

**ANALISIS DEBIT LIMPASAN DI DAS MAROS DENGAN
METODE CURVE NUMBER**

ASRI

105951100321



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
MAKASSAR
2025**

**ANALISIS DEBIT LIMPASAN DI DAS MAROS DENGAN
METODE CURVE NUMBER**

ASRI

105951100321

SKRIPSI

Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kehutanan

Strata Satu (S1)

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
MAKASSAR**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal mahasiswa yang di laksanakan oleh :

Judul : Analisis Debit Limpasan di DAS Maros Menggunakan Metode Curve
Number
Nama : Asri
Nim : 105951100321
Jurusan : Kehutanan
Fakultas : Pertanian

Makassar, Juni 2025

Disetujui oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Hasanuddin Molo, S.Hut., M.P., IPM
NIDN: 0907028202


Ir. M. Daud, S.Hut., M.Si., IPM., CIEA
NIDN: 0906068802

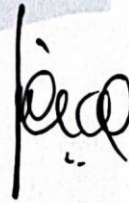
Diketahui oleh,

Dekan Fakultas Pertanian

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Andi Khaeriyah, M.Pd., IPU
NIDN: 0926036803



Dr. Ir. Hikmah, S.Hut., M.Si., IPM
NIDN: 0011077101

HALAMAN KOMISI PENGUJI

Judul : Analisis Debit Limpasan di DAS Maros Menggunakan Metode Curve
Number
Nama : Asri
Nim : 105951100321
Jurusan : Kehutanan
Fakultas : Pertanian

Pembimbing I

Tanda tangan

Dr.Ir. Hasanuddin Molo, S.Hut., M.P., IPM
NIDN: 0907028202

Pembimbing II

Ir. M. Daud, S.Hut., M.Si., IPM., CIEA
NIDN: 0906068802

Penguji I

Dr. Ir. Sultan, S.Hut., M.P., IPM
NIDN: 0919028401

Penguji II

Andi Aziz Abdullah, S.Hut., M.P.
NIDN: 0919028401

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Analisis Debit Limpasan di DAS Maros Menggunakan Metode Curve Number** merupakan hasil karya yang belum diajukan dalam bentuk apaun kepada perguruan tinggi manapun. Semua sumber data informasi berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka dibagian akhir skripsi.



Makassar, Juni 2025

Asri

ABSTRAK

ASRI. 105951100321 Analisis Debit Limpasan di DAS Maros Menggunakan Metode Curve Number. Dibimbing oleh Hasanuddin Molo dan Daud.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit limpasan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros menggunakan metode *Curve Number* (CN) yang dikembangkan oleh Soil Conservation Service (SCS). Analisis dilakukan dengan memanfaatkan data curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng yang diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah DAS Maros termasuk kategori potensi limpasan sangat tinggi (>75 mm) dengan luas 59.065,67 ha, sedangkan kategori limpasan rendah (<25 mm) hanya mencakup 6.240,63 ha. Tingginya potensi limpasan dipengaruhi oleh dominasi lahan kedap air serta tanah dengan daya serap rendah. Temuan ini memberikan informasi penting bagi perencanaan tata ruang dan pengelolaan sumber daya air di DAS Maros. Peta distribusi zona rawan limpasan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam upaya mitigasi risiko banjir, pengendalian erosi, dan konservasi lahan. Dengan pengelolaan yang tepat, diharapkan potensi kerusakan lingkungan akibat limpasan berlebih dapat diminimalkan, sekaligus mendukung keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat di wilayah ini.

Kata Kunci: Debit limpasan, *Curve Number*, DAS Maros, tata guna lahan, risiko banjir.

ABSTRAK

ASRI. 105951100321. *Analysis of Surface Runoff in the Maros Watershed Using the Curve Number Method.* Supervised by Hasanuddin Molo and Daud.

This study aims to analyze surface runoff in the Maros Watershed (DAS Maros) using the Curve Number (CN) method developed by the Soil Conservation Service (SCS). The analysis utilized rainfall, soil type, land use, and slope data, which were processed using Geographic Information Systems (GIS). The results showed that most of the Maros Watershed falls into the very high runoff potential category (>75 mm) with an area of 59,065.67 ha, while the low runoff category (<25 mm) covers only 6,240.63 ha. The high runoff potential is influenced by the dominance of impervious land cover and soils with low infiltration capacity.

These findings provide important information for spatial planning and water resource management in the Maros Watershed. The resulting runoff hazard zone map can serve as a basis for flood risk mitigation, erosion control, and land conservation efforts. With proper management, environmental damage due to excessive runoff can be minimized, while supporting ecosystem sustainability and improving community welfare in the region.

Keywords : *Surface runoff, Curve Number, Maros Watershed, land use, flood risk.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Debit Limpasan di DAS Maros Menggunakan Metode Curve Number”** ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mjuhammadiah Makassar

Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Dr.Ir. Hj. Andi Khaeriyah, M.Pd selaku Dekan Fakultas Pertanian;
2. Dr. Ir. Hikmah, S.Hut., M.Si., IPM selaku Ketua Program Studi Kehutanan;
3. Dr.Ir. Hasanuddin Molo, S.Hut., M.P., IPM selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini;
4. Ir. M. Daud, S.Hut., M.Si., IPM., CIEA selaku dosen pembimbing II atas masukan dan motivasi selama proses penulisan;
5. Kedua orang tua tercinta atas doa, dukungan moral dan material yang tak ternilai;
6. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa

mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Makassar, Juni 2025

Penulis



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN KOMISI PENGUJI..... | iv |
| PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.4.1 Manfaat Teoritis..... | 4 |
| 1.4.2 Manfaat Praktis | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Daerah Aliran Sungai..... | 5 |
| 2.2 Penutupan Lahan..... | 6 |
| 2.3 Klasifikasi Penutupan Lahan | 7 |
| 2.4 Sistem Informasi Geograsi..... | 10 |

