

**SKRIPSI GEOFISIKA**

**PEMETAAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN SEBELUM DAN  
SETELAH BENCANA LONGSOR DI KABUPATEN GOWA PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan Diajukan Oleh:**

**ANDI NURSUASRI AINI**

**H061 17 1015**



**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**HALAMAN JUDUL**

**PEMETAAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN  
SEBELUM DAN SETELAH BENCANA LONGSOR DI  
KABUPATEN GOWA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**

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

**OLEH:**

**ANDI NURSUASRI AINI**

**H061171015**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMETAAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN SEBELUM DAN  
SETELAH BENCANA LONGSOR DI KABUPATEN GOWA PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI NURSUA SRI AINI**

**H061171015**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 29 Maret 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, M.T. Surv.**

**NIP. 196406161989031006**

Ketua Program Studi,



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

**NIP. 196709291993031003**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Nursuasri Aini

Nim : H061171015

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“PEMETAAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN SEBELUM DAN  
SETELAH BENCANA LONGSOR DI KABUPATEN GOWA PROVINSI  
SULAWESI SELATAN”**

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

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

Makassar, 29 Maret 2021

Yang menyatakan

The image shows a green 6000 Rupiah postage stamp with a signature in black ink over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL', '7E104AHF913724668', '6000', and 'ENAM RIBU RUPIAH'. Below the stamp, the name 'ANDI NURSUASRI AINI' is printed.

ANDI NURSUASRI AINI

## SARI BACAAN

Bencana longsor merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia, salah satunya di Kabupaten Gowa. Badan Pusat Statistik mencatat ada 46 kejadian bencana longsor di Kabupaten Gowa pada tahun 2019. Dari 18 kecamatan yang ada, terdapat 10 kecamatan terdampak bencana longsor pada tahun 2019 yaitu Kecamatan Biringbulu, Kecamatan Bontoloempangan, Kecamatan Bontomarannu, Kecamatan Bungaya, Kecamatan Manuju, Kecamatan Parangloe, Kecamatan Parigi, Kecamatan Tinggimoncong, Kecamatan Tombolopao, Kecamatan Tompobulu. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menghitung perubahan tutupan lahan sebelum dan setelah kejadian bencana longsor di Kabupaten Gowa menggunakan citra satelit sentinel-2, selain itu membuat peta kerawanan longsor di Kabupaten Gowa menggunakan parameter kemiringan lereng, tutupan lahan, curah hujan, dan jenis tanah dengan menggunakan teknik *model builder*. Dari hasil pengolahan data yang dilakukan, didapatkan penurunan luas tutupan lahan hutan sebesar 0,70% dan perkebunan sebesar 22,76%, sedangkan wilayah yang mengalami peningkatan luas tutupan lahan ialah sawah sebesar 29,49%, permukiman 1,88%, kawasan campuran 8,08%, dan tegalan 22,75%. Adapun tingkat kerawanan longsor di Kabupaten Gowa 27,36% berada pada kelas tidak rawan, 28,38% berada pada kelas agak rawan, 33,48% berada pada kelas cukup rawan, 9,60% berada pada kelas rawan, dan 1,18% berada pada kelas sangat rawan.

**Kata Kunci:** Tutupan Lahan, Longsor, Sentinel-2, *model builder*.

## **ABSTRACT**

Landslide disaster is one of the most frequent disasters in Indonesia. Especially in Gowa District, South Sulawesi Province. Badan Pusat Statistic record that there were 46 landslide events in Gowa Regency in 2019. There are 10 sub-district affected by landslide namely Biringbulu Sub-district, Bontolempangan Sub-district, Bontomarannu Sub-district, Bungaya Sub-district, Manuju Sub-district, Parangloe Sub-district, Parigi Sub-district, Tinggimoncong Sub-district, Tombolopao Sub-district, Tompobulu Sub-district. The purpose of this study is to calculate changes in land cover before and after the landslide disaster in Gowa Regency using sentinel-2 satellite imagery and to map the class of landslide vulnerability in Gowa District, the parameters used in this study are slope, land cover, rainfall, and also soil type using model builder technique. Based on the results of the data processing carried out, it was found that the forest land cover area decreased by 0,70% and plantations by 22,76%. While the areas that experienced an increase in land cover were rice fields by 29.49%, settlements 1.88%, mixed areas. 8.08%, and moor 22.75%. As for the level of landslide vulnerability in Gowa Regency, 27.36% were in the non-vulnerable class, 28.38% were in the rather vulnerable class, 33.48% were in the quite vulnerable class, 9.60% were in the vulnerable class, and 1.18 % are in very vulnerable class.

**Keywords:** Land Cover, Landslide, Sentinel-2, Model Builder

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaykum Wa Rahmatullaahi Wa Barakaatuuh.*

*Alhamdulillah* *rabbi'alamiin*. Tidak ada kata yang paling layak penulis ucapkan selain kalimat syukur ini kepada الله *Subhanahu Wa Ta'ala*. Tuhan semesta alam yang dengan segala Rahman dan Rahim-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Sebelum dan Setelah Bencana Longsor di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan**”. Shalawat dan Salam tidak luput untuk selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad ﷺ. Nabi akhir zaman yang sudah menjadi teladan Umat, dalam berakhlak, berusaha dan berdoa. Nabi yang telah membawa perubahan pada tataran dunia. Insyallah, setiap kehidupan beliau menjadi cerminan bagi penulis untuk senantiasa berbuat sebaik-sebaiknya, sesungguhnya, dan seikhlas-ikhlasnya.

Lewat bundelan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu penulis dalam bentuk apapun, dalam tindak sekecil apapun.

1. Kepada Orang Tua penulis, **Etta, Andi Suaib Rahimahullah**, semoga Allah menempatkanmu ditempat terbaik di sisi-Nya dan kita dapat kembali berkumpul di surganya kelak. **Ummi, Sri Haslinawati** terimakasih untuk seluruh cinta kasih yang engkau berikan, selalu mendukung meskipun

penulis sedang berada dalam titik terendahnya, terimakasih sudah menjadi ibu yang kuat bagi dua orang anaknya.

2. Kepada **Adik** penulis **Andi Nuraliyah Aini**, terimakasih sudah menjadi saudara, sahabat, teman dan segalanya bagi penulis, terimakasih sudah selalu sabar dan kuat dalam menjalani segala cobaan hidup yang ada. Semoga kita berdua dapat menjadi kebanggan Orang Tua kelak.
3. Kepada sanak keluarga yang senantiasa mendukung dan mendorong penulis agar segera menyelesaikan skripsi ini. Terkhusus **Etta Akram**, **Etta Zakkir**, dan **Puang Ani** terimakasih atas bantuan moral dan materil yang diberikan, meskipun kini penulis tidak memiliki seorang Ayah, namun berkat kalian penulis tidak merasa kekurangan sedikitpun.
4. Kepada **Baitulmaal Muamalat** selaku penanggung jawab **Beasiswa Sarjana Muamalat**, terimakasih atas segala bantuan dan pelatihan yang diberikan, semoga semakin maju dan sukses kedepannya.
5. Bapak **Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, M.T. Surv** selaku pembimbing. Terimakasih atas segala waktu, ilmu, nasehat dan segala hal yang diluangkan untuk penulis, hingga akhirnya penulis mampu merangkai tiap lembar menjadi sebuah potongan skripsi seperti sekarang ini.
6. Kepada Bapak **Dr, Paharuddin, M.Si Rahimahullah**, terimakasih atas segala dedikasinya, tanpa masukan dari Bapak, penulis tidak akan mampu melaksanakan penelitian ini. Semoga segala ilmu dan waktu yang diberikan dapat menjadi amal jariyah Bapak, Aamiin.



