Jurnal Sainsmat, september 2026 Vol. 15, No. 02
ISSN 2086-6755
http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat

OPTIMASI SENSITIVITAS WARNA FILM LIMBAH KULIT TERONG-PATI GANYONG SEBAGAI SENSOR PH OPTIK NON DESTRUKTIF UNTUK KESEGARAN IKAN

Hasri[1], Indri Maharani[2], St. Maulida[3], Gita Wulandari[4], Nurhalisa[5], Firdiani Nur Siska Yanti H.[6]

Abstrack

PENDAHULUAN

Wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Jeneberang yang secara administratif sebagian besar terletak di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu kawasan dengan risiko bencana pergerakan tanah atau tanah longsor tertinggi di Indonesia Timur. Secara fisiografis, wilayah ini berada pada zona pegunungan yang sangat kompleks, mencakup lereng Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang yang memiliki kemiringan lereng ekstrem hingga di atas 45% (Pemerintah Kabupaten Gowa, 2022). Tanah longsor sendiri secara teoritis merupakan proses perpindahan massa tanah atau batuan secara gravitasi melalui bidang gelincir tertentu ketika kekuatan geser tanah tidak lagi mampu menahan beban massa di atasnya (Wijaya, 2023). Dalam konteks geologi Jeneberang, kondisi ini diperparah oleh batuan vulkanik muda yang mengalami pelapukan intensif, sehingga membentuk lapisan tanah yang tebal namun memiliki ikatan yang rapuh (Kusuma, 2025). Peristiwa kolapsnya kaldera Gunung Bawakaraeng yang mengirimkan jutaan meter kubik material sedimen menjadi bukti nyata tingginya intensitas pergerakan tanah di kawasan ini (BNPB, 2023).

Faktor pemicu utama (*triggering factor*) yang memicu reaktivasi gerakan tanah di wilayah DAS Jeneberang adalah anomali curah hujan dengan intensitas tinggi dan durasi panjang. Sebagai wilayah yang dipengaruhi oleh angin muson, Kabupaten Gowa bagian atas sering kali mengalami akumulasi curah hujan yang melampaui kapasitas infiltrasi tanah (Hidayat & Nur, 2023). Air yang meresap ke dalam tanah akan menjenuhkan lapisan pori, sehingga meningkatkan tekanan air pori yang secara drastis mengurangi kekuatan geser tanah (*shear strength*) (Lestari, 2023). Dalam kondisi ini, gaya pendorong massa tanah menjadi lebih besar daripada gaya penahannya, yang kemudian memicu kegagalan lereng secara tiba-tiba (Pratama, 2022). Keberadaan sesar aktif dan struktur geologi lokal

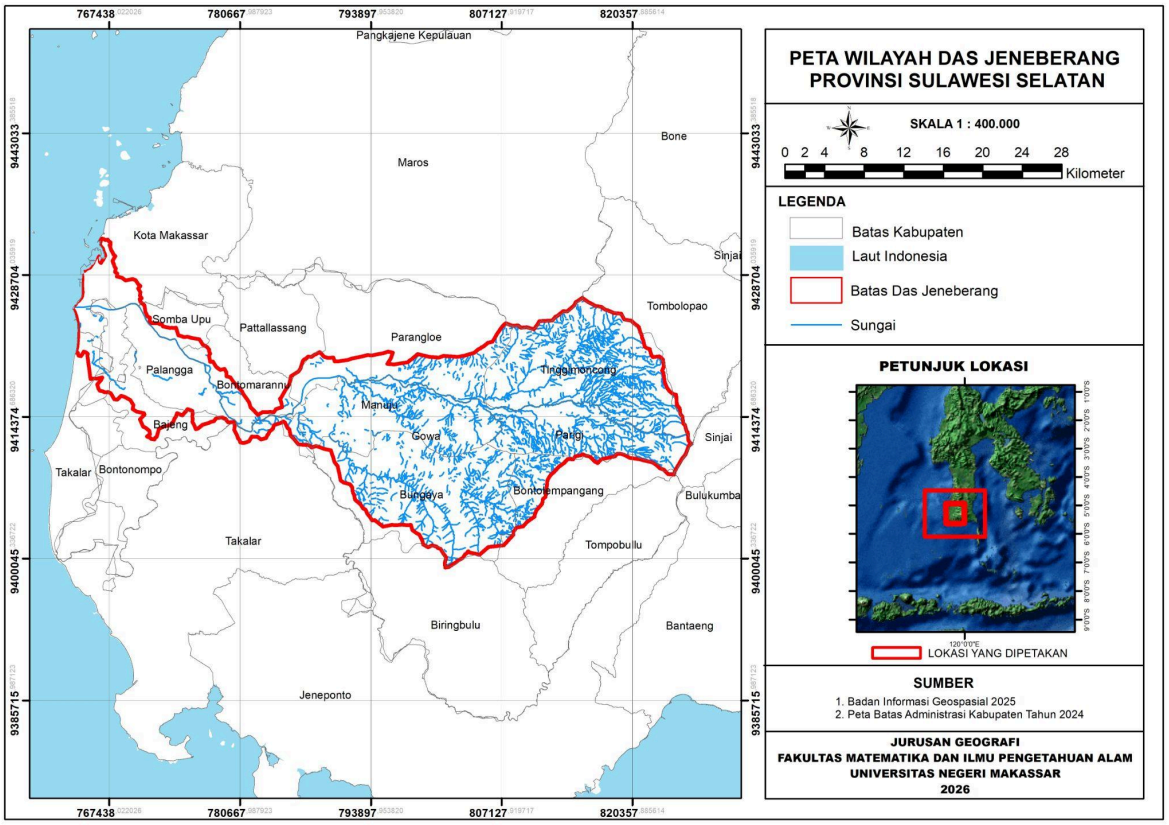
di sepanjang jalur Jeneberang juga menambah kompleksitas kerentanan wilayah ini terhadap getaran yang dapat memicu longsoran sekunder (Ramadhan, 2025).

