

**PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DI
SUBDAS SADDANG HULU**

Oleh :

HERALD GIDEON PAREWANG

M111 15 520



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DI
SUBDAS SADDANG HULU**

Oleh :

HERALD GIDEON PAREWANG

M111 15 520



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

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Sub DAS Saddang Hulu
Nama Mahasiswa : Herald Gideon Parewang
Nomor Pokok : M111 15 520

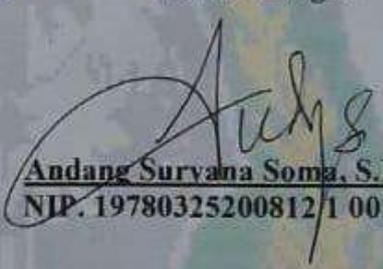
Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

**Menyetujui:
Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Syamsu Rijal, S.Hut.M.Si
NIP. 19770108200312 1 003


Andang Suryana Soma, S.Hut.M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812 1 002

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin**



Dr. Muhammad Ali K.S. S.Hut.M.Si
NIP. 19790831200812 1 002

Tanggal Lulus: 2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Herald Gideon Parewang

N I M : M111 15 520

Judul Skripsi : "Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Sub DAS Saddang
Hulu "

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ditemukan bukti ketidakaslian atas Karya Ilmiah ini maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Makassar, 02 Desember 2020

Yang Bersangkutan



(Herald Gideon Parewang)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas penyertaan-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Pemetaan Daerah Rawan Longsor di SubDAS Saddang Hulu”** ini dapat disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Departemen Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi, banyak halangan dan rintangan yang dialami. Namun, berkat pertolongan Tuhan sehingga kendala yang ada dapat teratasi. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr.Syamsu Rijal, S.Hut.M.P** dan Bapak **Dr.Andang Suryana Soma, S.Hut,M.P** selaku pembimbing yang telah meluangkan tenaga, pikiran serta waktunya untuk membantu dan mengarahkan penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M. P.**, Bapak **Munajat Nursaputra, S. Hut., M. Sc** selaku dosen penguji atas segala masukan dan sarannya untuk perbaikan skripsi ini.
2. Bapak **Dr.H.A. Mujetahid M., S.Hut.M.P** selaku Dekan Fakultas Kehutanan Unhas, Ketua Program Studi Kehutanan Unhas **Dr.Muhammad Alif K.S. S.Hut.M.Si**, serta seluruh Dosen dan Staf Administrasi Fakultas Kehutanan Unhas.
3. **Dini Albertin Mandy, S. Hut., Ahmad Rifqi Makkasau, S. Hut., Armin Ridha, S.Hut., Muh. Irsyad**, dalam memberikan arahan dan saran positif dalam penyusunan skripsi ini.
4. Saudara-saudari di **GAMARA UNHAS** yang setia menemani penulis dalam suka maupun duka selama kuliah.
5. Saudara-saudari penulis di **Pandu Alam Lingkungan Unhas**, terima kasih atas semua ilmu dan pengalaman yang dibagikan selama kuliah.
6. Saudara-saudari terkasih di **Persekutuan Doa Rimbawan Sulawesi Selatan** dan **Persekutuan Mahasiswa Kristen Fapertahut** untuk persekutuan, kebersamaan, serta motivasinya kepada penulis selama kuliah.

7. Teman-teman di **Laboratorium Perencanaan Dan Sistem Informasi Kehutanan** Fakultas Kehutanan Unhas yang membantu penulis semasa kuliah dan juga mendukung penelitian ini.
8. **Jonter, Reny, Eka**, atas kebersamaan dan motivasi sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terkhusus penulis haturkan dengan penuh hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orangtuaku Ibu **Agustina Mangiri** dan Bapak **Yulianton Parewang** atas segala doa, kasih sayang, perhatian, pengorbanan dan motivasi dalam mendidik dan membesarkan penulis.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Makassar, Desember 2020

Herald Gideon Parewang

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanah Longsor	3
2.2 Jenis-Jenis Longsor	5
2.3 Sistem Informasi Geografis	6
III METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	9
3.3 Prosedur Penelitian	10
IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Curah Hujan	19
4.2 Kemiringan Lereng	20
4.3 Litologi	21
4.4 Kerapatan Sesar	21
4.5 Kedalaman Tanah	22

4.6	Kepadatan Pemukiman.....	22
4.7	Penutupan Lahan	23
4.8	Kerapatan Jalan	24
4.9	Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerawanan Longsor	25
4.10	Validasi Titik Longsor di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu.....	29
IV	KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1	Kesimpulan.....	28
5.2	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA	29
	LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Data dan Sumber Data Penelitian.....	9
Tabel 2.	Skor dan Bobot Curah Hujan	11
Tabel 3.	Skor dan Bobot Kemiringan Lereng.....	12
Tabel 4.	Skor dan Bobot Geologi	13
Tabel 5.	Skor dan Bobot Kerapatan Sesar/Patahan	13
Tabel 6.	Skor dan Bobot Kedalaman Tanah.....	14
Tabel 7.	Skor dan Bobot Kerapatan Pemukiman	14
Tabel 8.	Skor dan Bobot Penutupan Lahan	15
Tabel 9.	Confusion Matrix.....	16
Tabel 10.	Skor dan Bobot Kerapatan Jalan	16
Tabel 11.	Nilai Parameter Terhadap Kerawanan Longsor	17
Tabel 12.	Klasifikasi Pembagian Tingkat Kerawanan Tanah Longsor	18
Tabel 13.	Curah Hujan di Sub DAS Saddang Hulu	19
Tabel 14.	Kemiringan Lereng di Sub DAS Saddang Hulu.....	20
Tabel 15.	Litologi di Sub DAS Saddang Hulu	20
Tabel 16.	Kerapatan Sesar di Sub DAS Saddang Hulu	21
Tabel 17.	Kedalaman Tanah di Sub DAS Saddang Hulu.....	21
Tabel 18.	Kepadatan Pemukiman di Sub DAS Saddang Hulu.....	22
Tabel 19.	Penutupan Lahan di Sub DAS Saddang Hulu	22
Tabel 20.	Kerapatan Jalan di Sub DAS Saddang Hulu	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian	8
Gambar 2.	Faktor- Faktor Penyebab Tanah Longsor	19
Gambar 3.	Peta Daerah Rawan Longsor Sub DAS Saddang Hulu	25
Gambar 4.	Peta Sebaran Titik Longsor Sub DAS Saddang Hulu	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Daerah Rawan Longsor di Sub DAS Saddang Hulu	35
Lampiran 2.	Peta Sebaran Titik Longsor di Sub DAS Saddang Hulu	36
Lampiran 3.	Peta Curah Hujan Sub DAS Saddang Hulu.....	37
Lampiran 4.	Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Saddang Hulu.....	38
Lampiran 5.	Peta Litologi Sub DAS Saddang Hulu	39
Lampiran 6.	Peta Kerapatan Sesar Sub DAS Saddang Hulu	40
Lampiran 7.	Peta Kedalaman Tanah Sub DAS Saddang Hulu	41
Lampiran 8.	Peta Kerapatan Permukiman Sub DAS Saddang Hulu	42
Lampiran 9.	Peta Penutupan Lahan Sub DAS Saddang Hulu	43
Lampiran 10.	Peta Kerapatan Sesar Sub DAS Saddang Hulu	44

ABSTRAK

Herald Gideon (M111 15 520). Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di SubDAS Saddang Hulu. Di bawah bimbingan Syamsu Rijal dan Andang Suryana Soma.

Sub DAS Saddang Hulu merupakan Sub DAS dari DAS Saddang yang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Toraja Utara dan Kabupaten Tana Toraja. Sub DAS Saddang Hulu memiliki topografi yang bervariasi mulai dari wilayah datar hingga daerah curam sehingga berpotensi terjadinya tanah longsor. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis daerah rawan longsor di Sub DAS Saddang Hulu. Penelitian ini menggunakan metode overlay paimin dalam menganalisis data untuk mengetahui tingkat kerawanan longsor melalui perkalian skor dan bobot pada tiap variabel. Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah curah hujan, kemiringan, litologi, kerapatan sesar, kedalaman tanah, kerapatan pemukiman, penutupan lahan dan kerapatan jalan. Tingkat kerawanan ditentukan dengan cara membagi sama rata nilai-nilai kerawanan dengan jumlah interval kelas, yang dibagi menjadi 5 kelas yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Berdasarkan penelitian ini, ditemukan bahwa wilayah Sub DAS Saddang Hulu memiliki tingkat kerawanan longsor sangat rendah 5,377.78 ha, rendah 22,425.97 ha, menengah 11,981.62 ha, tinggi 10,662.67 ha dan sangat tinggi 1,148.56 ha. Kurangnya pembangunan infrastruktur berupa pemukiman dan jalan serta penutupan lahan berupa hutan yang masih luas menjadi penyebab kurangnya resiko tanah longsor.

Kata kunci : Tanah Longsor, Sub DAS Saddang Hulu, Metode Overlay.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana longsor adalah salah satu bencana alam yang sering mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa dan menimbulkan kerusakan sarana dan prasarana yang bisa berdampak pada kondisi ekonomi dan sosial seperti terjadinya pendangkalan, terganggunya jalur lalu lintas, rusaknya lahan pertanian, permukiman, jembatan, saluran irigasi dan prasarana fisik lainnya (Apriyono, 2009)

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2012) juga mengemukakan bahwa Wilayah Indonesia terletak di daerah iklim tropis dengan dua musim yaitu panas dan hujan dengan ciri-ciri adanya perubahan cuaca, suhu dan arah angin yang cukup ekstrim. Kondisi iklim seperti ini digabungkan dengan kondisi topografi permukaan dan batuan yang relatif beragam, baik secara fisik maupun kimiawi, menghasilkan kondisi tanah yang subur. Sebaliknya, kondisi itu dapat menimbulkan beberapa akibat buruk bagi manusia seperti terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, kebakaran hutan dan kekeringan. Wahid (2011) juga mengemukakan bahwa suatu daerah/wilayah yang memiliki tatanan geologi berupa lembah atau tebing yang curam lebih mudah longsor dibandingkan dengan daerah lain. Pola patahan batuan, pelapisan batuan, ketebalan tanah lapuk, kemiringan curam, kandungan air yang tinggi, atau getaran gempa merupakan sifat geologis yang mempengaruhi proses longsor.

Longsor merupakan perpindahan massa tanah secara alami, longsor terjadi dalam waktu singkat dan dengan volume yang besar. Pengangkutan massa tanah terjadi sekaligus, sehingga tingkat kerusakan yang ditimbulkan besar. Suatu daerah dinyatakan memiliki potensi longsor apabila memenuhi tiga syarat, yaitu: (1) lereng cukup curam, (2) memiliki bidang luncur berupa lapisan di bawah permukaan tanah yang semi permeabel dan lunak, dan (3) terdapat cukup air untuk menjenuhi tanah di atas bidang luncur. Effendi & Hariyanto (2016) juga mengemukakan bahwa bencana alam tanah longsor dapat terjadi karena pola pemanfaatan lahan yang tidak mengikuti kaidah kelestarian lingkungan, seperti

gundulnya hutan sehingga infiltrasi air hujan berjalan lancar. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan bencana longsor. Penyebab longsor tersebut dipacu oleh adanya hujan lebat yang datang tiba-tiba, sehingga tanah tidak mampu lagi menahan hantaman air hujan dan tergelincir ke bawah. Selain itu lereng terjal, ketinggian suatu wilayah, jenis tanah serta tutupan pada suatu wilayah juga menjadi faktor penyebab tanah longsor. Tanah longsor yang biasanya terjadi pada daerah hulu karena mempunyai lereng yang terjal dan curah hujan yang tinggi. Daerah Sulawesi Selatan mempunyai beberapa DAS utama salah satunya adalah DAS Saddang. DAS Saddang terbagi menjadi beberapa bagian antara lain Sub DAS Saddang Hulu yang berada pada wilayah administrasi Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Toraja Utara, Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Pinrang. Peningkatan pemanfaatan lahan dan faktor alam yang tinggi tersebut dapat menambah resiko terjadinya tanah longsor di Sub DAS Saddang Hulu.

Sub DAS Saddang Hulu merupakan Sub DAS yang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Toraja Utara dan Kabupaten Tana Toraja dan memiliki topografi yang bervariasi mulai dari wilayah datar hingga daerah Pegunungan. Sebagian besar wilayah Sub DAS Saddang Hulu merupakan daerah Kabupaten Toraja Utara dan. Kerugian yang ditimbulkan dari bencana longsor di wilayah ini antara lain terputusnya jalur transportasi darat, kerusakan pada rumah warga. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya identifikasi agar dapat dilakukan upaya pencegahan dari ancaman tanah longsor. Untuk mencegah terjadinya tanah longsor maka dilakukanlah penelitian ini.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan menganalisis daerah-daerah rawan longsor di wilayah Sub DAS Saddang Hulu. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi dan acuan kegiatan mitigasi bencana longsor bagi pemerintah dan *stakeholder* lainnya agar masyarakat dapat mengetahui dan mengantisipasi bahaya longsor dengan melakukan upaya pencegahan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah gerakan tanah yang berkaitan langsung dengan berbagai sifat fisik alami seperti struktur geologi, bahan induk, tanah, pola drainase, lereng/bentuk lahan, hujan maupun sifat-sifat nonalami yang bersifat dinamis seperti penggunaan lahan dan infra-struktur lereng atau pembangunan (Rahmad dkk., 2018). Naryanto (2013) juga menambahkan bahwa tanah longsor yang banyak terjadi di Indonesia biasanya terjadi pada topografi terjal dengan sudut lereng 15° - 45° dan pada batuan vulkanik lapuk dengan curah hujan tinggi .

Cruden (1991) juga mengemukakan bahwa longsor (*landslide*) adalah massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng (pencampuran tanah dan batuan) yang bergerak menuruni lereng. Terjadinya longsor pada umumnya disebabkan oleh pengaruh gravitasi terhadap batuan hasil pelapukan yang terletak pada topografi yang mempunyai kemiringan terjal sampai sangat terjal dan berada di atas batuan yang bersifat kedap air (*impermeable*). Lapisan kedap air tersebut dalam hal ini berfungsi sebagai bidang luncur. Sementara itu Hardiyatmo C.H (2006) mengatakan bahwa longsor (*landslide*) adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya pergeseran di sepanjang satu atau lebih bidang longsor.

