85,425
		Sedang	1,017	
		Tinggi	0	
		Sangat Tinggi	0	
15	Petak	Rendah	310,501	329,355
		Sedang	16,505	
		Tinggi	2,348	
		Sangat Tinggi	0	
16	Sajen	Rendah	223,393	379,209
		Sedang	76,082	
		Tinggi	79,734	
		Sangat Tinggi	0	
17	Sumberkembar	Rendah	295,009	347,283
		Sedang	41,183	
		Tinggi	11,0906	
		Sangat Tinggi	0	
18	Tanjungkenongo	Rendah	183,877	192,756
		Sedang	8,043	
		Tinggi	0,836	
		Sangat Tinggi	0	
19	Warugunung	Rendah	352,654	369,518
		Sedang	16,519	
		Tinggi	0,345	
		Sangat Tinggi	0	
20	Wiyu	Rendah	178,461	218,789
		Sedang	34,742	
		Tinggi	5,585	
		Sangat Tinggi	0	
21	Hutan	Rendah	515,954	4.552,503
		Sedang	1.984,686	
		Tinggi	2.051,863	

	Sangat Tinggi	0
Total Luas (Ha)		10.257,865

Dari tabel di atas didapatkan bahwa pada Kecamatan Pacet, wilayah yang paling rentan (sangat berpotensi) terjadi bencana tanah longsor berada pada kawasan tutupan lahan hutan. Sedangkan untuk desa yang berpotensi paling rendah terjadi bencana longsor terletak pada desa Pandanarum.

Untuk hasil hasil dari penentuan tingkat potensi tanah longsor di Kecamatan Trawas kondisi 2 akan ditunjukkan pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Tingkat Potensi Bencana Tanah Longsor
Tiap Desa di Kecamatan Trawas Kondisi 2

No	Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
1	Belik	Rendah	106,991	222,858
		Sedang	67,470	
		Tinggi	48,397	
		Sangat Tinggi	0	
2	Duyung	Rendah	125,075	346,058
		Sedang	141,672	
		Tinggi	79,311	
		Sangat Tinggi	0	
3	Jatijejer	Rendah	418,563	697,288
		Sedang	207,435	
		Tinggi	71,290	
		Sangat Tinggi	0	
4	Kedungudi	Rendah	72,225	316,070
		Sedang	103,298	
		Tinggi	140,547	
		Sangat Tinggi	0	
5	Kesiman	Rendah	101,277	129,077
		Sedang	24,764	
		Tinggi	3,036	
		Sangat Tinggi	0	
6	Ketapanrame	Rendah	286,930	456,857
		Sedang	120,480	
		Tinggi	49,447	
		Sangat Tinggi	0	
7	Penanggungan	Rendah	246,039	548,162
		Sedang	229,044	
		Tinggi	73,078	
		Sangat Tinggi	0	
8	Seloliman	Rendah	424,757	578,809

		Sedang	109,047	
		Tinggi	45,006	
		Sangat Tinggi	0	
9	Selotapak	Rendah	113,644	166,883
		Sedang	50,798	
		Tinggi	2,441	
		Sangat Tinggi	0	
10	Sugeng	Rendah	85,244	106,360
		Sedang	20,228	
		Tinggi	0,888	
		Sangat Tinggi	0	
11	Sukosari	Rendah	89,268	327,881
		Sedang	138,497	
		Tinggi	100,116	
		Sangat Tinggi	0	
12	Tamiajeng	Rendah	110,248	157,451
		Sedang	34,825	
		Tinggi	12,379	
		Sangat Tinggi	0	
13	Trawas	Rendah	144,241	246,499
		Sedang	66,560	
		Tinggi	35,698	
		Sangat Tinggi	0	
14	Hutan	Rendah	229,609	2.221,476
		Sedang	822,555	
		Tinggi	1169,312	
		Sangat Tinggi	0	
Total Luas (Ha)				6.521,728

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada Kecamatan Trawas, wilayah yang paling rentan (sangat berpotensi) terjadi bencana tanah longsor berada pada kawasan tutupan lahan hutan. Sedangkan untuk desa yang berpotensi paling rendah terjadi bencana longsor terletak pada desa Sugeng. Hal ini juga menunjukkan bahwa desa yang rentan terjadi bencana longsor maupun desa yang berpotensi rendah terjadi bencana longsor, sama pada kondisi 1 dan 2.

Untuk memastikan bahwa hasil penentuan tingkat potensi longsor ini cukup terpercaya, dilakukan proses validasi data dengan laporan bencana longsor yang terjadi di lokasi tersebut selama tahun 2019. Validasi juga dilakukan dengan membandingkan laporan kejadian tanah longsor beberapa tahun sebelum tahun 2019. Rekam kejadian longsor

dalam rentang tahun 2003 sampai dengan tahun 2019 di Kecamatan Pacet dan Trawas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.21 Rekam Kejadian Bencana Longsor Rentang Tahun 2003 – 2019 Kecamatan Pacet dan Trawas

No	Desa	Waktu	Kerugian Orang (Meninggal/Hilang)	Lain-lain
1	Desa Padusan, Pacet, Mojokerto	10 Desember 2003	21 orang	Kawasan wisata pemandian air panas rusak
2	Desa Kemiri, Pacet, Mojokerto	24 April 2014	1 orang	Pabrik es rusak
3	Desa Nogosari, Pacet, Mojokerto	15 Januari 2015		Pipa penyambung air dan aliran air sungai tertutup
4	Pacet, Mojokerto	13 Januari 2017		2 rumah rusak, akses jalan tertutup
5	Trawas, Mojokerto	24 Januari 2017		Jalan penghubung Trawas-Jolotundo amblas
6	Pacet, Mojokerto	25 Januari 2017		Dam Yani sepanjang 20 meter jebol, 700 hektare lahan padi kesulitan air
7	Ngoro - Trawas, Mojokerto	1 Maret 2017		Jalur Ngoro-Trawas tertutup total
8	Pacet, Mojokerto	9 Februari 2018		Jalur penghubung Pacet – Trawas tertutup
9	Desa Wiyu, Pacet, Mojokerto	18 Januari 2019		4 rumah rusak
10	Desa Ketapanrame, Trawas, Mojokerto	7 Februari 2019		1 dusun terisolir, akses jalan tertutup
11	Pacet, Mojokerto	2 April 2019		Jalur wisata Pacet - Cangar tertutup

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tingkat potensi longsor, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat empat parameter utama dalam menentukan tingkat potensi longsor menggunakan metode pembobotan dan skoring berbasis SIG, yaitu tutupan lahan, curah hujan, jenis batuan, dan kemiringan tanah. Keempat parameter yang digunakan tersebut mengacu pada Katalog Methodologi Penyusunan peta *Geo Hazard* dengan GIS.
2. Dari hasil dapat diketahui bahwa bobot terbesar dari keempat parameter yaitu parameter geologi dan kemiringan tanah dengan bobot 30%. Hal tersebut dikarenakan karakteristik lapisan jenis tanah dan batuan mempengaruhi tingkat kekuatan hingga kelapukan lapisan tanah. Sedangkan untuk kemiringan tanah dengan derajat kemiringan besar dapat lebih mudah terganggu atau rusak struktur tanahnya.
3. Penentuan tingkat potensi bencana tanah longsor pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi, yaitu kondisi 1 dengan data curah hujan tertinggi (bulan Januari) dan kondisi 2 dengan data curah hujan terendah (bulan Agustus) tahun 2019. Hasil pemetaan potensi bencana tanah longsor pada kondisi 1 terbagi ke dalam empat tingkatan potensi, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Sedangkan pada kondisi 2 terbagi ke dalam 3 potensi, yaitu potensi rendah, sedang, tinggi, dan tidak terdapat potensi sangat tinggi sama sekali. Pada kondisi 1, wilayahnya didominasi oleh tingkat potensi sedang dengan luas 7.150,451 Ha, sedangkan kondisi 2 didominasi oleh tingkat potensi rendah 7.156,062 Ha. Untuk wilayah dengan tingkat potensi sangat tinggi, pada kondisi 1 didapatkan luas 4.461,068 Ha atau 26,586% lebih besar dari kondisi 2. Sedangkan untuk wilayah potensi rendah pada kondisi 2

meningkat sebesar 42,614% dari kondisi 1 sehingga luasnya menjadi 7.156,062 Ha. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada saat musim hujan sangat berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor di lokasi penelitian. Pada Kecamatan Pacet dan Trawas, didapatkan bahwa wilayah yang sangat berpotensi terjadi longsor berada di kawasan hutan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sebelum menentukan lokasi penelitian, pastikan terlebih dahulu ketersediaan data pada semua parameter, terutama data parameter curah hujan dan geologi. Karena kedua data tersebut terkadang tidak dapat ditemukan pada *website* resmi milik instansi dan harus mengajukan permohonan penyediaan data langsung ke instansi tersebut terlebih dahulu.
2. Data citra satelit resolusi menengah Sentinel-2A Level 1-C dengan resolusi spasial 10 m sebenarnya sudah cukup baik dalam merepresentasikan kelas tutupan lahan, akan tetapi jika ingin hasil yang lebih detil dan lebih akurat, sebaiknya gunakan citra satelit resolusi tinggi.
3. Jika ingin mendapatkan hasil pengolahan data kemiringan tanah yang lebih baik dan lebih detil sebaiknya gunakan data DEM dengan resolusi tinggi, salah satu contohnya yaitu DEM TerraSAR-X dengan resolusi spasial 5 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, Supriadi, & Marpaung, P. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng terhadap Produksi Karet (*Hevea Basiliensis Muell. Arg.*) di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agrogeoteknologi*, 2(3), 981–989.
- Arbain, A. A., & Sudiana, D. (2015). Deteksi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Data Geospasial dan Satelit Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Provinsi Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat) Data Geospasial dan Satelit Berbasis Sistem Informasi Geografis. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2131.4402>
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System; A Management Perspective*, Ottawa. WDL, Publication.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). Tentang DEMNAS. Diambil dari Situs Resmi Badan Informasi Geospasial: <http://tides.big.go.id/DEMNAS/#Info> pada tanggal 28 Desember 2019.
- Bogie, & Mckenzie, K. M. (1998). The Application of a Volcanic Facies Model to an Andesitic Stratovolcano Hosted Geothermal, System at Wayang Windu, Java, Indonesia. Proceedings 20th NZ Geothermal Workshop 1998, (pp. 265-270). New Zealand.
- Butler, M.J.A., M.C. Mouchot, V. Barale and C Le Blanc. (1988). *The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries : An Introduction Manual*. FAO Fisheries Technical Paper.
- Briggs, R. (2020). GIS Fundamentals. Texas: UT Dallas.