7. Kepada Bapak **Syamsuddin, S.Si, M.T** dan Bapak **Muh. Fawzy Ismullah Massinai, S.Si, M.T** selaku tim penguji. Terimakasih atas kritik dan saran yang akhirnya membantu lahirnya segala tulisan yang ada dalam skripsi ini.
8. Kepada Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika, serta seluruh staf Departemen Geofisika, Departemen Fisika, dan Staf Fakultas MIPA yang telah membantu dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik, terkhusus selama pengurusan penelitian ini. Terimakasih.
9. Kepada Bapak **Ir. Bambang Harimei, M. Si** selaku Penasehat Akademik penulis. Terimakasih atas senyuman, nasehat, motivasi dan segala kebaikan. Serta kepada dosen-dosen yang telah mendedikasikan waktunya sebagai pengajar. Terimakasih atas ilmu yang tidak akan pernah sia-sia kalian ajarkan. Semoga menjadi amal jariah untuk kehidupan akhirat.
10. Kepada **Kak Athar** terimakasih sudah membantu penulis selama proses pengolahan data, semoga ilmu yang diajarkan dapat menjadi lading pahala bagi kakak.
11. Kepada **ESA, Audy, Difa, Lulu, Rifly, dan Ikhsan**. Terimakasih sudah menjadi saksi tumbuh dan berkembangnya penulis sejak dahulu kala, selalu menjadi pendengar yang baik, dari kalian penulis banyak belajar untuk senantiasa bersyukur dalam keadaan apapun itu.
12. Kepada **Mirna, Nia, Titien, Illa, Karmila, Danty, Daya, Rina, Unia, Nina, Aya, Hikmah, Aul** dan **Yusrin** terimakasih atas segala bantuan

yang telah diberikan kepada Penulis, sudah menjadi My 911 saat berada dalam keadaan darurat dan membutuhkan bantuan.

13. Kepada **Fira, Ariq, Dila, Fayiz, Eja, Algi, Windi, Nisa, Syam, Moya, Yusril**, seluruh **Keluarga Letting, Fakta Pare, Forum Anak Sulawesi Selatan**, terimakasih sudah memberikan wadah bagi penulis untuk terus belajar, tidak hanya teman dalam sebuah program kerja, tapi juga menjadi keluarga dalam banyak hal.

14. Kepada teman-teman **Geofisika 2017** dan **Himafi 2017** terimakasih atas kerjasamanya selama ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai. Namun sebagai manusia biasa yang memiliki kekurangan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SARI BACAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Ruang Lingkup .....	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
II.1 Tanah Longsor .....	4
II.1.1 Bagian-Bagian Longsor .....	10
II.1.2 Parameter Penyebab Tanah Longsor .....	12
II.2 Penginderaan Jauh.....	14
II.2.1 Resolusi Citra Penginderaan Jauh.....	16
II.2.2 Klasifikasi Digital .....	18
II.2.2.1 Klasifikasi Terbimbing Maximum Likelihood.....	19
II.2.2.2 Pengukuran Akurasi Hasil Klasifikasi.....	20

II.3 Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	22
II.3.1 Data Spasial .....	22
II.4 <i>Model Builder</i> .....	24
II.5 Geologi Regional Gowa.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	28
III.2 Alat dan Bahan .....	29
III.2.1 Alat .....	29
III.2.2 Bahan.....	29
III.3 Teknik / Prosedur Penelitian.....	29
III.3.1 Prosedur Pengambilan Data .....	29
III.3.2 Prosedur Pengolahan Data .....	30
III.4 Bagan Alir.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
IV.1 Hasil dan Pembahasan Perubahan Tutupan Lahan.....	34
IV.1.1 Tutupan Lahan Kabupaten Gowa Tahun 2018 .....	34
IV.1.2 Tutupan Lahan Kabupaten Gowa Tahun 2019 .....	35
IV.1.3 Uji Akurasi .....	36
IV.1.4 Perubahan Tutupan Lahan .....	38
IV.2 Hasil dan Pembahasan Tingkat Kerawanan Longsor Kabupaten Gowa .....	54
IV.2.1 Kemiringan Lereng.....	54
IV.2.2 Tutupan Lahan.....	55
IV.2.3 Erodibilitas Tanah .....	56
IV.2.4 Curah Hujan .....	58

IV.2.5 Kerawanan Longsor .....	59
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
V.1 Kesimpulan .....	63
V.2 Saran .....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Skema gerakan massa tanah <i>Rockfall</i> (Jatuhan).....	4
<b>Gambar 2.2</b> Skema gerakan massa tanah <i>Topple</i> (Jungkiran).....	7
<b>Gambar 2.3</b> Skema Gerakan Longsoran Rotasional dan Translasiional .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Skema Gerakan Massa Tanah Sebaran Lateral .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Skema Gerakan Massa Tanah Aliran Puing .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Skema Gerakan Massa Tanah Aliran Lahar .....	15
<b>Gambar 2.7</b> Skema Gerakan Massa Tanah Longsoran Puing - Puing.....	16
<b>Gambar 2.8</b> Skema Gerakan Aliran Permukaan.....	17
<b>Gambar 2.9</b> Bagian – Bagian Longsor .....	25
<b>Gambar 2.10</b> Faktor Kestabilan Lereng Terhadap Waktu.....	12
<b>Gambar 2.11</b> Sistem Penginderaan Jauh dan Aplikasinya .....	15
<b>Gambar 2.12</b> Sistem Penginderaan Jauh Aktif dan Pasif .....	16
<b>Gambar 2.13</b> Hasil Perbedaan Resolusi Spasial .....	17
<b>Gambar 2.14</b> <i>Spectral Resolution</i> .....	18
<b>Gambar 2.15</b> Model Data Vektor .....	23
<b>Gambar 2.16</b> Model dan Contoh Resolusi Spasial Data Raster .....	24
<b>Gambar 3.1</b> Peta Lokasi Penelitian.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Peta Tutupan Lahan Kabupaten Gowa 2018 .....	34
<b>Gambar 4.2</b> Peta Tutupan Lahan Kabupaten Gowa 2019 .....	35
<b>Gambar 4.3</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Biringbulu .....	38
<b>Gambar 4.4</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bontolempangan.....	40
<b>Gambar 4.5</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bontomarannu .....	41

<b>Gambar 4.6</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bungaya .....	42
<b>Gambar 4.7</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Manuju .....	44
<b>Gambar 4.8</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Parangloe .....	45
<b>Gambar 4.9</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Parigi.....	47
<b>Gambar 4.10</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tinggimoncong.....	48
<b>Gambar 4.11</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tombolopao.....	50
<b>Gambar 4.12</b> Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tompobulu.....	51
<b>Gambar 4.13</b> Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Gowa .....	55
<b>Gambar 4.14</b> Persentase Luas Tutupan Lahan Kabupaten Gowa 2019 .....	56
<b>Gambar 4.15</b> Peta Jenis Tanah Kabupaten Gowa.....	57
<b>Gambar 4.16</b> Peta Erodibilitas Tanah Kabupaten Gowa .....	58
<b>Gambar 4.17</b> Peta Curah Hujan Kabupaten Gowa .....	59
<b>Gambar 4.18</b> Peta Kerawanan Longsor Kabupaten Gowa .....	60