Selain faktor alam, dimensi antropogenik atau aktivitas manusia memberikan kontribusi signifikan terhadap eskalasi risiko bencana di hulu Jeneberang. Tekanan penduduk telah mendorong terjadinya alih fungsi lahan besar-besaran, dari kawasan hutan lindung menjadi area pertanian hortikultura intensif dan pembangunan sarana wisata di wilayah Malino dan sekitarnya (Gowa, 2021). Praktik penggunaan lahan yang tidak mengindahkan kaidah konservasi, seperti penanaman tanaman semusim tanpa terasering yang memadai, mengakibatkan hilangnya sistem perakaran permanen yang berfungsi sebagai pengikat agregat tanah (Suhardiman et al., 2021). Akibatnya, permukaan tanah menjadi sangat rentan terhadap erosi percik dan longsoran dangkal yang kemudian dapat berkembang menjadi aliran debris (*debris flow*) di sepanjang alur sungai (Fitriani, 2024).

Secara sistemik, bencana longsor di DAS Jeneberang membawa dampak berantai yang luas. Bagi masyarakat lokal, longsor mengancam keselamatan jiwa, merusak lahan produktif, dan menghancurkan infrastruktur permukiman. Namun secara regional, dampak yang paling mengkhawatirkan adalah sedimentasi masif yang mengalir menuju Waduk Bili-Bili. Pendangkalan waduk akibat material longsoran dapat menurunkan fungsi teknis bendungan dalam pengendalian banjir dan penyediaan air baku bagi jutaan penduduk di Kabupaten Gowa serta Kota Makassar (Sari & Utami, 2024). Oleh karena itu, diperlukan upaya identifikasi wilayah rawan secara presisi sebagai langkah preventif dalam manajemen bencana (PVMBG, 2021). Berdasarkan kompleksitas permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memetakan tingkat kerentanan menggunakan metode *Weighted Overlay* untuk menghasilkan zonasi risiko yang akurat (Nasution, 2024).

METODE

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Wilayah

Wilayah studi dalam penelitian ini difokuskan secara geografis pada area Daerah Aliran Sungai (DAS) Jeneberang, yang secara administratif sebagian besar terletak di wilayah Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan posisi astronomisnya, wilayah penelitian ini membentang dari arah Timur (Hulu) di lereng Gunung Bawakaraeng hingga ke arah Barat (Hilir) yang berbatasan dengan Kota Makassar.

Secara geografis, DAS Jeneberang memiliki luas total sekitar 762 km dengan panjang sungai utama mencapai 75 Km. Wilayah ini mencakup beberapa kecamatan penting di Kabupaten Gowa, antara lain Kecamatan Tinggimoncong, Tompobulu, Parigi, Manuju, Bungaya, hingga Parangloe yang menjadi area tangkapan air kritis bagi Waduk Bili-Bili. Secara topografis, wilayah ini berada pada rentang ketinggian mulai dari 0 mdpl di pesisir hingga lebih dari 2.800 mdpl di puncak Gunung Lompobattang-Bawakaraeng, menjadikannya salah satu sistem DAS dengan gradien ketinggian paling ekstrim di Sulawesi Selatan.

Sumber Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data sekunder spasial yang diperoleh dari berbagai instansi penyedia data resmi. Data kelerengan diekstraksi dari Digital Elevation Model (DEMNAS) Badan Informasi Geospasial (BIG). Data curah hujan sebagai faktor pemicu diperoleh dari stasiun pengamatan BMKG Wilayah IV Makassar. Data jenis tanah dan geologi bersumber dari instansi Pusat Penelitian Tanah dan Pusat Survei Geologi sesuai dengan standar pemetaan nasional. Data tutupan lahan diidentifikasi melalui interpretasi visual citra satelit Sentinel-2 yang diunduh dari portal USGS. Validasi hasil zonasi dilakukan dengan membandingkan peta kerawanan

terhadap data historis kejadian bencana dari DIBI-BNPB untuk memastikan akurasi model tanpa survei lapangan langsung.

Analysis Weighted Overlay

Analisis menggunakan teknik tumpang susun berbobot (*Weighted Overlay*) pada perangkat lunak ArcGIS. Prosedur diawali dengan melakukan *reclassify* pada setiap parameter fisik ke dalam skala skor 1 hingga 5, di mana skor 5 menunjukkan tingkat kerentanan tertinggi. Setiap parameter diberikan bobot persentase berdasarkan pengaruh relatifnya terhadap kejadian tanah longsor sesuai dengan standar teknis (PVMBG, 2021). Persamaan matematis yang digunakan adalah:

……..

Di mana *L* adalah indeks kerentanan total, *wi* adalah bobot parameter ke-i, dan si adalah skor pada parameter tersebut. Hasil akhir pemetaan diklasifikasikan menjadi tiga zona kerentanan: rendah, sedang, dan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