| | | |
|--------------------------------|---|----|
| 2.5 | Identifikasi Penutupan Lahan..... | 11 |
| 2.6 | Metode Curve Number (CN) | 17 |
| 2.7 | Limpasan Permukaan | 20 |
| III. METODE PENELITIAN..... | | 25 |
| 3.1 | Gambaran Umum Lokasi Kegiatan Penelitian | 25 |
| 3.1.1 | Letak Geografis dan Administratif..... | 26 |
| 3.1.2 | Kondisi Topografi dan Geomorfologi | 29 |
| 3.1.3 | Kondisi Iklim..... | 32 |
| 3.1.4 | Kondisi Hidrologi | 34 |
| 3.1.5 | Jenis Tanah dan Karakteristik Geologi..... | 38 |
| 3.1.6 | Penggunaan Lahan dan Perubahan Tutupan Lahan..... | 39 |
| 3.2 | Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 41 |
| 3.3 | Alat dan bahan penelitian | 42 |
| 3.4 | Pengumpulan Data..... | 43 |
| 3.5 | Interpretasi Citra | 44 |
| 3.5 | Penetapan Lokasi Groundcheck dan Pengecekan Lapangan..... | 44 |
| 3.6 | Uji Akurasi Hasil Interpretasi Citra..... | 45 |
| 3.7 | Curah Hujan..... | 46 |
| 3.8 | Metode Curve Number (CN)..... | 47 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | | 54 |
| 4.1 | Penutupan Lahan..... | 54 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1 Uji Akurasi..... | 57 |
| 4.2 Jenis Tanah..... | 58 |
| 4.3 Kondisi Kelas Lereng..... | 59 |
| 4.4 Kondisi Curah Hujan | 62 |
| 4.5 Penentuan Nilai <i>Curve Number</i> (CN) | 64 |
| 4.6 Estimasi Volume Limpasan | 71 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 74 |
| 5.1 Kesimpulan | 74 |
| 5.2 Saran..... | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 75 |
| LAMPIRAN..... | 77 |
| RIWAYAT HIDUP..... | 98 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Alat Penelitian..... | 42 |
| Tabel 2. Bahan Penelitian | 42 |
| Tabel 3. <i>Confusion Matrix</i> Uji Akurasi | 46 |
| Tabel 4. Klasifikasi Hidrologi Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah..... | 49 |
| Tabel 5. Kelompok Hidrologi Tanah Berdasarkan SCS Curve Number | 50 |
| Tabel 6. Nilai CN pada Beberapa Penutupan Lahan berdasarkan Hasil Pemrosesan Citra Penginderaan Jauh..... | 51 |
| Tabel 7. Klasifikasi AMC (Antecedent Moisture Condition)..... | 52 |
| Tabel 8. Luas DAS Maros berdasarkan penutupan lahan | 54 |
| Tabel 9. Uji Akurasi Kappa | 57 |
| Tabel 10. Luas DAS Maros berdasarkan kelas lereng | 60 |
| Tabel 11. Luas DAS Maros berdasarkan Curah Hujan Maksimum..... | 62 |
| Tabel 12. Penentuan Nilai CN | 67 |
| Tabel 13. Kelas Jenis Tanah | 70 |
| Tabel 14. Kelas Limpasan Permukaan Berdasarkan Luasan | 72 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian | 24 |
| Gambar 3. Peta Stasiun Curah Hujan Poligon Thiessen | 47 |
| Gambar 4. Peta penutupan lahan DAS Maros | 56 |
| Gambar 5. Peta jenis tanah DAS Maros | 59 |
| Gambar 6. Peta kelerengan DAS Maros | 62 |
| Gambar 7. Peta Curah Hujan Maksimum DAS Maros | 64 |
| Gambar 8. Peta Curve Number DAS Maros | 69 |
| Gambar 9. Peta Rawan Limpasan DAS Maros | 73 |



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim, urbanisasi yang cepat, serta degradasi lingkungan telah menyebabkan meningkatnya tantangan dalam pengelolaan sumber daya air, salah satunya adalah permasalahan limpasan air hujan (*runoff*). Limpasan permukaan adalah aliran air yang terjadi di atas permukaan tanah ketika curah hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah dan kapasitas saluran drainase. Fenomena ini semakin sering terjadi terutama di daerah perkotaan yang mengalami alih fungsi lahan besar-besaran, dari lahan vegetatif menjadi lahan terbangun yang kedap air, seperti jalan beraspal, trotoar, dan bangunan.

Limpasan permukaan (*surface runoff*) merupakan salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi yang sangat berpengaruh terhadap keseimbangan lingkungan, khususnya dalam kaitannya dengan risiko banjir, erosi, serta degradasi kualitas tanah dan air. Semakin meningkatnya intensitas curah hujan, ditambah dengan perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali seperti konversi hutan menjadi permukiman atau lahan pertanian, menyebabkan semakin besarnya volume limpasan yang terjadi di suatu wilayah.

Fenomena ini tidak hanya mengganggu sistem hidrologi alami, tetapi juga menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap keberlanjutan ekosistem dan kehidupan masyarakat, terutama di daerah aliran sungai (DAS). Oleh karena itu, analisis limpasan permukaan menjadi hal yang sangat penting dalam perencanaan konservasi lahan dan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Seiring perkembangan teknologi informasi, berbagai model hidrologi berbasis komputer telah dikembangkan, seperti SWMM (*Storm Water Management Model*), HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System*), dan EPA SWMM. Model-model ini sangat membantu dalam perencanaan pengendalian banjir, perencanaan sistem drainase, serta evaluasi dampak perubahan tata guna lahan terhadap limpasan permukaan.

Namun demikian, penerapan model-model tersebut perlu disesuaikan dengan kondisi lokal. Di banyak wilayah di Indonesia, keterbatasan data menjadi kendala utama dalam melakukan kajian hidrologi secara komprehensif. Oleh karena itu, pendekatan sederhana dengan menggunakan metode empiris seperti metode Rasional, Soil Conservation Service (SCS) Curve Number, atau modifikasi model lainnya masih sering digunakan sebagai alternatif.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam menganalisis limpasan permukaan adalah metode Curve Number (CN) yang dikembangkan oleh Soil Conservation Service (SCS) dari Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA). Metode ini bersifat empiris dan banyak digunakan karena kesederhanaannya serta kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai parameter penting, seperti jenis tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kelembapan tanah. Nilai CN mewakili potensi limpasan suatu wilayah, di mana semakin tinggi nilai CN menunjukkan semakin tinggi pula potensi limpasan.

Dengan berkembangnya teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), metode Curve Number dapat diimplementasikan secara spasial untuk menghasilkan peta zonasi rawan limpasan. Melalui integrasi peta penggunaan lahan, peta jenis

tanah, dan data curah hujan, analisis limpasan tidak hanya dapat dihitung secara numerik, tetapi juga dipetakan dalam bentuk visual yang informatif. Hal ini mempermudah dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah yang memiliki risiko limpasan tinggi, sehingga dapat ditentukan prioritas pengelolaan dan konservasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya limpasan permukaan menggunakan metode Curve Number (CN) berbasis SIG dengan memanfaatkan peta tematik sebagai input utama. Diharapkan hasil analisis ini dapat memberikan gambaran spasial mengenai tingkat kerentanan limpasan di wilayah studi serta memberikan kontribusi bagi upaya mitigasi bencana hidrometeorologi, perencanaan tata ruang, dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik penggunaan lahan dan jenis tanah di wilayah studi yang mempengaruhi limpasan permukaan?
2. Berapa besar nilai Curve Number (CN) dan limpasan permukaan yang terjadi pada wilayah studi berdasarkan metode SCS-CN?
3. Bagaimana distribusi spasial zona rawan limpasan permukaan yang dihasilkan dari analisis peta tematik menggunakan metode Curve Number?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghitung nilai Curve Number (CN) dan estimasi volume limpasan menggunakan metode SCS-CN.
2. Menyusun peta zona rawan limpasan permukaan berbasis sistem informasi geografis (SIG) dengan pendekatan metode Curve Number.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

- Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu hidrologi, khususnya dalam kajian estimasi limpasan permukaan berbasis spasial menggunakan pendekatan metode Curve Number (CN).

1.4.2 Manfaat Praktis

- Menjadi referensi bagi instansi pemerintah, pengelola sumber daya air, dan perencana tata ruang dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah rawan limpasan.
- Menyediakan informasi awal untuk mitigasi bencana banjir dan perencanaan konservasi lahan berbasis data spasial.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Menteri Kehutanan RI, 2009). Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak, 2010).

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan, dengan daerah bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Perubahan penutupan lahan di daerah hulu akan memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk fluktuasi debit air, kualitas air dan transport sedimen serta bahan-bahan terlarut di dalamnya. Pengelolaan DAS merupakan aktifitas yang berdimensi biofisik (seperti, pengendalian erosi, pencegahan dan penanggulangan lahan-lahan kritis, dan pengelolaan pertanian konservatif); berdimensi kelembagaan (seperti, insentif dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan bidang ekonomi), dan berdimensi sosial yang lebih diarahkan pada kondisi sosial budaya setempat, sehingga dalam perencanaan model pengembangan DAS terpadu harus

mempertimbangkan aktifitas/teknologi pengelolaan DAS sebagai satuan unit perencanaan pembangunan yang berkelanjutan (Efendi, 2008).