- Dandy, M., Budianta, W., & Setiawan, N. I. (2015). Petrologi dan Sifat Keteknikan Breksi dan Batupasir di Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8*, 606–615.
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Danoedoro, Projo. 2010. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Darmawan, M, Theml, S., dkk. (2008). *Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS*. Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias.
- Djurdjani dan Kartini CN. (2004). *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Teknik. Geodesi UGM.
- Europe Space Agency*. (2015). *Sentinel-2 User Handbook (2nd ed.)*.
- Fahlefi, R. (2018). Analisis Potensi Wilayah Tanah Longsor di Kawasan Lereng Gunung Wilis dengan Menggunakan Data DEM TerraSAR-X. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hardiyanti, Sri P. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Bandung : PT. Grasindo Press.
- Karnawati, D. (2003). *Manajemen Bencana Gerakan Tanah*. Diklat Kuliah. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Kartasapoetra, A. G. (1990). *Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha Untuk Merehabilitasinya*. Jakarta: Bina Aksara.
- Kartasapoetra, A. G., dkk. (1987). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Bina Aksara.

- Khoiri, M., Jaelani, L. M., & Widodo, A. (2014). Risk Assessment Methodologies for Landslides in East Java, (PVMBG 2005), 1– 10.
- Lillesand TM dan Kiefer RW. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Willey and Sons
- Marini, Y., Emiyati, Hawariyah, S., & Hartuti, M. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood Dengan Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 505–516.
- Martono. (2004). Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Laju Kehilangan Tanah pada Tanah Regosol Kelabu. In *Tesis* (pp. 1–127). Retrieved from <http://core.ac.uk/download/files/379/11713338.pdf>
- Marwati, A., dkk. (2018). “Analisis Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan Kombinasi Data Point Cloud Lidar dan Foto Udara Berbasis Metode Segmentasi dan Supervised”. *J. Geodesi Undip*, Vol. 7 No. 1, 36-45.
- Mulyono, D. (2014). Analisis karakteristik curah hujan di wilayah kabupaten garut selatan. *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1–9.
- Ningsih, D. H. U. (2012). Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, Vol. 17, No.2, 154-163.
- Noor, D. (2009). Pengantar Geologi. Bogor: CV Graha Ilmu.
- Nusantara, Y. P., & Setianto, A. (2015). Pemetaan Bahaya Tanah Longsor dengan Metode Frequency Ratio di Kecamatan Piyungan dan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8*, 1–10.

- Pemerintah Kabupaten Mojokerto. (2019). Gambaran Umum Kondisi Wilayah Kabupaten Mojokerto. Diambil dari Situs Resmi Pemerintah Kabupaten Mojokerto: https://mojokertokab.go.id/gambaran_umum pada tanggal 20 November 2019
- Persada, R. E. G. (2018). Penggunaan Metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* Untuk Penilaian Risiko Bencana Tsunami (Studi Kasus : Pesisir Kabupaten Cilacap). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prahasta, E. 2001. *Konsep-konsep Dasar Informasi Geografis*. Bandung : Informatika.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Pratomo. 2008. Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. Surakarta: Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. 2014. Penyusunan Pedoman Pengolahan Digital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Penginderaan Jauh. Jakarta : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- PVMBG. (2005). Pengenalan Gerakan Tanah. ESDM. Retrieved from https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf
- Rudiyanto. (2010). Analisis Potensi Bahaya Tanah Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.

- Sampurno, R. M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang (Land Cover Classification using Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Data in Sumedang Regency). *Jurnal Teknotan*, 10 (2), 1978–1067.
- Sartohadi, J. (2008). The Landslide Distribution in Loano Sub-District, Purworejo District, Central Java Province, Indonesia. *Forum Geografi*. 22 (2), 129-144.
- Taufik, M., Kurniawan, A., dan Putri, A. R. (2016). Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539.
- Utami, F. P., dkk. (2016). Analisis Spasial Perubahan Luasan Mangrove Akibat Pengaruh Limpasan Sedimentasi Tersuspensi dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 5, No. 1, 305-315.
- Warmada, I. W., & Hapsari, T. (2015). Petrogenesis dan Proses Pelapukan Batuan Penyusun Candi Prambanan Berdasarkan Analisis Petrografi dan Geokimia. *Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-8*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Metadata Citra Satelit Landsat 7 Kabupaten Mojokerto Akuisisi Tanggal 19 Mei 2002

GROUP	L4_METADATA_FILE
▶	GROUP = METADATA_FILE_INFO
	ORIGIN = Image courtesy of the U.S. Geological Survey
	REQUEST_ID = 0501701291253_00787
	LANDSAT_SCENE_ID = LE711806520021395GS00
	LANDSAT_PRODUCT_ID = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1
	COLLECTION_NUMBER = 01
	FILE_DATE = 2017-01-30T19:56:27Z
	STATION_ID = SGS
	PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = LPGS_12.8.3
	DATA_CATEGORY = NOMINAL
	END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
	GROUP = PRODUCT_METADATA
	DATA_TYPE = L1TP
	COLLECTION_CATEGORY = T1
	ELEVATION_SOURCE = GLS2000
	OUTPUT_FORMAT = GEOTIFF
	EPHEMERIS_TYPE = DEFINITIVE
	SPACECRAFT_ID = LANDSAT_7
	SENSOR_ID = ETM
	SENSOR_MODE = SAM
	WRS_PATH = 118
	WRS_ROW = 065
	DATE_ACQUIRED = 2002-05-19
	SCENE_CENTER_TIME = 02:24:28.4155434Z
	CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.26316
	CORNER_UL_LON_PRODUCT = 111.99891
	CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.25480
	CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.12638
	CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.16521
	CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.00309
	CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.15429
	CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.13944
	CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 610500.000
	CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -692400.000
	CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846000.000
	CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -692400.000
	CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 610500.000
	CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -902700.000
	CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 846000.000
	CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -902700.000
	PANCHROMATIC_LINES = 14021
	PANCHROMATIC_SAMPLES = 15701
	REFLECTIVE_LINES = 7011
	REFLECTIVE_SAMPLES = 7851
	THERMAL_LINES = 7011
	THERMAL_SAMPLES = 7851
	FILE_NAME_BAND_1 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B1.TIF
	FILE_NAME_BAND_2 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B2.TIF
	FILE_NAME_BAND_3 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B3.TIF
	FILE_NAME_BAND_4 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B4.TIF
	FILE_NAME_BAND_5 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B5.TIF
	FILE_NAME_BAND_6_VCID_1 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B6_VCID_1.TIF
	FILE_NAME_BAND_6_VCID_2 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B6_VCID_2.TIF
	FILE_NAME_BAND_7 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B7.TIF
	FILE_NAME_BAND_8 = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_B8.TIF
	FILE_NAME_BAND_QUALITY = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_BQA.TIF
	GROUND_CONTROL_POINT_FILE_NAME = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_GCP.txt
	ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_ANG.txt
	METADATA_FILE_NAME = LE07_L1TP_118065_20020519_20170130_01_T1_MTL.txt
	CPF_NAME = LE07CPF_20020401_20020630_01.02
	END_GROUP = PRODUCT_METADATA
	GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES

IMAGE_QUALITY = 9
SUN_AZIMUTH = 47.07082920
SUN_ELEVATION = 50.07057827
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0116663
SATURATION_BAND_1 = Y
SATURATION_BAND_2 = Y
SATURATION_BAND_3 = Y
SATURATION_BAND_4 = Y
SATURATION_BAND_5 = Y
SATURATION_BAND_6_VCID_1 = N
SATURATION_BAND_6_VCID_2 = N
SATURATION_BAND_7 = Y
SATURATION_BAND_8 = N
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 168
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 3.798
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 3.047
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 2.267
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 191.600
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -6.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 196.500
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -6.400
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 152.900
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -5.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 241.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -5.100
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 31.060
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -1.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6_VCID_1 = 17.040
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6_VCID_2 = 3.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 10.800
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.350
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 243.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -4.700
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 0.302581
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.009791
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 0.340415
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.011087
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 0.322376
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.010542
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 0.723823
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.015311
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 0.450667
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.014510
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 0.426813
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.013832
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 0.592604
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.011457
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1

QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
CORRECTION_GAIN_BAND_1 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_2 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_3 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_4 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_5 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_1 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_2 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_7 = CPF
CORRECTION_GAIN_BAND_8 = CPF
CORRECTION_BIAS_BAND_1 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_2 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_3 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_4 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_5 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_1 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_2 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_7 = INTERNAL_CALIBRATION
CORRECTION_BIAS_BAND_8 = INTERNAL_CALIBRATION
GAIN_BAND_1 = H
GAIN_BAND_2 = H
GAIN_BAND_3 = H
GAIN_BAND_4 = L
GAIN_BAND_5 = H
GAIN_BAND_6_VCID_1 = L
GAIN_BAND_6_VCID_2 = H
GAIN_BAND_7 = H
GAIN_BAND_8 = L
GAIN_CHANGE_BAND_1 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_2 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_3 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_4 = LL
GAIN_CHANGE_BAND_5 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_1 = LL
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_2 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_7 = HH
GAIN_CHANGE_BAND_8 = LL
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_3 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_4 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_5 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_7 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_8 = 0
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 7.7874E-01
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 7.9882E-01
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 6.2165E-01

```

RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6929E-01
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 1.2622E-01
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_1 = 6.7087E-02
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_2 = 3.7205E-02
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.3898E-02
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 9.7559E-01
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -6.97874
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -7.19882
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -5.62165
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -6.06929
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -1.12622
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_1 = -0.06709
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_2 = 3.16280
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -0.39390
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -5.67559
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 1.2298E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 1.3839E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 1.3107E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.9100E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 1.8314E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 1.7348E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.3782E-03
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.011021
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.012471
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.011853
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.018221
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.016341
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.015567
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.013835
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 666.09
K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 1282.71
K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 666.09
K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 1282.71
END_GROUP = 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

```

Lampiran 2. Metadata Citra Satelit Sentinel 2A Kabupaten Mojokerto Akuisisi Tanggal 24 Oktober 2015