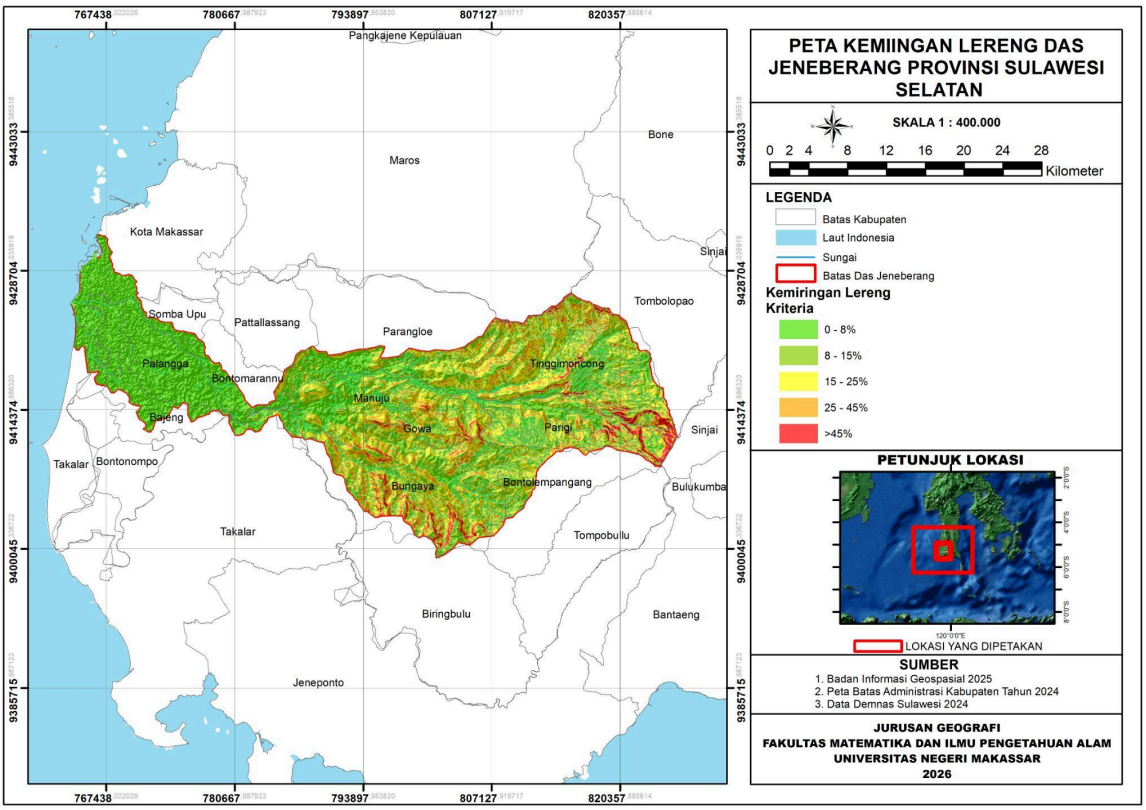
Peta Kemiringan Lereng

Berdasarkan analisis spasial, parameter kelerengan teridentifikasi sebagai variabel fisik paling deterministik dalam stabilitas lereng di DAS Jeneberang. Wilayah hulu yang berada di Kecamatan Tinggimoncong dan Tompobulu didominasi oleh kelas kelerengan pada tingkat >45% (Sangat Curam) seluas 1.967,802 Ha yang diberi Harkat 5 dengan skor 1,25. Secara mekanika lereng, sudut kemiringan yang tinggi memperbesar gaya penggerak massa tanah ke bawah paralel terhadap lereng, sehingga kestabilan lereng berada pada kondisi kritis (Wijaya 2023). Gaya gravitasi menjadi penggerak utama pada zona ini.

Dominasi luas lahan pada kelas kelerengan 0–8% yang mencapai 27.255,109 Ha menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah DAS Jeneberang, khususnya di bagian hilir (barat), merupakan dataran aluvial dan zona deposisi sedimen. Area landai yang luas ini terbentuk dari akumulasi material hasil erosi dan transportasi dari wilayah hulu selama periode geologi yang panjang, sehingga memiliki energi potensial pergerakan tanah yang rendah.

Sebaliknya, meskipun kelas kelerengan >45% memiliki luas terkecil secara absolut (1.967,802 Ha), keberadaannya di wilayah hulu mencerminkan tatanan fisiografi pegunungan vulkanik kompleks. Luas kelerengan ekstrem ini merepresentasikan dinding-dinding sisa kaldera purba dan kerucut gunung api Gunung Bawakaraeng serta Lompobattang yang mengalami pengangkatan tektonik (*uplift*) masif (Kusuma 2025). Batuan penyusun berupa breksi vulkanik dan lava yang resisten memungkinkan terbentuknya sudut lereng tajam yang bertahan hingga saat ini sebelum mengalami pelapukan menjadi tanah residu yang tebal. Pertemuan antara topografi ekstrem, gaya gravitasi tinggi, dan luas area yang terjal di Kabupaten Gowa bagian atas inilah yang

menjadi motor utama terjadinya gerakan tanah masif yang mengancam keberlangsungan Waduk Bili-Bili.



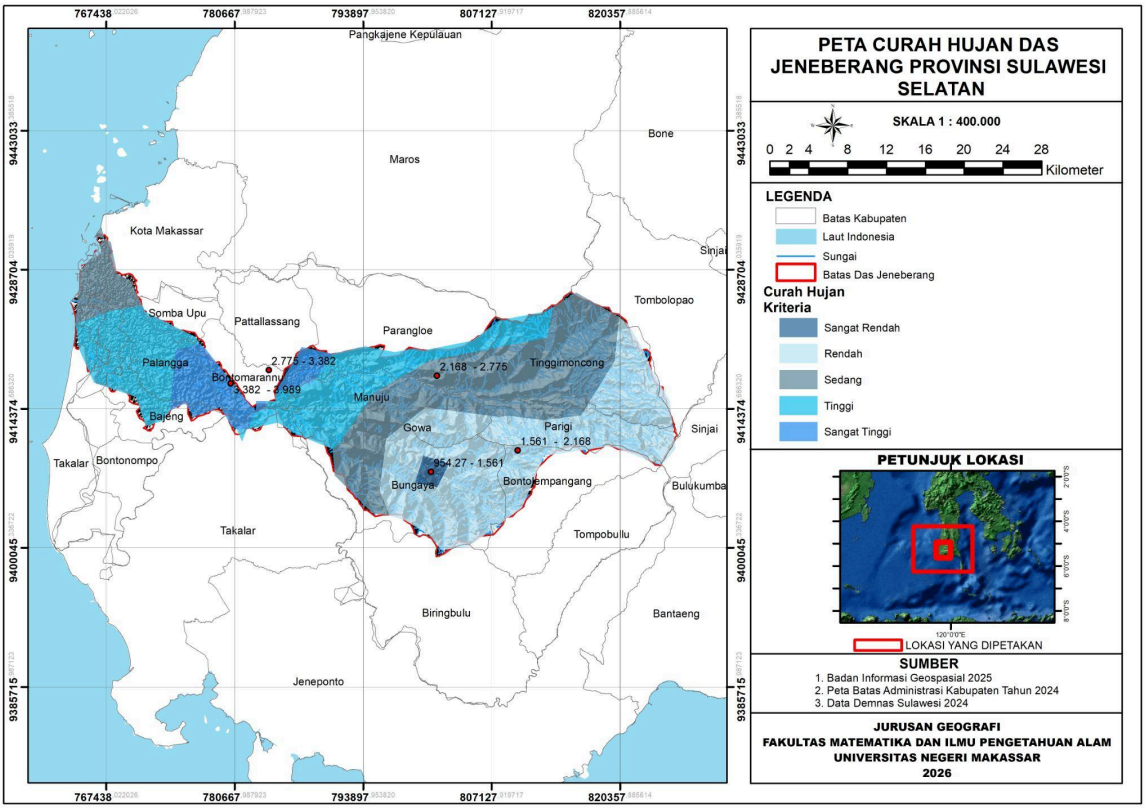
Gambar 1. Peta Sebaran Kemiringan Lereng Tahun 2026

Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-2000

Parameter	Bobot	Kriteria	Harkat	Skor	Luas (Ha)
Kemiringan Lereng	0,25	0 – 8%	1	0,25	27255,109
		8 – 15%	2	0,5	21513,863
		15 – 25%	3	0,75	18468,769
		25 – 45%	4	1	8942,802
		>45%	5	1,25	1967,802
Jumlah					78148,260038

Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

Peta Curah Hujan



Gambar 2. Peta Sebaran Curah Hujan

Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-

Parameter	Bobot	Kriteria	Harkat	Skor	Luas (Ha)
Curah Hujan	0,21	Sangat Rendah	1	0,21	714,409
		Rendah	2	0,42	27351,602
		Sedang	3	0,63	25389,973
		Tinggi	4	0,84	19933,052
		Sangat Tinggi	5	1,05	5657,327
Jumlah					79046,363469

Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

Peta Curah Hujan DAS Jeneberang bertindak sebagai faktor pemicu (*triggering factor*) utama dalam dinamika gerakan tanah di wilayah ini. Wilayah Kabupaten Gowa hulu memiliki kondisi klimatologis ekstrem dengan akumulasi curah hujan tahunan mencapai 3.382 hingga 3.989 mm (Zona berwarna biru tua pada peta). Berdasarkan data analisis, wilayah dengan kriteria curah hujan "Sangat Tinggi" mencakup area seluas 5.657,327 Ha dengan Harkat 5 dan Skor 1,05.

Hujan dengan intensitas sangat tinggi dan durasi panjang di wilayah hulu melampaui batas kritis infiltrasi tanah, terutama pada jenis tanah Andosol yang memiliki porositas tinggi. Penjenuhan tanah secara masif menyebabkan peningkatan tekanan air pori, yang secara drastis mengurangi tekanan efektif antar partikel tanah dan melumasi

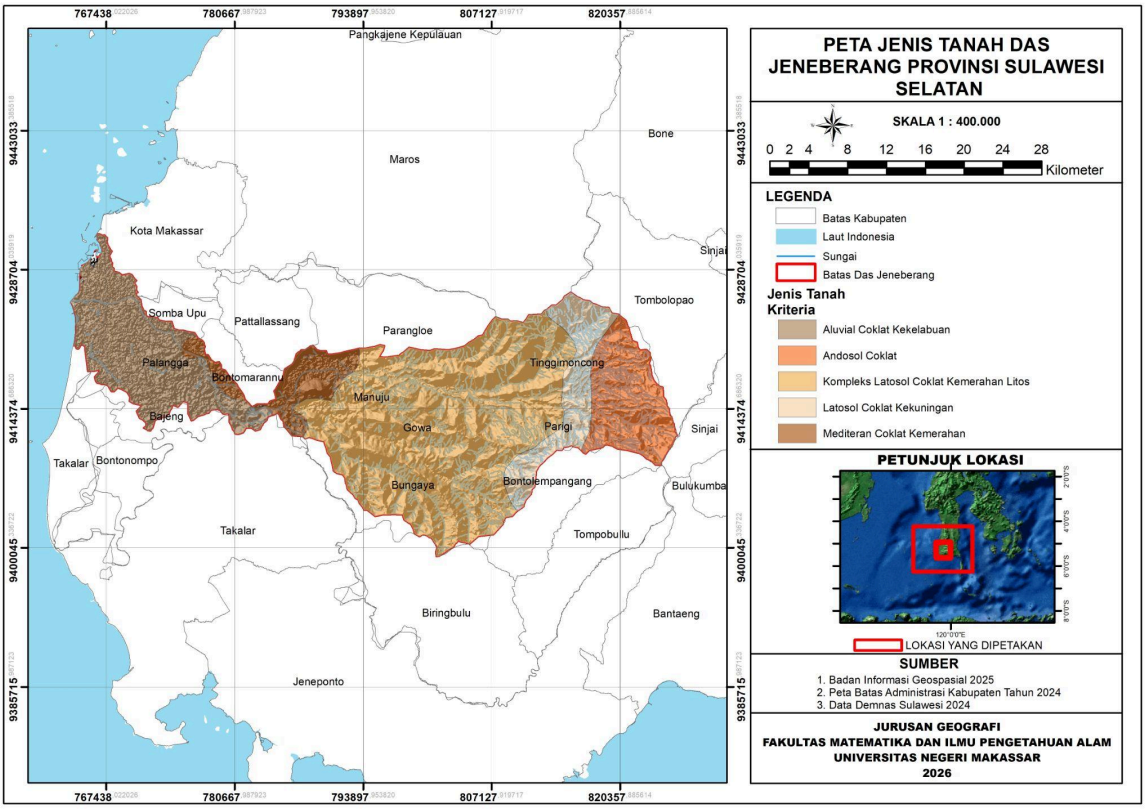
bidang gelincir batuan. Kondisi ini mengakibatkan kegagalan lereng secara mendadak, terutama pada puncak musim penghujan di mana beban massa tanah bertambah akibat kandungan air yang jenuh (Lestari, 2023).

Meskipun zona "Sangat Tinggi" hanya mencakup sebagian kecil dari total luas DAS, namun zona "Rendah" hingga "Tinggi" mendominasi wilayah ini dengan luas masing-masing sebesar 27.351,602 Ha dan 19.933,052 Ha. Luasnya distribusi curah hujan pada kategori sedang hingga tinggi di sebagian besar wilayah DAS (Total luas analisis 79.046,36 Ha) menunjukkan bahwa potensi gangguan stabilitas lereng tidak hanya terkonsentrasi di puncak gunung, tetapi juga tersebar luas di sepanjang lereng tengah DAS Jeneberang. Hal ini dipengaruhi oleh letak geografis DAS Jeneberang yang berhadapan langsung dengan massa udara lembab dari Laut Flores dan Selat Makassar, yang mengalami pengangkatan orografis saat membentur jajaran pegunungan Bawakaraeng-Lompobattang (Hidayat & Nur, 2023).