2.2 Penutupan Lahan

Menurut Widiatmaka (2007), lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk di dalamnya adalah akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan akumulasi garam. Faktor-faktor sosial dan ekonomi secara murni tidak termasuk dalam konsep ini. Adapun menurut FAO (1976) mendefinisikan lahan sebagai tanda pada suatu lokasi, baik yang bersifat cukup mantap maupun dapat diprediksi secara mendaur, dari biosfer, atmosfer, tanah, geologi, hidrologi, populasi tumbuhan, hewan serta hasil kegiatan manusia pada masa lampau hingga kini, sejauh tanda-tanda pengenal tersebut memberikan pengaruh atas penggunaan lahan.

Lahan memiliki berbagai macam pemaknaan, tergantung dari sudut pandang yang digunakan. Brinkman dan Smyth (1973) menganggap lahan sebagai suatu sistem yang memiliki fungsi dan struktur tertentu, dimana memungkinkan terjadinya interaksi antara sumber daya daratan yang mana sifatnya ditentukan oleh sumber daya yang lebih dominan dan besarnya interaksi yang terjadi di dalamnya. Sementara Purwowidodo (1983) berpendapat bahwa lahan merupakan suatu lingkungan fisik dimana di dalamnya terdapat iklim, relief tanah, hidrologi dan flora yang mana sampai kadar tertentu dapat mempengaruhi kemampuan

penggunaannya. Menurut Arsyad (2010), penggunaan lahan (land use) merupakan setiap bentuk campur tangan manusia terhadap lahan sebagai suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan hidup (material maupun spritual). Meningkatnya beragam kepentingan manusia menjadikan lahan menjadi salah satu sumber daya yang rentan dengan perubahan fungsi dan penggunaan. Perubahan ini terjadi secara massif di berbagai penjuru dunia. Perubahan penggunaan lahan dapat terjadi setiap waktu, perubahan tersebut bisa disebabkan oleh faktor alamiah (natural changes) dan terjadi karena ulah manusia (antropogenic) (Kusrini et al., 2011). Perubahan penggunaan lahan merupakan peralihan dalam tataguna dan tata kelola lahan oleh manusia (Giri, 2016).

Perubahan penggunaan lahan memiliki pola yang berbeda-beda tergantung dari letak geografis dimana tentu terdapat perberdaan antara daerah pegunungan/pedesaan dengan daerah perkotaan. Perubahan penggunaan lahan di kawasan pedesaan biasanya dari lahan bervegetasi, hutan beralih menjadi kawasan budidaya pertanian. Sementara untuk kawasan perkotaan, perubahan penggunaan lahan cenderung identik dari pertanian menjadi pemukiman, industri, dan infrastruktur (Kusrini dkk., 2011).

2.3 Klasifikasi Penutupan Lahan

Klasifikasi penutupan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutupan lahan kedalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi penutupan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta penutupan lahan (Ardiansah, 2017).

Penutupan lahan skala nasional memiliki 22 kelas penutupan lahan dengan 7 kelas penutupan hutan dan 15 kelas penutupan bukan hutan. Penetapan standar kelas ini didasarkan pada pemenuhan kepentingan di lingkup Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan secara khusus dan institusi-institusi terkait tingkat nasional secara umum. Berikut adalah 12 kelas penutupan lahan dalam penelitian ini yang dihimpun dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020).

a. Hutan Lahan Kering Primer (Hp/2001)

Seluruh kenampakan hutan dataran rendah, hutan perbukitan, hutan pegunungan (dataran tinggi dan sub alpin), hutan kerdil, hutan kerangas, hutan di atas batuan kapur, hutan di atas batuan ultra basa, hutan daun jarum, hutan luruh daun dan hutan lumut (ekosistem alami) yang menampakkan gangguan manusia (bekas penebangan, bekas kebakaran, jaringan jalan dll.), tidak termasuk gangguan alam (banjir, tanah longsor, gempa bumi dll.)

b. Hutan Lahan Kering Sekunder (Hs/2002)

Hutan lahan kering primer yang mengalami gangguan manusia (bekas penebangan, bekas kebakaran, jaringan jalan, dll.), termasuk yang tumbuh kembali dari bekas tanah terdegradasi.

c. Hutan Mangrove Sekunder (Hms/20041)

Hutan mangrove primer yang mengalami gangguan manusia (bekas penebangan, bekas kebakaran, jaringan jalan dll.), termasuk yang tumbuh/ditanam pada tanah sedimentasi.

d. Hutan Tanaman (Ht/2006)

Seluruh kenampakan hutan yang seragam (monokultur) yang dapat berasal dari kegiatan reboisasi/reklamasi/penghijauan/industri.

e. Perkebunan (Pk/2010)

Seluruh kenampakan hasil budidaya tanaman keras yang termasuk kelompok perkebunan, antara lain sawit, karet, kelapa, coklat, kopi, teh.

f. Semak Belukar (B/2007)

Seluruh kenampakan areal/kawasan yang didominasi oleh vegetasi rendah yang berada pada lahan kering.

g. Semak Belukar Rawa (Br/20071)

Seluruh kenampakan areal/kawasan yang didominasi oleh vegetasi rendah dan berada pada daerah tergenang air tawar serta di belakang hutan payau.

h. Savana/Padang Rumput (S/3000)

Seluruh kenampakan vegetasi rendah alami dan permanen yang berupa padang rumput.

i. Pertanian Lahan Kering (Pt/20091)

Seluruh kenampakan hasil budidaya tanaman semusim di lahan kering seperti tegalan dan ladang.

j. Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc/20092)

Seluruh kenampakan yang merupakan campuran areal pertanian, perkebunan, semak dan belukar

k. Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc/20092)

Seluruh kenampakan hasil budidaya tanaman semusim di lahan basah yang dicirikan oleh pola pematang.

l. Tambak (Tm/20094)

Seluruh kenampakan perikanan darat (ikan/udang) atau penggaraman yang tampak dengan pola pematang, biasanya berada di sekitar pantai.

m. Permukiman (Pm/2012)

Kawasan permukiman, baik perkotaan, perdesaan, industri dan lain-lain.

n. Lahan Terbuka (T/2014)

Seluruh kenampakan lahan terbuka tanpa vegetasi, baik yang terjadi secara

alami maupun akibat aktivitas manusia (singkapan batuan puncak gunung, puncak bersalju, kawah vulkan, gosong pasir, pasir pantai, endapan sungai, pembukaan lahan serta areal bekas kebakaran).

o. Tubuh Air (A/5001)

Semua kenampakan perairan, termasuk laut, sungai, danau, waduk, terumbu karang, padang lamun dll.

2.4 Sistem Informasi Georafis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, dan menganalisa, serta menyajikan data dan informasi dari suatu obyek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya di permukaan bumi (Ekadinata; dkk, 2008). Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat disimpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik, dan teknologi sistem basis data (database) (Irwansyah, 2013). Menurut Burrough and McDonnel (1998) dalam Baja (2012) mendefinisikan GIS dari tiga sudut pandang: kotak (tool box), database, dan organisasi. Dengan demikian, GIS merupakan suatu sistem pengelola data spasial yang handal (powerfull) dan sekaligus sebagai suatu sistem penunjang keputusan (decision support system). Dari segi strukturnya GIS terdiri dari komponen-komponen yang meliputi perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), kumpulan data, sistem pengelolaan data, serta organisasi di mana GIS di implementasikan.

SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek, dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial

merupakan salah satu item dari informasi di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan, dan bawah atmosfer (Irwansyah, 2013). Data spasial sebagai data yang paling penting dalam SIG terdiri atas dua macam, yaitu (Sari, 2007).

Data Raster dan Data Vektor

Model data raster menampilkan dan menyimpan spasial dengan menggunakan struktur matriks atau pixel-pixel yang membentuk grid. Akurasi model data ini sangat bergantung pada resolusi atau ukuran pixelnya (sel grid) di permukaan bumi. Konsep model data ini adalah dengan memberikan nilai yang berbeda untuk tiap-tiap pixel atau grid dari kondisi yang berbeda (Mandy, 2018). Model data vektor yang menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis, atau kurva atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk dasar representasi data spasial di dalam system model data vector, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x, y) (Mandy, 2018).