▶ ---- Raster Properties ----
Dataset
= C:\Users\Vicha\Documents\Materi Kuliah\Smt VIII\TA\Data\CITRA\SENTINEL 24102015\S2A_MSL2A_2
Size = 2
Type = TIFF
Columns = 10980
Rows = 10980
Bands = 8
Interleave = BIP
Data Type = UInt
---- Map Info Properties ----
Type = Projected
Pixel Tie Point X = 0.0
Pixel Tie Point Y = 0.0
Map Tie Point X = 600000.0
Map Tie Point Y = 9200020.0
Pixel Size X = 10.0
Pixel Size Y = 10.0
Units = Meters
Rotation = 0.0
---- Coordinate System Properties ----
Projcs = WGS_1984_UTM_Zone_49S
Geogcs = GCS_WGS_1984
Datum = D_WGS_1984
Spheroid = WGS_1984
Prime Meridian = Greenwich
Unit = Degree
Projection = Transverse_Mercator
False Easting = 500000.0
False Northing = 10000000.0
Central Meridian = 111.0
Scale Factor = 0.9996
Latitude of Origin = 0.0
Unit = Meter
Coordinate System String
= PROJCS[WGS_1984_UTM_Zone_49S
---- Extents Properties ----
Extent Left = 600000.0
Extent Top = 9200020.0
Extent Right = 709800.0
Extent Bottom = 9090220.0
Units = Meters
---- Spectral Properties ----
Band Names 1 = Band 1
Band Names 2 = Band 2
Band Names 3 = Band 3
Band Names 4 = Band 4
Band Names 5 = Band 5
Band Names 6 = Band 6
Band Names 7 = Band 7
Band Names 8 = Band 8
---- Time Properties ----
Acquisition Time = Unknown
---- Security Properties ----
Security Tag = Unknown

```

-<n1:Level-1C_User_Product xsi:schemaLocation="https://psd-
  14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd" >
-<n1:General_Info>
-<Product_Info>
  <PRODUCT_START_TIME>2015-10-
    24T02:27:52.027Z</PRODUCT_START_TIME>
  <PRODUCT_STOP_TIME>2015-10-24T02:27:52.027Z</PRODUCT_STOP_TIME>
  <PRODUCT_URI>S2A_MSIL1C_20151024T022752_N0204_R046_T49MFM_2015
    1024T024136.SAFE</PRODUCT_URI>
  <PROCESSING_LEVEL>Level-1C</PROCESSING_LEVEL>
  <PRODUCT_TYPE>S2MSI1C</PRODUCT_TYPE>
  <PROCESSING_BASELINE>02.04</PROCESSING_BASELINE>
  <GENERATION_TIME>2015-10-24T02:41:36.000000Z</GENERATION_TIME>
  <PREVIEW_IMAGE_URL>Not applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
  <PREVIEW_GEO_INFO>Not applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
-<Datatake datatakeIdentifier="GS2A_20151024T022752_001759_N02.04" >
  <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2A</SPACECRAFT_NAME>
  <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
  <DATATAKE_SENSING_START>2015-10-
    24T02:27:52.027Z</DATATAKE_SENSING_START>
  <SENSING_ORBIT_NUMBER>46</SENSING_ORBIT_NUMBER>
  <SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_DIRECTI
    ON>
  </Datatake>
-<Query_Options completeSingleTile="true" >
  <PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>

```

```

</Query_Options>

-<Product_Organisation>

-<Granule_List>

-<Granule
  datastripIdentifier="S2A_OPER_MSI_L1C_DS_EPA_20161221T044107_S
  20151024T024136_N02.04"
  granuleIdentifier="S2A_OPER_MSI_L1C_TL_EPA_20161221T044107_A0
  01759_T49MFM_N02.04" imageFormat="JPEG2000" >

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B01</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B02</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B03</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B04</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B8A</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B09</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DA
  TA/T49MFM_20151024T022752_B10</IMAGE_FILE>

```


<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DATA/T49MFM_20151024T022752_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DATA/T49MFM_20151024T022752_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A001759_20151024T024136/IMG_DATA/T49MFM_20151024T022752_TCI</IMAGE_FILE>

</Granule>

</Granule_List>

</Product_Organisation>

</Product_Info>

┆<Product_Image_Characteristics>

┆<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

┆<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

┆<Image_Display_Order>

<RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>

<GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>

<BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>

</Image_Display_Order>

<QUANTIFICATION_VALUE unit="none"
>10000</QUANTIFICATION_VALUE>

-<Reflectance_Conversion>

<U>1.00917215622658</U>

-<Solar_Irradiance_List>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="0" unit="W/m²/μm"
>1913.57</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="1" unit="W/m²/μm"
>1941.63</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="2" unit="W/m²/μm"
>1822.61</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="3" unit="W/m²/μm"
>1512.79</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="4" unit="W/m²/μm"
>1425.56</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="5" unit="W/m²/μm"
>1288.32</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="6" unit="W/m²/μm"
>1163.19</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="7" unit="W/m²/μm"
>1036.39</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="8" unit="W/m²/μm"
>955.19</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="9" unit="W/m²/μm"
>813.04</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="10" unit="W/m²/μm"
>367.15</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="11" unit="W/m²/μm"
>245.59</SOLAR_IRRADIANCE>

```

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="12" unit="W/m2μm"
  >85.25</SOLAR_IRRADIANCE>

  </Solar_Irradiance_List>

  </Reflectance_Conversion>

-<Spectral_Information_List>
-<Spectral_Information bandId="0" physicalBand="B1" >
  <RESOLUTION>60</RESOLUTION>

-<Wavelength>
  <MIN unit="nm" >430</MIN>

  <MAX unit="nm" >457</MAX>

  <CENTRAL unit="nm" >443.9</CENTRAL>

  </Wavelength>

-<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm" >1</STEP>

  <VALUES>0.01522444 0.06669758 0.19425897 0.35395736 0.45648857 0.50759455
    0.54750739 0.58419244 0.61012868 0.64603585 0.69458246 0.74037505
    0.78703023 0.85862712 0.94458791 0.9928916 1 0.99055275 0.97282606
    0.95596914 0.95429069 0.91888272 0.72055356 0.38639386 0.14531035
    0.05161255 0.01738704 0.00029585</VALUES>

  </Spectral_Response>

  </Spectral_Information>

-<Spectral_Information bandId="1" physicalBand="B2" >
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>

-<Wavelength>
  <MIN unit="nm" >440</MIN>

  <MAX unit="nm" >538</MAX>

```

```

<CENTRAL unit="nm" >496.6</CENTRAL>

  </Wavelength>
=<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00119988 0.00201397 0.00258793 0.00271734 0.00271858 0.002053
  0.00324912 0.0021993 0.00277292 0.00311194 0.00234723 0.00374245
  0.0028408 0.00304821 0.00604983 0.00894596 0.01953246 0.03875845
  0.08374839 0.17565347 0.29129289 0.36347223 0.3811347 0.38419864
  0.39176673 0.39862405 0.40894049 0.42354641 0.4485657 0.4811418
  0.50498541 0.52293008 0.52892822 0.53366 0.53242234 0.53311303
  0.53655971 0.54232711 0.55667534 0.57791322 0.60145975 0.6156357
  0.62060573 0.61270938 0.59482968 0.57420278 0.55609253 0.5440646
  0.54004284 0.5517318 0.56998769 0.59684728 0.63205242 0.67244298
  0.71093613 0.73748447 0.75709994 0.76697185 0.77176039 0.77883444
  0.78683055 0.79421954 0.80824012 0.82348832 0.83743831 0.84485726
  0.84716089 0.83974417 0.82502148 0.8036499 0.78544282 0.76973497
  0.7598602 0.76337273 0.77981251 0.80847605 0.84947272 0.90112566
  0.95456662 0.98736039 1 0.98609155 0.90770989 0.72315884 0.47814326
  0.28641509 0.16955089 0.10257285 0.06498784 0.04106167 0.02503855
  0.01307564 0.00257814 0.00108051 0.00030609 0.00043924
  0.00044121</VALUES>

  </Spectral_Response>

  </Spectral_Information>
=<Spectral_Information bandId="2" physicalBand="B3" >
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>

=<Wavelength>
  <MIN unit="nm" >537</MIN>

  <MAX unit="nm" >582</MAX>

  <CENTRAL unit="nm" >560</CENTRAL>

  </Wavelength>

```

-<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00080152 0.01631966 0.03749604 0.08021834 0.16857673 0.33961135
 0.57045802 0.74395167 0.8255379 0.86623109 0.88713486 0.89063153
 0.87743881 0.85952176 0.84272738 0.83271245 0.83091319 0.8429466
 0.86557037 0.89523547 0.93204973 0.96550034 0.99001699 1 0.99850933
 0.98241577 0.94879561 0.90893224 0.87016848 0.83868631 0.8133992
 0.79225145 0.7842798 0.78830002 0.80532973 0.82861237 0.84453213
 0.85667749 0.85654311 0.79885992 0.62453426 0.38688244 0.20018537
 0.09831467 0.04284073 0.01651146</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

-<Spectral_Information bandId="3" physicalBand="B4" >

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

-<Wavelength>

<MIN unit="nm" >646</MIN>

<MAX unit="nm" >684</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >664.5</CENTRAL>

</Wavelength>

-<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00261427 0.03462832 0.15030251 0.46548409 0.81834707 0.96554871
 0.98388489 0.99687187 1 0.9955785 0.99164257 0.97772062 0.93750282
 0.87465366 0.81520176 0.77787363 0.7662682 0.77666981 0.80308737
 0.83262125 0.8589057 0.88527593 0.91047688 0.93604508 0.95692399
 0.96878538 0.9736139 0.97172876 0.96901499 0.96568155 0.96045441
 0.94488073 0.88430524 0.70624874 0.42290429 0.18976191 0.06313289
 0.02061386 0.0020257</VALUES>

</Spectral_Response>

```

    </Spectral_Information>
-<Spectral_Information bandId="4" physicalBand="B5" >
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
-<Wavelength>
  <MIN unit="nm" >694</MIN>
  <MAX unit="nm" >713</MAX>
  <CENTRAL unit="nm" >703.9</CENTRAL>
  </Wavelength>
-<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm" >1</STEP>
  <VALUES>0.00118221 0.04128719 0.16781115 0.47867704 0.83408915 0.98555238
    1 0.99917704 0.99301208 0.98202139 0.96500594 0.94523647 0.92390813
    0.90154471 0.88461764 0.86012379 0.75605334 0.52042972 0.19640628
    0.03678278</VALUES>
  </Spectral_Response>
  </Spectral_Information>
-<Spectral_Information bandId="5" physicalBand="B6" >
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
-<Wavelength>
  <MIN unit="nm" >731</MIN>
  <MAX unit="nm" >749</MAX>
  <CENTRAL unit="nm" >740.2</CENTRAL>
  </Wavelength>
-<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm" >1</STEP>

```

<VALUES>0.00528628 0.08491265 0.34549055 0.75026111 0.91998424 0.91774468
 0.93414364 0.95786657 0.97589351 0.98201154 0.98159765 0.99345282 1
 0.98250656 0.96245634 0.85475636 0.50661225 0.13533181
 0.0134302</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

:-<Spectral_Information bandId="6" physicalBand="B7" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

:-<Wavelength>

<MIN unit="nm" >769</MIN>

<MAX unit="nm" >797</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >782.5</CENTRAL>

</Wavelength>

:-<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00158775 0.01471955 0.06700855 0.19944036 0.42271848 0.69391142
 0.89840316 0.98314165 0.99479749 1 0.99483279 0.96447136 0.90781386
 0.8464478 0.80150314 0.77808053 0.77627582 0.78832546 0.79959911
 0.80136031 0.79006668 0.75603297 0.67647373 0.53577608 0.36341065
 0.19325756 0.07716074 0.01971336 0.00315275</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

:-<Spectral_Information bandId="7" physicalBand="B8" >

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

:-<Wavelength>

<MIN unit="nm" >760</MIN>

<MAX unit="nm" >908</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >835.1</CENTRAL>