Peta Jenis Tanah

Analisis Peta Jenis Tanah DAS Jeneberang menunjukkan pola sebaran yang berkorelasi kuat dengan morfologi wilayah hulu. Tanah Andosol Coklat seluas 8.967,711 Ha mendominasi area pegunungan dengan kerentanan longsor tinggi. Berdasarkan karakteristik teknisnya, tanah Andosol berasal dari abu vulkanik yang memiliki porositas tinggi dan kepadatan rendah, sehingga mampu menyerap air dalam jumlah besar secara cepat (Pratama, 2022).

Keunggulan infiltrasi ini menjadi kelemahan utama saat terjadi hujan lebat; tanah menjadi sangat berat secara tiba-tiba sementara kohesi antar agregatnya rapuh. Dalam kondisi jenuh, tanah Andosol kehilangan kuat geser (*shear strength*) dan meluncur sebagai massa longsoran. Sebaliknya, wilayah dataran hilir didominasi oleh tanah Aluvial Coklat Kelabuan seluas 15.490,534 Ha yang relatif lebih stabil secara gravitasi, sementara Kompleks Latosol Coklat dan Litosol seluas 41.648,912 Ha bertindak sebagai zona transisi kerentanan sedang.



Gambar 4. Peta Sebaran Jenis Tanah

Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-200

Parameter	Bobot	Kriteria	Harkat	Skor	Luas (Ha)
Jenis Tanah	0,17	Aluvial Tjoklat Kelabuan	1	0,17	15490,534
		Mediteran Tjoklat Kemerahan	2	0,34	5482,481
		Latosol Tjoklat Kekuningan	3	0,51	7179,467
		Kompleks Latosol Tjoklat dan litosol	4	0,68	41648,912
		Andosol Tjoklat	5	0,85	8967,711
Jumlah					78769,105824

Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

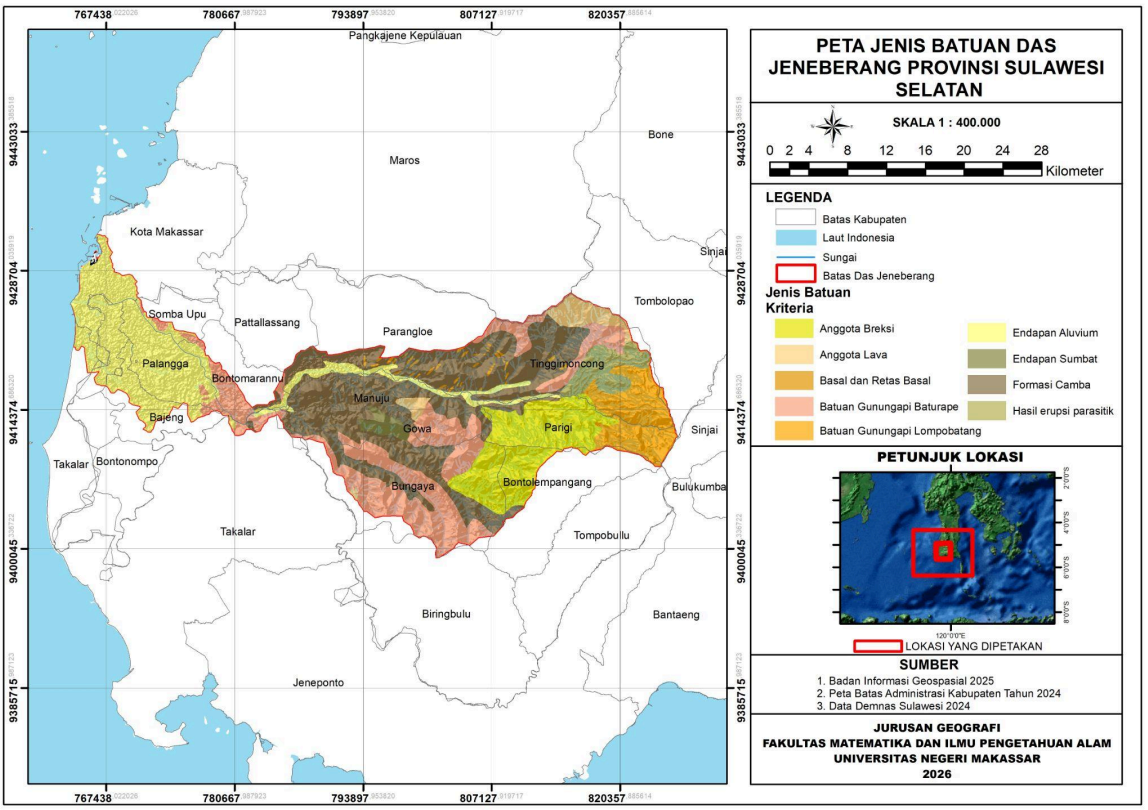
Peta Jenis Batuan

Visualisasi Peta Jenis Batuan DAS Jeneberang memperlihatkan tatanan geologi yang sangat labil, terutama di wilayah hulu yang menjadi zona tangkapan air utama. Berdasarkan data analisis, formasi batuan penyusun hulu didominasi oleh Anggota Breksi seluas 10.087,46 Ha dan Lava seluas 2.231,256 Ha yang merupakan hasil aktivitas vulkanik Gunung Lompobattang dan Bawakaraeng. Secara mekanis, breksi vulkanik

yang telah mengalami pelapukan lanjut akan membentuk lapisan tanah residu yang tebal namun memiliki struktur agregat yang rapuh (Wijaya, 2023).

Pertemuan antara lapisan tanah residu hasil pelapukan breksi dengan batuan lava yang bersifat kedap air (*impermeable*) di bawahnya menciptakan diskontinuitas litologi yang berperan sebagai bidang gelincir potensial. Kontras sifat fisik antara lapisan atas yang porus dan lapisan bawah yang masif merupakan faktor pengontrol struktural utama yang memicu gerakan tanah tipe rayapan (*creep*) maupun longsoran rotasional masif saat saturasi air meningkat (Kusuma, 2025).