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Bagian – Bagian Longsor .....	11
<b>Tabel 2.2</b> Perhitungan Akurasi Hasil Klasifikasi Dengan <i>Confusion Matrix</i> .....	21
<b>Tabel 2.3</b> <i>Connector Arrows</i> pada <i>ArcGis Model Builder</i> .....	25
<b>Tabel 3.1</b> Data Sekunder .....	29
<b>Tabel 3.2</b> Nilai Pembobotan Tiap Parameter .....	31
<b>Tabel 4.1</b> Luas Tutupan Lahan Kabupaten Gowa Tahun 2018.....	34
<b>Tabel 4.2</b> Luas Tutupan Lahan Kabupaten Gowa Tahun 2019.....	35
<b>Tabel 4.3</b> Nilai <i>Confusion Matrix</i> .....	37
<b>Tabel 4.4</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Biringbulu.....	38
<b>Tabel 4.5</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bontolempangan.....	39
<b>Tabel 4.6</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bontomarannu .....	41
<b>Tabel 4.7</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Bungaya .....	42
<b>Tabel 4.8</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Manuju.....	44
<b>Tabel 4.9</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Parangloe .....	45
<b>Tabel 4.10</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Parigi .....	47
<b>Tabel 4.11</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tinggimoncong .....	48
<b>Tabel 4.12</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tombolopao.....	50
<b>Tabel 4.13</b> Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Tompobulu .....	51
<b>Tabel 4.14</b> Persentase Kerawanan Longsor Tiap Kecamatan Kabupaten Gowa .60	
<b>Tabel 4.15</b> Tingkat Kerawanan Longsor Kabupaten Gowa .....	61



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Bencana adalah rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat, hal ini diatur dalam undang – undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana. Bencana disebabkan oleh berbagai faktor yang mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta, dan dampak psikologis. Bencana yang disebabkan oleh alam seperti tanah longor, gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, dan angin topan (BNPB, 2016).

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Australia, dan Lempeng Pasifik yang selalu bergerak dan saling menumbuk. Hasil dari tubrukan tersebut ialah terbentuknya pegunungan maupun perbukitan di Indonesia, yang kemiringan lerengnya curam, sehingga sangat memungkinkan untuk terjadinya tanah longsor (Arifianti, 2011).

Tanah longsor merupakan kejadian alam ketika satu blok (massa) tergelincir ke bawah terhadap massa yang lain. Hal ini banyak disebabkan oleh tidak kuatnya gaya lekat (*resisting force*) antar lapisan tanah menahan perubahan masa (*driving force*) dalam struktur tanah tersebut. Tanah longsor adalah suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia (Sudibyo & Ridho, 2015). Ada beberapa faktor penyebab tanah longsor diantaranya kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, dan jenis tanah.

Berdasarkan Indeks Risiko Bencana Tanah Longsor Kabupaten / Kota yang dikeluarkan oleh BNPB pada tahun 2013 Kabupaten Gowa menempati urutan kelima. Sampai dengan tahun 2018 Kabupaten Gowa masih berada dalam kelas risiko tinggi untuk kejadian tanah longsor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dalam Kabupaten Gowa Dalam Angka Tahun 2020, terdapat 11 kejadian tanah longsor pada tahun 2014, 21 kejadian pada tahun 2018, dan 46 kejadian pada tahun 2019. Dari 18 kecamatan yang berada di Kabupaten Gowa, terdapat 10 Kecamatan terdampak bencana longsor pada tahun 2019 yaitu Kecamatan Biringbulu, Kecamatan Bontolempangan, Kecamatan Bontomarannu, Kecamatan Bungaya, Kecamatan Manuju, Kecamatan Parangloe, Kecamatan Parigi, Kecamatan Tinggimoncong, Kecamatan Tombolopao, Kecamatan Tompobulu (BPS Kabupaten Gowa, 2020).

Teknik penginderaan jauh ialah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang menggunakan bantuan satelit maupun pesawat. Hasil dari data penginderaan jauh kemudian diolah menggunakan metode Sistem Informasi Geografis. Dampak dari kejadian tanah longsor yang paling terlihat ialah perubahan penggunaan lahan, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membuat peta perubahan penggunaan lahan sebelum dan setelah kejadian bencana longsor di Kabupaten Gowa menggunakan citra satelit sentinel-2. Selain itu dibuat peta kerawanan longsor sebagai bahan pertimbangan mitigasi menggunakan parameter curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan peta tutupan lahan setelah bencana longsor.

## **II.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan ialah:

1. Bagaimana perubahan penggunaan lahan sebelum dan setelah kejadian bencana longsor di Kabupaten Gowa menggunakan citra satelit sentinel-2?
2. Bagaimana tingkat kerawanan longsor di Kabupaten Gowa?

## **II.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dari penelitian ini ialah membuat peta perubahan penggunaan lahan sebelum dan setelah kejadian bencana longsor menggunakan citra satelit sentinel-2 dengan teknik *model builder* dan membuat peta kerawanan longsor sebagai bahan pertimbangan mitigasi bencana longsor Kabupaten Gowa.

## **II.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Membuat peta perubahan penggunaan lahan sebelum dan setelah kejadian bencana longsor di Kabupaten Gowa.
2. Membuat peta kerawanan longsor menggunakan parameter curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan penggunaan lahan sebagai bahan pertimbangan mitigasi bencana yang dapat dilakukan pemerintah Kabupaten Gowa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Tanah Longsor**

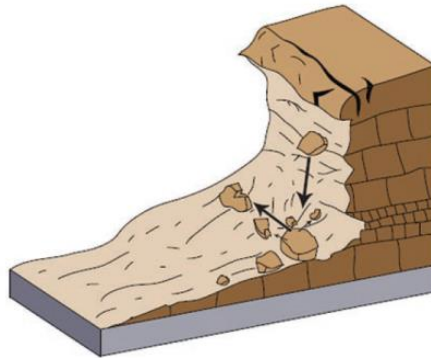
Tanah longsor atau gerakan tanah adalah gerakan massa batuan pada suatu lereng yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Hal ini terjadi karena adanya gangguan pada kesetimbangan gaya penahan (*Shear strength*) dan gaya peluncur (*Shear stress*) yang bekerja pada suatu lereng. Ketidaksetimbangan terjadi karena adanya gangguan dari gaya luar yang mengakibatkan gaya peluncur lebih besar daripada gaya penahan. Tanah longsor biasanya terjadi pada lereng terjal dengan sudut kemiringan lereng 15 - 45° pada batuan vulkanik lapuk dengan tingkat curah hujan yang tinggi (Naryanto, 2011).

Menurut Highland & Bobrowsky (2008) tanah longsor dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan pergerakan dan jenis material yang terlibat. Material massa longsor terdiri dari batu atau tanah (atau keduanya). Jenis gerakan menggambarkan mekanisme massa longsor berpindah: *fall* (jatuhan), *topple* (jungkiran), *slide* (longsoran), *spread* (sebaran), atau *flow* (aliran):

##### **1. *Fall* (Jatuhan)**

Jatuhan dimulai dengan terlepasnya tanah, atau batuan, atau keduanya dari lereng yang curam di sepanjang permukaan baik kecil atau besarnya pergerakan yang terjadi, skema gerakan massa tanahnya dapat dilihat pada Gambar 2.1. Material berjatuhan baik dengan cara jatuh, terpelantak, atau terguling. Ukuran material yang jatuh sangat bervariasi, dari batuan maupun

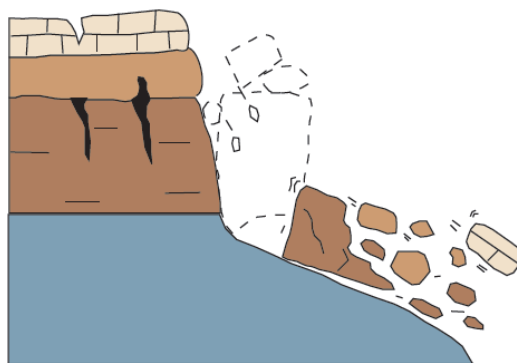
gumpalan tanah, hingga balok-balok besar berukuran ribuan meter kubik. Kecepatan jatuhnya tergantung pada kemiringan lereng. Longsoran ini dapat diakibatkan oleh proses alami seperti guncangan gempa, aktivitas manusia seperti penggalian, pembangunan jalan, ataupun getaran kuat lainnya.



