

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI LONGSOR DENGAN
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1 SAR DI SUB
DAS MAMASA, DAS SADDANG**

Disusun dan diajukan oleh :

FAHMI FATHUR RAHMAN

M 011 17 1521



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1 SAR DI SUB DAS MAMASA, DAS SADDANG

Disusun dan diajukan oleh
FAHMI FATHUR RAHMAN
M011171521

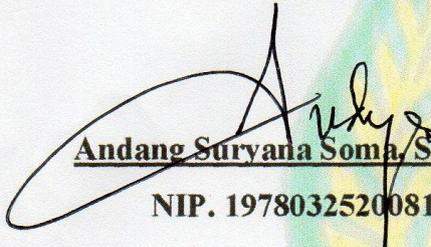
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Pada tanggal Agustus 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

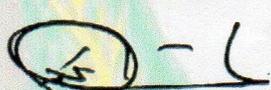
Menyetujui:

Pembimbing I


Andang Suryana Soma, S.Hut.,M.p.,Ph.D

NIP. 19780325200812 1 002

Pembimbing II


Dr. Ir. Usman Arsyad, MP., IPU

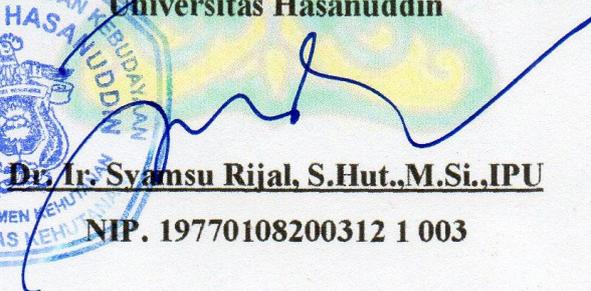
NIP. 195401072019015 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin


Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut.,M.Si.,IPU

NIP. 19770108200312 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fahmi Fathur Rahman
Nim : M011 17 1521
Prodi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

Identifikasi Longsor dengan Menggunakan Citra Sentinel 1 SAR di Sub
DAS Mamasa, DAS Saddang,

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa 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, Agustus 2022

Yang Menyatakan



Fahmi Fathur Rahman

ABSTRAK

Fahmi Fathur Rahman (M011171521). Identifikasi Longsor dengan Menggunakan Citra Sentinel 1 SAR di Sub DAS Mamasa, DAS Saddang, di bawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Usman Arsyad

Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia salah satunya ialah longsor. Peristiwa longsor merupakan akibat dari gerakan massa tanah, batuan, atau kombinasinya. Kejadian longsor di Sub DAS Mamasa akhir-akhir ini merupakan hal yang perlu mendapat perhatian serius karena dapat menyebabkan kerusakan DAS. Kejadian longsor ini biasanya ditemukan pada daerah hulu dan tengah Sub DAS setiap kali terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Identifikasi Longsor dilakukan Menggunakan Citra Sentinel 1 SAR. Untuk mendeteksi deformasi permukaan akibat longsor, dibutuhkan minimal 2 citra SAR yang merekam target untuk sama pada dua waktu berbeda, yaitu sesudah dan sebelum terjadi longsor. Hasil penelitian melalui validasi lapangan sebanyak 87 sampel masuk ke dalam kategori longsor sedangkan 15 sampel masuk kategori tidak longsor, dari hasil perhitungan validasi menunjukkan angka 85,29% longsor. Berdasarkan hasil identifikasi longsor dengan citra Sentinel 1 SAR ditemukan bahwa daerah yang mengalami longsor sebagian besar berada di daerah hulu Sub DAS Mamasa, DAS Saddang. Hasil interpretasi citra SAR masih dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya dapat berupa pemukiman atau banyaknya bangunan sehingga mempengaruhi backscatter yang diterima oleh satelit sentinel. Untuk mengidentifikasi longsor dengan menggunakan citra SAR lebih baik digunakan pada daerah yang berpenutupan lahan terbuka dan jauh dari pemukiman.

Kata Kunci: Citra, Landslide, Sentinel-1 SAR

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Identifikasi Longsor dengan Menggunakan Citra Sentinel 1 SAR di Sub DAS Mamasa, DAS Saddang** dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama:

1. Terimakasih terbesar kepada kedua orang tua saya **Ibu Siti Syarifah Fatimah** dan **Bapak Masykur**, saudara saya **Faizur Reyhan**. Sejatinya lelahku tidak bisa membalas sedikitpun semua doa, semangat, cinta, kasih sayang dan pengorbanan yang kalian berikan kepada penulis, untuk itu penulis ucapkan banyak terimakasih dan rasa syukur yang tidak akan ada hentinya.
2. Kepada bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P.,Ph.D** selaku pembimbing I dan Bapak **Dr. Ir. Usman Arsyad, MP., IPU** selaku pembimbing II yang senantiasa mengarahkan dan membantu penulis hingga menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada Bapak **Ir. Budirman Bachtiar, M.S** dan Bapak **Chairil A, S.Hut, M.Hut** selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.
4. Terimakasih kepada seluruh **Dosen Pengajar** dan **Staff Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas ilmu pendidikan dan pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
5. Teman-teman **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah membantu saya dalam segala hal.
6. Kepada teman talenta saya **Yoga, Ucup, Fatwa, Miraj, Arif, Gatri, Dilla, Gita, Hike, Epi dan Indah** untuk susah, senang, lelah dan semangat selama masa perkuliahan.