Zakaria (2009) mengemukakan bahwa longsor sering kali terjadi akibat adanya pergerakan tanah pada kondisi daerah lereng yang curam, serta tingkat kelembaban (*moisture*) tinggi, dan tumbuhan jarang (lahan terbuka). Faktor lain untuk timbulnya longsor adalah rembesan dan aktivitas geologi seperti patahan, rekahan dan liniasi. Kondisi lingkungan setempat merupakan suatu komponen yang saling terkait. Bentuk dan kemiringan lereng, kekuatan material, kedudukan muka air tanah dan kondisi drainase setempat sangat berkaitan pula dengan kondisi kestabilan lereng.

Besarnya gaya penahan material pembentuk lereng atau disebut juga sebagai kekuatan geser (*shear strength*) menjadi berkurang karena dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berasal dari alam itu sendiri. Hal ini berkaitan erat dengan

kondisi geologi sebagaimana yang dikemukakan oleh Nugroho dkk., (2009), yaitu sebagai berikut:

- a. Komposisi dan tekstur material.
- b. Jenis material lempung, daya ikat antar butir lemah, bentuk butiran halus dan seragam.
- c. Reaksi kimia.
- d. Perubahan ion, hidrasi lempung dan pengeringan lempung.
- e. Pengaruh tekanan air pori.
- f. Perubahan struktur material karena pengaruh pelapukan.
- g. Vegetasi/tutupan lahan yang berubah.

Selanjutnya, peningkatan tegangan geser dapat disebabkan oleh banyak faktor antara lain:

- a. Hilangnya penahan lateral; karena aktivitas erosi, pelapukan, penambahan kemiringan lereng, dan pemotongan lereng.
- b. Kelebihan beban; karena air hujan yang meresap ke tanah, pembangunan di atas lereng dan genangan air di atas lereng.
- c. Getaran; karena gempa bumi atau mesin kendaraan.
- d. Hilangnya tahanan bagian bawah lereng; karena pengikisan air, penambangan batuan, pembuatan terowongan dan eksploitasi air tanah berlebihan.
- e. Tekanan lateral; karena pengisian air di pori-pori antar butiran tanah dan pengembangan tanah.
- f. Struktur geologi; yang berpotensi mendorong terjadinya longsor adalah kontak antar batuan dasar dengan pelapukan batuan, adanya retakan, patahan, rekahan, sesar dan perlapisan batuan yang terlampau miring.
- g. Sifat batuan; pada umumnya komposisi mineral dari pelapukan batuan vulkanis yang berupa lempung akan mudah mengembang dan bergerak.
- h. Vegetasi/tutupan lahan; tumbuhan yang memiliki perakaran dan mampu menembus sampai lapisan batuan dasar maka tumbuhan tersebut akan sangat berfungsi sebagai penahan masa lereng.

Kerusakan yang ditimbulkan oleh longsor tidak hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban

manusia, tetapi juga kerusakan secara tidak langsung yang dapat melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya. Dengan demikian dampak bencana alam dapat meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia.

2.2 Jenis-Jenis Longsor

Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. Faktor-faktor yang mengontrol terjadinya proses pelongsoran itu sendiri ada yang berasal dari faktor-faktor pengontrol gangguan kestabilan lereng, dan ada yang berasal dari proses pemicu longsoran (Anwar, 2012). Jenis longsor terbagi menjadi 5 menurut Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (2005) adalah sebagai berikut:

1. Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung

2. Pergerakan Blok

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

3. 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.

4. Rayapan tanah

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

5. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah 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 bias sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran sungai ini di sekitar gunung api.

2.3 Sistem Informasi Geografis

SIG (Sistem Informasi Geografis) merupakan suatu sistem yang mempunyai kemampuan analisis terhadap data spasial untuk keperluan manipulasi maupun pemodelan. Fungsi analisis ini dijalankan memakai data spasial dan data atribut dalam SIG untuk menjawab berbagai pertanyaan yang dikembangkan dari data yang ada menjadi suatu persoalan yang relevan, fungsi analisis yang dimaksudkan adalah fungsi pengolahan dan analisis data spasial dan atribut, dalam penyederhanaan berbagai kelompok analisis terdapat 4 kategori yaitu : fungsi pemanggilan /klasifikasi /pengukuran data, fungsi tumpang tindih, fungsi tetangga dan fungsi jaringan/ keterkaitan (Samsul Arifin, Ita Carolina, 2006) .

Kegiatan pemetaan dan analisa keruangan dengan berbasis komputerisasi sistem informasi geografis terus berkembang di segala bidang khususnya pada aspek pengelolaan sumberdaya alam untuk mengetahui letak objek pada permukaan bumi (Dewi, 2009). Rais & Arsy (2010) lebih lanjut menjelaskan bahwa Sistem Informasi Geografis saat ini merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer yang dirancang untuk bekerja menggunakan data yang memiliki informasi spasial (merefereasikan keruangan), dalam pengelolaan system ini meng*capture*, mengecek, mengintegrasikan, manipulasi, menganalisa dan menampilkan serta mereferensikan data ke kondisi geografis di bumi.

Hidayat dkk (2016) menambahkan salah satu syarat dalam proses SIG yaitu data spasial yang dapat diperoleh dari beberapa sumber, diantaranya:

1. Peta Analog

Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah dan sebagainya) yaitu peta dalam bentuk cetak. Umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya. Dalam tahapan SIG sebagai keperluan sumber data, peta

analog dikonservasi menjadi format faktor melalui proses digitasi sehingga dapat menunjukkan koordinat sebenarnya di permukaan bumi.

2. Data sistem penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh (antara lain citra satelit, foto udara dan sebagainya), merupakan sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaannya secara berkala dan mencakup area tertentu. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita bisa memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk berbagai tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.

Berdasarkan definisi diatas maka dapat ditarik suatu manfaat tentang GIS menurut Indrasmoro (2013) :

1. Manajemen tata guna lahan.
2. Inventarisasi sumber daya alam.
3. Untuk pengawasan daerah bencana alam.
4. Bagi perencanaan Wilayah dan Kota.

3. Data Hasil Pengukuran Lapangan

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut contohnya: batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak perusahaan hutan dan lain-lain.

4. Data GPS (*Global Positioning System*)

Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangannya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor.

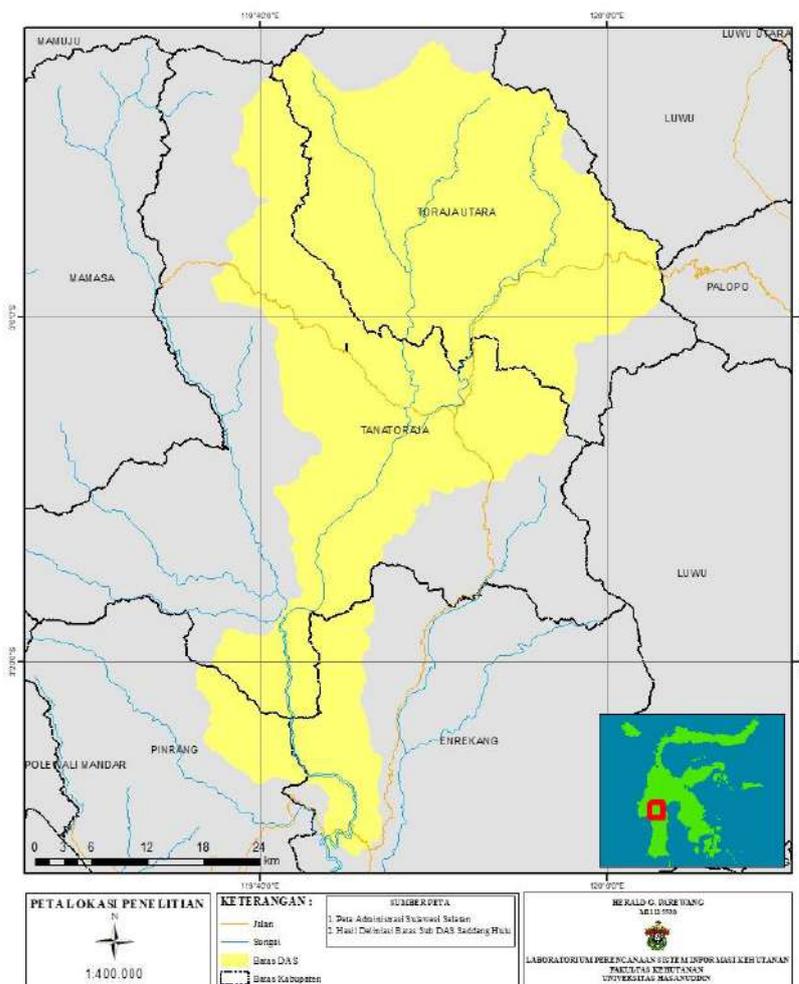
Berdasarkan definisi diatas maka dapat ditarik suatu manfaat tentang GIS menurut Indrasmoro (2013) :

1. Manajemen tata guna lahan.
2. Inventarisasi sumber daya alam.
3. Untuk pengawasan daerah bencana alam.
4. Bagi perencanaan Wilayah dan Kota.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2019 – Januari 2020 di Sub DAS Saddang Hulu yang secara administrasi terletak di Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Toraja Utara, Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Pinrang yang dapat dilihat pada Gambar 1. Pengumpulan data diperoleh dari survey lapangan dan data sekunder. Analisis data dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan Dan Sistem Informasi Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar (1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain berupa: *receiver GPS*, kamera, alat tulis menulis dan Software ArcGis 10.4 .

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

Tabel 1. Data dan sumber data sebagai bahan penelitian

No	Data yang Dianalisis	Data Utama	Sumber Data
1.	Peta Batas Sub DAS Saddang Hulu	<i>Delineation Watershed</i> menggunakan DEMNAS	BIG http://tides.big.go.id/DEMNAS/DEMNAS.php
2.	Peta Penutupan Lahan resolusi 1.5 m	Interpretasi Citra SPOT 6& SPOT 7	SPOT 6 & SPOT 7
3.	Peta Curah Hujan	Curah Hujan Sub DAS Saddang Hulu	Global Weather
4.	Peta Geologi Skala 1:250.000	Puslitbang Geologi	Puslitbang Geologi
5.	Peta Kemiringan Lereng	Kelerengan Sub DAS Saddang Hulu	Hasil Pengolahan Data DEMNAS
6.	Peta Kerapatan Jalan	Kerapatan Jalan Sub DAS Saddang Hulu	INAGEOPORTAL
7.	Peta Kepadatan Permukiman	Intrepetasi Citra SPOT 6 & SPOT 7	Citra SPOT 6 & 7
8.	Peta Kerapatan Sesar skala	Garis Sesar	Puslitbang Geologi

	1:250.000		
9.	Peta Kedalaman Tanah skala 1:250.000	Kedalaman tanah Sub DAS Saddang Hulu	RePPPProt
10.	Peta Administrasi	Administrasi Sulawesi Selatan	BPS

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

3.3. Prosedur Penelitian.

3.3.1 Pengumpulan Data

Sumber data pada penelitian berupa data primer dan data sekunder, dalam hal ini data primer adalah data yang diperoleh langsung dilapangan melalui kegiatan interpretasi citra *SPOT 6 & SPOT 7* untuk memperoleh kesesuaian peta penutupan lahan tahun 2019. Pengamatan langsung yakni berupa penyesuaian data hasil interpretasi citra satelit dengan kondisi penutupan lahan yang ada dilapangan yang dipilih secara purposive sampling berdasarkan aksesibilitas. Selain itu juga pengambilan titik koordinat di lokasi terjadinya peristiwa tanah longsor di wilayah Sub DAS Saddang Hulu sebagai bahan validasi pada saat analisis.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi tentang literatur yang berkaitan dengan variabel penelitian yang menghasilkan peta curah hujan, peta geologi, peta kedalaman tanah pada lokasi penelitian.

3.3.2 Penetapan Lokasi Penelitian

Penetapan lokasi penelitian didapatkan dari citra DEMNAS, yang telah dideliansasi sehingga menghasilkan batas Sub DAS yang merupakan batas terluar dari semua jenis peta yang dibuat berdasarkan kepentingan analisis penelitian.

3.3.3 Pemberian Skor dan Bobot Parameter Longsor pada Setiap Unit Peta

Metode skoring merupakan pemberian nilai untuk mempresentasikan besar dan beratnya dampak variabel tertentu pada fenomena tertentu secara spasial terhadap suatu kejadian (Darmawan, 2017) . (Paimin & Pramono, 2009) juga

menambahkan bahwa *scoring* adalah pemberian skor terhadap tiap kelas di masing-masing parameter. Pemberian skor didasarkan pada pengaruh kelas tersebut terhadap kejadian. Semakin besar pengaruhnya terhadap kejadian, maka semakin tinggi nilai skornya.

Curah Hujan

(Paimin & Pramono, 2009) mengemukakan bahwa curah hujan mempengaruhi proses terjadinya longsor karena tingginya curah hujan dapat mempengaruhi laju erosi di permukaan tanah yang dapat menyebabkan tanah longsor. Samsul Arifin, Ita Carolina (2006) juga mengemukakan bahwa besarnya curah hujan, intensitas dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan dan kerusakan longsor. R. Hidayat (2018) menambahkan bahwa selain faktor dominan pada masing-masing tipe longsor, terdapat pula faktor pemicu yang sangat penting untuk diperhatikan, yaitu curah hujan. Air hujan selain menyebabkan peningkatan massa tanah juga melemahkan ikatan partikel tanah, sehingga dapat memicu longsor. Dalam penentuan skor curah hujan dibagi menjadi lima kelas, semakin besar curah hujan yang turun maka semakin tinggi skor curah hujan tersebut.

Tabel 2. Skor dan Bobot Curah Hujan

Intensitas curah hujan 3 hari berturut-turut (mm/hari)	Skor	Bobot
<50	1	25
50-100	2	
100-200	3	
200-300	4	
>300	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Data curah hujan Sub DAS Saddang Hulu dapat diperoleh dari data yang tersedia di situs yang disediakan oleh *Global Weather*. Adapun klasifikasi bobot dan skor curah hujan sebagai parameter terjadinya tanah longsor di Sub DAS Saddang Hulu dapat dilihat di Tabel 2.