</Wavelength>

_-<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00135242 0.00391616 0.00044871 0.00759275 0.01905313 0.03349108
 0.05649128 0.0870686 0.13235321 0.20327639 0.31387542 0.44988941
 0.58726605 0.71436889 0.8181812 0.90284514 0.96067672 0.99369744 1
 0.98524291 0.95844788 0.93666123 0.92594982 0.93050611 0.94139304
 0.95341007 0.96218307 0.9655653 0.96296703 0.95877093 0.95087228
 0.94471788 0.94260088 0.94521458 0.94468494 0.94302291 0.9363001
 0.92707231 0.91511356 0.90021968 0.88081425 0.86148256 0.84257439
 0.82215879 0.80140132 0.7765823 0.75539136 0.73775889 0.72215744
 0.70870534 0.69854507 0.6903735 0.68251717 0.68178973 0.68302899
 0.67891416 0.67639408 0.67176564 0.66600791 0.66127505 0.65915263
 0.65868891 0.66436872 0.67295613 0.68563017 0.7011901 0.72062162
 0.74210801 0.75925571 0.77620597 0.7835688 0.78713055 0.78702403
 0.7828085 0.77539043 0.7675732 0.75848677 0.74517599 0.73227212
 0.71988842 0.70601879 0.69027923 0.67538468 0.66109671 0.6489481
 0.63768298 0.62716971 0.61876397 0.61082755 0.60427772 0.59741976
 0.59177741 0.5870773 0.58292462 0.58141689 0.57973476 0.58049471
 0.58280279 0.58561492 0.58979099 0.59310853 0.59700109 0.60157219
 0.60336097 0.60555331 0.60896068 0.61337866 0.61852465 0.62655929
 0.63707128 0.6483534 0.6587092 0.66674618 0.66798851 0.65925168
 0.64099533 0.61519263 0.5829609 0.55150764 0.52589593 0.50665129
 0.49612167 0.49873702 0.5117356 0.52875232 0.54241942 0.53768022
 0.49573105 0.41916397 0.32670548 0.23104246 0.14852103 0.08967661
 0.05496955 0.03325212 0.01976446 0.00783771 0.00128398</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

_-<Spectral_Information bandId="8" physicalBand="B8A" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

_-<Wavelength>

<MIN unit="nm" >848</MIN>


```

<MAX unit="nm" >881</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >864.8</CENTRAL>

  </Wavelength>

-:<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.0016587 0.01322143 0.02469164 0.05133023 0.10485306 0.21639327
  0.38460415 0.58535033 0.77394613 0.87784514 0.91437737 0.92209877
  0.92564458 0.9293724 0.93569013 0.94639017 0.95565571 0.96536061
  0.97439721 0.97984594 0.98330113 0.98288901 0.98846942 1 0.99957999
  0.92089575 0.72838861 0.47188018 0.23786107 0.10682374 0.04603695
  0.02219884 0.00879487 0.00046171</VALUES>

  </Spectral_Response>

  </Spectral_Information>

-:<Spectral_Information bandId="9" physicalBand="B9" >

<RESOLUTION>60</RESOLUTION>

-:<Wavelength>

<MIN unit="nm" >932</MIN>

<MAX unit="nm" >958</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >945</CENTRAL>

  </Wavelength>

-:<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.01805614 0.06583501 0.18513673 0.40896107 0.6807859 0.87492845
  0.93105831 0.96430107 0.98449689 0.99148444 0.99741262 0.97773458
  0.9794157 0.99836495 0.98976032 1 0.98740831 0.98535381 0.95618373
  0.96549887 0.93078391 0.86340691 0.70418342 0.44996198 0.20134116
  0.05969267 0.0138846</VALUES>

```

```

    </Spectral_Response>
    </Spectral_Information>
-><Spectral_Information bandId="10" physicalBand="B10" >
    <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
-><Wavelength>
    <MIN unit="nm" >1337</MIN>
    <MAX unit="nm" >1412</MAX>
    <CENTRAL unit="nm" >1373.5</CENTRAL>
    </Wavelength>
-><Spectral_Response>
    <STEP unit="nm" >1</STEP>
    <VALUES>0.00024052 5.404e-05 3.052e-05 2.872e-05 7.632e-05 0.00010949
    8.804e-05 0.00012356 0.00017424 0.0003317 0.00036891 0.0004467
    0.00065919 0.0010913 0.00196903 0.00373668 0.00801754 0.01884719
    0.04466732 0.10165546 0.20111776 0.34284841 0.50710992 0.6632068
    0.78377143 0.86153862 0.91000261 0.94193255 0.96182259 0.97365119
    0.98169786 0.98795826 0.99283342 0.99649788 0.99906011 1 0.99907734
    0.99601604 0.9909083 0.98479854 0.97802142 0.97030114 0.96080954
    0.94849765 0.93314108 0.91482336 0.8937997 0.86825426 0.83023193
    0.76384193 0.65440009 0.50671604 0.35014737 0.21799972 0.12643091
    0.06768988 0.0322709 0.013544 0.00544557 0.00237642 0.00111267
    0.00053796 0.0003457 0.00017488 0.00021619 0.00019479 0.00010421
    5.919e-05 5.109e-05 6.115e-05 5.527e-05 3.856e-05 3.147e-05 0.00012289
    0.0001089 2.502e-05</VALUES>
    </Spectral_Response>
    </Spectral_Information>
-><Spectral_Information bandId="11" physicalBand="B11" >
    <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
-><Wavelength>

```

<MIN unit="nm" >1539</MIN>

<MAX unit="nm" >1682</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >1613.7</CENTRAL>

</Wavelength>

:-<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>6.79e-06 6.66e-06 8e-06 2.734e-05 3.685e-05 8.851e-05 0.00014522
 0.00024812 0.00047627 0.00056335 0.00065326 0.00089835 0.00114664
 0.00165604 0.00241611 0.00350246 0.00524274 0.0081538 0.01237062
 0.0186097 0.02721853 0.03879155 0.05379167 0.07353187 0.09932758
 0.1334178 0.18029249 0.24484994 0.32834511 0.42749961 0.53576798
 0.64570396 0.74245998 0.81447017 0.85866596 0.87924777 0.88665266
 0.888727 0.89105732 0.89725046 0.90632982 0.91627527 0.9263751
 0.93515828 0.94226446 0.94739906 0.95131987 0.95416808 0.95635128
 0.95813297 0.96062738 0.96344083 0.96577764 0.96818134 0.97104025
 0.97343195 0.97597444 0.97865413 0.97994672 0.98064126 0.98094979
 0.98143338 0.98123856 0.98068083 0.98033995 0.98101894 0.98268503
 0.98507875 0.98777658 0.9903608 0.99202087 0.9933069 0.99256744
 0.99044883 0.98717314 0.98353656 0.9800432 0.97617287 0.97253451
 0.96977033 0.96762556 0.9662626 0.96572411 0.96592079 0.96729798
 0.96975438 0.97337748 0.97862858 0.98345358 0.98765317 0.9919238
 0.99554959 0.99767411 0.99866451 0.99941783 0.99930984 0.99885298
 0.99913515 0.99973164 0.99973592 1 0.9998438 0.9967639 0.99175576
 0.9859206 0.97887302 0.97029262 0.96135891 0.95379752 0.94709017
 0.94228614 0.93919512 0.93616637 0.92889205 0.9129921 0.88158383
 0.82602164 0.74412949 0.64281662 0.53483955 0.42772166 0.32439525
 0.23488131 0.16445229 0.11056237 0.07271886 0.04634859 0.02949618
 0.01941871 0.0133487 0.00934594 0.00654231 0.00487921 0.00341903
 0.00249864 0.00196431 0.00142754 0.00105878 0.00049978 0.00022833
 0.00015999 3.415e-05 4.517e-05 1.313e-05</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

:-<Spectral_Information bandId="12" physicalBand="B12" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

┆<Wavelength>

<MIN unit="nm" >2078</MIN>

<MAX unit="nm" >2320</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >2202.4</CENTRAL>

</Wavelength>

┆<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00063835 0.00102286 0.00288712 0.00399879 0.00658916 0.00765458
 0.00799918 0.00853524 0.00929493 0.00999614 0.01096645 0.01208363
 0.01335837 0.01501119 0.01711931 0.01977307 0.02332743 0.02765779
 0.03320435 0.04020464 0.04886709 0.0596238 0.07315348 0.09050885
 0.11143964 0.13686671 0.16776886 0.20341457 0.24281992 0.28484195
 0.32711894 0.36834301 0.40794043 0.4447145 0.47647207 0.50303896
 0.52524762 0.54328057 0.55717994 0.5685619 0.57895708 0.58860881
 0.59881758 0.60990899 0.62128986 0.63421311 0.64847648 0.66363778
 0.67997936 0.69609688 0.71189957 0.7269499 0.74124079 0.75734734
 0.77201504 0.78552587 0.79818641 0.80962939 0.81965718 0.82855741
 0.83668178 0.84440292 0.85106862 0.85321701 0.85471321 0.8561428
 0.85778963 0.8594989 0.86142876 0.86322831 0.86511218 0.8672932
 0.86967076 0.87427502 0.87856212 0.88241466 0.88590611 0.8894516
 0.89320419 0.8966738 0.89987484 0.90257636 0.90481219 0.90550545
 0.90564491 0.90548208 0.90513822 0.90476379 0.90406427 0.90332978
 0.90274309 0.90235795 0.90196488 0.90340528 0.90429478 0.90529761
 0.90642862 0.90807348 0.91010493 0.91293181 0.91556686 0.91842631
 0.92128288 0.92431702 0.92719913 0.92972159 0.93190455 0.93412538
 0.93588954 0.93707083 0.93762594 0.93828534 0.93763643 0.94042634
 0.94250397 0.94324531 0.94301861 0.94210283 0.94061808 0.93841726
 0.93665003 0.93524569 0.93301102 0.92686708 0.92104485 0.91547175
 0.91100989 0.90828339 0.9072733 0.90817907 0.91115631 0.91617845
 0.92284525 0.92059829 0.91947472 0.91947973 0.92126575 0.92451632
 0.92772589 0.93196884 0.93676408 0.94147739 0.94679545 0.95119533
 0.95443018 0.95704142 0.95972628 0.9625372 0.96485326 0.96603599
 0.96664138 0.96630455 0.96545713 0.96484036 0.96365512 0.96169531

0.95944859 0.95732078 0.95513625 0.95355574 0.95273072 0.95217795
0.95172542 0.9521403 0.95263595 0.95405248 0.95707559 0.96063594
0.96421772 0.96830187 0.97268597 0.97741944 0.98289489 0.9871429
0.99073348 0.99398244 0.99678431 0.99875181 1 0.9999284 0.9991523
0.99712951 0.99388228 0.98968273 0.98373274 0.97621057 0.96780985
0.95833495 0.94842856 0.93818752 0.9277078 0.91702104 0.90597951
0.89384371 0.88165575 0.86861704 0.85460324 0.84058628 0.82598123
0.80948042 0.79182917 0.7724052 0.74907137 0.72031195 0.68815487
0.65125598 0.6100244 0.56600904 0.52095058 0.47464344 0.42924778
0.38584718 0.34208462 0.30067509 0.26317221 0.22770037 0.19571781
0.16808736 0.14467686 0.12482737 0.10823403 0.09439655 0.08235799
0.07149445 0.0626855 0.05498009 0.04818852 0.04285814 0.03859244
0.03494044 0.03199172 0.02958044 0.02741084 0.02556884 0.02395058
0.02166741 0.0191457 0.01632139 0.0109837 0.00736032 0.00649061
0.00469736 0.00205874</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