7. Kepada **Gita Firsty V** untuk segala support hampir 2 tahun terakhir ini.
8. Kepada kawan-kawan **Brodours Project** atas segala pengalaman dan cerita yang telah di lalui bersama-sama.
9. Kepada seluruh teman-teman **KEHUTANAN “FRAXINUS 2017”** khususnya kawan **Pemuda Hijrah** atas dukungan, semangat dan jokes yang selalu diberikan.
10. Terimakasih kepada teman-teman dan kakak-kakak **Belantara Kreatif dan Sylva PC. Universitas Hasanuddin** untuk semua pelajaran dan kebersamaannya yang sangat berharga.
11. Terimakasih kepada teman hidup saya **Chaa** yang selalu berada di samping saya, menemani dalam segala hal sejak SMA hingga saat ini.
12. *Last but not least, I want to thank me, i want to thank me for believing in me, i want to thank me for doing all this hard work , i want to thank me for not having a day off , i want to thank me for never stopping, i want to thank me for always being a giver and trying to give more than i receive, i want to thank me for trying to do more right than wrong and i want to thank me for being me all the time.*

Kepada seluruh teman-teman yang tidak dan belum sempat disebutkan namanya saya ucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini, masih banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya kepada penulis sendiri.

Makassar, Agustus 2022

Fahmi Fathur Rahman

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Daerah Aliran Sungai	3
2.2. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai	5
2.3. Longsor	6
2.3.1. Bencana Longsor.....	6
2.3.2. Jenis-jenis Longsor.....	7
2.3.3. Penyebab Terjadinya Bencana Longsor.....	8
2.4. Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh.....	10
2.4.1. Sistem Informasi Geografis	10
2.4.2. Penginderaan Jauh	11
2.5. Citra Satelit Sentinel-1	14
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	17
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Teknik pengumpulan Data.....	18
3.3.1. Pengolahan Citra Sentinel 1	19
3.4. Validasi Lapangan.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Analisis Citra Sentinel-1	24
4.1.1. Kooregistrasi	24
4.1.2. Interferogram.....	25
4.1.3. Geocoding	27
4.1.4. Differential InSAR processing	28

4.1.5.	Unwrapping.....	29
4.2.	Daerah Longsor Pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang.....	30
4.2.1.	Hasil Identifikasi Longsor Berdasarkan Interferometric Synthetic Aperture Radar (INSAR)	30
4.2.2.	Validasi Daerah Longsor di Sub DAS Mamasa, DAS Saddang	31
4.2.3.	Topografi.....	34
4.2.4.	Penutupan Lahan	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	38
5.2.	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN.....		42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Sentinel-1 Mission Facts	15
Gambar 2.	Peta Lokasi	17
Gambar 3.	Ilustrasi perekaman citra SAR.....	19
Gambar 4.	Diagram alir pengolahan citra sentinel 1 format SLC dengan SNAP..	20
Gambar 5.	Hasil koregistrasi Citra Sentinel 19 Januari 2020 (Master)	24
Gambar 6.	Hasil koregistrasi Citra Sentinel 28 Desember 2021 (Slave).....	25
Gambar 7.	Hasil interferogram	26
Gambar 8.	Hasil geocoding.....	27
Gambar 9.	Hasil differential InSAR processing	28
Gambar 10.	Hasil Unwrapping	29
Gambar 11.	Peta sebaran longsor.....	30
Gambar 12.	Peta titik validasi	31
Gambar 13.	Kejadian longsor hasil validasi lapangan di Sub DAS Mamasa, Das Saddang.....	32
Gambar 14.	Kejadian longsor hasil validasi berdasarkan citra Google Earth 2022	33
Gambar 15.	Peta Topografi Sub DAS Mamasa, DAS Saddang	35
Gambar 16.	Peta Penutupan Lahan Sub DAS Mamasa, DAS Saddang.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Table 1.	Topografi Sub DAS Mamasa, DAS Saddang	34
Table 2.	Penutupan Lahan.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel sampling uji akurasi hasil ground check di Sub DAS Mamasa yang berjumlah 102 titik.....	43
Lampiran 2.	Dokumentasi hasil ground check lapangan	46
Lampiran 3.	Peta Peta sebaran longsor	52
Lampiran 4.	Peta titik validasi	53
Lampiran 5.	Peta Topografi Sub DAS Mamasa, DAS Saddang	54
Lampiran 6.	Peta Penutupan Lahan Sub DAS Mamasa, DAS Saddang	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam adalah salah satu fenomena alam yang sering terjadi di lingkungan masyarakat, sehingga dapat menimbulkan kerugian yang besar. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia salah satunya ialah longsor (Kurniawan dkk., 2018). Peristiwa longsor merupakan akibat dari gerakan massa tanah, batuan, atau kombinasinya yang sering terjadi pada lereng – lereng alami atau buatan. Longsor sebenarnya adalah fenomena dimana alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan gerakan tanah (Suryoleno, 2005).