**Gambar 2.1** Skema Gerakan Massa Tanah *Rockfall* (Jatuhan) (Highland & Bobrowsky, 2008).

## 2. *Topple* (Jungkiran)

*Topple* (jungkiran) adalah gerakan massa tanah atau batuan dengan cara berotasi ke depan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Biasanya disebabkan dorongan gaya gravitasi yang diberikan oleh berat material massa yang dipindahkan, pengikisan hidrostatik di celah bidang, getaran, pelapukan, penggalian, maupun erosi sungai.



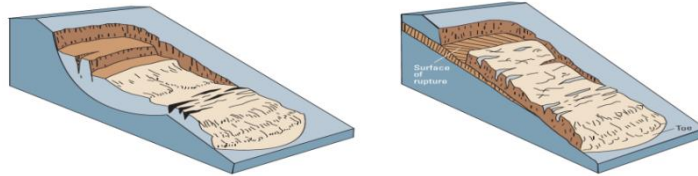
**Gambar 2.2** Skema Gerakan Massa Tanah *Topple* (Jungkiran) (Highland & Bobrowsky, 2008).

### 3. *Slide* (Longsoran)

Longsoran ialah pergerakan lereng dari suatu massa tanah atau batuan yang terjadi pada permukaan retak dan diakibatkan oleh tegangan geser. Longsoran dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu longsoran rotasional (*rotational slide*) dan longsoran translasional (*translational slide*):

- a. Longsoran rotasional, yaitu Bergeraknya massa tanah pada bidang gelincir berbentuk cekung serta pergerakannya berputar pada sumbu yang sejajar dengan kontur lereng dan seringkali terjadi pada material homogen, untuk skema gerakan longsoran rotasional ditunjukkan pada Gambar 2.3. Tingkat pergerakannya variatif, mulai dari yang sangat lambat yaitu 0,3 meter tiap tahunnya hingga lumayan cepat yaitu 1,5 meter tiap bulannya. Jenis longsoran ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, atau pencairan salju yang cepat sehingga peningkatan kadar air pada tanah semakin meningkat, erosi pada dasar lereng, ataupun gempabumi.
- b. Longsoran translasional, yaitu Bergeraknya massa tanah pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai, ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.3. Material pada longsoran dapat berupa tanah yang gembur hingga lempengan batuan yang sangat luas. Umumnya ukuran longsoran ini lebih dangkal jika dibandingkan dengan longsoran rotasi. Pergerakan longsoran translasional cukup lambat yaitu 1,5 meter tiap bulannya, namun pada umumnya bergerak cepat 1,5 meter tiap hari hingga sangat cepat. Longsoran translasional disebabkan oleh peningkatan air tanah pada longsoran karena curah hujan yang tinggi, salju yang mencair,

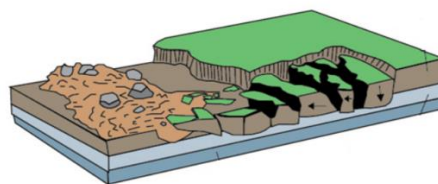
banjir, atau genangan air lainnya akibat irigasi, ataupun gangguan manusia.



**Gambar 2.3** Skema Gerakan Longsoran Rotasional (Sebelah Kiri) dan Longsoran Translasiional (Sebelah Kanan) (Highland & Bobrowsky, 2008).

#### 4. *Lateral Spreads* (Sebaran Lateral)

Sebaran lateral biasanya terjadi pada lereng yang sangat landai atau dataran yang sangat datar. Terutama jika lapisan atas berupa batuan atau tanah yang lebih kuat mengalami perluasan dan bergerak di atas lapisan yang lebih lemah, skema gerakan massa tanah sebaran lateral dapat dilihat pada Gambar 2.4. Area yang terdampak awalnya memiliki ukuran yang kecil dan retak kemudian menyebar dengan cepat hingga ratusan kilometer. Hal – hal yang dapat menyebabkan *lateral spread* terjadi yaitu pencairan lapisan bawah yang lemah oleh guncangan gempa, beban alami yang berlebih (antropogenik) yang menyebabkan terjadinya ketidakstabilan lereng. Pencairan tanah liat di bawah dasar laut yang telah terjadi erosi di tepi sungai. Deformasi plastis dari material tidak stabil di kedalaman lereng.

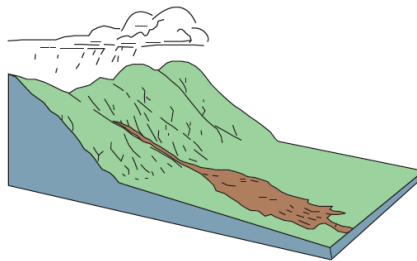


**Gambar 2.4** Skema Gerakan Massa Tanah Sebaran Lateral (Highland & Bobrowsky, 2008)

## 5. *Flows* (Aliran)

*Flows* (Aliran) adalah gerakan massa tanah menuruni lereng secara berkesinambungan. Kecepatan komponen pada massa aliran mirip dengan cairan kental yang terjadi pada bidang geser yang relatif sempit. *Flows* disebabkan oleh aliran hidrostatis yang mengikis dan mengangkat material gembur ataupun batuan yang secara intens terjadi di permukaan lereng. Aliran (*flows*) dibagi ke dalam beberapa jenis antara lain:

- a. *Debris flow* (aliran puing), yaitu gerakan massa tanah secara cepat di mana tanah gembur, batuan, maupun bahan organik tergabung menyerupai air yang mengalir ke bawah lereng seperti pada Gambar 2.5. *Debris flows* biasanya terjadi akibat penggundulan ataupun kebakaran hutan di daerah vulkanik dengan tanah yang lemah.



**Gambar 2.5** Skema Gerakan Massa Tanah Aliran Puing. (Highland & Bobrowsky, 2008).

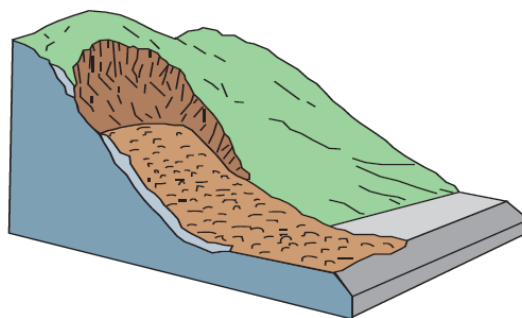
- b. Lahar (*Volcanic Debris Flows*), yaitu semburan lumpur vulkanik. Aliran ini berasal dari lereng gunung berapi dan membawa tefra skema gerakan massa tanah lahar dapat dilihat pada Gambar 2.6. Lahar bisa sangat cepat utamanya jika bercampur dengan sumber air seperti gletser. Dan menjadi lambat atau sangat lambat jika alirannya kental maupun tebal karena mengandung banyak serpihan dengan sedikit air.





**Gambar 2.6** Skema Gerakan Massa Tanah Aliran Lahar (Highland & Bobrowsky, 2008).

- c. *Debris Avalanche* (Longsor Puing–Puing), umumnya berukuran sangat besar dan terjadi sangat cepat. Longsor puing disebabkan oleh ketidakstabilan lereng yang runtuh kemudian puing-puing yang terfragmentasi dengan cepat terdorong menjauh dari lereng seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.7, biasanya terjadi pada wilayah atau kemiringan lereng yang curam, longsor juga sering terjadi pada gunungapi mengikuti jalur drainase.