Kemiringan Lereng

(Paimin & Pramono, 2009) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa semakin curam lereng maka lereng akan mengalami tekanan beban yang lebih besar sehingga makin tidak stabil untuk menahan beban di atasnya dari pengaruh gravitasi bumi. Faktor kemiringan lereng sangat berpengaruh dalam proses terjadinya longsor, semakin tinggi dan semakin tegak lereng maka kemungkinan terjadinya longsor semakin besar. Kemiringan lereng akan mempengaruhi kecepatan aliran air permukaan pada lahan yang datar atau landai, kecepatan aliran air lebih kecil dibandingkan dengan tanah yang miring atau curam (Pranata Dyah Susanti & Miardini, 2016)

Tabel 3. Skor dan bobot kemiringan lereng

Lereng (%)	Skor	Bobot
<25	1	15
25-45	2	
45-65	3	
65-85	4	
>85	5	

Sumber : Paimin & Pramono (2009)

Data kemiringan lereng Sub DAS Saddang Hulu dapat diperoleh dari data DEMNAS yang disediakan oleh *United States Geological Survey (USGS)* dan dapat diunduh pada website <http://earthexplorer.usgs.gov>. adapun klasifikasi bobot dan skor kemiringan lereng sebagai parameter terjadinya tanah longsor di Sub DAS Saddang Hulu dapat dilihat di Tabel 3.

Geologi

Menurut (Paimin & Pramono, 2009) faktor geologi mempunyai kepekaan terhadap longsor yang berbeda-beda. Kepekaan longsor tanah yaitu mudah atau tidaknya tanah longsor adalah fungsi berbagai interaksi sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan longsor adalah: (1) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi laju infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas menahan air dan (2) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan pengikisan oleh butir-butir hujan yang jatuh dan aliran permukaan.

Tabel 4. Skor dan Bobot Geologi

(Geologi) Batuan	Skor	Bobot
Alluvial	1	10
Perbukitan kapur	2	
Perbukitan granit	3	
Bukit batuan sedimen	4	
Bukit basal/ <i>clay shale</i>	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Data jenis batuan geologi skala 1:50.000 dapat diperoleh dari sistem lahan (*land system*) RePPPProt. Berikut parameter nilai yang dapat dilihat untuk menghitung pengaruh batuan terhadap terjadinya longsor pada Tabel 4.

Kerapatan Sesar

Sesar merupakan faktor utama yang menjadi penyebab longsor pada ketiga tipe longsor. Sesar adalah retakan yang berada pada batuan bumi yang disebabkan oleh pergeseran baik vertikal maupun horizontal sehingga akan mengakibatkan pergerakan yang relatif pada blok batuan yang berada disekitarnya (Kurniati, 2017). Hasil penelitian dari Kumajas (2006) menunjukkan bahwa keberadaan sesar akan mempengaruhi kestabilan batuan, sehingga akan berpengaruh pada kerentanan longsor.

Tabel 5. Skor dan Bobot Kerapatan Sesar/Patahan

Kerapatan Sesar/Patahan/Gawir	Skor	Bobot
0-0.15km/km ²	1	5
0.15-0.46 km/km ²	2	
0.46-0.76 km/km ²	3	
0.76-1.08 km/km ²	4	
>1.08 km/km ²	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Data patahan skala 1:50.000 dapat diperoleh dari Puslitbang Geologi berikut klasifikasi nilai patahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Kedalaman tanah

Data Sebaran kedalaman tanah 1:250.000 diperoleh dari data *Land system* RePPProt dan parameter dari solum tanah bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skor dan Bobot Kedalaman Tanah

Kedalaman Tanah (Regolit) (meter)	Skor	Bobot
<1	1	5
1-2	2	
2-3	3	
3-4	4	
>5	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Kepadatan pemukiman

Paimin dkk (2012) Infrastruktur yang terbangun pada wilayah yang rentan terhadap longsor merupakan beban bagi lereng, infrastruktur tersebut akan menjadi beban lereng yang akan mempengaruhi tingkat kestabilan lereng.

Tabel 7. Skor dan Bobot Kerapatan Pemukiman

Kerapatan Pemukiman	Skor	Bobot
0-1 km/km ²	1	5
1-2 km/km ²	2	
2-3 km/km ²	3	
3-4 km/km ²	4	
≥4 km/km ²	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Data kepadatan pemukiman diperoleh dari hasil digitasi pemukiman citra SPOT 6 & SPOT 7. Berikut parameter tingkat pengaruhnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Penutupan lahan

Kondisi penutupan lahan sebagai faktor penyebab tanah longsor berkaitan dengan kestabilan lahan, kontrol terhadap kejenuhan air serta kekuatan ikatan partikel tanah (N. K. Dewi & Rudiarto, 2014) . Selanjutnya Paimin dkk (2012) menyebutkan bahwa lahan yang penggunaannya untuk hutan dan perkebunan relatif lebih bisa menjaga stabilitas lahan karena sistem perakaran yang dalam

sehingga bisa menjaga kekompakkan antar partikel tanah serta partikel tanah dengan batuan dasar dan bisa mengatur limpasan dan resapan air ketika hujan.

Tabel 8. Skor dan Bobot Penutupan Lahan

Penutupan Lahan	Skor	Bobot
Hutan Alam	1	20
Perkebunan (Pohon-pohonan)	2	
Kebun Campuran	3	
Rumput, Semak, Vegetasi Sawah	4	
Tanpa Vegetasi	5	

Sumber: Samsul Arifin, Ita Carolina (2006)

Data penutupan lahan diperoleh dari citra SPOT 7 tahun 2017 yang selanjutnya didigitasi pada penutupan di Sub DAS Saddang Hulu. Berikut parameter pengaruh penggunaan lahan terhadap terjadinya longsor pada Tabel 8. Penentuan kelas penutupan pada hasil digitasi peta disesuaikan dengan klasifikasi penutupan lahan pada metode Paimin.

Adapun titik survey sebagai perwakilan penutupan lahan untuk pengecekan di lapangan (*ground check*). Untuk menguji keakuratan interpretasi citra maka dilakukan uji akurasi citra yang disebut disebut *overall accuracy*. Akurasi merupakan perbandingan antara hasil klasifikasi citra dengan kondisi yang ada di lapangan persamaan sebagai berikut. Menurut Sitanggang (2010) tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85 %. Penetapan koordinat dilakukan melalui penandaan pada peta penutupan lahan yang telah diinterpretasi dengan mempertimbangkan faktor kemudahan aksesibilitas dengan maksimal jarak dari akses yaitu 500 meter dari setiap penutupan lahan yang dipilih dengan persamaan sebagai berikut:

$$OA = \frac{X}{N} \times 100 \%$$

Dimana:

OA = *Overall accuracy*

X = Jumlah nilai diagonal matrix

N = Jumlah sampel matrix

Confusion Matrix

Confusion matrix adalah suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data mining atau Sistem Pendukung

Keputusan untuk mengukur kinerja suatu model. Pada dasarnya *confusion matrix* memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya (Visa dkk., 2011). Adapun tabel *confusion matrix* disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Confusion Matrix

	Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total Kolom	
		A	B		C
Data Hasil Klasifikasi Citra	A	X_{n}			X_{k+}
	B				
	C			X_{kk}	
Total Baris		X_{+k}			N

Kerapatan jalan

Paimin dkk (2012) infrastruktur merupakan salah satu faktor penyebab longsor dari aspek manajemen, dengan kategori sangat tinggi terhadap kerentanan longsor apabila ditemukan pembangunan infrastruktur jalan yang memotong lereng.

Tabel 10. Skor dan Bobot Kerapatan Jalan

Kerapatan Jalan	Skor	Bobot
0-0.5 km/km ²	1	15
0.5-1 km/km ²	2	
1-1.5 km/km ²	3	
1.5-2 km/km ²	4	
>2 km/km ²	5	

Sumber: Paimin & Pramono (2009)

Data infrastruktur dapat diperoleh dari data inageoportal melalui interpretasi pada ArcGIS, berikut skor yang diberikan untuk Infrastruktur (Jalan) pada Tabel 10.

3.3.3 Tumpang Tindih/Overlay Peta

Tumpang susun/overlay peta ini dilakukan setelah masing-masing parameter penyebab longsor telah diberi nilai harkat. Dalam program berbasis sistem informasi geografis digunakan proses Union untuk menyatukan semua layer Annisa dkk (2015). Paimin & Pramono (2009) mengemukakan bahwa

overlay peta dilakukan guna menghasilkan suatu gambaran yang jelas bagaimana kondisi spasial serta daya dukung fisik dan lingkungan untuk pengembangan wilayah. Dalam penelitian ini metode tumpang susun dilakukan dalam melakukan pengolahan data untuk memperoleh nilai kerentanan, tumpang susun data keruangan atau overlay adalah salah satu prosedur analisis spasial dimana dengan proses ini layer dimodifikasi sesuai dengan yang diperlukan.

3.3.4 Penentuan Tingkat Kerawanan

Setelah melakukan analisis data pada masing-masing parameter. Selanjutnya melakukan pemetaan tingkat kerawanan longsor dengan teknik overlay dengan SIG, maka akan dilakukan klasifikasi bobot parameter longsor dan analisis tingkat kerawanan longsor terlebih dahulu.

Klasifikasi Nilai Parameter Longsor

Klasifikasi nilai longsor merupakan pemberian bobot untuk setiap parameter. Pemberian skor ini didasarkan pada seberapa besar pengaruh parameter tersebut terhadap kemungkinan terjadinya longsor. Nilai 500 yang ada pada tabel adalah nilai maksimal yang dihasilkan dari perkalian skor tertinggi variabel dengan bobot yang sudah dijumlahkan dengan semua variabel. Pada Tabel 11 disajikan skor untuk setiap parameter longsor terhadap tingkat kerawanan longsor.

Tabel 11. Nilai Parameter Terhadap Kerawanan Longsor

No	Parameter Kerawanan Longsor	Bobot Maksimal	Nilai
1	Curah Hujan	25	125
2	Penutupan Lahan	20	100
3	Kelerengan	15	75
4	Kedalaman Tanah	5	25
5	Kerapatan Sesar/Patahan	5	25
6	Geologi (Batuan)	10	50
7	Kerapatan Pemukiman	5	25
8	Kerapatan Jalan	15	75
Jumlah		100	500

Sumber : Paimin & Pramono (2009)

Analisis Tingkat Kerawanan Longsor

Salah satu cara untuk mengetahui tingkat kerawanan atau potensi longsor, dapat dilakukan dengan penjumlahan (pembobotan) terhadap variabel-variabel pada setiap satuan medan. Jumlah total variabel dan pembobotan yang dilakukan dibagi menjadi 5 kelas interval, yaitu: daerah potensi sangat rendah longsor, rendah longsor, menengah, tinggi dan sangat tinggi .

Menurut Purnama (2009) , nilai tingkat kerawanan ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \sum_{i:1}^n (Wi \times Xi)$$

Dimana:

K : Nilai Kerawanan

Wi : Bobot untuk parameter ke-i

Xi : Nilai kelas parameter ke-i

Menurut Purnama (2009) penentuan tingkat kerawanan dilakukan dengan cara membagi sama rata nilai-nilai kerawanan dengan jumlah interval kelas seperti yang ditampilkan pada Tabel 12 dengan menggunakan persamaan berikut:

$$i = \frac{T}{n}$$

Dimana:

i : Interval Kelas

T : Selisih Nilai maksimum dengan Nilai minimum

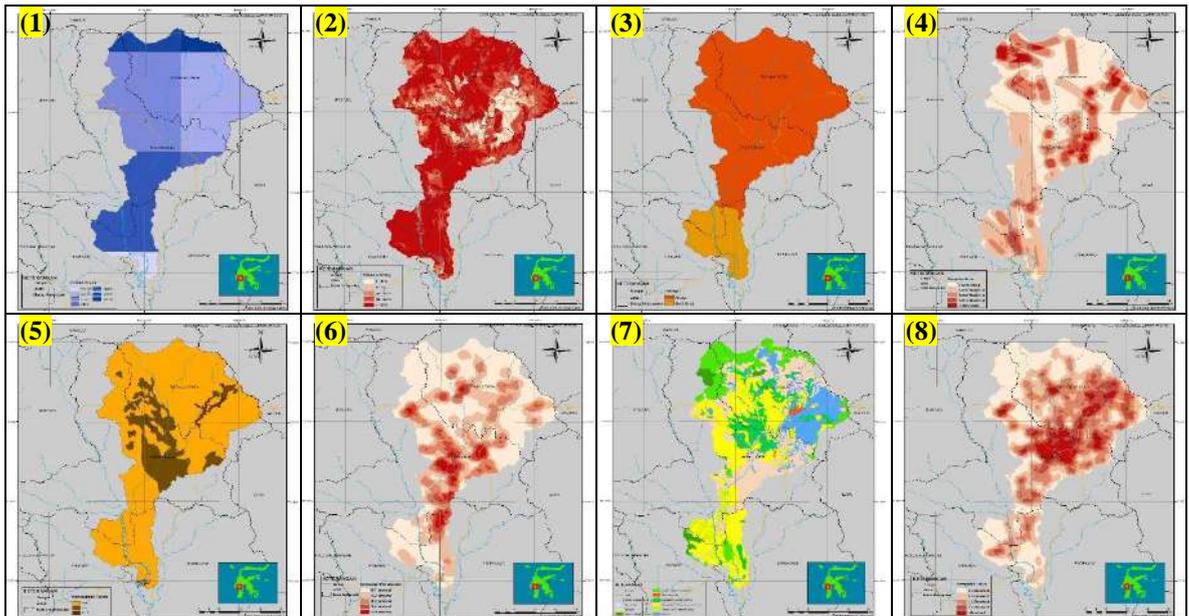
n : Jumlah Kelas Kerawanan

Tabel 12. Klasifikasi Pembagian Nilai Tingkat Kerawanan Tanah Longsor

No	Tingkat Kerawanan	Nilai
1	Sangat Rendah	160-198
2	Rendah	198-236
3	Menengah	236-274
4	Tinggi	274-312
5	Sangat Tinggi	312-350

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis faktor-faktor pendukung terjadinya longsor di Sub DAS Saddang Hulu maka dihasilkan 8 faktor dan peta yang disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Faktor-Faktor Penyebab Tanah Longsor : (1) Curah Hujan, (2) Kelerengan, (3) Litologi, (4) Kerapatan Sesar, (5) Kedalaman Tanah, (6) Kerapatan Pemukiman, (7) Penutupan Lahan, (8) Kerapatan Jalan

4.1 Curah Hujan

No.	Curah Hujan	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	167.29	5,547596942	1621,606	4483,996181	365,1691	
2	221.63	1486,225762	18199,32	30956,01222	8861,777	508,2784717
3	233.41	4577,601393	26091,23	26519,81556	11598,4	277,6001426
4	239.3	19,09152574	1612,883	1662,152621	888,3248	79,27692863
5	240.87	47,932454	5451,741	19803,89412	19954,66	2113,869857
6	275.67	1508,352112	6991,745	1646,273921	23,46728	
7	281.93	741,6758858	3874,245	417,4287712	97,23983	

Tabel 13. Curah Hujan di Sub DAS Saddang Hulu

Di daerah penelitian diketahui bahwa wilayah dengan tingkat kerawanan sangat tinggi mempunyai curah hujan tertinggi yakni 240,87 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa penentuan tingkat kerawanan longsor di daerah penelitian juga dipengaruhi oleh curah

hujan. Soenarmo dkk (2008) mengemukakan bahwa longsor disebabkan oleh kondisi tata air tanah dan sifat fisik/mekanik tanah yang tidak baik, sehingga pada saat musim hujan terjadi peningkatan air tanah (*pore water pressure*), penurunan kekuatan dan tahanan geser tanah yang akan menyebabkan longsor.. Adapun peta curah hujan tertinggi 3 hari berturut-turut Sub DAS Saddang Hulu disajikan pada Gambar 2 Lampiran (3).