Bencana longsor tidak terjadi dengan sendirinya, melainkan terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya longsor. Faktor-faktor penyebab terjadinya longsor adalah curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng yang curam, jenis tanah, geologi dan penggunaan lahan (Kurniawan dkk., 2018). Umumnya, bencana longsor terjadi pada wilayah yang berada di dataran tinggi dengan kelerengan yang curam. Hal itu semakin diperparah dengan tingginya curah hujan dan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kondisi wilayah tersebut. Bencana longsor yang terjadi sudah pasti akan berdampak pada wilayah tempat terjadinya longsor. Dampak terbesar yang diakibatkan oleh longsor adalah pengikisan tanah, Pengikisan tanah yang terjadi akan mengubah lapisan permukaan tanah yang di mana berdampak langsung pada penutupan lahan yang ada di atasnya. Salah satu

Sub DAS Mamasa, DAS Saddang merupakan Sub DAS lintas provinsi yang berada di wilayah Provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan. Luas Sub DAS Mamasa, DAS Saddang berdasarkan dari SK. 304/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 Tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai yaitu 104.680,52 ha dan masuk ke dalam Sub DAS Prioritas. Batas koordinat geografi adalah 2°50'32.26" - 3°28'39.50" LS dan 119°23'50.88" - 119°35'2.34" BT.

Citra satelit Sentinel-1 adalah citra yang dihasilkan oleh satelit Sentinel-1 yang dirancang dan dikembangkan oleh ESA dan didanai oleh Komisi Eropa (*European Commission*). Citra satelit sentinel-1 terdiri dari konstelasi dua satelit, Sentinel-1A dan Sentinel-1B yang berbagi bidang orbit yang sama dengan perbedaan 180° pada pentahapan orbital.

Kejadian longsor di Sub DAS Mamasa akhir-akhir ini merupakan hal yang perlu mendapat perhatian serius karena dapat menyebabkan kerusakan DAS. Kejadian longsor ini biasanya ditemukan pada daerah hulu dan tengah Sub DAS setiap kali terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini menyebabkan meningkatnya laju sedimentasi terutama pada bagian hilir yang berdekatan dengan waduk Bakaru. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan Identifikasi Longsor Menggunakan Citra Sentinel 1 SAR. Berdasarkan uraian ini perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan Citra Sentinel 1 agar diperoleh informasi kejadian longsor secara detail. Penggunaan Citra Sentinel 1 ini dapat mengidentifikasi longsor secara detail.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kejadian longsor dengan menggunakan data Citra Sentinel 1 SAR.
2. Memvalidasi daerah longsor Sub DAS Mamasa, DAS Saddang

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP 37 2012, UU No. 37 tahun 2014, UU No. 17 tahun 2019).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu megasistem kompleks yang dibangun dengan sistem fisik (*physical system*), sistem biologis (*biologis system*), dan sistem manusia (*human systems*). Setiap sistem dan sub-sub sistem di dalamnya saling berinteraksi. Proses tersebut merupakan peranan dari tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponennya sangat menentukan kualitas suatu ekosistem DAS. Setiap komponen tersebut memiliki ciri khas dan keberadaannya tidak berdiri sendiri, melainkan hubungan dengan komponen lainnya akan membentuk kesatuan sistem ekologis (ekosistem). Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan mempengaruhi komponen lainnya. Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi hubungan timbal balik antara komponen berjalan dengan baik (Kartodihardjo, 2008).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan ekosistem tempat interaksi biotik, abiotik dan faktor manusia. DAS memiliki karakteristik tersendiri yang akan mempengaruhi drainase atau siklus air hujan. Karakteristik DAS terutama ditentukan oleh faktor lahan (topografi, tanah, geologi, geomorfologi) dan faktor vegetasi. Faktor penggunaan lahanlah yang mempengaruhi aliran tanah dan kandungan lumpur pada daerah aliran sungai. DAS merupakan bagian lahan yang sangat diperlukan bagi sungai dan anak-anak sungainya, yang fungsinya untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air hujan yang secara alami ke danau atau ke laut. Batas darat merupakan pemisah topografi dari lautan ke perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas darat ('Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 32/MENHUT- II/2009', 2009).