**Gambar 2.7** Skema Gerakan Massa Tanah Longsor Puing - Puing (Highland & Bobrowsky, 2008).

- d. *Earthflow* (Longsor Permukaan), umumnya terjadi pada tanah yang landai ataupun sedang, terjadi pada tanah yang halus yaitu tanah lanau maupun tanah liat, namun bisa saja terjadi pada batuan yang lapuk dan mengandung tanah liat. Skema gerakan aliran permukaan dapat dilihat



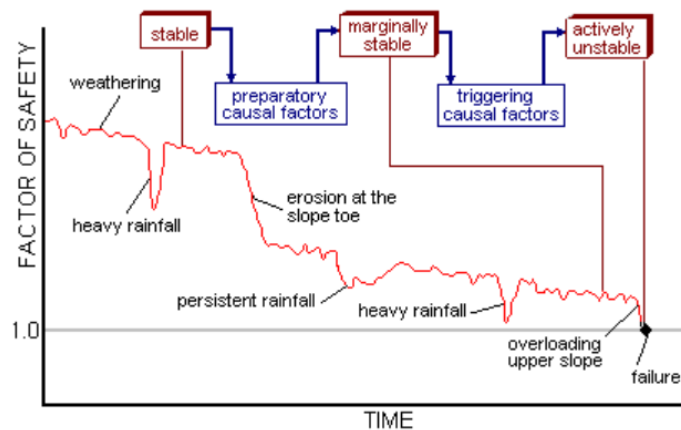
**Tabel 2.1** Bagian-bagian Longsor (Beltran et al., 1993)

Nama	Definisi
Mahkota longsor	Daerah yang tidak bergerak dan berdekatan dengan bagian tertinggi dari tebing atau gawir utama longsor
Tebing atau gawir utama longsor	Permukaan lereng yang curam pada tanah yang tidak terganggu dan terletak pada bagian atas dari longsor
Puncak Longsor	Titik tertinggi terletak di antara kontak material yang bergerak atau pindah dengan tebing atau gawir utama longsor
Kepala Longsor	Bagian atas dari longsor sepanjang kontak antara material yang bergerak atau pindah dan tebing atau gawir utama longsor
Tebing atau gawir minor	Permukaan yang curam pada material yang bergerak atau pindah yang dihasilkan oleh pergerakan ikutan dari material longsor
Tubuh Utama	Bagian longsor yang terletak pada material yang bergerak yang merupakan tampalan antara bidang gelincir, tebing utama longsor dan jari bidang gelincir
Kaki Longsor	Bagian dari longsor yang bergerak mulai dari jari bidang gelincir dan bertampalan dengan permukaan tanah asli
Ujung Longsor	Titik pada jari kaki longsor yang letaknya paling jauh dari puncak longsor
Jari Kaki Longsor	Bagian paling bawah longsor yang biasanya berbentuk lengkung, berasal dari material longsor yang bergerak dan letaknya paling jauh dari tebing utama
Bidang Gelincir	Bidang kedap air yang menjadi landasan Bergeraknya massa tanah
Jari dari bidang gelincir	Tampalan antara bagian bawah dari bidang gelincir longsor dengan permukaan tanah asli
Permukaan Pemisah	Bagian dari permukaan tanah asli yang bertampalan dengan kaki longsor
Material yang bergerak	Material yang bergerak dari posisi asli yang digerakkan oleh longsor yang dibentuk oleh massa yang tertekan dan akumulasi massa
Daerah yang tertekan	Daerah dari longsor yang terdapat di dalam material yang bergerak dan terletak di bawah permukaan tanah asli
Zona akumulasi	Daerah dari longsor yang terdapat di dalam material yang bergerak dan terletak di atas permukaan tanah asli

Penekanan	Volume yang dibentuk oleh tebing utama longsor, massa yang tertekan dan permukaan asli
Massa yang tertekan	Volume dari material yang bergerak bertampalan dengan bidang gelincir tetapi berada di bawah permukaan tanah asli
Akumulasi	Volume dari material yang bergerak dan terletak di atas permukaan tanah asli
Sayap	Material yang tidak mengalami pergerakan yang berdekatan dengan sisi samping bidang gelincir
Permukaan tanah yang asli	Permukaan lereng sebelum terjadi longsor

### II.1.2 Parameter Penyebab Tanah Longsor

Menurut Arsyad et al. (2018) penyebab utama terjadinya bencana longsor ialah adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi suatu lereng yang curam. Apabila terdapat lapisan kedap air di bawah permukaan tanah dan tidak adanya vegetasi yang menjadi pengikat lapisan kedap air, maka hal itu yang memicu terjadinya longsor pada daerah yang memiliki ketereng curam. Menurut (Tian et al., 2017) terdapat tiga faktor penyebab terjadinya tanah longsor yaitu: 1) Faktor Medan (ketinggian, sudut kemiringan, aspek kemiringan, kelengkungan, posisi lereng, jarak ke drainase) 2) Faktor geologi (litologi), dan 3) Faktor seismik (intensitas seismik, percepatan tanah puncak, dan jarak ke sesar seismogenik).



**Gambar 2.10** Faktor Kestabilan Lereng Terhadap Waktu (Davies, 2015)

Variasi jangka pendek pada faktor keamanan dapat terjadi karena variasi muka air tanah yang bersifat musiman, sementara tren jangka panjang mencerminkan pengaruh pelapukan atau perubahan jangka panjang dalam kondisi air tanah. Pendekatan ini berguna untuk menekankan bahwa tanah longsor (dan ketidakstabilan lereng secara umum) tidak disebabkan oleh satu faktor penyebab. Pada Gambar 2.10 dapat dilihat ketiga tahapan perubahan stabilitas lereng dari waktu ke waktu ialah sebagai berikut (Davies, 2015):

1. Stabil, yaitu batas kemampuan lereng untuk menahan destabilisasi cukup tinggi
2. Agak stabil, kondisi suatu lereng dapat mengalami destabilisasi cukup tinggi yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan tata guna lahan, erosi kaki tebing, pemotongan lereng, dan penggundulan hutan.
3. Tidak stabil, kondisi suatu lereng ketika terjadi gerakan terus-menerus ataupun terputus-putus sehingga terjadi longsor, hal ini dapat diakibatkan dari hujan lebat.

Berdasarkan penjelasan tersebut, faktor-faktor penyebab terjadinya bencana longsor dibagi menjadi dua yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu:

a. Faktor Pengontrol:

1. Kemiringan lereng, hubungan antara kemiringan lereng dengan nilai stabilitas tanah berbanding terbalik. Semakin besar sudut kemiringan lereng, maka nilai stabilitas tanah yang dihasilkan semakin kecil (Fauzan et al., 2018).
2. Jenis Tanah, faktor jenis tanah memiliki kepekaan terhadap longsor yang berbeda karena mudah atau tidaknya terjadi longsor merupakan interaksi

dari berbagai sifat fisik dan kimia tanah. Sifat tanah mempengaruhi laju infiltrasi, permeabilitas, ketahanan struktur tanah terhadap dispersi, serta pengikisan oleh butiran hujan yang jatuh (Fauzan et al., 2018).

b. Faktor Pemicu:

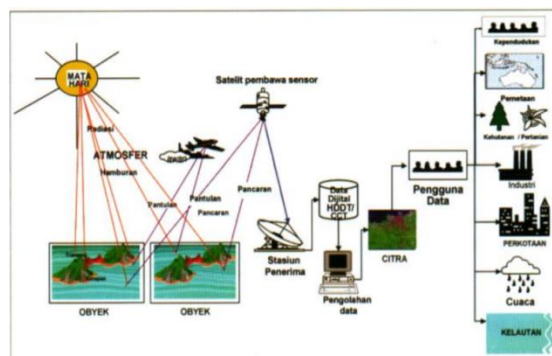
1. Curah hujan yang tinggi lebih banyak menghasilkan debit air sehingga menyebabkan tanah kedap air (Hidayah et al., 2017). Semakin tinggi curah hujan maka kadar air dalam tanah pun tinggi, hal ini menyebabkan kuat geser lereng menurun karena meningkatnya massa tanah akibat tanah jenuh air (Arsyad et al., 2018).
2. Penggunaan lahan / vegetasi, faktor vegetasi mempengaruhi terjadinya bencana longsor melalui pengaruh akar dan kegiatan biologi yang mempengaruhi pertumbuhan vegetasi dan pengaruhnya terhadap stabilitas struktur, porositas tanah, dan transpirasi yang menyebabkan kadar air berkurang. Vegetasi yang baik seperti rumput atau pohon yang lebat dapat mengurangi pengaruh hujan dan topografi terhadap longsor (Fauzan et al., 2018).