Selain formasi vulkanik di hulu, Formasi Camba memiliki sebaran terluas di wilayah studi mencapai 24.344,782 Ha (Harkat 3) dengan skor 0,24, disusul oleh Endapan Aluvial seluas 16.583,291 Ha di wilayah hilir. Luasnya sebaran Formasi Camba yang terdiri dari batuan sedimen laut berselingan dengan material vulkanik menambah kompleksitas kerentanan wilayah DAS Jeneberang terhadap erosi permukaan dan pergerakan massa tanah secara regional (Wijaya, 2023).



Gambar 5. Peta Sebaran Jenis Batuan

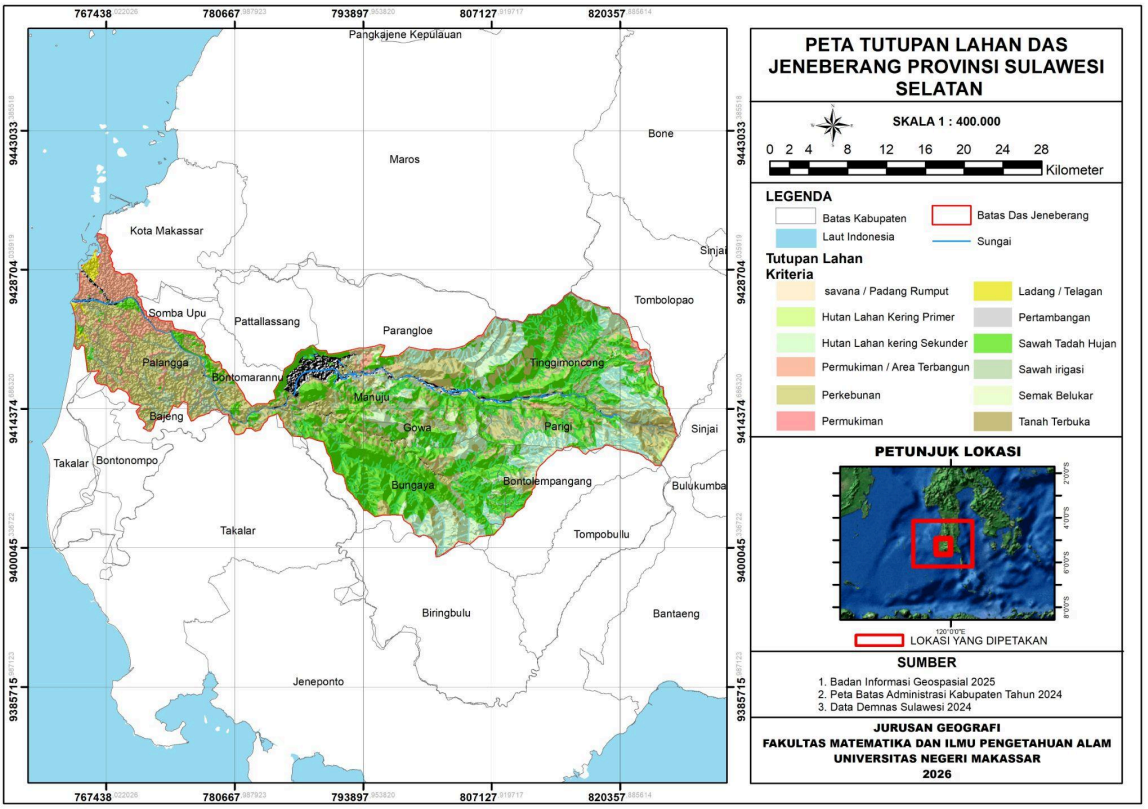
Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-20

Parameter	Bobot	Kriteria	Harkat	Skor	Luas (Ha)

Janis Batuan	0,08	Anggota Breksi	2	0,16	10087,46
		Anggota Lava Basal	2	0,16	2231,256
		dan Retasan Basal	2	0,16	534,364
		Batuan Gunungapi Baturape	2	0,16	15629,499
		Batuan Gunungapi Lompobatang	2	0,16	5704,018
		Endapan Aluvial	3	0,24	16583,291
		Endapan Sumbat	3	0,24	931,211
		Formasi Camba Hasil	3	0,24	24344,782
		Erupsi Parasitik	2	0,16	2763,381
Jumlah					78769,105824

Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

Peta Tutupan Lahan



Gambar 6. Peta Sebaran Tutupan Lahan

Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-2

Parameter	Bobot	Kriteria	Harkat	Skor	Luas (Ha)
Tutupan Lahan	0,18	Hutan Lahan Kering Primer	1	0,18	151,546
		Hutan lahan kering Sekunder	2	0,36	11646,835
		Semak Belukar	2	0,36	1531,237
		Perkebunan	3	0,54	6299,404
		Permukiman	5	0,9	5100,725
		Tanah Terbuka	5	0,9	694,461
		Savana/ Padang Rumput	3	0,54	5,008
		Sawah Irigasi	4	0,72	1933,988
		Sawah Tadah Hujan	4	0,72	29742,027
		Ladang/Telagan	4	0,72	452,442
		Pertambangan	5	0,9	113,418
Jumlah					75992,012896