DAS perkotaan sebagai wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Menurut Richard (1990), DAS perkotaan adalah kawasan-kawasan yang dikelola terutama untuk pengaturan produksi air berkualitas tinggi. Sangat sedikit kota yang memiliki sumber air yang hampir murni sehingga tidak diperlukan pengolahan. Perlunya perawatan di setiap sumber air sehingga mampu menghasilkan air yang lebih berkualitas (Luna, 1966).

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS yang baik memerlukan kerja sama antara masyarakat, badan/lembaga terkait dan pemerintah. Pengelolaan DAS juga menuntut adanya kerja sama dari pihak yang berada di hulu dan di hilir (Peraturan Pemerintah No 37 tahun 2012).

Peran daerah hulu dalam menjamin kelangsungan ekonomi sumberdaya dan konservasi keanekaragaman hayati (*bio-diversity*) secara telaahan sistem hidrologi dan ekologi tidak dapat diabaikan. Melalui pertimbangan tersebut DAS dapat dimanfaatkan secara penuh dan pengembangan ekosistem daerah hulu dapat dilaksanakan sesuai dengan kaidah-kaidah preservasi (*preservation*), reservasi (*reservation*), dan konservasi (*conservation*). Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah hulu dan hilir suatu DAS mempunyai keterkaitan biofisik yang direpresentasikan oleh daur hidrologi dan daur unsur hara. Adanya keterkaitan biofisik tersebut, DAS dapat dimanfaatkan sebagai satuan perencanaan dan evaluasi logis terhadap pelaksanaan program-program pengelolaan DAS (Amin dkk., 2018)

Sasaran utama pengelolaan DAS adalah (Amin dkk., 2018):

1. Rehabilitasi lahan yang terlantar atau yang masih produktif,
2. Perlindungan terhadap lahan yang rawan terhadap erosi dan longsor,
3. peningkatan dan pengembangan sumberdaya air.

Degradasi Daerah Aliran Sungai (DAS) ditandai semakin meluasnya lahan kritis, erosi pada lereng-lereng curam baik yang digunakan untuk pertanian dan untuk peruntukan lain seperti pemukiman dan sebagainya telah berdampak luas terhadap lingkungan antara lain banjir yang semakin besar dan frekuensinya meningkat (Isrun, 2009). Selain itu debit air sungai di musim kemarau yang sangat rendah, percepatan sedimentasi pada danau dan jaringan irigasi, serta penurunan kualitas air, yang mengancam keberlanjutan pembangunan khususnya pembangunan pertanian (Isrun, 2009). Terjadinya fenomena tersebut tidak terlepas sebagai akibat dari kurang efektifnya pengelolaan DAS.

2.2. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS yang baik memerlukan kerja sama antara masyarakat, badan/lembaga terkait dan pemerintah. Pengelolaan DAS juga menuntut adanya kerja sama dari pihak yang berada di hulu dan di hilir (Peraturan Pemerintah No 37 tahun 2012).

Peran daerah hulu dalam menjamin kelangsungan ekonomi sumberdaya dan konservasi keanekaragaman hayati (*biodiversity*) secara telaahan sistem hidrologi dan ekologi tidak dapat diabaikan. Melalui pertimbangan tersebut DAS dapat dimanfaatkan secara penuh dan pengembangan ekosistem daerah hulu dapat dilaksanakan sesuai dengan kaidah-kaidah preservasi (*preservation*), reservasi (*reservation*), dan konservasi (*conservation*). Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah hulu dan hilir suatu DAS mempunyai keterkaitan biofisik yang direpresentasikan oleh daur hidrologi dan daur unsur hara. Adanya keterkaitan biofisik tersebut, DAS dapat dimanfaatkan sebagai satuan perencanaan dan evaluasi logis terhadap pelaksanaan program-program pengelolaan DAS (Amin dkk, 2018).

Sasaran utama pengelolaan DAS adalah (Amin dkk, 2018):

1. Rehabilitasi lahan yang terlantar atau yang masih produktif,

2. Perlindungan terhadap lahan yang rawan terhadap erosi dan longsor,
3. Peningkatan dan pengembangan sumberdaya air.

Degradasi Daerah Aliran Sungai (DAS) ditandai semakin meluasnya lahan kritis, erosi pada lereng-lereng curam baik yang digunakan untuk pertanian dan untuk peruntukan lain seperti pemukiman dan sebagainya telah berdampak luas terhadap lingkungan antara lain banjir yang semakin besar dan frekuensinya meningkat (Ambar dan Asdak, 2001 dalam Isrun, 2009). Selain itu debit air sungai di musim kemarau yang sangat rendah, percepatan sedimentasi pada danau dan jaringan irigasi, serta penurunan kualitas air, yang mengancam keberlanjutan pembangunan khususnya pembangunan pertanian (Darga, 1979 dalam Isrun, 2009). Terjadinya fenomena tersebut tidak terlepas sebagai akibat dari kurang efektifnya pengelolaan DAS.