4.2 Kemiringan Lereng

No.	Kelerengan	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	0 - 8 %	1235,934026	4532,968233	4309,918952	115,147	
2	8 - 15		2483,162605	4681,37721	4415,058	180,9586527
3	15 - 25 %	3461,707184	5819,688604	3703,637784	145,1735	
4	25 - 40 %	3688,785519	21571,73889	20050,92325	6405,203	1,75278069
5	> 40 %		29435,20724	52743,7162	30708,46	2796,313966

Tabel 14. Kemiringan Lereng di Sub DAS Saddang Hulu

Hasil Analisis melalui data DEM maka dihasilkan kemiringan lereng pada Sub DAS Saddang Hulu yang terbagi lima kelas interval yakni 0-8%, 8-15%, 15-25%, 25-40% dan lebih dari 40%. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya tanah longsor yaitu lereng yang curam dengan kondisi lereng yang tidak stabil. Hasil penelitian Pramudianti & Hadmoko (2013) juga menyebutkan bahwa geometri lereng akan berpengaruh terhadap longsor, dan panjang lereng berbanding terbalik dengan kemiringan lereng. Adapun peta kelerengan Sub DAS Saddang Hulu disajikan pada Gambar 2 Lampiran (4).

4.3 Litologi

No.	Litologi	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	Aluvial	8380,879132	62221,15925	73565,58046	27263,54	966,3582002
2	Bukit Basa	5,547596942	1621,606331	11923,99294	14525,5	2012,667199

Tabel 15. Litologi di Sub DAS Saddang Hulu

Hasil analisis yang diperoleh dari beberapa sumber data berupa data geologi pada Sub DAS Saddang Hulu diketahui terdapat 2 jenis batuan diantaranya Batuan Aluvial yang diberi skor 1 dan batuan basal yang diberi skor 5. Hubungan litologi dengan longsor terlihat jelas antara lain yaitu bahan sedimen tersier dari kombinasi pasir dan liat memberikan intensitas longsor paling tinggi, diikuti oleh bahan piroklastik lepas

(Samsul Arifin, Ita Carolina, 2006) . Adapun Peta Geologi Sub DAS Saddang Hulu disajikan pada Gambar (2) dan Lampiran (5)

4.4 Kerapatan Sesar

No.	Kerapatan Sesar	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	0-0.15km/km ²	5862,874139	31265,5599	32675,76388	8986,695936	22,06134488
2	0.15-0.46km/km ²	1668,450103	16669,36843	29457,75754	16629,18151	1066,160451
3	0.46-0.76km/km ²	732,5997636	11800,08861	15175,00639	10102,56885	876,499572
4	0.76-1.08km/km ²	122,5027234	3624,159726	4652,176599	4844,201252	818,4550494
5	>1.08km/km ²		483,5889165	3528,868991	1226,391402	195,8489828

Tabel 16. Kerapatan Sesar di Sub DAS Saddang Hulu

Kerapatan sesar didapatkan dari hasil modifikasi dengan melihat keberadaan garis sesar di Sub DAS Saddang Hulu, setelah itu dianalisis kerapatannya menggunakan *tools line density*. Susanti & Miardini (2019) mengemukakan bahwa jarak dari bidang patahan atau sesar merupakan salah satu penilaian tingkat kerentanan longsor. Adapun Peta Kerapatan Sesar Sub DAS Saddang Hulu disajikan pada Gambar (2) dan Lampiran (6).

4.5 Kedalaman Tanah

No.	Kedalaman Tanah	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	≤1	7545,160222	55430,23514	70819,83605	30486,43242	2265,192063
2	1-2	834,9990424	8015,495876	13419,2081	10283,58473	609,0604155
3	2-3	6,267464577	397,0345593	1250,529247	1019,021797	104,7729209

Tabel 17. Kedalaman Tanah di Sub DAS Saddang Hulu

Proses analisis data kedalaman tanah pada data rePPPProt diketahui bahwa kedalaman tanah yang terdapat pada Sub DAS Saddang Hulu cukup beragam, yang telah diketahui bahwa ada tiga kelas kedalaman yang terdapat pada Sub DAS Saddang Hulu yaitu kedalaman ≤1, 1-2, 2-3 meter yang tersebar di seluruh wilayah DAS untuk kedalaman tersebut kami memberikan berturut-turut skor 1, 2 dan 3. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa kedalaman tanah merupakan salah satu penyebab terjadinya tanah longsor. Seperti yang disampaikan oleh Pramono (2009) yang mengemukakan bahwa salah satu pemicu terjadinya tanah longsor adalah kedalaman tanah, semakin dalam tanah maka semakin banyak air yang masuk kedalam tanah sehingga menyebabkan gaya luncur yang disebabkan oleh gravitasi bumi. Adapun Peta Kedalaman Tanah Sub DAS Saddang Hulu disajikan pada Gambar (2) dan Lampiran (7).

4.6 Kepadatan Pemukiman

No.	Kepadatan Pemukiman	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	0-1 km/km ²	8043,506138	45711,38	34739,58929	10044,82	373,7160921
2	1-2 km/km ²	322,4427303	13037,7	28495,35217	11940,71	785,769098
3	2-3 km/km ²	20,47786038	4383,91	16583,33114	9850,444	466,8517561
4	3-4 km/km ²		652,3197	4818,24292	6399,92	663,4586951
5	>=4km/km ²		57,45334	853,0578799	3553,148	689,2297585

Tabel 18. Kepadatan Pemukiman di Sub DAS Saddang Hulu

Data yang diperoleh dari hasil digitasi pemukiman dan bangunan lainnya yang masuk dalam wilayah Sub DAS Saddang Hulu menunjukkan nilai kerapatan yang beragam yang terbagi atas 5 kelas. Nilai skor 1-5 yang diberikan pada masing-masing nilai 0-1 km/km², 1-2 km/km², 2-3 km/km², 3-4 km/km² dan ≥ 4 km/km². Pada penelitian ini ditemukan bahwa kepadatan pemukiman merupakan salah satu faktor terjadinya tanah longsor di. Hal ini juga didukung oleh riset Paimin dkk (2012) yang mengemukakan bahwa infrastruktur merupakan salah satu faktor penyebab longsor dari aspek manajemen, dengan kategori sangat tinggi terhadap kerentanan longsor apabila ditemukan pembangunan infrastruktur jalan yang memotong lereng. Adapun peta kerapatan pemukiman pada Sub DAS Saddang Hulu dapat dilihat pada Gambar (2) dan Lampiran (8).

4.7 Penutupan Lahan

No.	Penutupan Lahan	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	Badan Air	17,92451725	167,0966002	298,5983278	101,3110697	
2	Bandara/ Pelabuhan		2,528154853	44,56023724	14,52071027	
3	Belukar	1156,01896	18700,1005	22730,30384	8269,284699	329,7003794
4	Belukar Rawa		2,878524526	32,51200033		
5	Hutan Lahan Kering Primer	1732,39787	1440,418085	1902,997769	44,05932396	
6	Hutan Lahan Kering Sekunder	3140,930726	17641,31388	4428,502372	534,0351718	
7	Pemukiman		93,13144002	681,1012595	223,0726885	105,0526984
8	Perkebunan		264,2741138	212,7915453	2,769508328	
9	Pertanian Lahan Kering	729,4708332	4009,303206	9820,016496	4194,075041	8,034044498
10	Pertanian Lahan Kering Campur	699,4585826	13121,07004	24473,25184	18337,39421	2161,00743
11	Savanna/ Padang rumput	318,6392622	1865,779848	4915,559188	3638,53795	120,6003485
12	Sawah	591,585977	6510,396338	15898,28993	6429,978577	254,6304987
13	Tanah Terbuka		24,47484484	51,0885902		

Tabel 19. Penutupan Lahan di Sub DAS Saddang Hulu

Hasil interpretasi penutupan lahan maka dihasilkan 9 (sembilan) jenis penutupan lahan yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering campur, pertanian lahan kering, sawah, savanna/padang rumput, semak belukar,

badan air dan pemukiman. Skor pada setiap penutupan lahannya yakni : hutan alam diberi skor 1, Perkebunan diberi skor 2, Kebun campuran diberi skor 3, rumput, semak, vegetasi sawah diberi skor 4 dan tanpa vegetasi diberi skor 5. Hasil analisis yang telah dilakukan ditemukan bahwa kondisi penutupan lahan berpengaruh pada terjadinya tanah longsor. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Pranatasari Dyah Susanti & Miardini (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penyebab longsor, penggunaan lahan yang didominasi oleh hutan akan mampu mengikat tanah sehingga dapat meminimalisir gerakan tanah.

Kelas Penutupan		Data Pengecekan Lapangan Tahun 2019								Total	
		C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C1.8		C1.9
Data Hasil Klasifikasi Citra	C1.1	11	3	0	0	0	0	0	0	0	14
	C1.2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9
	C1.3	0	3	17	0	1	0	0	0	0	21
	C1.4	0	5	0	13	6	0	1	0	0	25
	C1.5	0	0	0	0	31	0	0	0	0	31
	C1.6	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12
	C1.7	0	3	0	0	0	0	27	0	0	30
	C1.8	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11
	C1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Total		11	23	17	13	38	12	28	11	8	161

 : Jumlah Titik Koordinat Yang Tidak Mengalami Perubahan Penutupan Lahan

Keterangan :

- C1.1 : Hutan Lahan Kering Primer
- C1.2 : Hutan Lahan Kering Sekunder
- C1.3 : Pertanian Lahan Kering Campur
- C1.4 : Pertanian Lahan Kering
- C1.5 : Sawah
- C1.6 : Savana/Padang Rumput
- C1.7 : Belukar
- C1.8 : Badan Air
- C1.9 : Pemukiman

Dari hasil analisis tabel confusion matrix maka dihasilkan overall accuracy sebesar = 86.33 % itu menandakan bahwa hasil interpretasi citra penutupan lahan yang dilakukan

dapat dikatakan valid. Peta penutupan lahan di Sub DAS Saddang Hulu ditampilkan pada Gambar (2) dan Lampiran (9).

4.8 Kerapatan Jalan

No.	Kerapatan Jalan	Tingkat Kerawanan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
1	0-0.5km/km2	7396,520123	39910,03025	17782,42606	5272,89605	
2	0.5-1km/km2	982,4630304	12689,54017	27133,87229	7253,497379	3,813015592
3	1-1.5km/km2	7,443575827	8726,714484	24391,54053	10638,33577	1456,923873
4	1.5-2km/km2		2295,976753	10966,539	10043,00065	591,2714789
5	>2km/km2		220,5039179	5215,195532	8581,309099	927,0170326