2.5 Identifikasi Penutupan Lahan

Penginderaan jauh berasal dari kata Remote sensing yang memiliki pengertian bahwa suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek dipermukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya. Penginderaan Jauh (Remote Sensing) merupakan pengamatan suatu obyek menggunakan sebuah alat dari jarak jauh. Penginderaan jauh merupakan suatu metode pengamatan yang dilakukan tanpa menyentuh obyeknya secara langsung. Penginderaan jauh adalah pengkajian atas informasi

mengenai daratan dan permukaan air bumi dengan menggunakan citra yang diperoleh dari sudut pandang atas (*overhead perspective*), menggunakan radiasi elektromagnetik dalam satu beberapa bagian dari spektrum elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Campbell 2011 dalam Pratama, 2018).

Citra satelit awalnya digunakan di bidang militer dan lingkungan. Tetapi semakin banyak digunakan dalam bidang produksi peta, pertanian, kehutanan, perencanaan tanah nasional, perencanaan kota. Kemungkinan akuisisi data berkala citra satelit yang beragam antara citra satelit hiperspektral dan resolusi tinggi menjadikan citra satelit sumber daya penting untuk pencatatan tanah nasional. Ketersediaan citra satelit dikalangan masyarakat umum sekarang memungkinkan semua orang untuk menggunakan gambar satelit menjadi lebih banyak (Upadhyay, 2012).

Sentinel-2 adalah misi pencitraan beresolusi tinggi multitektral yang mengorbit polar untuk pemantauan lahan untuk memberikan, misalnya, citra vegetasi, tanah dan tutupan air, perairan pedalaman dan daerah pesisir.

Citra Satellite Sentinel-2A

Menurut Indarto (2014), citra satelit merupakan representasi gambar menggunakan berbagai jenis panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi dan merekam energi elektromagnetik. Citra dapat diartikan sebagai gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pantau/sensor, baik optik, elektro optik, optikmekanik, maupun

elektromagnetik. Citra memerlukan proses interpretasi atau penafsiran terlebih dahulu dalam pemanfaatannya (Ayu; dkk, 2016)

Sentinel 2 adalah salah satu satelit penginderaan jauh dengan sensor pasif buatan Eropa multispektal yang mempunyai 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band beresolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Tujuan dari Sentinel 2 untuk menyajikan data untuk kepentingan monitoring lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai perhutanan, dari monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya.

| Sentinel 2 Band | Panjang Gelombang | Resolution |
|-------------------------------|-------------------|------------|
| Band 1 – Coastal Aerosol | 0.443 – 0.453 | 60 |
| Band 2 – Blue | 0.458 – 0.528 | 10 |
| Band 3 – Green | 0.543 – 0.578 | 10 |
| Band 4 – Red | 0.650 – 0.680 | 10 |
| Band 5 – Vegetation Red Edge | 0.698 – 0.713 | 20 |
| Band 6 – Vegetation Red Edge | 0.733 – 0.748 | 20 |
| Band 7 – Vegetation Red Edge | 0.765 – 0.785 | 20 |
| Band 8 - NIR | 0.758 – 0.900 | 10 |
| Band 8A – Vegetation Red Edge | 0.855 – 0.875 | 20 |
| Band 9 – Water vapour | 0.930 – 0.950 | 60 |
| Band 10 – SWIR – Cirrus | 1.365 – 1.385 | 60 |
| Band 11 - SWIR | 1.565 – 1.655 | 20 |
| Band 12 - SWIR | 2.100 – 2.280 | 20 |

Sentinel 2 akan memberikan kontribusi signifikan terhadap pemantauan lahan dengan data masukan untuk perubahan tutupan lahan. Adapun penerapan sentinel 2

diberbagai bidang yaitu pemantauan hutan memberikan kontribusi terhadap keanekaragaman hayati hutan dan koservasi tanah, perencanaan kota yaitu agar menjamin keberlanjutan dan keseimbangan pengembangan secara konsisten, pemantauan air yaitu memberikan informasi mengenai peramalan kelangkaan air dan kekeringan (Kawamuna, dkk., 2017).

Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis dilakukan untuk suatu tujuan, misalnya untuk identifikasi liputan lahan pertanian dan hutan. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras (enhazncement) setiap piksel (picture element) dari citra, sehingga objek yang terekam mudah dianalisis untuk menghasilkan data/informasi yang benar sesuai dengan keadaan lapangan. Pada umumnya citra satelit memiliki nilai Digital Number (DN) asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya yang akan berdampak pada informasi hasil yang kurang akurat. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan oleh perbedaan kondisi cuaca, nilai sudut perekaman, lokasi matahari, dan faktor pengaruh lainnya (Kustiyo, 2014). Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki beberapa kesalahan yang terjadi pada citra satelit. Kesalahan radiometrik berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (pixel) pada citra agar mendekati nilai yang seharusnya dan juga memperbaiki kualitas visual citra (Sinaga, 2018).

Pada citra Sentinel 2A pengukuran radiometric tiap piksel citra disediakan dalam satuan reflektansi Top of Atmosphere (TOA) pada semua parameter untuk diubah menjadi radiansi (European Space Agency, 2015). Jadi, citra ini telah dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik sistematis oleh pihak sentinel.

Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Pengolahan citra menjadi data penutupan lahan dilakukan dengan metode interpretasi citra. Teknik interpretasi citra penutupan lahan dilakukan dengan proses digitasi yaitu mengkonversi data analog menjadi data digital yang atributnya dapat ditambah berupa informasi dari objek yang dimaksud. Dalam hal ini dibutuhkan unsur-unsur pengenalan objek ataupun gejala yang terekam pada citra.

Proses interpretasi citra dengan bantuan komputer dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan tingkat otomatisasinya. Keduanya ialah klasifikasi terbimbing (Supervised Classification) dan klasifikasi tidak terbimbing (Unsupervised Classification). Klasifikasi terbimbing meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh objek oleh operator. Berbeda halnya dengan klasifikasi tidak terbimbing (Unsupervised Classification), secara otomatis diputuskan oleh komputer, tanpa campur tangan operator (kalaupun ada, proses interaksi ini sangat terbatas) (Danoedoro, 2012).

Metode klasifikasi lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing maupun tidak terbimbing memiliki kekurangan dan kelebihan. Metode klasifikasi terbimbing baik digunakan untuk kawasan yang sudah diketahui dan akses mudah

dijangkau untuk keperluan pengenalan tutupan lahan secara terestris. Metode klasifikasi tidak terbimbing baik digunakan untuk pembuatan klasifikasi lahan di kawasan yang belum terlalu dikenali dan akses yang susah untuk dimasuki secara terestris (Radityo, 2010). Citra Sentinel 2A Tahun 2015 dapat dilihat pada Lampiran 1, Citra Sentinel 2A Tahun 2018 dapat dilihat pada Lampiran 2, Citra Sentinel 2A Tahun 2021 dapat dilihat pada Lampiran 3, dan klasifikasi kelas penutupan lahan berdasarkan (BSNI) 7645:2014

Uji Akurasi

Pengujian ketelitian (akurasi) hasil interpretasi merupakan langkah yang sangat penting dalam aplikasi penginderaan jauh, karena suatu hasil interpretasi layak atau tidaknya untuk digunakan tergantung pada seberapa besar tingkat ketelitian hasil interpretasi. Hasil interpretasi citra mencerminkan kompetensi seorang penafsir citra, meskipun kompetensi ini bukan satu-satunya faktor yang menentukan akurasi. Faktor lainnya yang berperan terhadap akurasi ini adalah kualitas citra, umur citra, dan faktor demografis (usia, jenis kelamin, pengalaman), aspek kognitif dan non kognitif. Hasil interpretasi yang memenuhi syarat dapat dipercaya kebenarannya dan dapat dijadikan dasar untuk melakukan sejumlah keputusan. Bila hasil uji akurasi ini memiliki persentase minimal yang ditetapkan berarti hasil interpretasi akurat (Coillie, dkk., 2014).