2.3. Longsor

2.3.1. Bencana Longsor

Longsoran merupakan suatu gerakan tanah pada lereng. Dimana gerakan tanah merupakan suatu gerakan menuruni lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng, akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Jika massa yang bergerak ini didominasi oleh massa tanah dan gerakannya melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring atau lengkung, maka proses pergerakannya disebut sebagai longsoran tanah. Gerakan tanah atau lebih dikenal dengan istilah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergerak massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Gaya yang menahan massa tanah di sepanjang lereng tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, dan sudut dalam tahanan geser tanah yang bekerja di sepanjang lereng. Perubahan gaya-gaya tersebut ditimbulkan oleh pengaruh perubahan alam maupun tindakan manusia. Perubahan kondisi alam dapat diakibatkan oleh gempa bumi, erosi, kelembaban lereng karena penyerapan air hujan dan perubahan aliran permukaan. Pengaruh manusia terhadap perubahan gaya-gaya antara lain adalah penambahan beban pada lereng dan tepi lereng, penggalian tanah di tepi lereng dan penajaman sudut lereng. Tekanan jumlah penduduk yang banyak menempati tanah-tanah berlereng sangat berpengaruh terhadap peningkatan resiko longsor. Faktor-faktor yang

mempengaruhi terjadinya gerakan tanah antara lain: tingkat keterlerengan, karakteristik tanah, keadaan geologi, keadaan vegetasi, curah hujan/hidrologi dan aktivitas manusia di wilayah tersebut (Sutikno, 1997).

Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusunnya, struktur geologi, curah hujan dan penggunaan lahan. Tanah longsor umumnya terjadi pada musim hujan, dengan curah hujan rata – rata bulanan > 400 mm/bulan. Tanah yang bertekstur kasar akan lebih rawan longsor bila dibandingkan dengan tanah yang bertekstur halus (liat), karena tanah yang bertekstur kasar mempunyai kohesi agregat tanah yang rendah. Jangkauan akar tanaman dapat mempengaruhi tingkat kerawanan longsor, sehubungan dengan hal tersebut wilayah tanaman pangan semusim akan lebih rawan longsor apabila dibandingkan dengan tanaman tahunan (keras) (Wahyunto, 2003).

2.3.2. Jenis-jenis Longsor

Berdasarkan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi yang tertuang di dalam (Permen PU No. 22/PRT/M/2007) terdapat beberapa ciri gerakan tanah. Menurut jenisnya gerakan tanah dibagi menjadi 6 tipe gerakan tanah, yaitu:

1. Longsoran Translasi

Longsoran translasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

2. Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah bergerak-nya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

3. Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsoran translasi blok batu.

4. Runtuhan Batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

5. Rayapan Tanah

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

6. Aliran Bahan

Rombakan Jenis longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

2.3.3. Penyebab Terjadinya Bencana Longsor

Penyebab curah hujan dikarenakan beberapa faktor sebagai berikut (Mutia & Firdaus, 2011) :

1. Curah Hujan

Ancaman longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral.

2. Kemiringan Lereng

Kemiringan adalah faktor utama yang mempengaruhi dalam meningkatkan tegangan geser dan juga mengurangi kekuatan geser. Semakin tinggi lereng dikaitkan dengan yang lebih tinggi dari tegangan geser. Ini berarti bahwa probabilitas kegagalan semakin besar (Wati, 2010). Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Kecuraman lereng 100 persen sama dengan kecuraman 45 derajat. Selain memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan, dengan demikian

memperbesar kecepatan aliran permukaan, dengan demikian memperbesar energi angkut air.

3. Jenis Tanah

Jenis tanah dengan tekstur halus (tanah liat) memiliki pori-pori kecil dan membebaskan air secara bertahap. Ini berarti bahwa tanah liat lebih mudah menjadi jenuh daripada tanah berpasir. Oleh karena itu, tanah liat lebih rentan terhadap longsor karena tanah ini dapat mempertahankan lebih banyak air (Wati, 2010).

4. Faktor Geologi

Mengingat massa batuan dan tanahlah yang melakukan pergerakan pada suatu kejadian longsor, maka sangat penting untuk mengetahui pengaruh faktor geologi terhadap terjadinya longsor. Struktur geologi, sifat batuan, hilangnya perekat tanah karena proses alami (pelarutan), dan gempa merupakan faktor geologi yang 12 mempengaruhi terjadinya longsor. Struktur geologi yang mempengaruhi terjadinya longsor adalah kontak batuan dasar dengan pelapukan batuan, retakan/rekahan, perlapisan batuan, dan patahan. Proses pelapukan batuan yang sangat intensif banyak dijumpai di negara-negara yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Batuan yang banyak mengalami pelapukan akan menyebabkan berkurangnya kekuatan batuan yang pada akhirnya membentuk lapisan batuan lemah dan tanah residu yang tebal. Zona patahan merupakan zona lemah yang mengakibatkan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang memudahkan air meresap. Zona patahan merupakan zona lemah yang mengakibatkan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang memudahkan air meresap (Surono, 2003 dalam Effendi, 2008).