Tabel 20. Kerapatan Jalan di Sub DAS Saddang Hulu

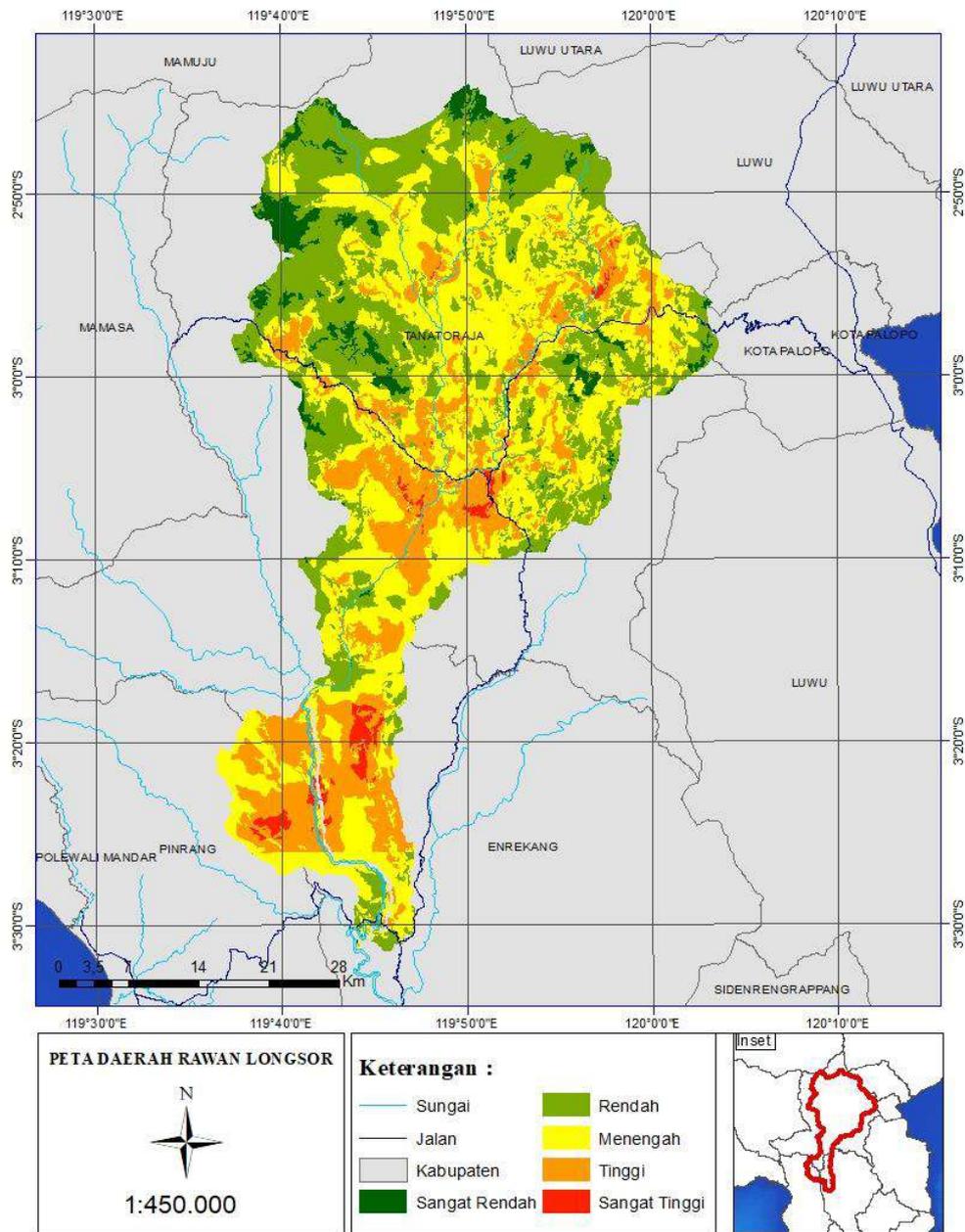
Teknik untuk membuat peta kerapatan jalan sama dengan teknik membuat peta kerapatan sesar dengan mencari tingkat kerapatan jalan di SubDAS Saddang Hulu menggunakan *tools line density*. Pembangunan jalan yang dilakukan di wilayah Sub DAS Saddang Hulu dapat menimbulkan longsor karena adanya aktivitas pemotongan lereng yang terjal sehingga membuat lereng menjadi tidak stabil ditambah beban akibat gaya gravitasi. Hal ini juga didukung oleh Pranatasari Dyah Susanti & Miardini (2019) yang mengemukakan juga mengemukakan bahwa aktivitas berupa pembangunan yang dilakukan di suatu lereng dapat menimbulkan longsor . Adapun peta kerapatan jalan pada Sub DAS Saddang Hulu dapat dilihat pada Lampiran (10).

4.9 Wilayah berdasarkan tingkat kerawanan longsor di Sub DAS Saddang Hulu

Setelah penentuan daerah rawan longsor menggunakan sistem informasi geografis dengan menggunakan metode tumpang susun (*overlay*) maka dihasilkan nilai-nilai berupa angka selanjutnya nilai kisaran ini dikonversi pada beberapa tingkatan sesuai dengan kebutuhan, pada penelitian ini tingkat rawan longsor diklasifikasikan atas 5 kelas atau tingkatan menggunakan sistem perhitungan equal interval dengan membagi besar nilai interval yang sama pada setiap kelasnya sehingga menghasilkan peta yang dapat dilihat pada Gambar (3) dan Lampiran (1) serta membagi 5 kelas kerawanan, yaitu :

1. Sangat Rendah
2. Rendah
3. Menengah

4. Tinggi
5. Sangat tinggi



Gambar 3. Peta Daerah Rawan Longsor Di Sub DAS Saddang Hulu

1. Sangat Rendah

Pada wilayah Sub DAS Saddang Hulu sebagian dari wilayah tersebut berada pada klasifikasi tingkat kerawanan sangat rawan. Diketahui Kecamatan dengan luas wilayah paling banyak dengan tingkat kerawanan sangat rendah yaitu Kecamatan Bittuang dengan luas terdampak 5,377.78 Ha yang bertempat di Kabupaten Tana Toraja.

Dilihat dari aspek fisiknya penyebab Kerawanan Sangat Rendah di kecamatan Bittuang karena pengaruh kepadatan vegetasi serta kurangnya infrastruktur berupa jalan dan pemukiman. Penutupan lahan berupa hutan alam sangat berpengaruh karena semakin tinggi tingkat kepadatan vegetasi maka semakin sedikit air hujan yang jatuh langsung dipermukaan bumi karena ditahan oleh tajuk pada pohon sehingga pengikisan dapat diminimalisir serta kemampuan lahan dalam mengikat tanah semakin kuat karena banyaknya akar di dalam tanah yang dapat mengurangi gerakan tanah (Samsul Arifin, Ita Carolina, 2006). Kurangnya pembangunan berupa jalan dan permukiman di kecamatan bittuang juga menjadi salah satu faktor yang sangat penting karena semakin banyak infrastruktur yang terbangun di atas lereng maka semakin besar beban yang akan diterima oleh tanah sehingga memberikan beban bagi lereng yang akan mempengaruhi stabilitas lereng (Pramono, 2009).

2. Rendah

Pada wilayah Sub DAS Saddang Hulu sebagian dari wilayah tersebut berada pada klasifikasi tingkat kerawanan rendah. Dilihat dari aspek fisiknya penyebab Kerawanan Rendah karena masih kurangnya pembangunan berupa pemukiman serta masih kurangnya pembangunan jalan yang berakibat pada pemotongan lereng. Pembangunan berupa pemukiman dan jalan yang masih sedikit membuat daerah ini masuk dalam kategorui tingkat kerawanan rendah karena banyaknya pemukiman yang ada pada suatu wilayah berlereng akan menambah beban yang diterima oleh lahan sehingga meningkatkan potensi longsor. Terganggunya kestabilan lereng akibat berbagai aktivitas manusia di atasnya dapat meningkatkan potensi terjadinya longsor (Pranatasari Dyah Susanti & Arina Miardini, 2017). Dilihat dari aspek fisiknya penutupan lahan

didominasi oleh hutan alam dan kebun campuran yang berfungsi sebagai penyerap air di dalam tanah sehingga tanah tidak mudah mengalami pergeseran (Pranatasari Dyah Susanti & Miardini, 2019) . Kecamatan dengan luas wilayah paling banyak dengan tingkat kerawanan rendah yaitu Kecamatan Bittuang dengan luas wilayah dengan tingkat kerawanan rendah mencapai 22,425.97 Ha.

3. Menengah

Sebagian wilayah pada Sub DAS Saddang Hulu mempunyai tingkat kerawanan menengah. Kecamatan dengan luas wilayah paling banyak dengan tingkat kerawanan menengah yaitu Kecamatan Bonggakaradeng dengan angka mencapai 11,981.62 Ha yang karakteristik wilayahnya berupa lahan terbuka dengan ciri khas padang pasir dengan kelerengan yang curam di atas 40%. Samsul Arifin & Ita Carolina (2006) mengemukakan bahwa tanah longsor biasanya terjadi di lahan yang tidak di tumbuh vegetasi karena tidak ada tumbuhan yang mengikat permukaan tanah sehingga mudah terbawa air, kondisi ini diperparah dengan kelerengan lokasi yang sangat curam sehingga lereng makin mudah mengalami longsor yang di akibatkan oleh air hujan dan beban gravitasi yang diterima oleh lereng.

4. Tinggi

Hasil analisis yang diperoleh pada daerah Sub DAS Saddang Hulu, untuk sebaran wilayah yang tinggi terlihat cukup mendominasi di wilayah ini dan tersebar luas pada wilayah Sub DAS Saddang Hulu yang mempunyai tingkat kategori kerawanan tinggi. Kecamatan dengan luas wilayah paling banyak dengan tingkat kerawanan tinggi yaitu Kecamatan Bonggakaradeng dengan luas mencapai 10,662.67 Ha yang disebabkan oleh karakteristik penutupan lahannya yang cenderung lahan terbuka serta didukung oleh kelerengan yang curam (>40%) serta curah hujan yang relative tinggi. Hasil penelitian Pramono (2009) mengemukakan bahwa faktor tingginya tingkat kerawanan longsor di suatu daerah karena curah hujan, curah hujan yang jatuh dengan intensitas tinggi di suatu daerah yang tidak bervegetasi besar kemungkinan terjadi longsor diperparah dengan kondisi penutupan lahan yang didominasi

oleh lahan terbuka sehingga tidak ada lagi pohon yang menahan air hujan dengan tajuk sehingga air hujan langsung jatuh di permukaan tanah yang menimbulkan erosi dan membuat tanah bergeser akibat tidak adanya akar pohon yang berfungsi sebagai pengikat tanah.

5. Sangat Tinggi

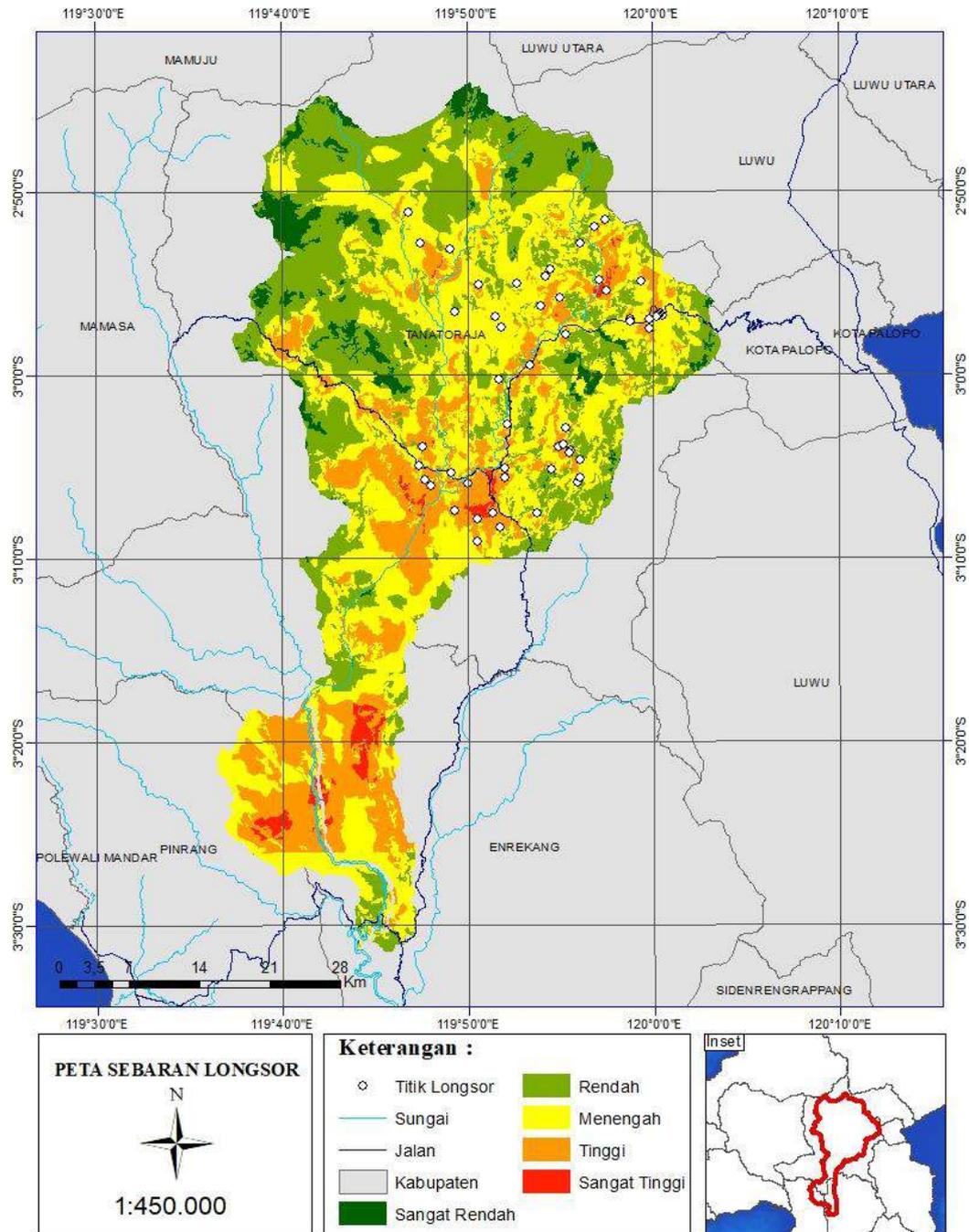
Pada wilayah Sub DAS Saddang Hulu sebagian dari wilayah tersebut berada pada klasifikasi tingkat kerawanan sangat tinggi. Kecamatan dengan luas wilayah paling banyak dengan tingkat kerawanan Sangat Tinggi adalah Kecamatan Masalle dengan wilayah yang terdampak seluas 1,148.56 Ha. Jika diidentifikasi melalui data-data yang diperoleh dapat disimpulkan kerawanan tertinggi berada pada daerah yang mempunyai kelerengan yang sangat terjal dilihat dari aspek fisiknya daerah ini merupakan daerah yang didominasi kemiringan lereng $>40\%$, dan penggunaan lahan daerah tersebut didominasi oleh lahan terbuka dengan curah hujan yang sangat tinggi. Samsul Arifin & Ita Carolina (2006) dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa jenis penutupan lahan berupa lahan terbuka sangat peka terhadap terjadinya longsor karena penutupan lahan ini tidak memiliki kekuatan baik dalam mengikat tanah, artinya tidak memiliki sistem perakaran baik terhadap tanah sehingga apabila dipacu dengan curah hujan yang tinggi tanah akan menjadi sangat labil karena tidak diikat kuat oleh sistem perakaran yang baik diperparah dengan kondisi lereng yang sangat curam sehingga lereng menerima beban gravitasi yang besar yang dapat membuat lereng menjadi tidak stabil dan akan menyebabkan longsor .