## **II.2 Penginderaan Jauh**

Menurut Liellesan dan kiefer (1994, dalam Purwadhi dan Sanjoto, 2008) penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Data penginderaan jauh menggambarkan objek kenampakan muka bumi

dengan wujud dan letak objek yang mirip dengan wujud aslinya dalam cakupan yang luas. Citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu objek oleh sensor penginderaan jauh, dapat berupa foto atau digital (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

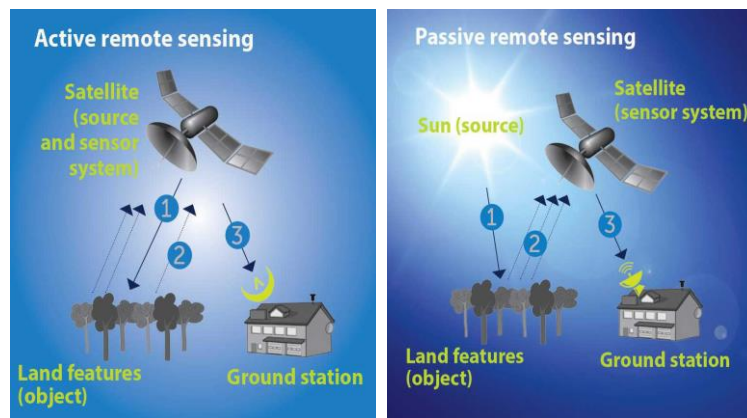
Komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Keempat komponen tersebut bekerja sama untuk mengambil data tanpa perlu menyentuh langsung objek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target sangat diperlukan. Sistem penginderaan jauh dan aplikasinya prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.11. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor ialah sebuah alat untuk mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Sensor dapat dipasang dalam wahana pesawat terbang maupun satelit, Setelah data dicatat oleh sensor, sensor mengirimkan data ke stasiun kemudian diproses menjadi format siap pakai, salah satunya data citra kemudian didistribusikan ke pengguna.



**Gambar 2.11** Sistem Penginderaan Jauh dan Aplikasinya (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

Sistem penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi dua yaitu sistem penginderaan jauh aktif dan sistem penginderaan jauh pasif (lihat pada Gambar 2.12). Sistem penginderaan jauh aktif menggunakan sumber energi buatan yang

dipancarkan ke permukaan bumi dan direkam nilai pantulnya oleh sensor. Sistem aktif memiliki keunggulan dapat menembus awan dan dapat dioperasikan pada malam hari karena tidak bergantung pada sinar matahari. Sistem penginderaan jauh pasif ialah suatu sistem yang memanfaatkan energi alamiah khususnya cahaya matahari.



**Gambar 2.12** Sistem Penginderaan Jauh Aktif dan Pasif (Arif, 2018)

### II.2.1 Resolusi Citra Penginderaan Jauh

Kualitas gambar citra penginderaan jauh dapat dibedakan berdasarkan resolusi citra yang dibagi ke dalam tiga bagian (Suwargana, 2013):

#### 1. Resolusi spasial

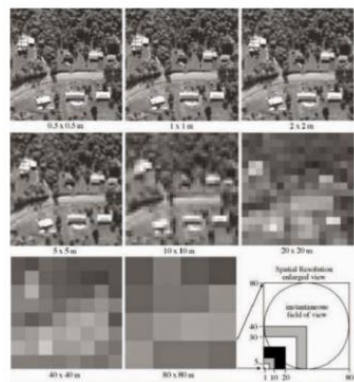
Resolusi spasial merupakan ukuran terkecil objek di lapangan yang dapat direkam melalui data citra maupun digital, ukuran resolusi spasial dinyatakan dalam satuan piksel. Semakin kecil yang terekam oleh sensor, maka ukuran resolusi spasialnya juga semakin tinggi karena dapat menyajikan informasi lebih detail. Ada tiga tingkatan ukuran resolusi yang perlu diketahui dalam menentukan range yaitu:

- a. Resolusi spasial tinggi, berkisar 0,6 – 4 m. Contohnya yaitu citra satelit PLEIADES dengan resolusi spasial 0,5 m.



- b. Resolusi spasial menengah, berkisar 4 – 30 m. Contohnya yaitu citra satelit Landsat-8 dengan resolusi spasial 30 m.
- c. Resolusi spasial rendah, berkisar 30 > 1000 m. Contohnya yaitu citra satelit Sentinel-3 dengan resolusi spasial yaitu 1 km.

Untuk melihat perbandingan citra berdasarkan resolusi spasialnya ditunjukkan pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Hasil Perbedaan Resolusi Spasial (Oktaviani & Yarjohan, 2016).

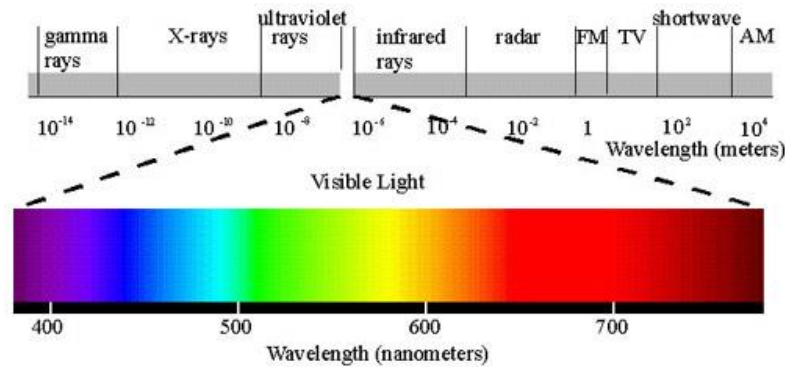
## 2. Resolusi temporal

Resolusi temporal ialah frekuensi perekaman ulang kembali oleh citra satelit pada wilayah dan rentang waktu yang sama. Rentang waktu untuk kembali merekam di daerah yang sama dinyatakan dalam jam atau hari. Contohnya satelit Sentinel-2 merekam 10 hari untuk satu satelit dan 5 hari untuk 2 satelit. Satelit Landsat-8 16 hari, dan PLEIADES 2 hari.

## 3. Resolusi spektral

Resolusi spektral dari suatu sensor adalah lebar dan banyaknya saluran yang dapat diserap oleh sensor. Panjang gelombang resolusi spektral dapat dilihat pada Gambar 2.14. Semakin banyak saluran yang dapat diserap dan semakin sempit lebar spektral tiap salurannya maka resolusi spektralnya

semakin tinggi. Resolusi spektral ini berkaitan langsung dengan kemampuan sensor untuk dapat mengidentifikasi objek.



**Gambar 2.14** *Spectral Resolution* (Suwargana, 2013).

## II.2.2 Klasifikasi Digital

Menurut Purwanto dan Lukiawan, (2019) Klasifikasi digital pada suatu citra adalah suatu proses menggabungkan piksel dengan karakteristik spektral yang sama sehingga diasumsikan sebagai satu kelas tutupan lahan yang sama, diidentifikasi dan ditetapkan dalam suatu warna. Dalam perkembangan selanjutnya teknik klasifikasi digital sudah mengarah ke berbasis objek, dimana pada metode klasifikasi ini menggunakan tiga parameter utama sebagai pemisah objek, yaitu *scale*, *shape*, dan *compactness*.