5. Perubahan Penutup Lahan

Penggunaan lahan (land use) adalah setiap bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan merupakan hasil interaksi antara aktivitas manusia dengan lingkungan alami. Tanaman yang menutupi lereng bisa mempunyai efek penstabilan yang negatif maupun positif. Akar bisa

mengurangi larinya air atas dan meningkatkan kohesi tanah, atau sebaliknya bisa memperlebar keretakan dalam permukaan batuan dan meningkatkan peresapan.

6. Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi adalah tingkat kerapatan tanaman dilihat dari jarak tanaman maupun tajuk daun. Lahan yang tertutup rapat oleh vegetasi kurang memberikan kesempatan kepada sinar matahari untuk mencapai permukaan tanah, sehingga pelapukan fisik terhambat. Kaitanya dengan terhalangnya air hujan untuk langsung mencapai permukaan adalah terbentuknya siklus hidrologi yang baik sehingga pengaturan air yang mengalir sebagai air tanah, air permukaan dan kelembaban tanahnya, terjadi keseimbangan secara alami. Kondisi ini sangat berpengaruh pula terhadap stabilitas lahan. Sebaliknya pada lahan yang vegetasinya jarang kesempatan sinar matahari dan air hujan mencapai permukaan tanah sangat besar sehingga semakin intensifnya proses pelapukan dan mendukung terjadinya longsor lahan (Sugiharyanto, dkk, 2009).

2.4. Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh

2.4.1. Sistem Informasi Geografis

Pengertian Geographic Information System atau Sistem Informasi Geografis (SIG) sangatlah beragam. Hal ini terlihat dari banyaknya definisi SIG yang beredar di berbagai sumber pustaka. Definisi SIG kemungkinan besar masih berkembang, bertambah, dan sedikit bervariasi, karena SIG merupakan suatu bidang kajian ilmu dan teknologi yang digunakan oleh berbagai bidang atau disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Terkait Sistem Informasi Geografis para ahli beragam dalam mendefinisikannya, sebagai contoh berikut diuraikan berbagai definisi terkait Sistem Informasi Geografis dari berbagai ahli (Tricahyono dan Dahlia, 2017):

1. Esri

SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien

untuk memperoleh, menyimpang, memperbarui, manipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis.

2. Aronoff (1989)

SIG adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, dan memanipulasi informasi- informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek – objek dan fenomena, dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Berdasarkan hal tersebut, SIG memiliki empat kemampuan yaitu: masukan, manajemen data, analisis dan manipulasi data, dan keluaran.

3. De Mers (1997)

SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi.

4. Rob M.A (2003)

Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputerisasi dalam input, penyimpanan, manajemen, display, dan analisis data, yang memiliki presisi terhadap lokasi geografis.

5. Suryantoro (2013)

Sistem Informasi Geografis merupakan ilmu pengetahuan yang berbasis pada perangkat lunak komputer, yang digunakan untuk memberikan bentuk digital dan analisis terhadap permukaan geografi bumi, sehingga membentuk suatu informasi keruangan yang tepat dan akurat.

6. Fazal (2008)

Sistem Informasi Geografis merupakan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem komputer, yang dapat membuat manipulasi dan analisis terhadap data base yang bereferensi geografis untuk menghasilkan suatu peta baru dan data atribut. Sistem Informasi Geografis merupakan unik.

2.4.2. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, melalui data yang diperoleh dengan

menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesdan dan Kiefer, 1990 dalam (Yusuf dan Rijal, 2018). Penginderaan jauh sistem aktif maupun penginderaan jauh sistem pasif memerlukan sumber tenaga. Penginderaan jauh sistem pasif memerlukan tenaga alamiah, sedangkan penginderaan jauh sistem aktif menggunakan tenaga buatan. Sumber tenaga elektromagnetik yang utama adalah matahari. Matahari memancarkan gelombang elektromagnetik secara radiasi, baik melalui atmosfer maupun ruang hampa. Tenaga elektromagnetik berwujud panas dan sinar. Tenaga ini dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya. Dalam penginderaan jauh, pembagian berkas gelombang elektromagnetik ini lebih didasarkan pada panjang gelombangnya. Penginderaan jauh pasif yaitu penginderaan jauh yang menggunakan radiasi yang dipantulkan secara alamiah atau diemisikan medan (Hadi, 2019).