4.10 Validasi dan Sebaran Titik Longsor Di Wilayah Sub DAS

Saddang Hulu

Sebaran titik longsor di wilayah Sub DAS Saddang Hulu didapatkan dari hasil *ground check* di lapangan dengan menggunakan *Receiver GPS*. Pada umumnya tanah longsor yang terjadi di wilayah Sub DAS Saddang Hulu merupakan tanah longsor jenis longsor rotasi dan aliran bahan rombakan dimana longsor rotasi terjadi akibat aliran air deras sehingga mendorong lapisan tanah serta material lain di bebatuan pada lereng yang terjal sehingga menyebabkan tanah longsor. Hasil validasi titik longsor yang di *overlay* dengan peta kerawanan

longsor menunjukkan kesesuaian tempat karna titik longsor yang telah di *overlay* berada pada daerah dengan tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi. Hasil overlay titik longsor dan peta kerawanan longsor dapat dilihat di Gambar (3) dan Lampiran (2)



Gambar 4. Peta Sebaran Kejadian Longsor Di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Wilayah Sub DAS Saddang Hulu masuk dalam kategori kerawanan tinggi dan sangat tinggi longsor dengan total luas 78.797,45 ha atau persentase 16.82 % dari total luas wilayah Sub DAS Saddang Hulu.
2. Longsor yang terjadi di Sub DAS Saddang Hulu paling banyak disebabkan karena penutupan lahan yang didominasi oleh lahan terbuka serta kemiringan lereng >40% dan diperparah dengan curah hujan yang tinggi dan tingginya kerapatan jalan serta kerapatan pemukiman.

5.2 Saran

Bencana tanah longsor perlu perhatian lebih mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan sehingga kedepannya penelitian yang berkaitan dengan tanah longsor perlu dilakukan agar masyarakat mengetahui daerah rawan longsor dan dampak dari tanah longsor serta kajian mengenai tanah longsor perlu didalami khususnya di mata kuliah perencanaan kehutanan agar mahasiswa kehutanan dapat mengetahui bagaimana cara untuk meminimalisir peristiwa kejadian longsor di indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, J., Sutikno, S., & Rinaldi. (2015). Analisis Daerah Rawan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2(2), 1–8. <https://www.neliti.com/publications/203168/analisis-daerah-rawan-longsor-berbasis-sistem-informasi-geografis-studi-kasus-ka>
- Anwar, A. (2012). *Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai*. UNIVERSITAS HASANUDDIN. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2896>
- Apriyono, A. (2009). Analisis Penyebab Tanah Longsor Di Kalitlaga Banjarnegara. *Dinamika Rekayasa*, 5(1), 14–18.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2012). Definisi dan Jenis Bencana. In *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.126.1.78>
- Cruden, D. M. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology - Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur*, 43(1), 27–29. <https://doi.org/10.1007/BF02590167>
- Darmawan. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2005). Pengenalan Gerakan Tanah. In *Esdm*. https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf
- Dewi, N. K., & Rudiarto, I. (2014). Pengaruh Konversi Lahan terhadap Kondisi Lingkungan di Wilayah Peri-urban Kota Semarang (Studi Kasus: Area Berkembang Kecamatan Gunungpati). *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 10(2), 115. <https://doi.org/10.14710/pwk.v10i2.7641>
- Dewi, S. E. a; J. F. (2009). Sistem informasi geografis untuk Pengelolaan Bentang

- Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. *PT. Bumi Pertiwi*, 213.
www.worldagroforestrycentre.org/sea
- Effendi, A. Y., & Hariyanto, T. (2016). Pembuatan Peta Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic. (Studi Kasus : Kabupaten Probolinggo). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17190>
- Hidayat, R. (2018). Analisis Stabilitas Lereng pada Longsor Desa Caok, Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Air*, 14(1), 63–74.
<https://doi.org/10.32679/jsda.v14i1.195>
- Indrasgoro, G. P. (2013). Geographic Information System (GIS) Untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor Studi Kasus Di Kelurahan Karang Anyar Gunung Semarang. *Jurnal GIS Deteksi Rawan Longsor*, 1–11.
- Kumajas, M. (2006). Inventarisasi dan Pemetaan Rawan Longsor Kota Manado–Sulawesi Utara. *Forum Geografi*, 20(2), 190–197.
<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/261>
- Kurniati, A. (2017). *Identifikasi Sesar Di Sulawesi Bagian*. Universitas Hasanuddin.
- Naryanto, H. S. (2013). Analisis Kondisi Bawah Permukaan Dan Risiko Bencana Tanah Longsor Untuk Arahan Penataan Kawasan Di Desa Tengklik Kecamatan Tawangmangu Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 13(2).
<https://doi.org/10.29122/jsti.v13i2.881>
- Nugroho, J. A., Sukojo, B. M., & Sari, I. (2009). Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *ITS Library*, 9. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10147-Paper.pdf>
- Paimin, Pramono, I. B., Purwanto, & Indrawati, D. R. (2012). Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. In *Dynamical systems with applications using MATLAB*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Paimin, S., & Pramono, I. B. (2009). Teknik mitigasi banjir dan tanah longsor. In *Tropenbos International Indonesia Programme, Indonesia*.
- Pramono, I. B. (2009). *Banjir dan Tanah Longsor*. Tropenbos International

Indonesia Programme.

- Pramudianti, E., & Hadmoko, D. S. (2013). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Model Deterministik untuk Zonasi Rawan Longsor Lahan di Sub-DAS Gintung, Kab. Purworejo. *Jurnal Bumi Indonesia*, 429–436.
- Pranatasari Dyah Susanti¹, Arina Miardini¹, dan B. H. (2017). Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1), 49–59.
- Purnama, A. (2009). Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis. In *Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata*. Institut Pertanian Bogor. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.01.043>
- Rahmad, R., Suib, S., & Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor Di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 1. <https://doi.org/10.22146/mgi.31882>
- Rais, R., & Arsy, R. F. (2010). Analisa Sistem Manajemen Resiko Bencana Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus: Kec. Polobangkeng Utara Kab. Takalar). *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 7(1), 43–53.
- Samsul Arifin, Ita Carolina, W. C. (2006). Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 3(1), 77–86. http://www.jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja
- Sitanggang, G. (2010). Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara*, 11(2), 47–58.
- Soenarmo, S. H., Sadisun, I. A., & Saptohartono, E. (2008). Kajian Awal Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pendugaan Potensi Tanah Longsor Berbasis Spasial di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Geoaplika*, 3, 133–142.
- Susanti, Pranata Dyah, & Miardini, A. (2016). Upaya Pengurangan Risiko Bencana Terkait Perubahan Iklim Analisis Tingkat Kerawanan Dan Teknik

Mitigasi Longsor Di Sub Das Merawu. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS*, 139–150.
[https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8228/13_Pranatasari Dyah Susanti.pdf?sequence=1](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8228/13_Pranatasari%20Dyah%20Susanti.pdf?sequence=1)

Susanti, Pranatasari Dyah, & Miardini, A. (2019). Identifikasi Karakteristik dan Faktor Pengaruh pada Berbagai Tipe Longsor. *AgriTECH*, 39(2), 97.
<https://doi.org/10.22146/agritech.40562>

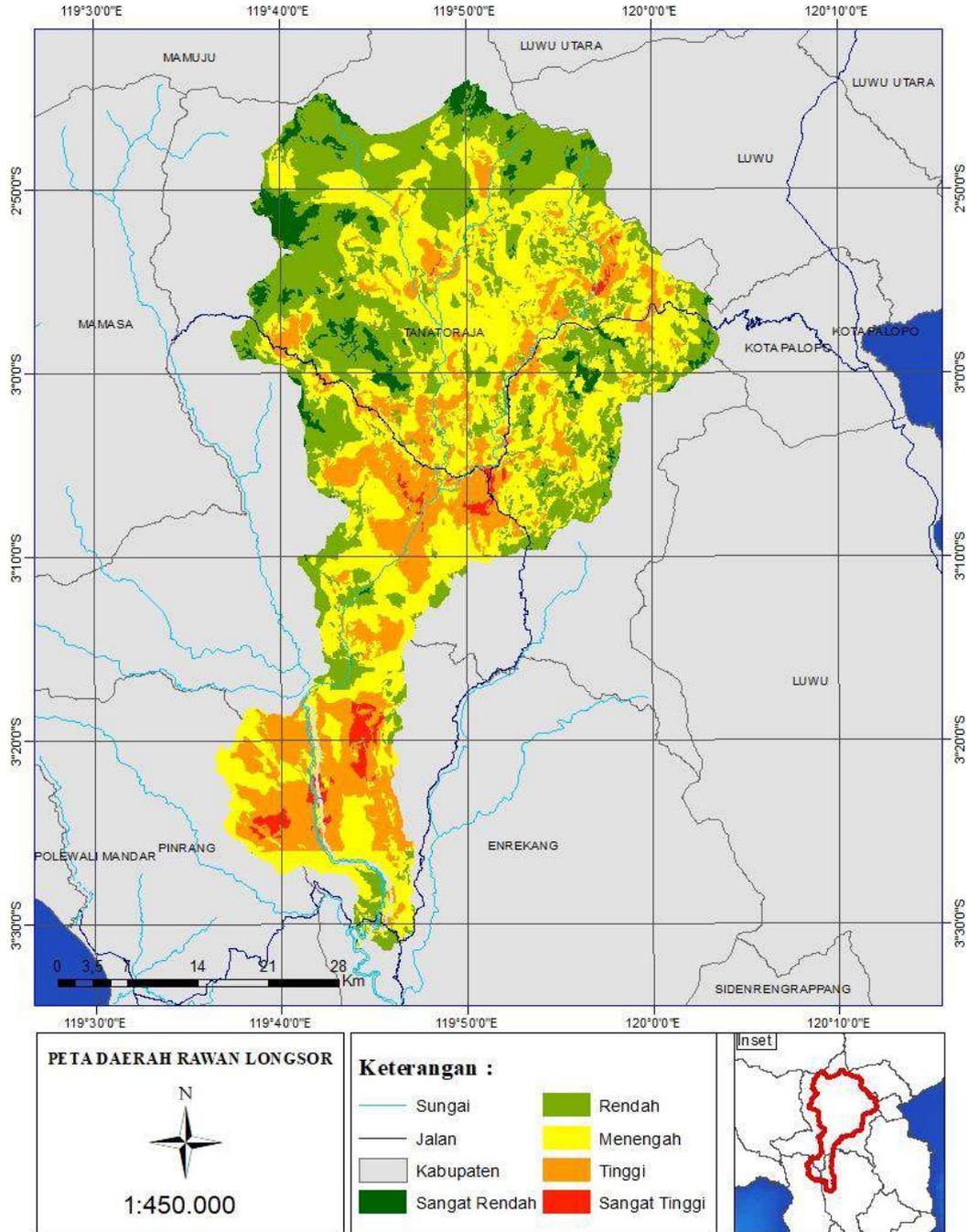
Visa, S., Ramsay, B., Ralescu, A., & Van Der Knaap, E. (2011). Confusion matrix-based feature selection. *Proceedings of the 22nd Midwest Artificial Intelligence and Cognitive Science Conference, MAICS 2011*.

Wahid, A. (2011). *APLIKASI GEOLISTRIK RESISTIVITAS UNTUK MELIHAT STRUKTUR PERLAPISAN BATUAN DAERAH LONGSOR Abdul Wahid**. 11(1).

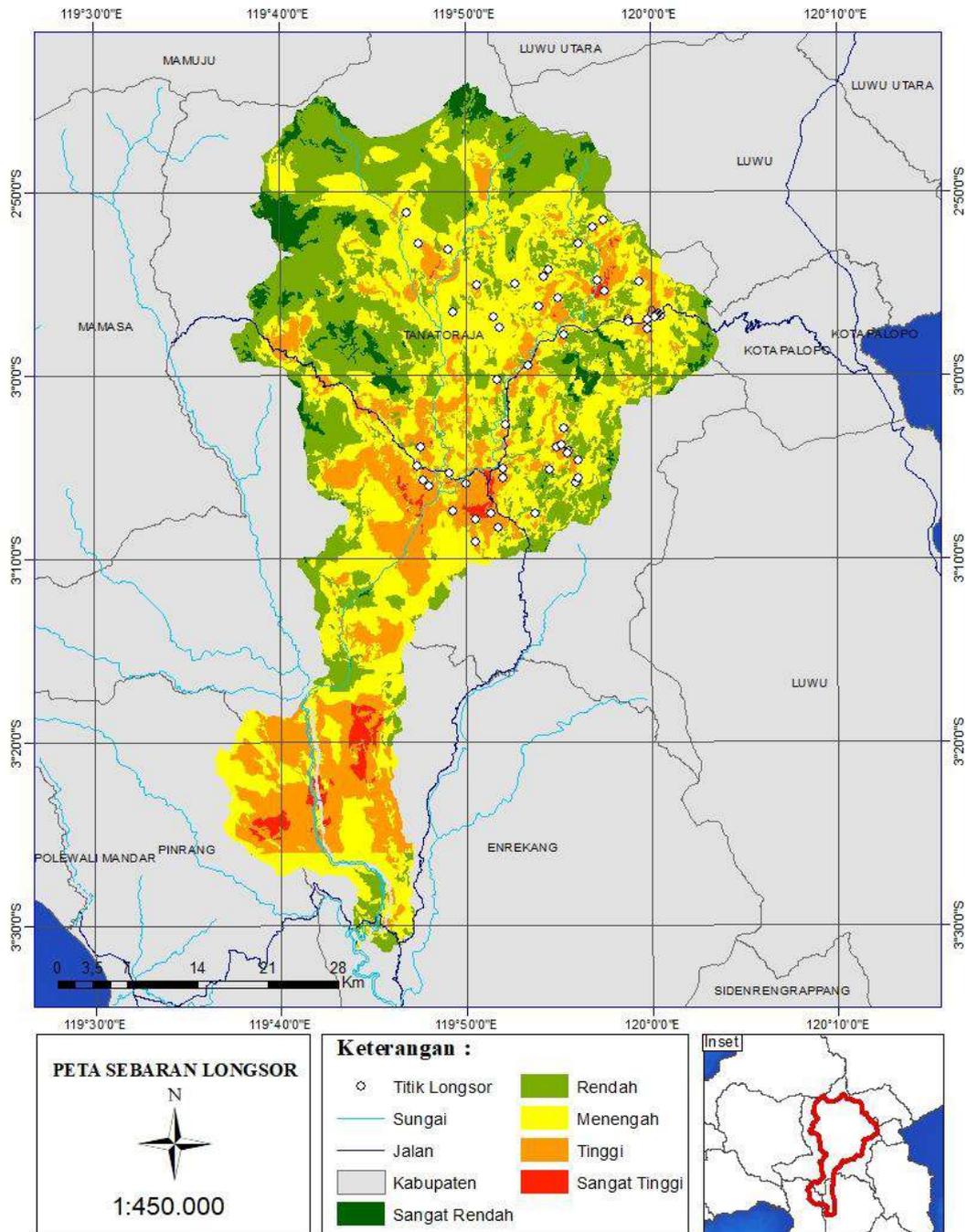
Zakaria, Z. (2009). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. In *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Program Studi Teknik Geologi.