Menurut Short (1982), terdapat empat metode untuk menguji ketelitian hasil interpretasi citra, yakni: field checks at selected points, estimate of agreement between Landsat and reference maps or photos, statistical analysis, and confusion matrix calculation. Cara pengujian ketelitian hasil interpretasi yang banyak diguna-

kan penelitian penginderaan jauh adalah dengan menggunakan metode confusion matrix calculation. Metode-metode uji ketelitian tersebut sebenarnya digunakan untuk menguji ketelitian hasil interpretasi data citra digital Landsat, tetapi tidak tertutup kemungkinan untuk digunakan pada uji ketelitian hasil interpretasi citra lainnya seperti Sentinel -2 yang memiliki resolusi spasial berbeda (lebih besar dari Landast) dengan cara memodifikasinya. Adapun Uji Akurasi yang bisa dihitung berdasarkan tabel di bawah antara lain, *User's accuracy*, *Producer's Accuracy* dan *Overall accuracy* (Jaya, 2007).

| | | Data Interpretasi | | | Total baris | Producer's accuracy |
|-----------------|---|-------------------|----------|----------|-------------|---------------------|
| | | A | B | C | | |
| Data Referensi | A | X_{ii} | | | X_{i+} | X_{ii}/X_{i+} |
| | B | | X_{ii} | | | |
| | C | | | X_{ii} | | |
| Total kolom | | X_{+1} | | | N | |
| User's Accuracy | | X_{ii}/X_{+1} | | | | |

$$Kappa(k) = \frac{N \sum X_n - \sum X_{n+} X_{+n}}{N^2 - \sum X_{n+} X_{+n}} \times 100$$

Keterangan:

N = total data (piksel) yang diuji

X_i = nilai diagonal matriks baris ke-n dan kolom ke-n

X_{i+} = jumlah piksel dalm baris ke-n

X_{+i} = jumlah piksel dalam kolom ke-n

2.6 Metode Curve Number (CN)

Metode Curve Number (CN), yang dikembangkan oleh Soil Conservation Service (SCS) Amerika Serikat pada tahun 1954, merupakan pendekatan empiris yang digunakan secara luas dalam hidrologi untuk memperkirakan limpasan

langsung dari curah hujan. Metode ini menggabungkan faktor-faktor seperti jenis tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kelembaban tanah untuk menentukan potensi limpasan suatu wilayah. CN merupakan parameter numerik yang mencerminkan kemampuan lahan dalam menyerap air; nilai CN yang lebih tinggi menunjukkan potensi limpasan yang lebih besar, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan kemampuan infiltrasi yang lebih baik.

Di Indonesia, Widiyati dan Sudibyakto (2009) menerapkan metode CN untuk menentukan tutupan lahan yang sesuai guna mengurangi limpasan di DAS kecil. Studi ini menunjukkan bahwa tutupan hutan dapat secara signifikan mengurangi limpasan permukaan, sementara penggunaan lahan pertanian tertentu dapat meningkatkan limpasan. Penggunaan GIS dalam studi ini memungkinkan analisis spasial yang lebih mendalam terhadap pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan.

Namun, penerapan metode CN tidak tanpa tantangan. Beberapa studi menunjukkan bahwa metode ini dapat memberikan estimasi limpasan yang kurang akurat di wilayah tropis dengan karakteristik tanah yang kompleks. Misalnya, di Brasil, Oliveira et al. (2016) menemukan bahwa metode CN tidak cocok untuk memperkirakan limpasan di DAS Guariroba karena perilaku limpasan yang tidak sesuai dengan asumsi metode CN. Dalam kasus ini, penggunaan koefisien limpasan sederhana memberikan hasil yang lebih akurat.

Selain itu, penyesuaian nilai CN berdasarkan kondisi kelembaban tanah awal (AMC) juga menjadi perhatian. CN biasanya dihitung untuk kondisi kelembaban tanah rata-rata (AMC II), namun dalam kenyataannya, kondisi

kelembaban tanah dapat bervariasi secara signifikan. Oleh karena itu, penyesuaian nilai CN untuk kondisi AMC I (kering) dan AMC III (basah) diperlukan untuk meningkatkan akurasi estimasi limpasan.

Dalam konteks DAS Maros, yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia, penerapan metode CN dapat memberikan wawasan penting dalam pengelolaan sumber daya air. DAS ini memiliki panjang sekitar 75 km dan luas tangkapan sekitar 760 km², dengan sumber utama dari Gunung Bawakaraeng dan mengalir ke Selat Makassar. DAS Maros telah mengalami beberapa peristiwa banjir signifikan, termasuk pada tahun 1976 dan 2019, yang menyoroti perlunya pemahaman yang lebih baik tentang pola limpasan di wilayah ini.

Penggunaan metode CN dalam analisis limpasan di DAS Maros dapat membantu mengidentifikasi area dengan potensi limpasan tinggi, yang penting untuk perencanaan konservasi tanah dan air. Integrasi metode CN dengan teknologi GIS memungkinkan analisis spasial yang lebih rinci, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan DAS.

Namun, penting untuk mempertimbangkan keterbatasan metode CN, terutama dalam konteks wilayah tropis dengan variabilitas curah hujan yang tinggi dan karakteristik tanah yang kompleks. Oleh karena itu, kalibrasi dan validasi model dengan data lokal sangat penting untuk memastikan akurasi estimasi limpasan. Selain itu, penggunaan data penginderaan jauh dan teknologi GIS dapat meningkatkan kemampuan model dalam menangkap variabilitas spasial dan temporal dalam pola limpasan.

Secara keseluruhan, metode Curve Number menawarkan pendekatan yang praktis dan efisien untuk estimasi limpasan, terutama ketika dikombinasikan dengan teknologi GIS. Dalam konteks DAS Maros, penerapan metode ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Namun, penting untuk terus mengevaluasi dan menyesuaikan pendekatan ini dengan kondisi lokal untuk memastikan efektivitasnya dalam pengelolaan DAS.

2.7 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan merupakan komponen utama dalam siklus hidrologi yang memiliki peran penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Jumlah dan kecepatan limpasan sangat dipengaruhi oleh karakteristik hidrologi daerah aliran sungai (DAS), penggunaan lahan, jenis tanah, dan intensitas curah hujan. Dalam skala perkotaan, peningkatan limpasan air hujan dapat menyebabkan genangan air, banjir lokal, dan beban berlebih pada sistem drainase kota. Selain itu, limpasan permukaan juga berpotensi membawa polutan dari permukaan lahan ke badan air, yang kemudian menyebabkan degradasi kualitas air (Chow et al, 1988).

Kondisi tersebut menuntut adanya kajian yang komprehensif terhadap limpasan permukaan, termasuk identifikasi faktor-faktor yang memengaruhinya dan upaya mitigasi yang dapat dilakukan. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam mengkaji limpasan adalah model hidrologi. Model ini memungkinkan untuk mensimulasikan dan memprediksi volume serta waktu terjadinya limpasan berdasarkan parameter tertentu. Dengan menggunakan data curah hujan,

penggunaan lahan, dan kondisi tanah, model hidrologi dapat memberikan gambaran mengenai pola limpasan di suatu wilayah.