Sistem penginderaan jauh disebut aktif karena sensor mengeluarkan tenaga saat hendak merekam objek berupa tenaga elektromagnetik. Tenaga ini berupa pulsa bertenaga tinggi yang dipancarkan dalam waktu sangat pendek yakni sekitar 10^{-6} detik. Pancarannya ditujukan kearah tertentu. Bila pulsa radar mengenal objek, pulsa itu bisa dipantulkan kembali sensor radar. Sensor ini mengukur dan mencatat waktu dari saat pemncaran hingga kembali kesukur dan sensor, disamping mengukur dan mencatat intensitas tenaga balik pulsa itu. Berdasarkan waktu perjalanan pulsa radar dapat di perhitungkan jarak objek, sedang berdasarkan intensitas tenaga baliknya dapat ditaksir jenis objeknya. Intensitas atau kekuatan pulsa radar yang diterima kembali oleh sensor menentukan karakteristik spektral obyek pada citra radar (Yusuf dan Rijal, 2018).

Menurut Bahar (2007) bahwa beberapa kelebihan radar yaitu:

1. Mampu mendeteksi objek dari jarak yang jauh dengan cepat dan akurat.
2. Dioperasikan dalam segala cuaca dan kondisi, seperti: berkabut, hujan, asap.
3. Dapat mengukur kecepatan suatu target.

Selain kelebihan, radar juga memiliki beberapa kekurangan, seperti:

1. Kinerjanya masih dipengaruhi oleh komponen-komponennya.

2. Kinerjanya juga dipengaruhi oleh operator yang mengoperasikannya. Terutama dalam sistem radar aktif.

Radar mengukur nilai rasio antar kekuatan pulsa yang ditransmisikan dan yang dipantulkan kembali oleh objek. Rasio antara hamburan dan tenaga insiden disebut sebagai hamburan balik (*backscatter*) yang mana koefisiennya dihitung dengan normalisasi hamburan balik pada area standard. Area tersebut dinyatakan pada 3 bidang yaitu bidang slant range (*beta nought*), pada permukaan tanah atau on the ground (*sigma nought*), atau pada bidang tegak lurus arah *slant range* (*gamma nought*) (Small dan Meier, 2013).

Salah satu data satelit penginderaan jauh sistem aktif ialah data SAR (*Synthetic Aperture Radar*) Sentinel-1 milik ESA (*European Space Agency*) yang mana salah satu pemanfaatannya memiliki peran dalam pemetaan kawasan bencana. Sensor yang dibawa Sentinel-1 bersifat aktif dengan gelombang mikro. Sehingga memiliki keunggulan dibanding sistem optik yaitu dapat menembus awan dan tidak terganggu oleh cuaca serta dapat mengindera baik siang maupun malam (Centre for Space Science & Technology Education in Asia and the Pacific, 2014).

Terdapat beberapa macam data yang digunakan dalam penginderaan jauh, hal tersebut tergantung dari wahana dan sensor yang digunakan dalam pengumpulan data (Lillesand dan dkk, 2007 dalam Darmawan dkk,2018). Namun yang paling penting adalah jenis dan tahapan analisis yang dilakukan karena akan sangat menentukan jenis data penginderaan jauh yang dibutuhkan. Namun secara garis besar, data hasil tangkapan sensor dan sudah diolah dalam bentuk file digital sebagai bahan analisis penginderaan jauh dapat dibagi menjadi dua kelompok , yaitu (Darmawan dkk, 2018) :

1. Data Vektor, data yang menampilkan pola keruangan dalam bentuk titik, garis, kurva atau poligon. Basis dari data vektor titik yang disebut titik kontrol atau nodes yang memiliki posisi sumbu x, sumbu y dan arah (sumbu z). Setiap alur pada vektor bisa ditambahkan atribut, termasuk ketebalan garis, bentuk, kurva, warna garis, dan warna isi. Contoh: data jalan, sungai, posisi dalam ekstensi shapefile maupun gpx

2. Data Raster, struktur data dot matrix, yang mewakili kotak grid pixel pada umumnya, atau warna poin, yang dapat di lihat via monitor, kertas, atau media lainnya. Sehingga biasanya kualitas gambar dari data jenis raster dinilai berdasarkan jumlah pixel-nya. Contoh: Citra satelit, Citra radar, DEM.

Analisis citra digital biasanya dilakukan dengan menggunakan struktur data raster di mana setiap citra diperlakukan sebagai susunan nilai. Struktur data raster menawarkan keuntungan untuk manipulasi nilai-nilai pixel pada pengolahan, karena mudah untuk menemukan posisi dan nilai-nilai pixel tersebut. Format vektor menggunakan penutupan poligonal dan batas-batas sebagai unit fundamental untuk analisis dan manipulasi. Format vektor tidak sesuai untuk analisis digital data penginderaan jauh, meskipun kadang-kadang kita mungkin ingin menampilkan hasil analisis menggunakan tambahan file berformat vektor. Seringkali perangkat keras untuk melakukan analisis penginderaan jauh harus disesuaikan untuk memenuhi kualifikasi minimal perangkat lunak pengolah data format raster yang membutuhkan sumberdaya cukup besar (Darmawan dkk, 2018).