LAMPIRAN

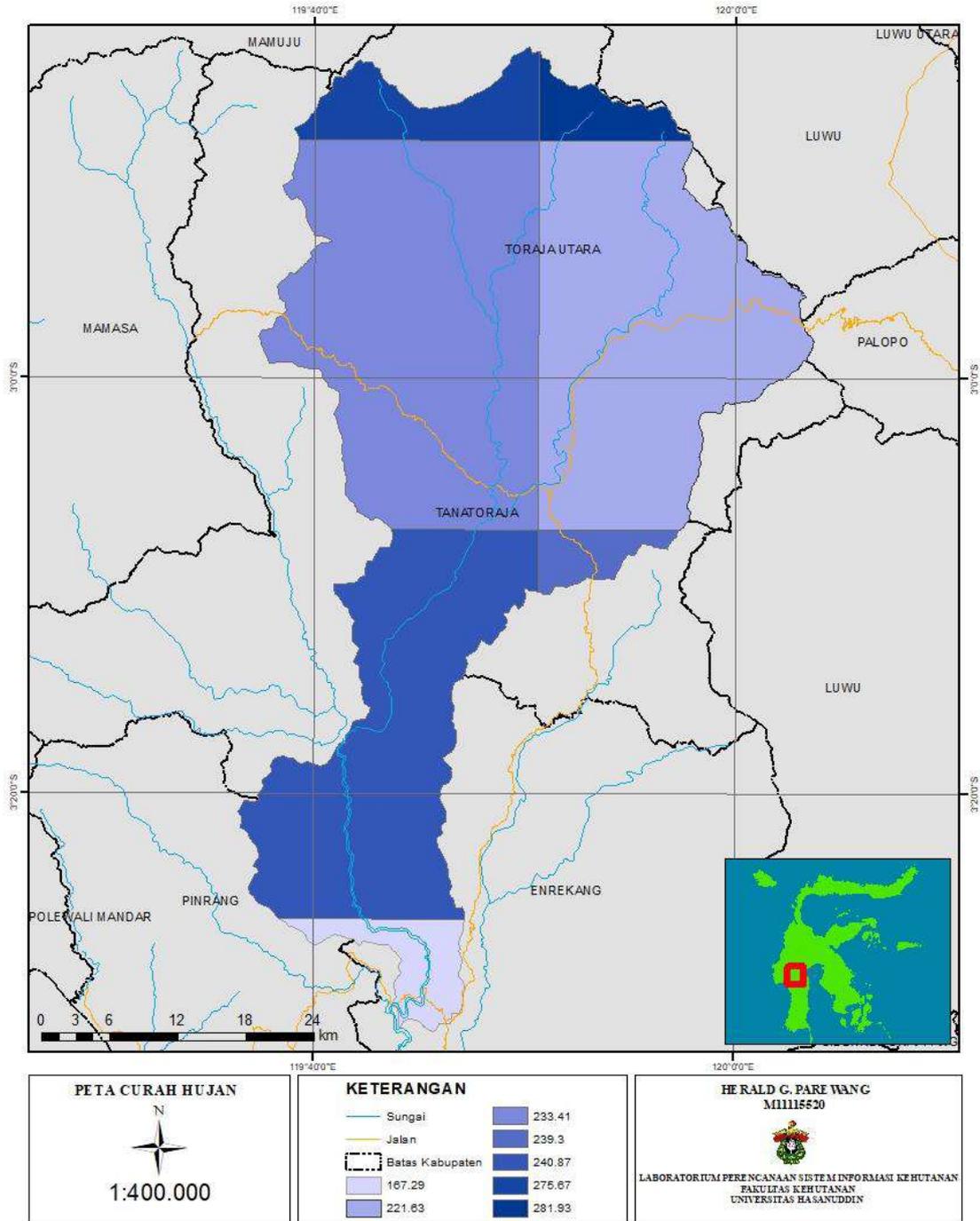
Lampiran 1. Peta Daerah Rawan Longsor di Sub DAS Saddang Hulu



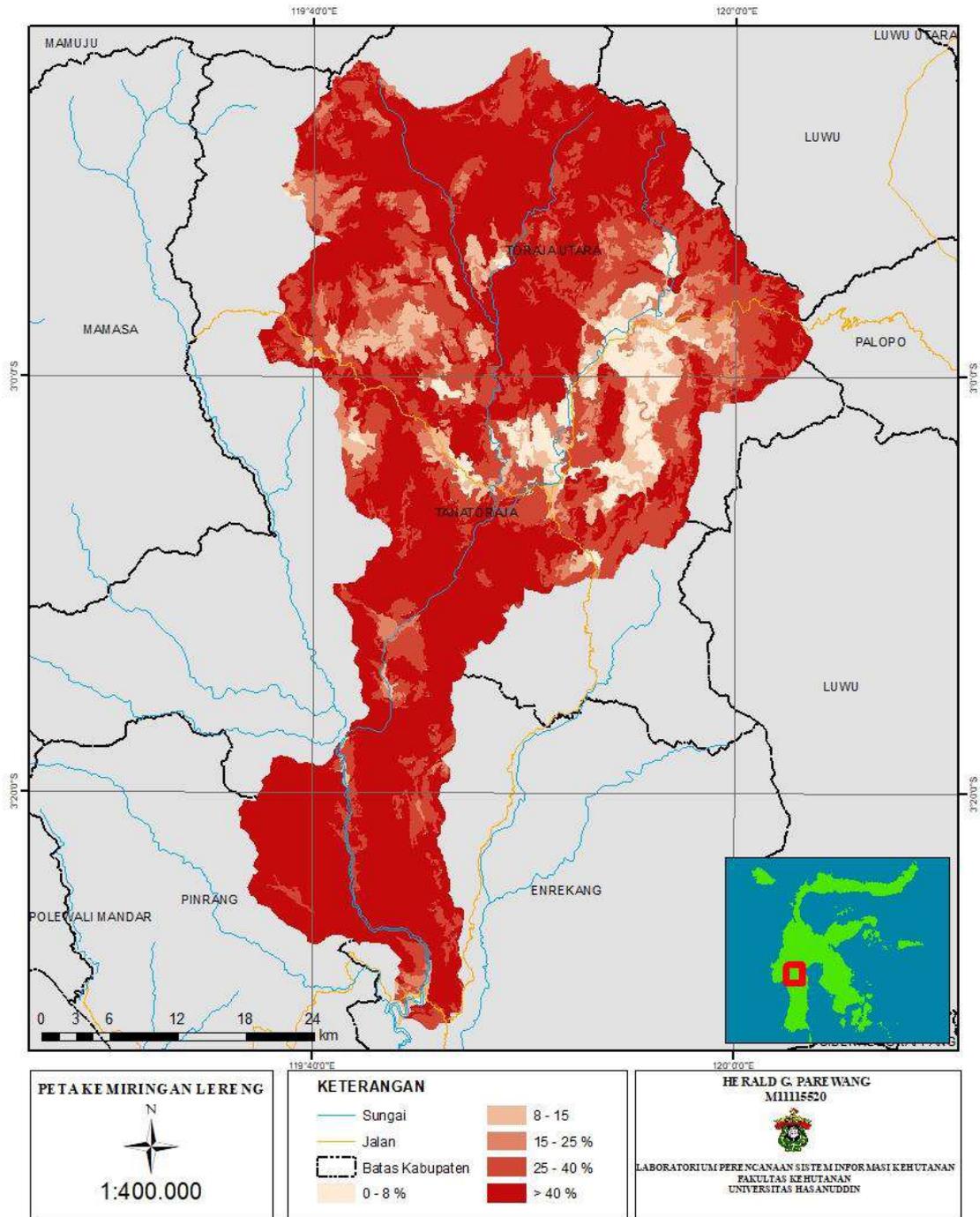
Lampiran 2. Peta Sebaran Titik Longsor di Sub DAS Saddang Hulu



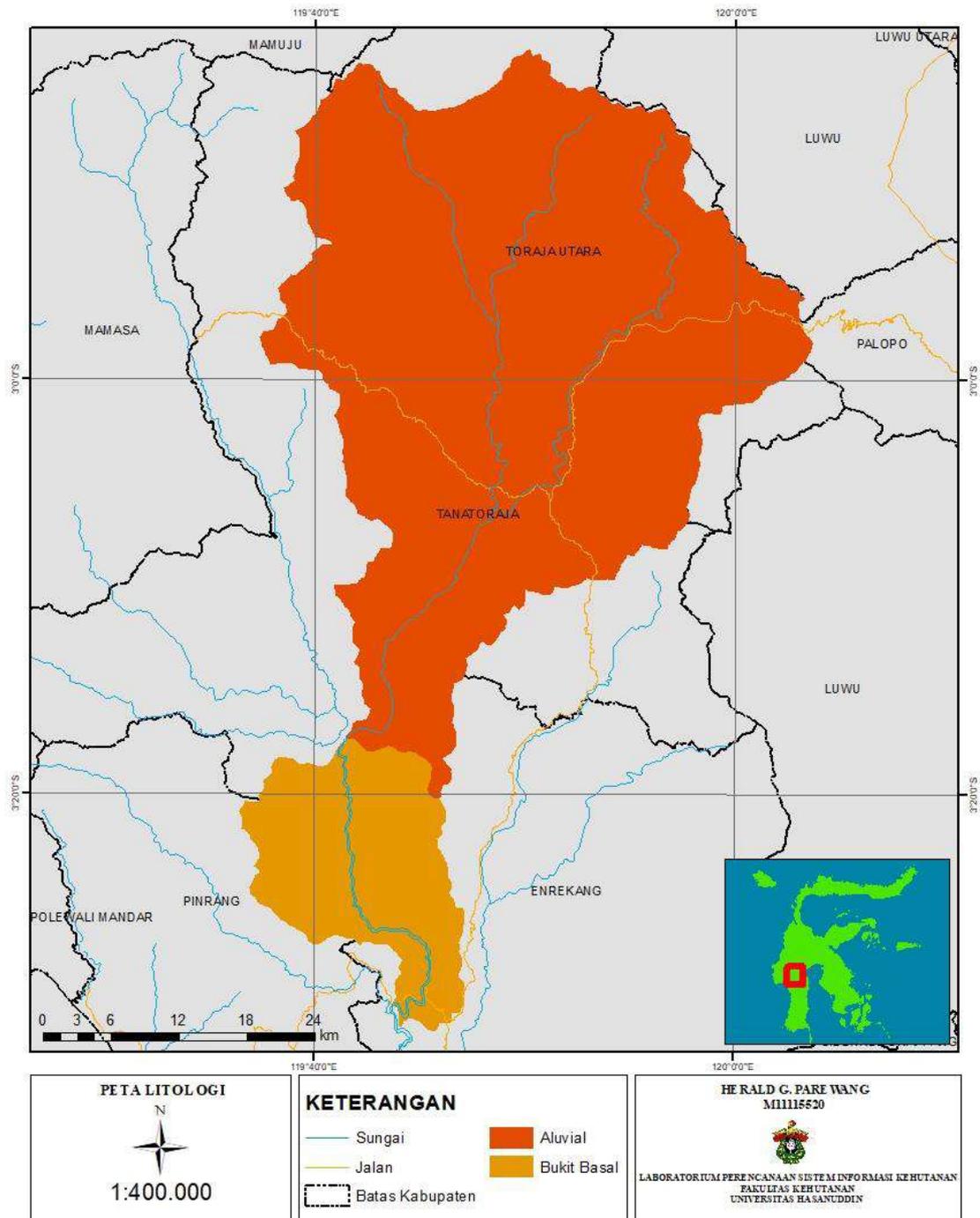
Lampiran 3. Peta Curah Hujan di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu



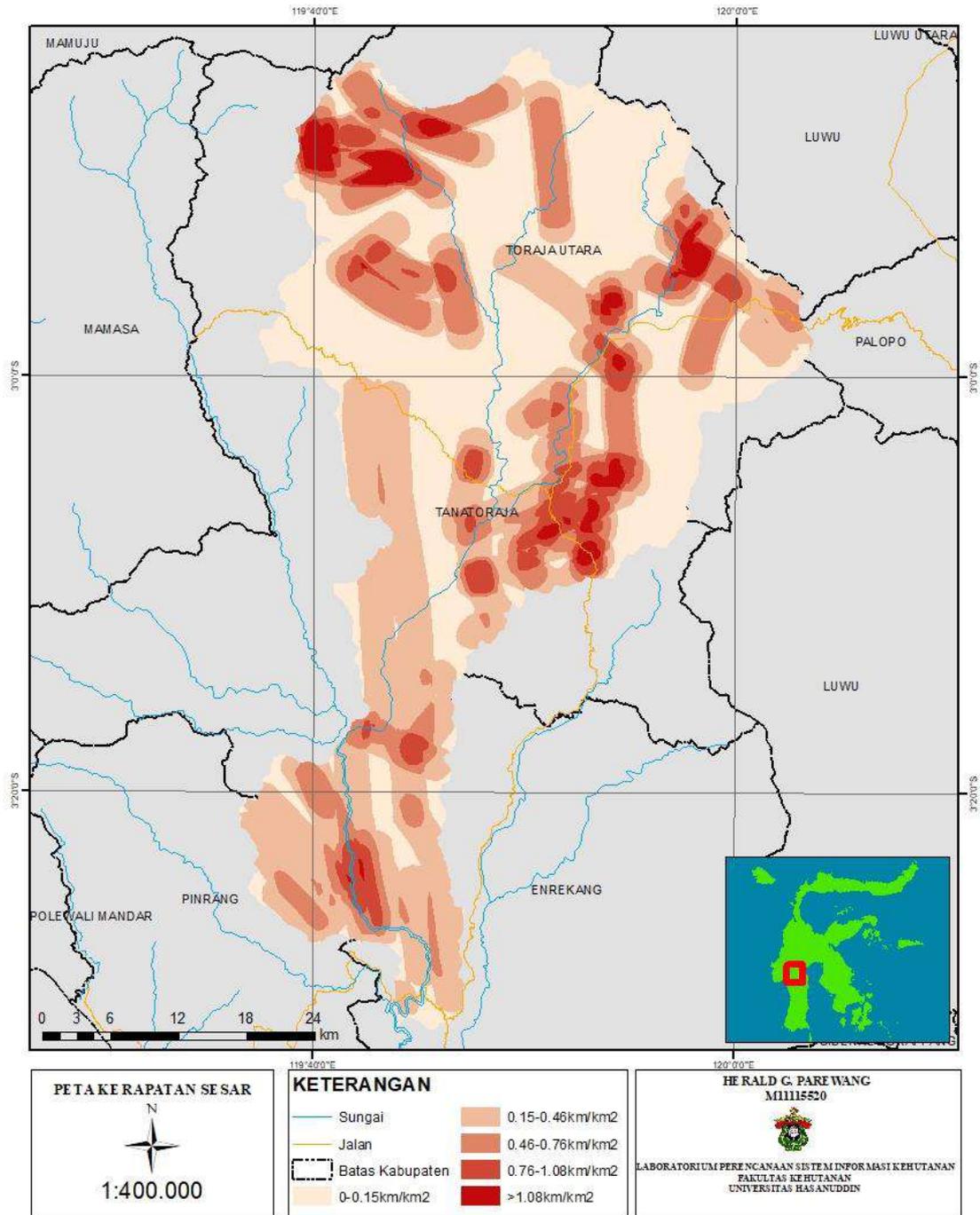
Lampiran 4. Peta Kemiringan Lereng di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu



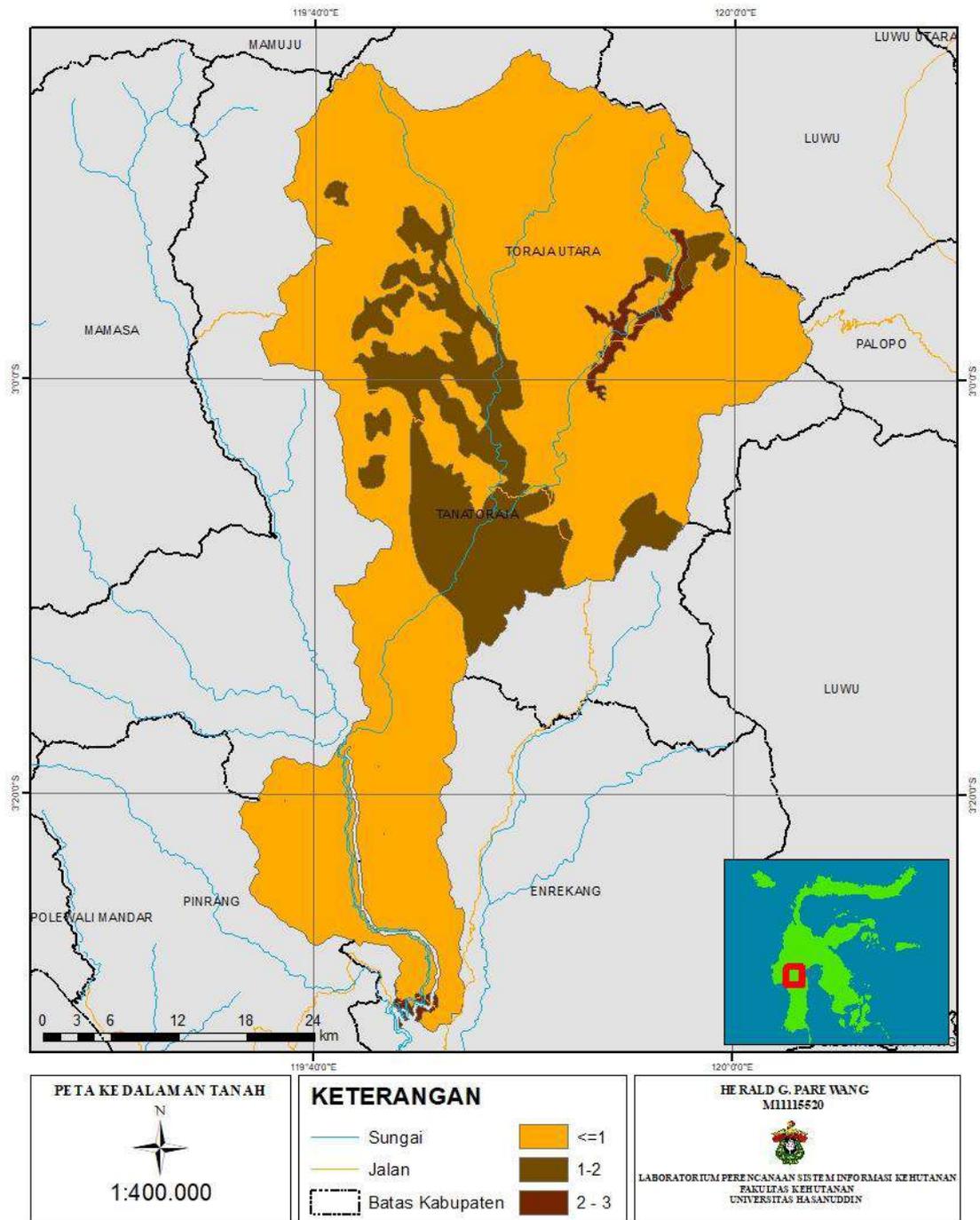
Lampiran 5. Peta Litologi di Sub DAS Saddang Hulu



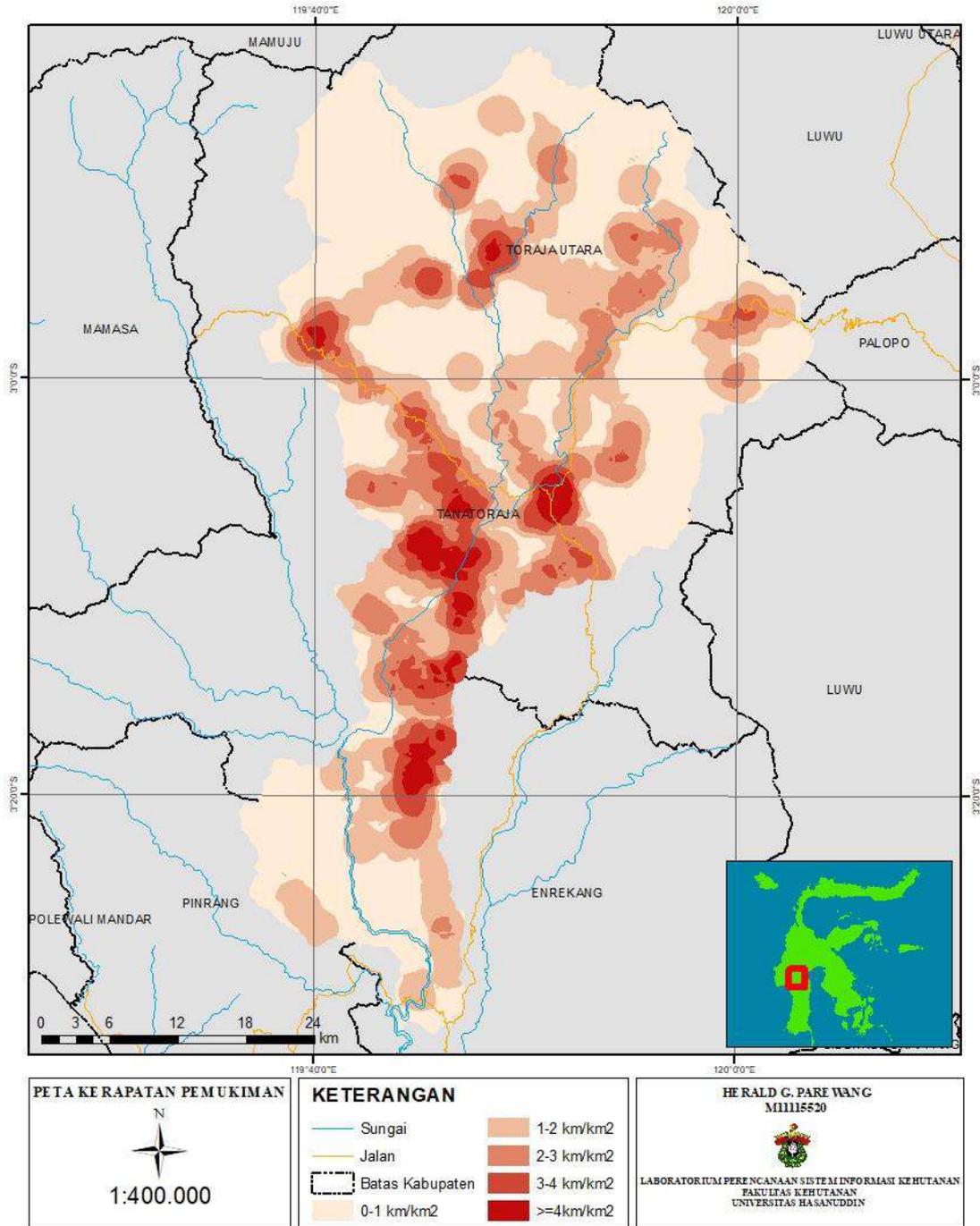
Lampiran 6. Peta Kerapatan Sesar di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu



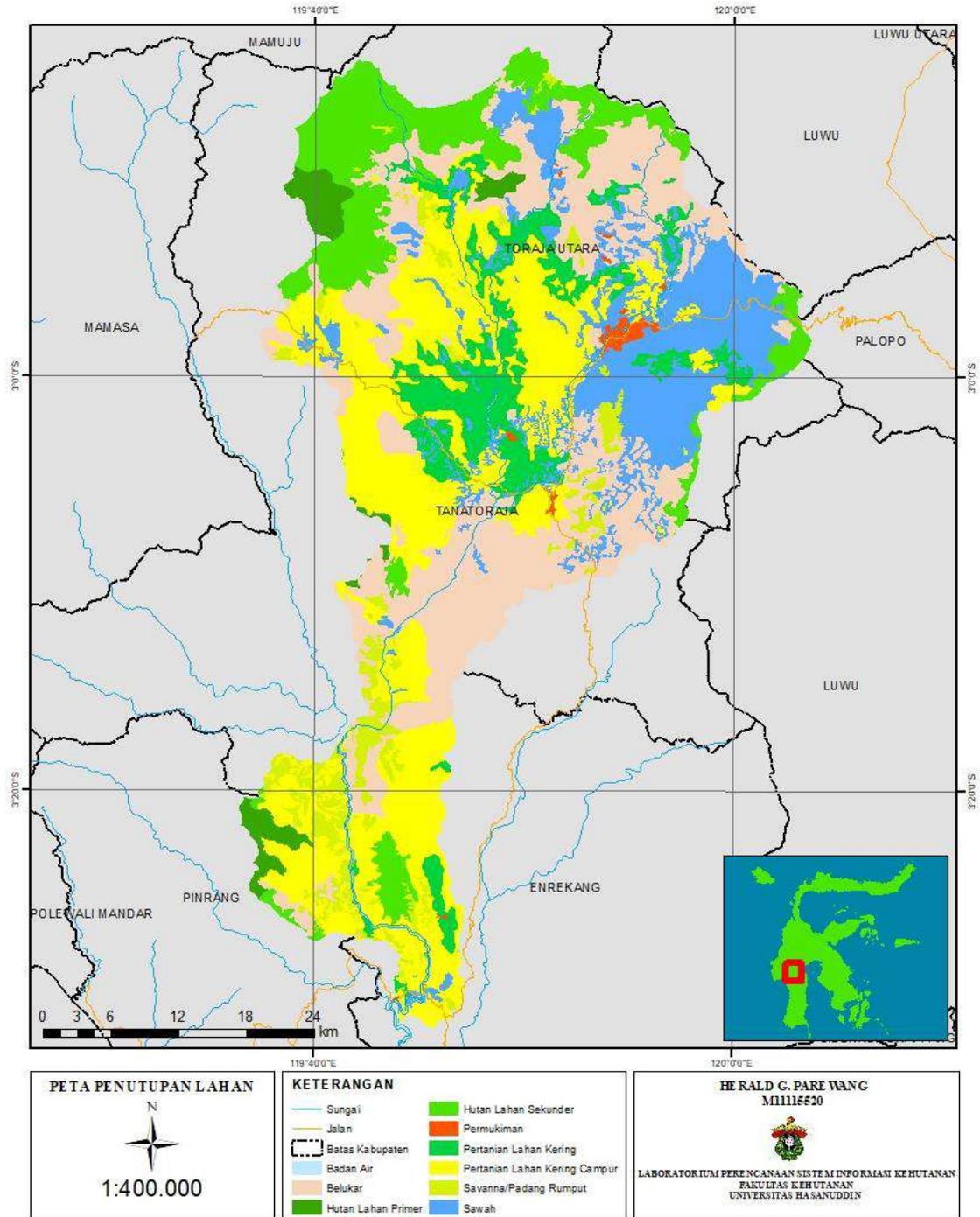
Lampiran 7. Peta Kedalaman Tanah di Sub DAS Saddang Hulu



Lampiran 8. Peta Kerapatan Pemukiman di Sub DAS Saddang Hulu



Lampiran 9. Peta Penutupan Lahan di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu



Lampiran 10. Peta Kerapatan Jalan di Wilayah Sub DAS Saddang Hulu