Perencanaan pengelolaan limpasan perlu dilakukan secara terpadu, melibatkan konservasi tanah dan air serta pendekatan berbasis ekosistem. Perubahan tata guna lahan harus dikaji dampaknya terhadap aliran permukaan agar dapat dilakukan langkah-langkah pencegahan dan penanggulangan sedini mungkin. Pendekatan berbasis DAS menjadi sangat penting karena memperhatikan hubungan antara bagian hulu, tengah, dan hilir dari suatu sistem hidrologi (Arsyad, 2010).

Limpasan permukaan bukan hanya menimbulkan kerusakan secara fisik, seperti banjir, tetapi juga membawa dampak ekologis yang signifikan. Air limpasan dari wilayah terbangun mengandung berbagai jenis kontaminan seperti logam berat, nutrien berlebih (nitrogen dan fosfor), minyak dan lemak, serta padatan tersuspensi. Apabila tidak ditangani dengan baik, kontaminan ini dapat mencemari badan air, mengganggu kehidupan akuatik, dan mengurangi kualitas air untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian (Novotny dan Olem, 1994).

Urbanisasi yang tidak terkendali menyebabkan perubahan signifikan dalam pola aliran sungai. Puncak debit aliran meningkat, waktu konsentrasi menjadi lebih pendek, dan frekuensi banjir pun bertambah. Hal ini menunjukkan pentingnya pemahaman terhadap dinamika limpasan dalam rangka pengelolaan tata ruang dan pengendalian banjir di kawasan perkotaan (Leopold, 1968).

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, pengelolaan limpasan harus diarahkan pada prinsip-prinsip pembangunan hijau (green infrastructure). Konsep ini meliputi penggunaan infrastruktur alami dan semi-alami seperti taman hujan

(rain garden), bioswale, permeable pavement, dan sumur resapan untuk mengurangi volume dan meningkatkan kualitas limpasan sebelum mencapai badan air. Pendekatan ini tidak hanya efektif dalam mengurangi limpasan, tetapi juga meningkatkan estetika kota dan memberikan ruang terbuka hijau bagi masyarakat (Environmental Protection Agency, 2014).

Salah satu strategi pengelolaan limpasan yang kini banyak diterapkan adalah Low Impact Development (LID), yaitu pendekatan desain yang meniru proses alam untuk mengelola limpasan dekat dengan sumbernya. LID dapat mengurangi beban pada sistem drainase, meningkatkan infiltrasi, serta menjaga keseimbangan hidrologi wilayah urban. Strategi ini sejalan dengan prinsip ekohidrologi yang mengintegrasikan aspek ekologi dan hidrologi dalam pengelolaan lingkungan (Prince George's County, 1999).

Dalam skala perencanaan wilayah, analisis limpasan sangat penting untuk menentukan kebutuhan infrastruktur drainase, menentukan lokasi rawan banjir, serta merancang sistem pengelolaan air hujan yang efisien. Kajian tersebut membutuhkan pemahaman terhadap kondisi topografi, karakteristik tanah, penggunaan lahan, dan pola curah hujan. Data spasial dan temporal menjadi kunci dalam membangun model prediktif yang akurat dan dapat diandalkan.

Dengan semakin kompleksnya tantangan yang dihadapi, peran teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh (remote sensing) menjadi sangat vital dalam pemetaan wilayah rawan limpasan dan analisis spasial hidrologi. Teknologi ini memungkinkan analisis multi-parameter secara integratif dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Dalam lingkup akademik, berbagai penelitian telah dilakukan untuk memahami mekanisme limpasan dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Pada DAS Ciliwung menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan dari hutan menjadi pemukiman menyebabkan peningkatan volume limpasan hingga 35%. Hal ini mengindikasikan bahwa konservasi lahan dan penghijauan dapat menjadi strategi efektif dalam mengendalikan limpasan (Suharyanto, 2006).

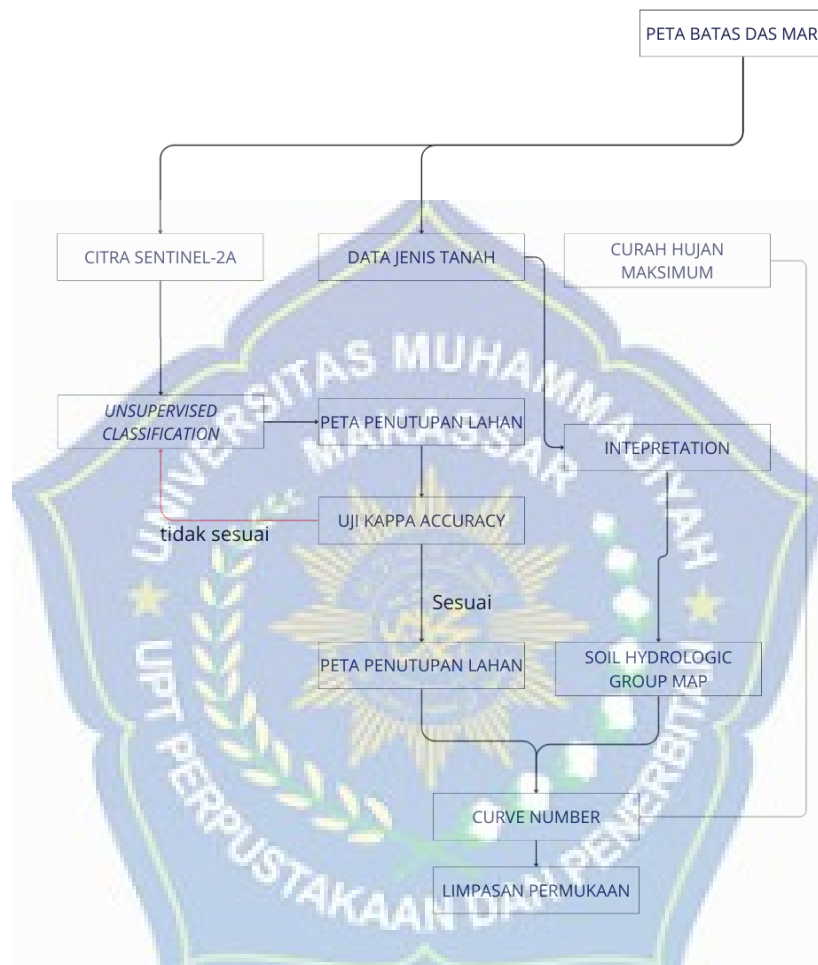
Penggunaan metode Curve Number SCS menunjukkan hasil yang cukup akurat dalam memprediksi volume limpasan di daerah tropis seperti Indonesia, terutama jika didukung dengan data historis curah hujan dan penggunaan lahan yang baik (Syarifuddin, 2013).

Dengan memperhatikan berbagai aspek tersebut, penting bagi pemerintah daerah, perencanaan kota, dan masyarakat untuk berkolaborasi dalam merancang sistem pengelolaan limpasan yang berkelanjutan. Partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan fasilitas drainase, pengelolaan sampah, serta pelestarian ruang terbuka hijau menjadi elemen penting dalam menjaga keseimbangan hidrologi wilayah.

Untuk mengatasi permasalahan limpasan secara menyeluruh, dibutuhkan pendekatan interdisipliner yang melibatkan bidang teknik sipil, geografi, ekologi, dan perencanaan wilayah. Penelitian mengenai limpasan tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga harus diarahkan pada penerapan praktis di lapangan, dengan mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini diarahkan untuk menganalisis limpasan permukaan pada suatu wilayah studi tertentu dengan

pendekatan hidrologi yang sesuai, guna memberikan rekomendasi pengelolaan yang berkelanjutan dan berbasis data. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam perencanaan drainase kota, pengendalian banjir, serta perlindungan kualitas lingkungan hidup.