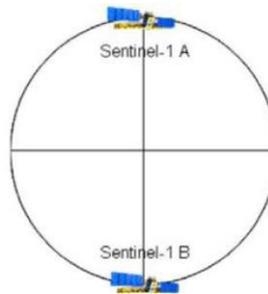
2.5. Citra Satelit Sentinel-1

Citra satelit merupakan representasi gambar dengan menggunakan berbagai jenis panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi dan merekam energi elektromagnetik. Citra dapat diartikan sebagai gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau/sensor, baik optik, elektro-optik, optik-mekanik maupun elektromekanik. Citra memerlukan proses interpretasi atau penafsiran terlebih dahulu dalam pemanfaatannya. Citra Satelit merupakan hasil dari pemotretan/perekaman alat sensor yang dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari permukaan bumi.

Kebutuhan administrasi daerah terhadap informasi penutup lahan akan menunjang perencanaan di suatu wilayah. Penginderaan jauh merupakan media yang dapat memantau dinamika perubahan penggunaan lahan dengan cepat dan biaya yang relatif murah. Iklim tropis di Indonesia mengakibatkan pasokan penguapan air menjadi tinggi sehingga muncul gangguan cuaca seperti awan, hal

tersebut merupakan hambatan bagi media penginderaan jauh sistem optis. Dilengkapi *Synthetic Aperture Radar* (SAR), Sentinel-1 memuat informasi yang lebih fleksibel dalam perolehan data karena tidak terhalang oleh gangguan awan dan cuaca sehingga dapat digunakan untuk memperoleh informasi kondisi lahan. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi longsor menggunakan data radar Sentinel-1 dual polarisasi VV dan VH (Fathoni dkk, 2017).

Citra satelit Sentinel-1 adalah citra yang dihasilkan oleh satelit Sentinel-1 yang dirancang dan dikembangkan oleh ESA dan didanai oleh Komisi Eropa (*European Commission*). Citra satelit sentinel-1 terdiri dari konstelasi dua satelit, Sentinel-1A dan Sentinel-1B yang berbagi bidang orbit yang sama dengan perbedaan 180° pada pentahapan orbital. Gambar jalur orbit satelit Sentinel-1A dan Sentinel-1B dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sentinel-1 Mission Facts

Misi dari citra ini adalah menyediakan kemampuan operasional independen untuk pemetaan radar terus menerus dari bumi dengan frekuensi, cakupan, ketepatan waktu dan kedalaman ditingkatkan untuk layanan operasional dan aplikasi yang memerlukan seri lama (Bona, 2017).

Synthetic Aperture Radar (SAR) merupakan sistem radar yang koheren dalam menggeneralisasi citra penginderaan jauh resolusi tinggi. SAR dapat mengenali objek dengan berdasarkan karakteristik objek, seperti bentuk objek (*tekstur*), arah/orientasi objek (horisontal atau vertikal), dan sifat dielektrik objek (seperti air dan logam). SAR termasuk dalam penginderaan jauh non-optik yang bersifat aktif yang menggunakan sensor gelombang mikro aktif dengan teknik perekaman menyamping. Sensor aktif/radar memiliki beberapa jenis produk citra dengan skala bervariasi (Assidiq dan Rokhmana, 2021).

Satelit Sentinel 1 bekerja pada frekuensi C-B dan pada panjang gelombang 5.4 cm, *Right Sight* yang memiliki kemampuan polarisasi tunggal dan polarisasi ganda dan juga memiliki empat mode observasi yaitu:

1. *Wave Mode*: resolusi 5 meter, area cakupan 20 km x 20 km
2. *Extra Width Swath*: resolusi 20 meter, area cakupan 400 km x 400 km
3. *Interferometric Wide Swath*: resolusi 20 meter

Satelit ini terdiri dari konstelasi dua satelit, Sentinel 1A dan Sentinel 1B yang dibuat oleh ESA. Selain itu, Sentinel 1 memiliki resolusi spasial 20×22 meter yang dapat diolah menghasilkan piksel dengan ukuran 10×10m. Sentinel 1A dapat diakses secara *opensource* yang memudahkan dalam proses analisis berkala atau *time series*. Polarisasi pada citra Sentinel 1 memiliki dual polarisasi yang terdiri dari VV dan VH atau HH dan HV. Polarisasi gelombang elektromagnetik diatur pada saat gelombang *microwave* dipancarkan sensor, dan pada saat gelombang *microwave* diterima kembali oleh sensor yang berasal *backscatter* objek (Bakker, dkk., 2003 dalam Assidiq dan Rokhmana, 2021). Kelebihan dari Citra Sentinel 1 ini tidak terpengaruh terhadap awan dan dapat direkam siang dan malam.