</Spectral_Information_List>

<PHYSICAL_GAINS bandId="0" >4.07193978392568</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="1" >3.81675257972578</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="2" >4.21286425136516</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="3" >4.54011934815752</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="4" >5.23145698789764</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="5" >4.89886150671325</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="6" >4.56289482908291</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="7" >6.23267377679018</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="8" >5.16496349734261</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="9" >8.58724430128541</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="10" >55.3503943677841</PHYSICAL_GAINS>

```

<PHYSICAL_GAINS bandId="11" >35.3996273592588</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="12" >106.583844207322</PHYSICAL_GAINS>
<REFERENCE_BAND>0</REFERENCE_BAND>
  </Product_Image_Characteristics>
  </n1:General_Info>
-<n1:Geometric_Info>
-<Product_Footprint>
-<Product_Footprint>
-<Global_Footprint>
<EXT_POS_LIST>-8.227866916268225 112.36679584143793 -8.19783908768875
  112.37371155077199 -8.049476962599362 112.40785145668441 -
  7.901732839577314 112.44394281507068 -7.753090725808124
  112.47733203372401 -7.603645945635777 112.50835687929411 -
  7.598605589049359 112.50948123794531 -7.454880343962307
  112.5416848998474 -7.306422036020993 112.57528736068215 -
  7.234271695137696 112.5915684924744 -7.233321357004069
  112.90010438775218 -8.225984792224422 112.90455026346214 -
  8.227866916268225 112.36679584143793 </EXT_POS_LIST>
  </Global_Footprint>
  </Product_Footprint>
<RASTER_CS_TYPE>POINT</RASTER_CS_TYPE>
<PIXEL_ORIGIN>1</PIXEL_ORIGIN>
  </Product_Footprint>
-<Coordinate_Reference_System>
<GEO_TABLES version="1" >EPSG</GEO_TABLES>
<HORIZONTAL_CS_TYPE>GEOGRAPHIC</HORIZONTAL_CS_TYPE>
  </Coordinate_Reference_System>

```

```

</n1:Geometric_Info>
<n1:Auxiliary_Data_Info>
<GIPP_List>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMIMA" version="0002"
  >S2A_OPER_GIP_ATMIMA_MPC__20150605T094744_V20150622T000000
  _21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMSAD" version="0004"
  >S2A_OPER_GIP_ATMSAD_MPC__20150715T135751_V20150709T000000
  _21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_LREXTR" version="0001"
  >S2A_OPER_GIP_LREXTR_MPC__20150605T094736_V20150622T000000
  _21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INVLOC" version="0005"
  >S2A_OPER_GIP_INVLOC_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_
  21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_BLINDP" version="0003"
  >S2A_OPER_GIP_BLINDP_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_
  21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CLOINV" version="0004"
  >S2A_OPER_GIP_CLOINV_MPC__20151021T225159_V20150701T225159_
  21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CONVER" version="999"
  >S2A_OPER_GIP_CONVER_MPC__20150710T131444_V20150627T000000
  _21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DATATI" version="0007"
  >S2A_OPER_GIP_DATATI_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
  21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DECOMP" version="0000"
  >S2A_OPER_GIP_DECOMP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000
  _21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

```

<GIPP_FILENAME type="**GIP_EARMOD**" version="**0001**"
>S2_OPER_GIP_EARMOD_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_ECMWFP**" version="**0002**"
>S2A_OPER_GIP_ECMWFP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_G2PARA**" version="**0001**"
>S2A_OPER_GIP_G2PARA_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_G2PARE**" version="**0002**"
>S2A_OPER_GIP_G2PARE_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_GEOPAR**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_GEOPAR_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_INTDET**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_INTDET_MPC__20150731T092205_V20150703T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_JP2KPA**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_JP2KPA_MPC__20160222T110000_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_MASPAR**" version="**0008**"
>S2A_OPER_GIP_MASPAR_MPC__20161104T000000_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_OLQCPA**" version="**0000**"
>S2A_OPER_GIP_OLQCPA_MPC__20161118T000009_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_PRDLOC**" version="**0008**"
>S2A_OPER_GIP_PRDLOC_MPC__20151125T152205_V20150703T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_PROBAS**" version="**999**"
>S2A_OPER_GIP_PROBAS_MPC__20161220T122800_V20150622T000000_20200101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2ABCA" version="0071"
>S2A_OPER_GIP_R2ABCA_MPC__20160209T132514_V20151013T000000_
_20151116T020000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2BINN" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2BINN_MPC__20150605T094803_V20150622T000000_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2CRCO" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2CRCO_MPC__20151023T224715_V20150622T224715_
_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEPI" version="0017"
>S2A_OPER_GIP_R2DEPI_MPC__20160219T120000_V20151013T134305_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0009"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20150827T165847_V20150819T000000_
99999999T999999_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0035"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20160209T132514_V20151013T134305
_20151116T020000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094741_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2NOMO" version="0004"
>S2A_OPER_GIP_R2NOMO_MPC__20150605T094803_V20150622T000000_
_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2PARA" version="0006"
>S2A_OPER_GIP_R2PARA_MPC__20160303T160000_V20150622T000000_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2SWIR" version="0017"
>S2A_OPER_GIP_R2SWIR_MPC__20160209T132502_V20151013T134305_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000000_
21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_RESPAR" version="0001"
>S2A_OPER_GIP_RESPAR_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_SPAMOD**" version="**0011**"
>S2A_OPER_GIP_SPAMOD_MPC__20151117T131048_V20150901T000000_
_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_TILPAR**" version="**0007**"
>S2A_OPER_GIP_TILPAR_MPC__20151209T095117_V20150622T000000_
21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_
21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20160208T132500_V20150622T000000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

</GIPP_List>

<PRODUCTION_DEM_TYPE>S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_19800101T000000_S19800101T000000</PRODUCTION_DEM_TYPE>

<IERS_BULLETIN_FILENAME>S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20151001T000000_V20151002T000000_20161001T000000</IERS_BULLETIN_FILENAME>

<GRI_FILENAME>S2A_OPER_AUX_GRI065_PDMC_20130621T120000_S20130101T000000</GRI_FILENAME>

<ECMWF_DATA_REF>S2__OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20151023T000000_V20151023T180000_20151024T060000</ECMWF_DATA_REF>

</n1:Auxiliary_Data_Info>

_-<n1:Quality_Indicators_Info>

<Cloud_Coverage_Assessment>7.1382</Cloud_Coverage_Assessment>

_-<Technical_Quality_Assessment>

<DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>

<DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>

</Technical_Quality_Assessment>

:-<Quality_Control_Checks>

:-<Quality_Inspections>

<FORMAT_CORRECTNESS_FLAG>PASSED</FORMAT_CORRECTNESS_FLAG>

<GENERAL_QUALITY_FLAG>PASSED</GENERAL_QUALITY_FLAG>

<GEOMETRIC_QUALITY_FLAG>PASSED</GEOMETRIC_QUALITY_FLAG>

<RADIOMETRIC_QUALITY_FLAG>PASSED</RADIOMETRIC_QUALITY_FLAG>

<SENSOR_QUALITY_FLAG>PASSED</SENSOR_QUALITY_FLAG>

</Quality_Inspections>

<Failed_Inspections />

</Quality_Control_Checks>

</n1:Quality_Indicators_Info>

</n1:Level-1C_User_Product>

Lampiran 3. Metadata Citra Satelit Sentinel 2A Kabupaten Mojokerto Akuisisi Tanggal 19 Mei 2019

---- Raster Properties ----
Dataset
= C:\Users\lch\Documents\Materi Kuliah\Smt V\MTA\Data\CITRA\SENTINEL_19052019\S2A_MSIL2A_2
Type = 2
Type = TIFF
Columns = 10980
Rows = 10980
Bands = 8
Interleave = BIP
Data Type = UInt
---- Map Info Properties ----
Type = Projected
Pixel Tie Point X = 0.0
Pixel Tie Point Y = 0.0
Map Tie Point X = 600000.0
Map Tie Point Y = 9200020.0
Pixel Size X = 10.0
Pixel Size Y = 10.0
Units = Meters
Rotation = 0.0
---- Coordinate System Properties ----
Projcs = WGS_1984_UTM_Zone_49S
Geogocs = GCS_WGS_1984
Datum = D_WGS_1984
Spheroid = WGS_1984
Prime Meridian = Greenwich
Unit = Degree
Projection = Transverse_Mercator
False Easting = 500000.0
False Northing = 10000000.0
Central Meridian = 111.0
Scale Factor = 0.9996
Latitude of Origin = 0.0
Unit = Meter
Coordinate System String
= PROJCS[WGS_1984_UTM_Zone_49S
---- Extents Properties ----
Extent Left = 600000.0
Extent Top = 9200020.0
Extent Right = 709800.0
Extent Bottom = 9090220.0
Units = Meters
---- Spectral Properties ----
Band Names 1 = Band 1
Band Names 2 = Band 2
Band Names 3 = Band 3
Band Names 4 = Band 4
Band Names 5 = Band 5
Band Names 6 = Band 6
Band Names 7 = Band 7
Band Names 8 = Band 8
---- Time Properties ----
Acquisition Time = Unknown
---- Security Properties ----
Security Tag = Unknown

```

-<n1:Level-1C_User_Product xsi:schemaLocation="https://psd-
  14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd" >
-<n1:General_Info>
-<Product_Info>
  <PRODUCT_START_TIME>2019-05-
    19T02:35:51.024Z</PRODUCT_START_TIME>
  <PRODUCT_STOP_TIME>2019-05-
    19T02:35:51.024Z</PRODUCT_STOP_TIME>
  <PRODUCT_URI>S2A_MS11C_20190519T023551_N0207_R089_T49MFM
    _20190519T061150.SAFE</PRODUCT_URI>
  <PROCESSING_LEVEL>Level-1C</PROCESSING_LEVEL>
  <PRODUCT_TYPE>S2MS11C</PRODUCT_TYPE>
  <PROCESSING_BASELINE>02.07</PROCESSING_BASELINE>
  <GENERATION_TIME>2019-05-
    19T06:11:50.000000Z</GENERATION_TIME>
  <PREVIEW_IMAGE_URL>Not applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
  <PREVIEW_GEO_INFO>Not applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
-<Datatake datatakeIdentifier="GS2A_20190519T023551_020392_N02.07" >
  <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2A</SPACECRAFT_NAME>
  <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
  <DATATAKE_SENSING_START>2019-05-
    19T02:35:51.024Z</DATATAKE_SENSING_START>
  <SENSING_ORBIT_NUMBER>89</SENSING_ORBIT_NUMBER>
  <SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_DIR
    ECTION>
    </Datatake>
-<Query_Options completeSingleTile="true" >

```

```
<PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>

  </Query_Options>

-<Product_Organisation>

-<Granule_List>

-<Granule
  datastripIdentifier="S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20190519T0611
  50_S20190519T025224_N02.07"
  granuleIdentifier="S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20190519T06115
  0_A020392_T49MFM_N02.07" imageFormat="JPEG2000" >

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B01</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B02</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B03</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B04</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IM
  G_DATA/T49MFM_20190519T023551_B09</IMAGE_FILE>
```

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IMG_DATA/T49MFM_20190519T023551_B10</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IMG_DATA/T49MFM_20190519T023551_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IMG_DATA/T49MFM_20190519T023551_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T49MFM_A020392_20190519T025224/IMG_DATA/T49MFM_20190519T023551_TCI</IMAGE_FILE>