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

III. METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Kegiatan Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros merupakan salah satu sistem hidrologi penting yang terletak di wilayah selatan Pulau Sulawesi, Indonesia, yang secara administratif melintasi beberapa wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan, khususnya di Kabupaten Maros dan sebagian Kabupaten Pangkep. DAS ini memiliki peran vital dalam menunjang kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan di kawasan tersebut. Selain sebagai sumber utama air bagi irigasi pertanian, perikanan, dan kebutuhan domestik, DAS Maros juga merupakan wilayah yang menyimpan keanekaragaman hayati tinggi, serta memiliki fungsi ekologis penting sebagai penyeimbang sistem hidrologi kawasan dan pelindung dari bencana banjir dan longsor.

Lokasi penelitian yang berada di DAS Maros menjadi sangat strategis mengingat daerah ini merepresentasikan kondisi kompleks dan dinamis dari interaksi antara bentang alam, pemanfaatan lahan oleh manusia, dan sistem pengelolaan sumber daya alam. DAS Maros memiliki karakteristik fisik dan sosial yang unik, dengan gradien ketinggian yang signifikan dari hulu ke hilir, perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat, serta ancaman degradasi lingkungan yang meningkat akibat tekanan aktivitas manusia. Oleh karena itu, penelitian yang dilaksanakan di wilayah ini memberikan peluang besar untuk mengkaji dinamika lingkungan, pengelolaan sumber daya, serta pendekatan mitigasi terhadap lahan kritis dan kerusakan ekosistem DAS

3.1.1 Letak Geografis dan Administratif

Secara geografis, DAS Maros membentang dari kawasan pegunungan di bagian tengah Provinsi Sulawesi Selatan dan bermuara di Selat Makassar. DAS ini mencakup sebagian besar wilayah Kabupaten Maros dan sebagian wilayah Kabupaten Pangkep. Titik koordinat secara umum berkisar antara $5^{\circ}15'-5^{\circ}30'$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}20'-119^{\circ}40'$ Bujur Timur. Batas utara DAS Maros bersinggungan dengan DAS Pangkep dan Kota Makassar, sementara batas selatan berbatasan dengan wilayah pegunungan. Sebelah timur berbatasan dengan DAS Saddang, dan sebelah barat dengan kawasan pesisir.

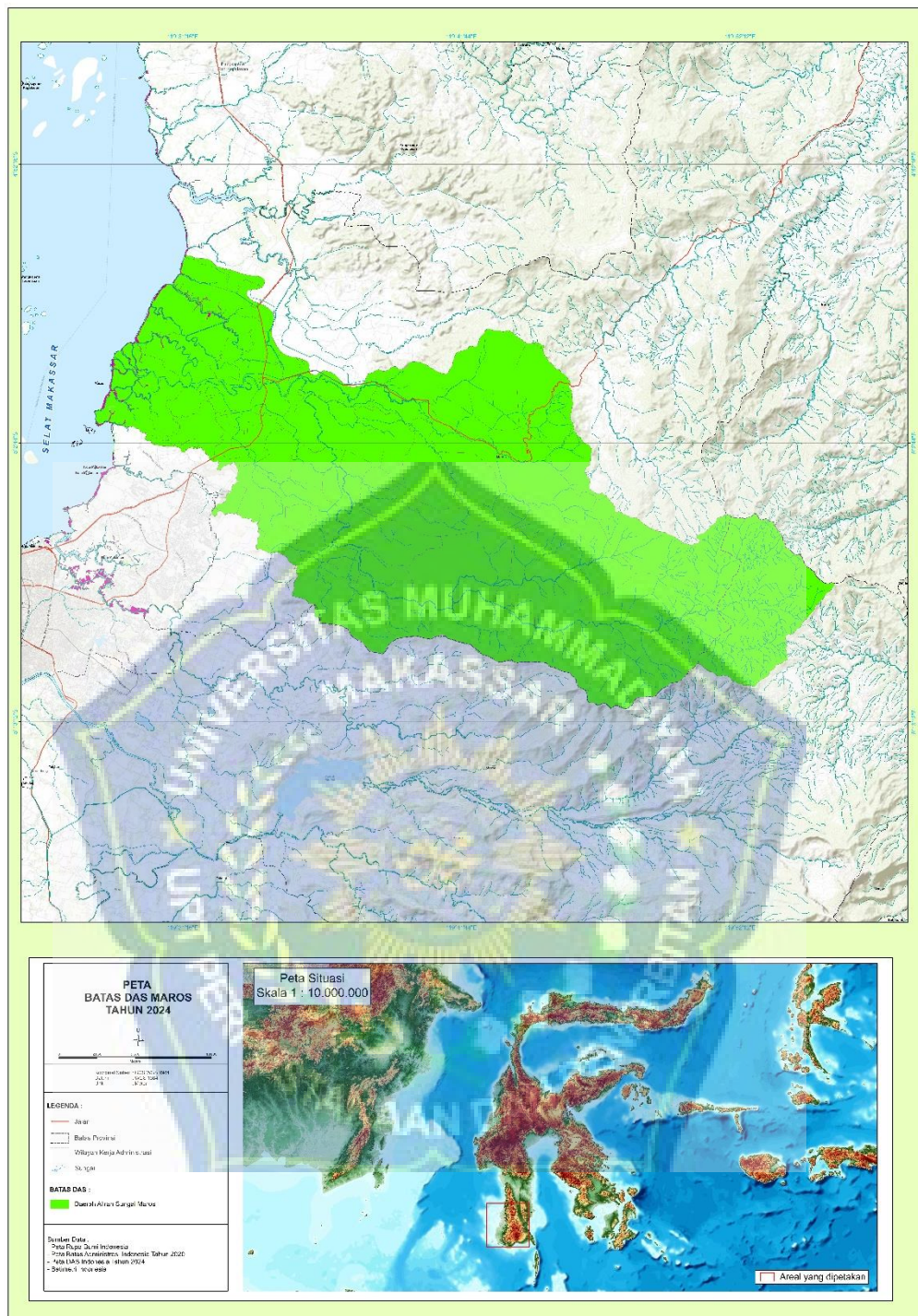
Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros secara keseluruhan diperkirakan mencapai sekitar 760 km² hingga lebih dari 1.500 km², tergantung pada batasan sub-wilayah dan delineasi yang digunakan dalam tiap studi. Perbedaan luas ini umumnya disebabkan oleh perbedaan pendekatan dalam delineasi batas DAS, apakah mencakup seluruh cabang anak sungai dan sub sub DAS di sekitarnya atau hanya aliran utama Sungai Maros saja.

Secara resmi dan umum digunakan oleh instansi kehutanan dan sumber daya air, luas DAS Maros yang termasuk dalam wilayah kerja Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Jeneberang-Saddang berkisar sekitar 1.520 km². DAS ini membentang melalui beberapa wilayah administratif utama, yaitu:

- Kabupaten Maros (meliputi sebagian besar kecamatan seperti Camba, Mallawa, Cenrana, Simbang, Tanralili, Tompobulu, Bantimurung, Bontoa, dan Lau).
- Kabupaten Pangkep (khususnya pada wilayah barat dan perbukitan).
- Bagian hilir berdekatan atau masuk ke wilayah Kota Makassar.

Sungai Maros sebagai sungai utama memiliki panjang aliran sekitar 75 km, berhulu di wilayah Pegunungan Karst Maros-Pangkep dan bermuara di Selat Makassar. Aliran ini didukung oleh berbagai anak sungai seperti Sungai Camba, Sungai Bontoa, Sungai Bantimurung, dan lainnya, yang membentuk sistem hidrologi kompleks dan dinamis.





Gambar 2. Peta wilayah DAS Maros

3.1.2 Kondisi Topografi dan Geomorfologi

Kondisi topografi dan geomorfologi DAS Maros sangat beragam dan mencerminkan karakteristik bentang alam yang kompleks di wilayah Sulawesi Selatan. Wilayah ini terbentuk dari proses geologi yang panjang dan dinamis, menghasilkan perbedaan yang mencolok antara bagian hulu, tengah, dan hilir, baik dalam hal ketinggian, bentuk permukaan lahan, maupun jenis batuan penyusunnya.