Secara umum klasifikasi digital dibedakan dalam dua kelas besar yaitu klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised Classification*) (Kushardono, 2017):

- a. Klasifikasi terbimbing, yaitu pembagian kelas penutupan lahan berdasarkan masukan oleh operator. Untuk itu diperlukan analisis terlebih dahulu untuk menentukan beberapa training area. Penetapan *training* data berdasarkan pengetahuan operator terhadap wilayah citra penginderaan jauh yang

menjadi targetnya. Salah satu jenis klasifikasi terbimbing yang sering digunakan yaitu metode *maximum likelihood*.

- b. Klasifikasi tak terbimbing, yaitu dilakukan pengelompokkan nilai-nilai piksel pada suatu citra oleh komputer ke dalam kelas-kelas nilai (spektral, temporal, spasial) dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Oleh karena itu, metode klasifikasi tidak terbimbing sering disebut juga metode *clustering*.

### II.2.2.1 Klasifikasi Terbimbing *Maximum Likelihood*

Metode klasifikasi penutup penggunaan lahan dengan data penginderaan jauh, *maximum likelihood* adalah metode klasifikasi parametrik yang paling populer. Pada klasifikasi digital menggunakan metode *maximum likelihood* sebagai klasifikasi terbimbing, dibutuhkan *training data* untuk mendapatkan parameter jumlah kelas, menghitung fungsi sebaran dan menentukan peluang kejadian suatu kelas yang digunakan untuk memutuskan suatu kelas, Dalam klasifikasi *maximum likelihood* piksel X akan menjadi kelas k jika

$$L_k(X) = \max \{(L_1(x), (L_2(x), (L_3(x), \dots, (L_k(x)\} \quad (2.1)$$

dengan  $L_k(X)$  adalah nilai probabilitas posterior (peluang kejadian terbesar) kelas k yang dihitung dengan:

$$L_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |C_k|^{1/2}} \exp\{-\frac{1}{2}d_k^2\} \quad (2.2)$$

adapun  $C_k$  adalah co-varian matriks tiap kelas k yang dihitung dari *training data* dan  $d_k^2$  adalah *mahalanobis distance* yang merupakan jarak antar kelas dan ukuran keterpisahan, dihitung sebagai berikut:

$$d_k^2 = (X - \bar{X})C_k^{-1}(X - \bar{X}) \quad (2.3)$$

dengan  $(X - \bar{X})t$  adalah vektor transpose dengan  $X$  adalah vektor suatu piksel dan  $\bar{X}$  adalah vektor rata-rata untuk kelas  $k$ .

Prosedur umum pada klasifikasi *maximum likelihood* (Kushardono, 2017):

1. Jumlah kelas tutupan lahan pada citra satelit di dalam wilayah studi ditentukan.
2. Piksel *training data* ditentukan untuk tiap kelas penutup penggunaan lahan pada citra penginderaan jauh. Untuk tujuan ini dapat digunakan untuk mengukur keterpisahan kelas dari *training data* yang dipilih.
3. *Training data* digunakan untuk memperkirakan *mean* vektor dan co-varian matriks tiap kelas.
4. Suatu piksel diputuskan menjadi salah satu kelas penggunaan lahan berdasarkan fungsi diskriminannya yang lebih besar daripada kelas lain.

### **II.2.2.2 Pengukuran Akurasi Hasil Klasifikasi**

Dalam menguji metode dan model pengolahan dalam klasifikasi, diperlukan uji akurasi terhadap hasil klasifikasi. Kualitas hasil klasifikasi penutup penggunaan lahan dari data penginderaan jauh diukur dengan referensi tes data yang merupakan sebagian informasi citra di dalam area citra target klasifikasi. Tes data dibuat melalui digitasi citra berdasarkan referensi dari informasi survei lapangan dan / atau dari interpretasi menggunakan data penginderaan jauh yang resolusi spasialnya lebih tinggi, jenis kelas penutup penggunaan lahan pada tes data sama dengan kelas target klasifikasi. Pembuatan tes data mirip dengan pembuatan *training data* tetapi areanya lebih luas, dan dengan persyaratan area

yang digunakan test data tidak boleh sama dengan area *training data* (Kushardono, 2017).

Akurasi hasil klasifikasi diukur dengan menggunakan metode *confusion matrix* atau dikenal juga dengan *error matrix* atau *matching matrix*, yaitu merupakan Tabel perbandingan kelas-kelas aktual dari test data dengan kelas-kelas hasil klasifikasi. Melalui metode *confusion matrix* dapat diperoleh indikator-indikator akurasi dan kesalahan pada hasil klasifikasi. Pada Tabel 2.2 digambarkan pengukuran akurasi hasil klasifikasi dengan *confusion matrix* untuk contoh 2 kelas A dan B dengan hasil klasifikasi a dan b.

**Tabel 2.2** Perhitungan Akurasi Hasil Klasifikasi Dengan *Confusion Matrix* (Kushardono, 2017)

	Kelas <i>Training Data</i>			
		A	B	jumlah
Kelas Hasil Klasifikasi	a	aA	a	$\sum a$
	b	bA	bB	$\sum b$
	Jumlah	$\sum A$	$\sum B$	$N = \sum A + \sum B$

Ukuran akurasi hasil klasifikasi yang sering dijadikan indikator adalah akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) yang dapat dihitung dengan

$$Overall = (aA + bB)/N \quad (2.4)$$

Indikator lain untuk mengukur akurasi hasil klasifikasi adalah dengan koefisien kappa, yang merupakan perbandingan nilai akurasi keseluruhan dengan akurasi yang diharapkan (*expected accuracy*). Nilai koefisien kappa adalah berkisar 0,1 hingga 1,0. Jika nilainya makin mendekati 1 artinya kelas hasil klasifikasi dengan kelas tes data semakin identik atau semakin akurat klasifikasinya. Perhitungan koefisien kappa adalah:

$$Kappa = (overall - expected)/(1 - expected) \quad (2.5)$$

Dengan perhitungan akurasi yang diharapkan untuk *confusion matrix* Tabel 2.2 adalah:

$$kappa = \frac{\frac{\sum a \times \sum A}{N} + \frac{\sum b \times \sum B}{N}}{N} \quad (2.6)$$

### II.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Aronoff (1989, dalam Oswald and Astrini, 2012) Sistem Informasi Geografis yang selanjutnya akan disebut SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Secara umum Sistem Informasi Geografis adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, sumberdaya manusia dan data yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi, (Oswald & Astrini, 2012).

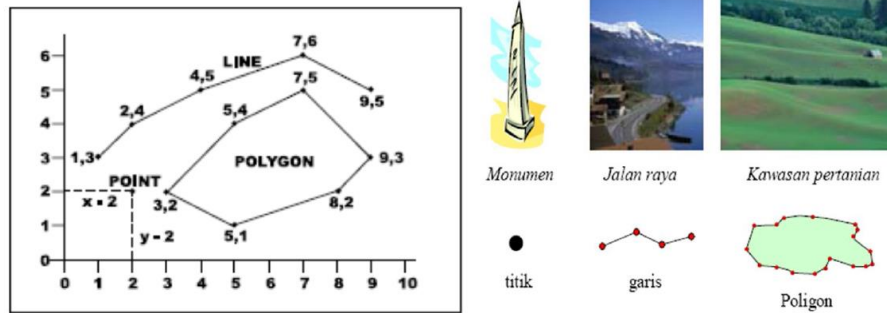
#### II.3.1 Data Spasial

Data spasial mengandung informasi lokasi seperti garis lintang dan bujur serta informasi deskriptif seperti jenis bencana, kependudukan, dan luas wilayah. Secara fundamental SIG bekerja dalam dua tipe data yaitu data raster dan data vektor (Oswald & Astrini, 2012):

1. Data Vektor

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam bentuk titik, garis, dan polygon area seperti yang diperlihatkan Gambar 2.15. Informasi tersebut disimpan dalam bentuk koordinat x,y. Suatu lokasi titik direpresentasikan sebagai satu pasang koordinat. Garis merupakan

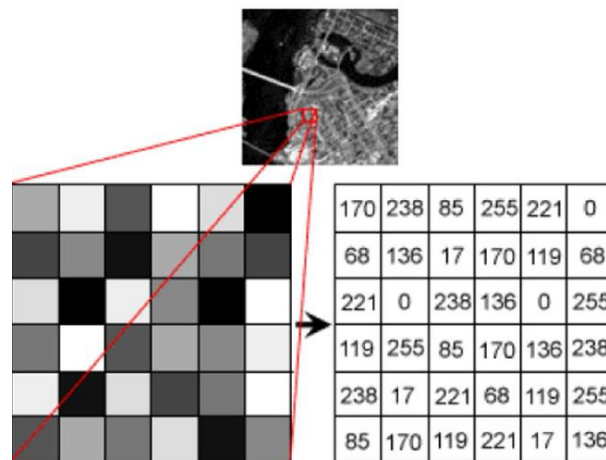
kumpulan dari beberapa titik koordinat, dan poligon ialah pengulangan koordinat yang tertutup.