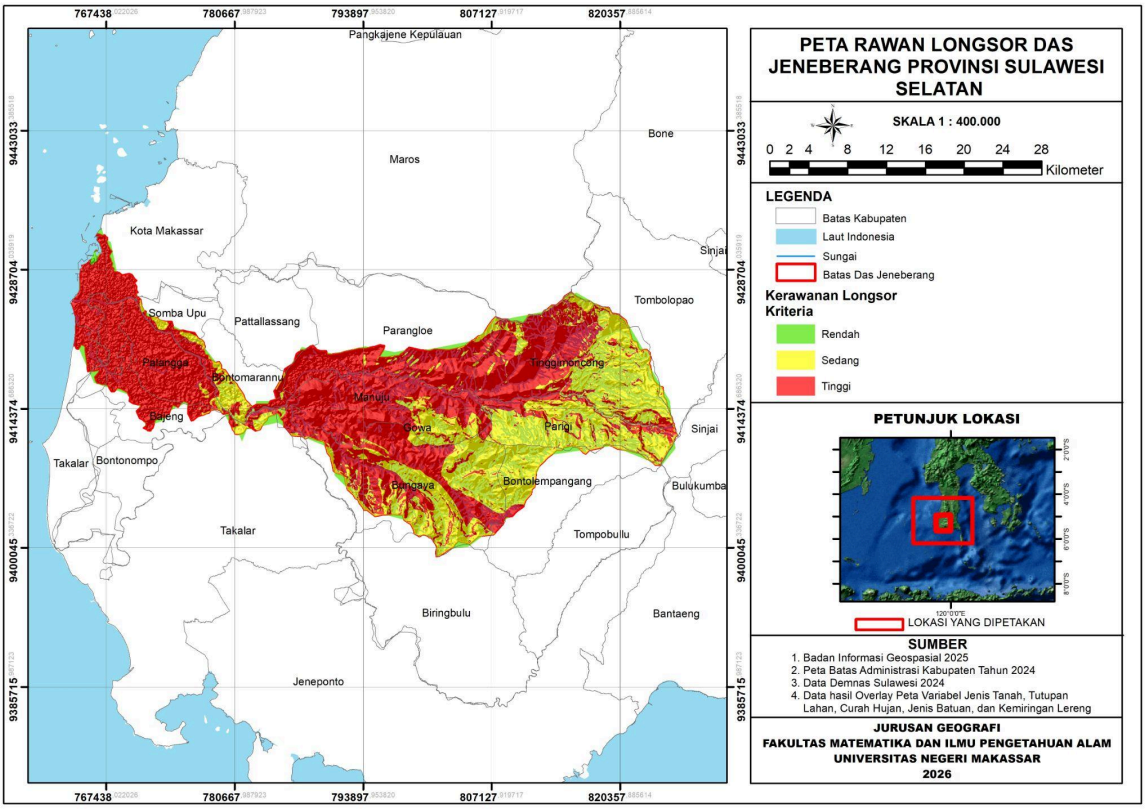
Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

Pola Peta Tutupan Lahan DAS Jeneberang secara jelas merekam dimensi antropogenik dari risiko gerakan tanah di wilayah studi. Variabel ini memiliki peran krusial dalam model kerentanan karena mencerminkan aktivitas manusia yang secara langsung mengubah ambang batas kestabilan alami lereng. Berdasarkan data analisis, penggunaan lahan didominasi oleh Sawah Tadah Hujan seluas 29.742,027 Ha (39,13%) dan Hutan Lahan Kering Sekunder seluas 11.646,835 Ha.

Ekspansi ladang dan pertanian hortikultura pada kelerengan sangat terjal di wilayah hulu Kabupaten Gowa telah menggantikan fungsi ekosistem hutan lindung. Secara teknis, jenis tanaman pertanian semusim tidak memiliki sistem perakaran permanen (*soil anchoring*) yang mampu menembus hingga ke batuan induk kedap air untuk mengikat massa tanah. Akibatnya, permukaan tanah yang terbuka terpapar langsung oleh curah hujan ekstrem, memicu proses penjenuhan air yang cepat dan meningkatkan beban massa tanah secara signifikan (Suhardiman, 2021).

Implikasi Mekanis terhadap Gravitasi Ketiadaan vegetasi berkayu pada area seluas 5100,725 Ha Permukiman dan 694,461 Ha Tanah Terbuka (Harkat 5) memperlemah ketahanan lereng terhadap gaya gravitasi. Praktik pertanian intensif tanpa terasering yang memadai di area hulu mengakibatkan infiltrasi air terkonsentrasi pada bidang kontak antara tanah residu dan batuan dasar, yang pada akhirnya memicu kegagalan lereng secara masif (Pratama, 2022). Fenomena ini menegaskan bahwa intervensi manusia melalui konversi lahan menjadi faktor pengontrol utama yang memperparah risiko bencana di sepanjang aliran DAS Jeneberang.

Peta Rawan Longsor



Gambar 7. Peta Sebaran Longsor

Tabel 1. Perubahan penggunaan/tutupan lahan Kota Makassar tahun 1990-

Parameter	Kriteria	Count	Luas (Ha)	Persentase (%)
Peta Sebaran Longsor	Rendah	62,464	5.621,76	7,71%
	Sedang	460,840	41.475,60	56,86%
	Tinggi	287,112	25.840,08	35,43%
Jumlah		810.416	72.937,44	100%

Sumber: Hasil olahan data Tahun 2026

Integrasi seluruh parameter biofisik dan antropogenik menggunakan metode *Weighted Overlay* menghasilkan Peta Rawan Longsor DAS Jeneberang, yang memberikan zonasi risiko secara spasial berdasarkan akumulasi bobot dari setiap variabel. Berdasarkan hasil pengolahan data terhadap total luas analisis sebesar 72.937,44 Ha, diperoleh tiga kelas kerentanan dengan distribusi sebagai berikut:

- Zona Kerentanan Tinggi (Merah): Mencakup luasan 25.840,08 Ha (35,43%). Zona ini terkonsentrasi secara masif di wilayah hulu, khususnya Kecamatan Tinggimoncong dan Tompobulu. Area ini merupakan zona "super-kritis" di mana

seluruh faktor risiko mencapai titik puncak, yakni kemiringan lereng >45%, tanah peka Andosol, curah hujan ekstrem >3.000 mm, struktur geologi yang labil, serta penggunaan lahan ladang intensif. Kondisi ini menyebabkan stabilitas lereng berada pada ambang batas kegagalan mekanis yang sangat rendah (Wijaya, 2023).

- Zona Kerentanan Sedang (Kuning): Memiliki sebaran terluas mencapai 41.475,60 Ha (56,86%). Tersebar di bagian perbukitan tengah DAS, zona ini merupakan wilayah transisi bahaya yang sangat dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan dan intensitas hujan musiman (Hidayat & Nur, 2023).
- Zona Kerentanan Rendah (Hijau): Meliputi area seluas 5.621,76 Ha (7,71%). Didominasi oleh wilayah hilir (bagian Barat) yang secara topografis bersifat datar hingga landai, sehingga energi potensial untuk pergerakan massa tanah sangat minimal (Suhardiman, 2021).