</Granule>

</Granule_List>

</Product_Organisation>

</Product_Info>

▬<Product_Image_Characteristics>

▬<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

▬<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

▬<Image_Display_Order>

<RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>

<GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>

<BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>

</Image_Display_Order>

<QUANTIFICATION_VALUE unit="none"
>10000</QUANTIFICATION_VALUE>

-<Reflectance_Conversion>

<U>0.97888037831272</U>

-<Solar_Irradiance_List>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="0" unit="W/m²μm"
>1884.69</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="1" unit="W/m²μm"
>1959.72</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="2" unit="W/m²μm"
>1823.24</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="3" unit="W/m²μm"
>1512.06</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="4" unit="W/m²μm"
>1424.64</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="5" unit="W/m²μm"
>1287.61</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="6" unit="W/m²μm"
>1162.08</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="7" unit="W/m²μm"
>1041.63</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="8" unit="W/m²μm"
>955.32</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="9" unit="W/m²μm"
>812.92</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="10" unit="W/m²μm"
>367.15</SOLAR_IRRADIANCE>

```

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="11" unit="W/m2μm"
  >245.59</SOLAR_IRRADIANCE>

<SOLAR_IRRADIANCE bandId="12" unit="W/m2μm"
  >85.25</SOLAR_IRRADIANCE>

  </Solar_Irradiance_List>

  </Reflectance_Conversion>

=<Spectral_Information_List>
=<Spectral_Information bandId="0" physicalBand="B1" >

<RESOLUTION>60</RESOLUTION>

=<Wavelength>

<MIN unit="nm" >412</MIN>

<MAX unit="nm" >456</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >442.7</CENTRAL>

  </Wavelength>

=<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.001775742 0.004073061 0.003626143 0.003515199 0.005729163
  0.003780292 0.002636732 0.001262113 0.001987583 0.001368913
  0.001250444 0.000463454 0.000814293 0.001376431 0.001485086
  0.001823735 0.001626817 0.004392062 0.029008099 0.118745933
  0.323875058 0.572819207 0.714727494 0.761967778 0.789297016
  0.808623866 0.810893815 0.824198756 0.854158107 0.870790877
  0.887310969 0.926199242 0.982281495 1 0.975238202 0.93596338
  0.889971481 0.850210477 0.825694526 0.783902388 0.614174215
  0.330071087 0.124108313 0.04365694 0.014749595</VALUES>

  </Spectral_Response>

  </Spectral_Information>

=<Spectral_Information bandId="1" physicalBand="B2" >

```

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

┆<Wavelength>

<MIN unit="nm" >439</MIN>

<MAX unit="nm" >533</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >492.4</CENTRAL>

</Wavelength>

┆<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.01031543 0.03004193 0.02687589 0.02414315 0.02021006
 0.02269349 0.02456409 0.01666701 0.02141313 0.01614422 0.02130721
 0.01846609 0.01818502 0.01767905 0.01911483 0.01924643 0.02739574
 0.04255531 0.0722983 0.15374322 0.32799225 0.55336788 0.71011166
 0.75285179 0.75232691 0.75668081 0.76326948 0.76239425 0.7852515
 0.81546669 0.86179176 0.89282599 0.9195221 0.91900649 0.91315754
 0.90035366 0.88989693 0.8823246 0.87606118 0.88429987 0.90695544
 0.93232085 0.93947252 0.94383543 0.92204086 0.8860231 0.84743609
 0.81251687 0.7823971 0.7731087 0.77209054 0.78742652 0.81217177
 0.84605052 0.88767996 0.92793997 0.95069235 0.96573311 0.96938253
 0.96570294 0.95832003 0.95405064 0.95178268 0.95699722 0.96556515
 0.9770514 0.97709574 0.97436606 0.95903183 0.93506318 0.90190134
 0.87165792 0.84402444 0.82280852 0.81536043 0.82057639 0.8395149
 0.86992171 0.91526205 0.96067028 0.99163699 1 0.98356097
 0.91130763 0.74018256 0.50395858 0.3050155 0.18004605 0.10738342
 0.06593592 0.04207746 0.02662129 0.0143396 0.00265779
 0.00081822</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

┆<Spectral_Information bandId="2" physicalBand="B3" >

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

┆<Wavelength>

<MIN unit="nm" >538</MIN>

<MAX unit="nm" >583</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >559.8</CENTRAL>

</Wavelength>

=<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.01448181 0.03422251 0.07346335 0.15444843 0.31661425
 0.55322279 0.74859406 0.84890306 0.89772216 0.9215368 0.92572845
 0.91122688 0.88818924 0.86523756 0.84718187 0.8387572 0.84459081
 0.86219653 0.88838714 0.92443236 0.96017974 0.98685516 1
 0.9986008 0.98076472 0.94522089 0.8981778 0.85580323 0.81841734
 0.78862048 0.76460653 0.74963745 0.75055111 0.76137888 0.78244479
 0.79890086 0.81016957 0.81408886 0.77358596 0.62881065 0.40397555
 0.21542098 0.10715281 0.04792877 0.01848693
 0.00108588</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

=<Spectral_Information bandId="3" physicalBand="B4" >

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

=<Wavelength>

<MIN unit="nm" >646</MIN>

<MAX unit="nm" >684</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >664.6</CENTRAL>

</Wavelength>

=<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

```
<VALUES>0.00141521 0.02590238 0.11651178 0.39088616 0.74959342
0.94485805 0.98011173 0.99406309 1 0.99545475 0.99052772
0.97733476 0.94055988 0.87894956 0.81629384 0.77345952 0.75448766
0.75991531 0.7826343 0.8101689 0.83612975 0.86125424 0.88609106
0.91138767 0.93405146 0.95042063 0.9592573 0.96039555 0.95913395
0.95809013 0.95527459 0.94376465 0.89490799 0.74426308 0.476777
0.22960399 0.08009118 0.02617076 0.00415242</VALUES>
```

```
</Spectral_Response>
```

```
</Spectral_Information>
```

```
⌞<Spectral_Information bandId="4" physicalBand="B5" >
```

```
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
```

```
⌞<Wavelength>
```

```
<MIN unit="nm" >695</MIN>
```

```
<MAX unit="nm" >714</MAX>
```

```
<CENTRAL unit="nm" >704.1</CENTRAL>
```

```
</Wavelength>
```

```
⌞<Spectral_Response>
```

```
<STEP unit="nm" >1</STEP>
```

```
<VALUES>0.02835786 0.12369337 0.39378774 0.76113071 0.97108502
0.99889523 1 0.99412258 0.98321789 0.96704093 0.94847389
0.92714833 0.90372458 0.88614713 0.86723745 0.79075319 0.58840332
0.26334833 0.05675422 0.00618833</VALUES>
```

```
</Spectral_Response>
```

```
</Spectral_Information>
```

```
⌞<Spectral_Information bandId="5" physicalBand="B6" >
```

```
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
```

```
⌞<Wavelength>
```

<MIN unit="nm" >731</MIN>

<MAX unit="nm" >749</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >740.5</CENTRAL>

</Wavelength>

▬<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00171088 0.05467153 0.25806676 0.64722098 0.89218999
0.90232877 0.91508768 0.94115846 0.96299993 0.97510481 0.9770217
0.98736251 1 0.98880277 0.97179916 0.90126739 0.60672391
0.20520227 0.0267569</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

▬<Spectral_Information bandId="6" physicalBand="B7" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

▬<Wavelength>

<MIN unit="nm" >769</MIN>

<MAX unit="nm" >797</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >782.8</CENTRAL>

</Wavelength>

▬<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00045899 0.0117201 0.05219715 0.16561733 0.36903355
0.63685453 0.86119638 0.97002897 0.99119602 0.99897921 1
0.97725155 0.92572385 0.86605804 0.81969611 0.79407674 0.79111029
0.80431552 0.81902721 0.82571292 0.82011829 0.79222195 0.72054559
0.58767794 0.41430355 0.23088817 0.09850282 0.02736551
0.00516235</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

=<Spectral_Information bandId="7" physicalBand="B8" >

<RESOLUTION>10</RESOLUTION>

=<Wavelength>

<MIN unit="nm" >760</MIN>

<MAX unit="nm" >907</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >832.8</CENTRAL>

</Wavelength>

=<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00067259 0.00388856 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.00028956
 0.00702964 0.01752391 0.03231111 0.05328661 0.08299885 0.12748502
 0.19591065 0.30246323 0.43553954 0.57141637 0.69766701 0.80303852
 0.89115744 0.95284584 0.98894161 1 0.98840653 0.96389216
 0.94207967 0.93694643 0.94227343 0.95395718 0.96828896 0.97966549
 0.9854444 0.98592681 0.98391181 0.97793903 0.97722771 0.97810609
 0.98144486 0.98764558 0.98857708 0.9862422 0.98070921 0.97078624
 0.95721089 0.93865821 0.91672388 0.89620759 0.872888 0.85160331
 0.8246394 0.80078117 0.7823386 0.76360274 0.74962771 0.7387221
 0.73079407 0.72271237 0.72507708 0.72563856 0.72304217 0.72229211
 0.71616364 0.71159446 0.70826954 0.70157205 0.69924532 0.70093762
 0.70692733 0.71824001 0.73124634 0.7484061 0.76818541 0.78394807
 0.7968381 0.80260206 0.8045194 0.80240918 0.79699072 0.78920304
 0.77691621 0.76518406 0.75119717 0.73700357 0.72262399 0.70412578
 0.68410805 0.66474528 0.64736891 0.63005125 0.61564222 0.60249557
 0.58988992 0.57993399 0.57136506 0.56094242 0.55235105 0.54568236
 0.53958052 0.53510215 0.53093675 0.53016508 0.52984662 0.53036682
 0.53211463 0.53271918 0.53246806 0.53331158 0.5319278 0.53051055
 0.52951499 0.52996848 0.53253373 0.53705085 0.54235344 0.54912497
 0.55523055 0.56011135 0.55767999 0.54821984 0.53144613 0.50763528
 0.47811224 0.45092793 0.42798466 0.41051405 0.40039139 0.40087302

```
0.40829375 0.42086556 0.43007022 0.42456692 0.39136817 0.33009008
0.25720509 0.18189031 0.11650668 0.07031579 0.04275381 0.02593154
0.01574394 0.00394326</VALUES>
```

```
</Spectral_Response>
```

```
</Spectral_Information>
```

```
_-<Spectral_Information bandId="8" physicalBand="B8A" >
```

```
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
```

```
_-<Wavelength>
```

```
<MIN unit="nm" >837</MIN>
```

```
<MAX unit="nm" >881</MAX>
```

```
<CENTRAL unit="nm" >864.7</CENTRAL>
```

```
</Wavelength>
```

```
_-<Spectral_Response>
```

```
<STEP unit="nm" >1</STEP>
```

```
<VALUES>0.00030097 0 0 0 0 0 0 0 0.00157217 0.00249886 0.01332037
0.02614866 0.05260479 0.10779709 0.22160755 0.39721628 0.60986885
0.81658883 0.9322445 0.97210033 0.97545482 0.97538048 0.97328205
0.97607828 0.98034955 0.98690928 0.99087465 0.99741818 0.99984673
0.99939141 0.99587928 0.99541228 1 0.99640762 0.92359433
0.74137684 0.48965971 0.25020643 0.11221246 0.04755984 0.02297815
0.01061438 0.00108149</VALUES>
```

```
</Spectral_Response>
```

```
</Spectral_Information>
```

```
_-<Spectral_Information bandId="9" physicalBand="B9" >
```

```
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
```

```
_-<Wavelength>
```

```
<MIN unit="nm" >932</MIN>
```



```

<MAX unit="nm" >958</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >945.1</CENTRAL>

  </Wavelength>

-<Spectral_Response>

  <STEP unit="nm" >1</STEP>

  <VALUES>0.01662953 0.06111857 0.17407094 0.38946454 0.6645915
    0.87454114 0.93695988 0.96751014 0.9893391 0.9951269 1 0.97845762
    0.98069118 0.9922335 0.98798379 0.99428313 0.98348041 0.97820013
    0.95023367 0.95299604 0.92240308 0.85573828 0.70970227 0.46429542
    0.21538427 0.06534121 0.01625596</VALUES>

  </Spectral_Response>

  </Spectral_Information>

-<Spectral_Information bandId="10" physicalBand="B10" >

  <RESOLUTION>60</RESOLUTION>

-<Wavelength>

  <MIN unit="nm" >1337</MIN>

  <MAX unit="nm" >1412</MAX>

  <CENTRAL unit="nm" >1373.5</CENTRAL>

  </Wavelength>

-<Spectral_Response>

  <STEP unit="nm" >1</STEP>

  <VALUES>0.00024052 5.404e-05 3.052e-05 2.872e-05 7.632e-05 0.00010949
    8.804e-05 0.00012356 0.00017424 0.0003317 0.00036891 0.0004467
    0.00065919 0.0010913 0.00196903 0.00373668 0.00801754 0.01884719
    0.04466732 0.10165546 0.20111776 0.34284841 0.50710992 0.6632068
    0.78377143 0.86153862 0.91000261 0.94193255 0.96182259 0.97365119
    0.98169786 0.98795826 0.99283342 0.99649788 0.99906011 1
    0.99907734 0.99601604 0.9909083 0.98479854 0.97802142 0.97030114