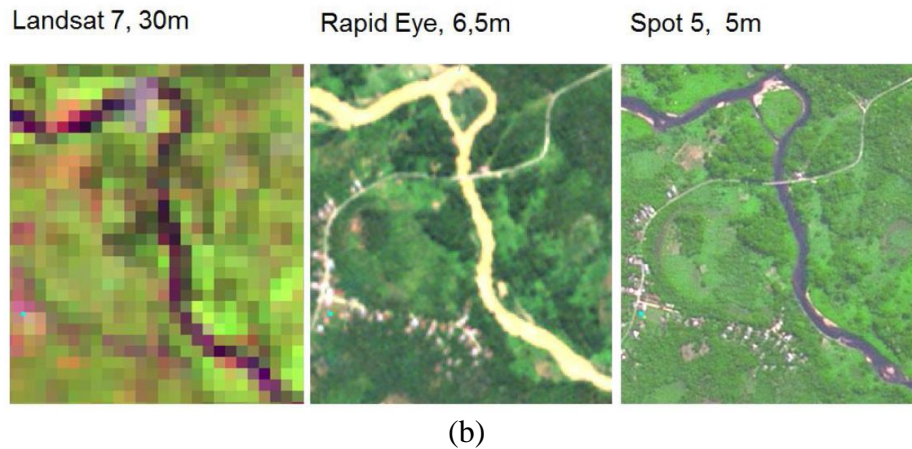
**Gambar 2.15** Model Data Vektor (Oswald & Astrini, 2012)

## 2. Data Raster

Pada data raster objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan piksel (*picture element*), masing-masing grid atau piksel memiliki nilai tergantung pada bagaimana citra tersebut, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.16. Sebagai contoh, pada sebuah citra hasil penginderaan jarak jauh dari sebuah satelit, tiap piksel direpresentasikan sebagai panjang gelombang cahaya pantul dari posisi permukaan bumi dan diterima oleh satelit dalam satuan luas yang disebut piksel.



(a)



**Gambar 2.16** (a) Model Data Raster dan (b) Contoh Resolusi Spasial Data Raster (Oswald & Astrini, 2012)

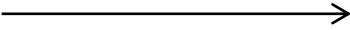



#### II.4 Model Builder

*Model Builder* merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk membuat atau mengatur sebuah model. Model ini direpresentasikan dalam sebuah diagram alir atau *flow chart* (ESRI, 2018). *Model builder* terdiri dari empat komponen yaitu:

- a. Elemen, elemen dalam *model builder* terbagi menjadi 2 jenis yaitu *tools* dan variabel. *Tool elements* digambarkan dalam bentuk persegi, biasanya *tool elements* diambil dari ArcToolbox. Variabel digambarkan dalam bentuk oval. Variabel terbagi menjadi 2 tipe: data dan *values*.
- b. Variabel Data, merupakan data yang tersimpan dalam *disk* atau *layer* yang tampak pada *table of contents* ArcMap. *Values variables* (nilai variabel) adalah angka, teks, referensi spasial dan *geographic extents*. Ada 2 tipe *Values variables* yaitu: *input* dan *derived*.
- c. Konektor, Konektor *model builder* terdiri dari empat tipe seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.3: *Data, Environment, Precondition, and Feedback*. *Connector arrows* menunjukkan arah dari proses.



**Tabel 2.3** *Connector Arrows* pada *ArcGis Model Builder* (ESRI, 2018)

<i>Connector Arrows</i>	Deskripsi
	<i>Data Connector</i> , berfungsi untuk menghubungkan variabel dengan tool
	<i>Environment Connector</i> , menghubungkan variabel yang berisi (data atau nilai) kepada <i>tools</i> .
	<i>Precondition connector</i> , garis hubung dari variabel ke <i>tools</i> . <i>Tools</i> akan dijalankan hanya jika isi dari <i>precondition variable</i> telah selesai.
	<i>Feedback Connector</i> , yaitu garis yang menghubungkan hasil dari sebuah <i>tool</i> akan dikembalikan ke <i>tool</i> yang sama sebagai masukan.

- d. *Text labels*, dalam *model builder* digunakan sebagai keterangan tambahan pada variabel, *tool*, maupun *connector model element*. *Text labels* tidak termasuk sebagai bagian urutan proses. *Text labels* dapat diikatkan kepada *element model* dan dapat juga berdiri sendiri di dalam diagram model.

## II.5 Geologi Regional Gowa

Berdasarkan laporan rencana program investasi infrastruktur jangka menengah Kabupaten Gowa 2015-2019 (Pemerintah Kabupaten Gowa, 2015) menyebutkan wilayah Kabupaten Gowa sebagian besar merupakan daerah dataran tinggi yaitu sekitar 72,26%. Ada 8 wilayah kecamatan yang merupakan dataran tinggi yaitu Parangloe, Manuju, Tinggi Moncong, Tombolo Pao, Bungaya, Bontolempangan, Tompo Bulu dan Biring Bulu. Kondisi topografi atau ketinggian tempat di Kabupaten Gowa cukup bervariasi antara 0 sampai 1000 meter dari permukaan laut (mdpl). Kabupaten Gowa memiliki kemiringan lereng

yang bervariasi mulai dari daerah landai bergelombang dan sangat curam. Beberapa wilayah kecamatan dengan kategori sangat curam adalah Kecamatan Parangloe, Tinggimoncong, Bungaya, Bontolempangan dan Tompobulu.

Struktur geologi batuan Kabupaten Gowa yang memiliki karakteristik geologi yang bervariasi akibat pengaruh struktur geologi. Beberapa jenis batuan yang dapat ditemukan di Kabupaten Gowa pada umumnya antara lain:

1. Batuan epiklastik gunungapi (batupasir andesitan, batulanau, konglomerat dan breksi.
2. Batugamping kelabu hingga putih berupa lensa-lensa besar.
3. Batugamping terumbu.
4. Batupasir hijau, napal, batulempung dan tuf, sisipan lava bersisipan andesit-basal.
5. Batupasir, tufa, batulanau, batulempung, batugamping, napal.
6. Batusabak, kuarsit, filit, batu pasir kuarsa malih, batulanau malih dan pualam, setempat batulempung malih.
7. Granit, granodiorit, riolit, diorit, dan aplit.
8. Hasil erupsi parasit.
9. Konglomerat, sedikit batupasir glokonit dan serpih.
10. Lava andesit dan basal, dan latit kuarsa.
11. Napal diselingi batulanau gampingan dan batupasir gampingan.
12. Napal, kalkarenit, batugamping koral bersisipan dengan tuf dan batupasir, setempat dengan konglomerat.
13. Serpih coklat kemerahan, batugamping, batupasir kuarsa, konglomerat, batugamping dan setempat batubara.