Korelasi spasial ini membuktikan bahwa wilayah hulu DAS Jeneberang merupakan "Zona Merah" yang sangat kritis dan menjadi sumber utama material longsoran yang memicu sedimentasi masif pada Waduk Bili-Bili (Kusuma, 2025). Tingginya persentase zona kerentanan sedang dan tinggi (total >90%) menegaskan perlunya strategi mitigasi struktural dan non-struktural yang mendesak di Kabupaten Gowa bagian atas.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa wilayah hulu DAS Jeneberang yang terletak di Kabupaten Gowa bagian Timur merupakan zona dengan tingkat kerentanan longsor yang tinggi. Hasil integrasi data menunjukkan bahwa variabel kemiringan lereng di atas 45% dan akumulasi curah hujan ekstrem melebihi 3.300 mm bertindak sebagai faktor penggerak alami utama yang secara mekanis melemahkan kestabilan lereng di kawasan tersebut. Kondisi risiko ini diperparah secara sistemik oleh dimensi antropogenik, di mana penggunaan lahan didominasi oleh ladang atau tegalan seluas 39,13% yang mengekspansi area-area berkelerengan terjal. Kurangnya sistem perakaran permanen pada tanaman hortikultura di area ini menyebabkan tanah residu hasil pelapukan batuan vulkanik menjadi sangat labil saat mencapai titik jenuh air.

Secara kuantitatif, analisis spasial terhadap total luas wilayah studi sebesar 72.937,44 Ha menghasilkan zonasi kerentanan yang tersebar menjadi tiga kelas utama. Zona kerentanan rendah mencakup area seluas 5.621,76 Ha atau sekitar 7,71% dari total luas DAS. Sementara itu, zona kerentanan sedang menjadi kelas yang paling dominan dengan luasan mencapai 41.475,60 Ha atau 56,86%, diikuti oleh zona kerentanan tinggi seluas 25.840,08 Ha yang merepresentasikan 35,43% wilayah studi. Tingginya akumulasi area dengan tingkat kerentanan sedang hingga tinggi yang mencapai lebih dari 90% menegaskan bahwa hulu DAS Jeneberang merupakan zona kritis yang membutuhkan perhatian khusus dalam kebijakan tata ruang dan mitigasi bencana guna meminimalisir laju sedimentasi pada Waduk Bili-Bili.

DAFTAR PUSTAKA

Fitriani, A. (2024). *Pemodelan Aliran Debris dan Risiko Kerusakan Infrastruktur di Sepanjang Aliran Sungai Jeneberang*. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan, 12(1). https://scholar.google.com/

Gowa, P. K. (2021). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gowa Tahun 2021-2041*. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Gowa. https://jdih.gowakab.go.id/

Hidayat, R., & Nur, A. (2023). *Dinamika Hidrometeorologi dan Potensi Longsor di DAS Jeneberang*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 14(2). [suspicious link removed]

Kusuma, H. (2025). *Kerentanan Massa Tanah dan Batuan di Pegunungan Lompobattang*. Jurnal Ilmu Bumi, 19(2). https://ejournal.unsri.ac.id/

Lestari, D. (2023). *Pengaruh Intensitas Hujan terhadap Tekanan Air Pori pada Lereng DAS Jeneberang*. Jurnal Hidrologi Indonesia, 15(1). https://jurnal-hathi.org/

Nasution, M. (2024). *Aplikasi Weighted Overlay dalam Pemetaan Kawasan Rawan Bencana Geologi di Sulawesi Selatan*. Jurnal SIG dan Penginderaan Jauh, 8(2). https://jurnal.ugm.ac.id/jgep

Pratama, A. (2022). *Karakteristik Tanah Andosol dalam Memicu Gerakan Tanah di Lereng Vulkanik*. Jurnal Geologi Terapan, 10(3). https://journal.ugm.ac.id/jgti

PVMBG. (2021). *Peta Prakiraan Wilayah Terjadinya Gerakan Tanah di Provinsi Sulawesi Selatan*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. https://vsi.esdm.go.id/

Ramadhan, F. (2025). *Analisis Sesar Aktif dan Hubungannya dengan Longsoran Sekunder di Kawasan Hulu Jeneberang*. Jurnal Tektonika Indonesia, 11(1). https://journal.itb.ac.id/

Sari, P., & Utami, R. (2024). *Evaluasi Laju Sedimentasi Waduk Bili-Bili Akibat Erosi dan Longsoran di Wilayah Hulu*. Jurnal Sumber Daya Air, 20(1). http://jurnalsda.pusair-pu.go.id/

Suhardiman, F., et al. (2021). *Dampak Alih Fungsi Lahan terhadap Laju Sedimentasi Waduk*. Jurnal Ilmu Tanah & Lingkungan, 23(2). https://journal.ipb.ac.id/index.php/jiltl

Wijaya, K. (2023). *Analisis Kestabilan Lereng pada Formasi Batuan Vulkanik Gunung Bawakaraeng*. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 9(1). https://jge.eng.unila.ac.id/

Yusuf, M., & Anwar, S. (2022). *Kapasitas Infiltrasi dan Aliran Permukaan pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di DAS Jeneberang*. Jurnal Agroland, 29(3). http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/AGROLAND

Zulkifli, A. (2024). *Mitigasi Bencana Berbasis Masyarakat di Kawasan Wisata Malino Kabupaten Gowa*. Jurnal Manajemen Bencana, 10(2). https://jurnal.unhas.ac.id/

Pemerintah Kabupaten Gowa. (2022). *Profil Daerah dan Potensi Bencana Alam Kabupaten Gowa*. Dokumen Teknis Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). https://bpbd.gowakab.go.id/

BIODATA PENULIS KORESPONDENSI:

Untuk kepentingan korespondensi ***setelah*** Paper Accepted.

Nama	:	Wardana Ramadhani
Institusi/Afiliasi	:	Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar.
Email	:	wwa7097@gmail.com
No. HP	:	081244072499