```

0.96080954 0.94849765 0.93314108 0.91482336 0.8937997 0.86825426
 0.83023193 0.76384193 0.65440009 0.50671604 0.35014737 0.21799972
 0.12643091 0.06768988 0.0322709 0.013544 0.00544557 0.00237642
 0.00111267 0.00053796 0.0003457 0.00017488 0.00021619 0.00019479
 0.00010421 5.919e-05 5.109e-05 6.115e-05 5.527e-05 3.856e-05 3.147e-
 05 0.00012289 0.0001089 2.502e-05</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

=<Spectral_Information bandId="11" physicalBand="B11" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

=<Wavelength>

<MIN unit="nm" >1539</MIN>

<MAX unit="nm" >1682</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >1613.7</CENTRAL>

</Wavelength>

=<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>6.79e-06 6.66e-06 8e-06 2.734e-05 3.685e-05 8.851e-05
 0.00014522 0.00024812 0.00047627 0.00056335 0.00065326 0.00089835
 0.00114664 0.00165604 0.00241611 0.00350246 0.00524274 0.0081538
 0.01237062 0.0186097 0.02721853 0.03879155 0.05379167 0.07353187
 0.09932758 0.1334178 0.18029249 0.24484994 0.32834511 0.42749961
 0.53576798 0.64570396 0.74245998 0.81447017 0.85866596 0.87924777
 0.88665266 0.888727 0.89105732 0.89725046 0.90632982 0.91627527
 0.9263751 0.93515828 0.94226446 0.94739906 0.95131987 0.95416808
 0.95635128 0.95813297 0.96062738 0.96344083 0.96577764 0.96818134
 0.97104025 0.97343195 0.97597444 0.97865413 0.97994672 0.98064126
 0.98094979 0.98143338 0.98123856 0.98068083 0.98033995 0.98101894
 0.98268503 0.98507875 0.98777658 0.9903608 0.99202087 0.9933069
 0.99256744 0.99044883 0.98717314 0.98353656 0.9800432 0.97617287
 0.97253451 0.96977033 0.96762556 0.9662626 0.96572411 0.96592079
 0.96729798 0.96975438 0.97337748 0.97862858 0.98345358 0.98765317

0.9919238 0.99554959 0.99767411 0.99866451 0.99941783 0.99930984
 0.99885298 0.99913515 0.99973164 0.99973592 1 0.9998438 0.9967639
 0.99175576 0.9859206 0.97887302 0.97029262 0.96135891 0.95379752
 0.94709017 0.94228614 0.93919512 0.93616637 0.92889205 0.9129921
 0.88158383 0.82602164 0.74412949 0.64281662 0.53483955 0.42772166
 0.32439525 0.23488131 0.16445229 0.11056237 0.07271886 0.04634859
 0.02949618 0.01941871 0.0133487 0.00934594 0.00654231 0.00487921
 0.00341903 0.00249864 0.00196431 0.00142754 0.00105878 0.00049978
 0.00022833 0.00015999 3.415e-05 4.517e-05 1.313e-05</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

▬<Spectral_Information bandId="12" physicalBand="B12" >

<RESOLUTION>20</RESOLUTION>

▬<Wavelength>

<MIN unit="nm" >2078</MIN>

<MAX unit="nm" >2320</MAX>

<CENTRAL unit="nm" >2202.4</CENTRAL>

</Wavelength>

▬<Spectral_Response>

<STEP unit="nm" >1</STEP>

<VALUES>0.00063835 0.00102286 0.00288712 0.00399879 0.00658916
 0.00765458 0.00799918 0.00853524 0.00929493 0.00999614 0.01096645
 0.01208363 0.01335837 0.01501119 0.01711931 0.01977307 0.02332743
 0.02765779 0.03320435 0.04020464 0.04886709 0.0596238 0.07315348
 0.09050885 0.11143964 0.13686671 0.16776886 0.20341457 0.24281992
 0.28484195 0.32711894 0.36834301 0.40794043 0.4447145 0.47647207
 0.50303896 0.52524762 0.54328057 0.55717994 0.5685619 0.57895708
 0.58860881 0.59881758 0.60990899 0.62128986 0.63421311 0.64847648
 0.66363778 0.67997936 0.69609688 0.71189957 0.7269499 0.74124079
 0.75734734 0.77201504 0.78552587 0.79818641 0.80962939 0.81965718
 0.82855741 0.83668178 0.84440292 0.85106862 0.85321701 0.85471321
 0.8561428 0.85778963 0.8594989 0.86142876 0.86322831 0.86511218

0.8672932 0.86967076 0.87427502 0.87856212 0.88241466 0.88590611
 0.8894516 0.89320419 0.8966738 0.89987484 0.90257636 0.90481219
 0.90550545 0.90564491 0.90548208 0.90513822 0.90476379 0.90406427
 0.90332978 0.90274309 0.90235795 0.90196488 0.90340528 0.90429478
 0.90529761 0.90642862 0.90807348 0.91010493 0.91293181 0.91556686
 0.91842631 0.92128288 0.92431702 0.92719913 0.92972159 0.93190455
 0.93412538 0.93588954 0.93707083 0.93762594 0.93828534 0.93763643
 0.94042634 0.94250397 0.94324531 0.94301861 0.94210283 0.94061808
 0.93841726 0.93665003 0.93524569 0.93301102 0.92686708 0.92104485
 0.91547175 0.91100989 0.90828339 0.9072733 0.90817907 0.91115631
 0.91617845 0.92284525 0.92059829 0.91947472 0.91947973 0.92126575
 0.92451632 0.92772589 0.93196884 0.93676408 0.94147739 0.94679545
 0.95119533 0.95443018 0.95704142 0.95972628 0.9625372 0.96485326
 0.96603599 0.96664138 0.96630455 0.96545713 0.96484036 0.96365512
 0.96169531 0.95944859 0.95732078 0.95513625 0.95355574 0.95273072
 0.95217795 0.95172542 0.9521403 0.95263595 0.95405248 0.95707559
 0.96063594 0.96421772 0.96830187 0.97268597 0.97741944 0.98289489
 0.9871429 0.99073348 0.99398244 0.99678431 0.99875181 1 0.9999284
 0.9991523 0.99712951 0.99388228 0.98968273 0.98373274 0.97621057
 0.96780985 0.95833495 0.94842856 0.93818752 0.9277078 0.91702104
 0.90597951 0.89384371 0.88165575 0.86861704 0.85460324 0.84058628
 0.82598123 0.80948042 0.79182917 0.7724052 0.74907137 0.72031195
 0.68815487 0.65125598 0.6100244 0.56600904 0.52095058 0.47464344
 0.42924778 0.38584718 0.34208462 0.30067509 0.26317221 0.22770037
 0.19571781 0.16808736 0.14467686 0.12482737 0.10823403 0.09439655
 0.08235799 0.07149445 0.0626855 0.05498009 0.04818852 0.04285814
 0.03859244 0.03494044 0.03199172 0.02958044 0.02741084 0.02556884
 0.02395058 0.02166741 0.0191457 0.01632139 0.0109837 0.00736032
 0.00649061 0.00469736 0.00205874</VALUES>

</Spectral_Response>

</Spectral_Information>

</Spectral_Information_List>

<PHYSICAL_GAINS bandId="0" >4.11041496</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="1" >3.7534237</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="2" >4.17885467</PHYSICAL_GAINS>

<PHYSICAL_GAINS bandId="3" >4.50992805</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="4" >5.19286958</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="5" >4.85843129</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="6" >4.52181443</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="7" >6.14405931</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="8" >5.11918805</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="9" >8.50249942</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="10" >54.79902772</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="11" >35.10177459</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="12" >106.15332873</PHYSICAL_GAINS>

</Product_Image_Characteristics>

</n1:General_Info>

_-<n1:Geometric_Info>

_-<Product_Footprint>

_-<Product_Footprint>

_-<Global_Footprint>

<EXT_POS_LIST>-7.233576861400148 112.81715256797126 -
 7.246465390792522 112.81433052955256 -7.394880289812725
 112.78167553210582 -7.543265131803598 112.74901906085552 -
 7.691483812998969 112.71596264717697 -7.839699479558381
 112.68257709217322 -7.988299135740565 112.65027196154104 -
 8.136920273561053 112.61782904156921 -8.22705712122281
 112.59816787456148 -8.229472946800525 111.90792596859717 -
 7.236383951347981 111.90580535424341 -7.233576861400148
 112.81715256797126 </EXT_POS_LIST>

</Global_Footprint>

</Product_Footprint>

<RASTER_CS_TYPE>POINT</RASTER_CS_TYPE>

<PIXEL_ORIGIN>1</PIXEL_ORIGIN>

</Product_Footprint>

_-<Coordinate_Reference_System>

<GEO_TABLES version="1" >EPSG</GEO_TABLES>

<HORIZONTAL_CS_TYPE>GEOGRAPHIC</HORIZONTAL_CS_TYPE>

</Coordinate_Reference_System>

</n1:Geometric_Info>

_-<n1:Auxiliary_Data_Info>

_-<GIPP_List>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_ATMIMA**" version="**0002**"
>S2A_OPER_GIP_ATMIMA_MPC__20150605T094744_V20150622T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_ATMSAD**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_ATMSAD_MPC__20160729T000005_V20150703T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_LREXTR**" version="**0001**"
>S2A_OPER_GIP_LREXTR_MPC__20150605T094736_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_INVLOC**" version="**0006**"
>S2A_OPER_GIP_INVLOC_MPC__20171206T000000_V20150703T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_BLINDP**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_BLINDP_MPC__20150605T094736_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_CLOINV**" version="**0004**"
>S2A_OPER_GIP_CLOINV_MPC__20151021T225159_V20150701T22
5159_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_CONVER**" version="**999**"
>S2A_OPER_GIP_CONVER_MPC__20150710T131444_V20150627T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_DATATI**" version="**0007**"
>S2A_OPER_GIP_DATATI_MPC__20151117T131048_V20150703T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_DECOMP**" version="**0000**"
>S2A_OPER_GIP_DECOMP_MPC__20121031T075922_V19830101T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_EARMOD**" version="**0001**"
>S2__OPER_GIP_EARMOD_MPC__20150605T094736_V20150622T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_ECMWFP**" version="**0002**"
>S2A_OPER_GIP_ECMWFP_MPC__20121031T075922_V19830101T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_G2PARA**" version="**0001**"
>S2A_OPER_GIP_G2PARA_MPC__20150605T094736_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_G2PARE**" version="**0002**"
>S2A_OPER_GIP_G2PARE_MPC__20150605T094736_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_GEOPAR**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_GEOPAR_MPC__20150605T094741_V20150622T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_INTDET**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_INTDET_MPC__20171206T000000_V20150703T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_JP2KPA**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_JP2KPA_MPC__20160222T110000_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_MASPAR**" version="**0008**"
>S2A_OPER_GIP_MASPAR_MPC__20161104T000000_V20161121T2
35900_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_OLQCPA" version="0000"
>S2A_OPER_GIP_OLQCPA_MPC__20181218T000020_V20190211T0
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_PRDLOC" version="0012"
>S2A_OPER_GIP_PRDLOC_MPC__20180301T130000_V20180305T0
05000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_PROBAS" version="0207"
>S2A_OPER_GIP_PROBAS_MPC__20190307T000207_V20190311T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2ABCA" version="0186"
>S2A_OPER_GIP_R2ABCA_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2BINN" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2BINN_MPC__20150605T094803_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2CRCO" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2CRCO_MPC__20151023T224715_V20150622T22
4715_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094742_V20150622T000
000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20150605T094741_V20150622T000
000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094741_V20150622T00
0000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEPT" version="0022"
>S2A_OPER_GIP_R2DEPT_MPC__20180713T000022_V20180716T010
000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2" version="0014"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EOB2**" version="**0014**"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EOB2**" version="**0014**"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EOB2**" version="**0014**"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EOB2**" version="**0014**"
>S2A_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20190412T145327_V20190429T00
0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2EQOG**" version="**0155**"
>S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
00000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG" version="0155"
 >S2A_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20190506T123000_V20190509T0
 0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
 >S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
 0000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
 >S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
 0000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
 >S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094741_V20150622T00
 0000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
 >S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
 0000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
 >S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
 0000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2NOMO" version="0004"
>S2A_OPER_GIP_R2NOMO_MPC__20150605T094803_V20150622T0
00000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2PARA" version="0006"
>S2A_OPER_GIP_R2PARA_MPC__20160303T160000_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2SWIR" version="0021"
>S2A_OPER_GIP_R2SWIR_MPC__20180406T000021_V20180604T10
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI" version="0003"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2WAFI**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_R2WAFI**" version="**0003**"
>S2A_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20150605T094742_V20150622T00
0000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_RESPAR**" version="**0001**"
>S2A_OPER_GIP_RESPAR_MPC__20150605T094736_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_SPAMOD**" version="**0022**"
>S2A_OPER_GIP_SPAMOD_MPC__20181218T000022_V20190110T0
00000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_TILPAR**" version="**0007**"
>S2A_OPER_GIP_TILPAR_MPC__20151209T095117_V20150622T00
0000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131048_V20150703T000
000_21000101T000000_B01</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131049_V20150703T000
000_21000101T000000_B02</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131049_V20150703T000
000_21000101T000000_B03</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131049_V20150703T000
000_21000101T000000_B04</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B05</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="**GIP_VIEDIR**" version="**0005**"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B06</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B07</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B08</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B8A</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B10</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131050_V20150703T000
000_21000101T000000_B11</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR" version="0005"
>S2A_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20151117T131051_V20150703T000
000_21000101T000000_B12</GIPP_FILENAME>

</GIPP_List>

<PRODUCTION_DEM_TYPE>S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_1980010
1T000000_S19800101T000000</PRODUCTION_DEM_TYPE>

<IERS_BULLETIN_FILENAME>S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20190
516T000000_V20190517T000000_20200516T000000</IERS_BULLETI
N_FILENAME>

<GRI_List />

<ECMWF_DATA_REF>S2__OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20190518T12
0000_V20190519T000000_20190519T120000</ECMWF_DATA_REF>

</n1:Auxiliary_Data_Info>

```

-<n1:Quality_Indicators_Info>
  <Cloud_Coverage_Assessment>0.2601</Cloud_Coverage_Assessment>
-<Technical_Quality_Assessment>
  <DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>0.0</DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>
  <DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>
  </Technical_Quality_Assessment>
-<Quality_Control_Checks>
-<Quality_Inspections>
  <quality_check checkType="FORMAT_CORRECTNESS"
    >PASSED</quality_check>
  <quality_check checkType="GENERAL_QUALITY"
    >PASSED</quality_check>
  <quality_check checkType="GEOMETRIC_QUALITY"
    >PASSED</quality_check>
  <quality_check checkType="RADIOMETRIC_QUALITY"
    >PASSED</quality_check>
  <quality_check checkType="SENSOR_QUALITY"
    >PASSED</quality_check>
  </Quality_Inspections>
</Failed_Inspections />
  </Quality_Control_Checks>
</n1:Quality_Indicators_Info>
</n1:Level-1C_User_Product>

```

Lampiran 4. Hasil Pengolahan Uji Akurasi *Confusion Matrix* Citra Landsat 7 Tahun 2002

Class	Ground Truth (Pixels)			
	awan	hutan	perkebunan	pemukiman
Unclassified	0	0	0	0
awan	2587	376	19	0
hutan	188	25701	275	0
perkebunan	79	1031	1489	0
pemukiman dan	126	35	178	0
pertanian	137	1680	702	0
Total	3117	28823	2663	0

Lampiran 5. Hasil Pengolahan Uji Akurasi *Confusion Matrix* Citra Sentinel-2A Tahun 2015

Class	Ground Truth (Pixels)			
	awan	hutan	pertanian	perkebunan
Unclassified	0	0	0	0
awan	1024	17	0	0
hutan	1	2236	0	0
pertanian	3	8	377	0
perkebunan	0	360	1	0
pemukiman	0	0	0	0
Total	1028	2621	378	0

Lampiran 6. Hasil Pengolahan Uji Akurasi *Confusion Matrix* Citra Sentinel-2A Tahun 2019

Class	Ground Truth (Pixels)			
	awan	hutan	pemukiman	pertanian
Unclassified	0	0	0	0
awan	118	0	0	0
hutan	0	1524	0	0
pemukiman	0	8	54	0
pertanian	0	0	1	0
perkebunan	0	115	0	0
Total	118	1647	55	0

Lampiran 7. Metadata DEMNAS Kabupaten Mojokerto

Raster Dataset Properties	
General Key Metadata	
Property	Value
Data Source	
Raster	DEMNAS_1608-13_v1.0.tif
Data Type	File System Raster
Folder	C:\Users\jcha\Documents\Materi Kuliah\Smt VIII\TA\Dat...
Raster Information	
Columns and Rows	3333, 3333
Number of Bands	1
Cell Size (X, Y)	7.500750 1e-005, 7.500750 1e-005
Uncompressed Size	42.38 MB
Format	TIFF
Source Type	Generic Switch to ▼
Pixel Type	floating point
Pixel Depth	32 Bit
NoData Value	-1.#IND Edit...
Colormap	absent
Pyramids	level: 4, resampling: Nearest Neighbor Build...
Compression	None
Mensuration Capabilities	Basic
Extent	
Top	-7.5
Left	112.5
Right	112.75
Bottom	-7.75
Spatial Reference	GCS_WGS_1984 Edit...
Linear Unit	
Angular Unit	Degree (0.0174532925199433)
Datum	D_WGS_1984

Lampiran 9. Peta Tutupan Lahan Tahun 2002

Lampiran 10. Peta Tutupan Lahan Tahun 2015

Lampiran 11. Peta Tutupan Lahan Tahun 2019

Lampiran 12. Peta Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2019

Lampiran 13. Peta Curah Hujan Bulan Agustus Tahun 2019

Lampiran 14. Peta Geologi

Lampiran 15. Peta Kemiringan Tanah

Lampiran 16. Peta Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 1
(Bulan Januari) Tahun 2019

Lampiran 17. Potensi Bencana Tanah Longsor Kondisi 2 (Bulan
Agustus) Tahun 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bekasi, 8 Juli 1998, yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Abdul Rahman dan Ibu Nurma Husnidah. Penulis telah menempuh jenjang Pendidikan formal di beberapa sekolah yaitu: TKIT Al-Iman Bekasi (2003-2005), SDIT Al-Iman Bekasi (2005-2011), SMPIT As-Syifa *Boarding School* Subang (2011-2013), dan SMA Negeri 12 Jakarta (2013-2016). Penulis melanjutkan Pendidikan S1 di Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan (FTSPK) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2016 yang terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 03311640000094 dan tergabung dalam angkatan G18.

Selama menjalani masa perkuliahan, Penulis aktif mengikuti Kepanitiaan Ini Lho ITS! 2017, Gesture 2017, Gerigi ITS 2017, Geosentric 2017, Gerigi ITS 2018, Petrolida 2019, dan FIT ISI 2019. Penulis juga aktif mengikuti organisasi kemahasiswaan HIMAGE-ITS 2017-2018, IMG I 2018-2019, BEM ITS GELORA AKSI 2018-2019, dan BEM ITS KOLABORAPI 2019-2020. Selain itu, penulis juga telah mengikuti beberapa kegiatan pelatihan, yaitu LKMM Pra-TD dan PKTI.

Untuk mendapatkan gelar S.T (Sarjana Teknik), penulis mengambil topik penelitian tugas akhir analisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada laboratorium Geospasial dengan judul “Analisis Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Metode Pembobotan dan *Scoring* Parameter Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Pacet dan Trawas, Kabupaten Mojokerto)”.

Segala sesuatu yang ingin disampaikan kepada penulis, baik krtitik maupun saran mengenai penelitian tugas akhir ini, dapat disampaikan melalui *e-mail* maitsalubna@gmail.com.