Secara umum, topografi DAS Maros terbentang dari kawasan pegunungan dan karst di bagian timur dan tenggara, hingga dataran rendah di bagian barat yang mendekati pesisir Selat Makassar. Wilayah hulu DAS Maros berada di zona perbukitan dan pegunungan dengan ketinggian mencapai lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut. Kawasan ini sebagian besar didominasi oleh bentang alam karst yang dikenal sebagai Karst Maros–Pangkep, yang merupakan salah satu gugusan karst terbesar dan tertua di Indonesia. Karakteristik khas dari bentang alam karst ini mencakup perbukitan kapur yang curam, lembah-lembah sempit dan dalam (dolina), tebing-tebing terjal, serta sistem gua dan sungai bawah tanah yang kompleks. Permukaan tanah di kawasan ini umumnya tidak rata, ditandai dengan adanya lubang-lubang pelarutan (sinkhole) dan rekahan batu kapur yang berfungsi sebagai saluran infiltrasi alami.

Kawasan karst di bagian hulu ini sangat penting dari segi hidrologi karena berfungsi sebagai daerah tangkapan air yang efisien. Air hujan yang jatuh di wilayah ini sebagian besar langsung meresap ke dalam tanah

melalui rekahan dan gua-gua bawah tanah, lalu muncul kembali di daerah yang lebih rendah dalam bentuk mata air atau sungai permukaan. Namun, karena sifat batuan karst yang tidak menyimpan air secara merata, wilayah ini juga rentan terhadap kekeringan musiman, terutama di musim kemarau.

Beralih ke bagian tengah DAS Maros, topografi berubah menjadi dataran bergelombang dan perbukitan rendah dengan ketinggian antara 100 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Geomorfologi di bagian ini lebih bervariasi dan mulai menunjukkan perpaduan antara batuan karst, batuan sedimen non-karst, serta lapisan tanah yang lebih dalam dan relatif stabil. Daerah ini merupakan transisi antara kawasan konservasi di bagian hulu dan kawasan budidaya serta permukiman di bagian tengah DAS. Sistem aliran sungai mulai terbentuk lebih jelas di wilayah ini, mengikuti kontur alami lembah dan kemiringan lereng. Pola aliran sungai yang berkembang umumnya bercabang (dendritik), dengan sejumlah anak sungai mengalir menuju Sungai Maros sebagai aliran utama. Erosi di wilayah ini mulai tampak pada lereng-lereng terjal dan lahan terbuka yang tidak ditanami vegetasi pelindung secara optimal.

Bagian hilir DAS Maros didominasi oleh dataran rendah alluvial dengan ketinggian kurang dari 50 meter di atas permukaan laut. Topografi di wilayah ini relatif datar dan lebih stabil dari segi bentuk lahan, namun sangat rentan terhadap genangan dan banjir, terutama pada musim hujan. Geomorfologi dataran ini terbentuk dari akumulasi endapan fluvial hasil erosi dan sedimentasi yang terbawa dari hulu. Sungai Maros dan anak-anak

sungainya mengalir melintasi wilayah ini, membawa material sedimen dan memperluas lembah-lembah alirannya. Struktur tanah di dataran ini umumnya lempung dan liat, memiliki daya resap air yang rendah, sehingga memperbesar potensi terjadinya limpasan permukaan saat hujan lebat.

Perubahan topografi dari hulu ke hilir juga mencerminkan perubahan tata guna lahan dan tekanan aktivitas manusia. Di wilayah hulu yang berbukit dan curam, lahan masih didominasi oleh hutan karst dan vegetasi alami, meskipun saat ini mulai mengalami perambahan untuk pertanian dan pemukiman. Di bagian tengah dan hilir yang lebih landai, terjadi konversi lahan secara masif menjadi permukiman, pertanian intensif, dan kawasan industri. Perubahan ini menambah tekanan terhadap kestabilan geomorfologi DAS, meningkatkan laju erosi, dan mengubah pola aliran air di permukaan.

Dengan demikian, kondisi topografi dan geomorfologi DAS Maros sangat menentukan dinamika hidrologi dan kerentanan lingkungan wilayah ini. Perbedaan ketinggian, kemiringan lereng, serta jenis batuan dan tanah memberikan pengaruh besar terhadap kemampuan lahan dalam menyerap air, menahan erosi, dan mendukung keberlanjutan ekosistem. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh terhadap karakteristik topografi dan geomorfologi ini sangat penting dalam perencanaan konservasi lahan, mitigasi bencana alam, serta pengelolaan daerah aliran sungai secara terpadu dan berkelanjutan.

3.1.3 Kondisi Iklim

Kondisi iklim di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros tergolong dalam kategori iklim tropis basah yang dipengaruhi secara dominan oleh sistem angin muson. DAS ini mengalami dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau yang berlangsung secara bergantian sepanjang tahun. Musim hujan umumnya terjadi pada bulan Oktober hingga April, saat angin muson barat mendominasi dan membawa massa udara lembap dari Samudra Hindia. Sebaliknya, musim kemarau berlangsung pada bulan Mei hingga September, seiring dengan pengaruh angin muson timur yang relatif kering.

Curah hujan tahunan di wilayah DAS Maros cukup tinggi, dengan rata-rata antara 2.000 hingga 3.000 milimeter per tahun. Intensitas curah hujan ini menunjukkan pola spasial yang tidak merata, di mana kawasan hulu yang berada di daerah perbukitan dan karst seperti wilayah Kecamatan Mallawa dan Tompobulu cenderung menerima curah hujan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah tengah dan hilir yang lebih datar dan dekat dengan kawasan pesisir seperti Kecamatan Bontoa dan Marusu. Perbedaan curah hujan ini berkaitan erat dengan pengaruh topografi dan elevasi, di mana daerah dengan ketinggian yang lebih tinggi cenderung menjadi kawasan tangkapan hujan yang lebih efektif.

Suhu udara di DAS Maros relatif konstan sepanjang tahun dengan rata-rata suhu berkisar antara 24°C hingga 32°C. Kelembapan udara tergolong tinggi, sering berada di atas 70%, dan hal ini berkontribusi

terhadap tingginya potensi penguapan dan pembentukan awan hujan di wilayah ini. Sinar matahari rata-rata tersedia selama 6–8 jam per hari, meskipun pada musim hujan tingkat penyinaran berkurang akibat tutupan awan yang lebih tebal.

Fenomena iklim global seperti El Niño dan La Niña juga memberikan dampak terhadap pola cuaca dan curah hujan di DAS Maros. Pada tahun-tahun dengan kejadian El Niño, wilayah ini dapat mengalami penurunan curah hujan yang signifikan dan musim kemarau yang lebih panjang, sehingga mempengaruhi debit sungai, produktivitas pertanian, dan ketersediaan air permukaan. Sebaliknya, ketika terjadi La Niña, curah hujan cenderung meningkat lebih dari biasanya, yang sering kali menyebabkan banjir, erosi, dan peningkatan volume limpasan permukaan di wilayah hilir DAS.

Variabilitas iklim tersebut sangat memengaruhi dinamika hidrologi DAS Maros. Pada musim hujan, terjadi peningkatan debit sungai secara tiba-tiba (flash flood) yang membawa risiko tinggi terhadap banjir bandang, terutama di kawasan permukiman dan dataran rendah. Debit puncak ini seringkali diperparah oleh degradasi tutupan lahan dan buruknya sistem drainase lokal. Sebaliknya, di musim kemarau, beberapa anak sungai menjadi kering dan sumber air menjadi terbatas, menyebabkan kesulitan dalam penyediaan air untuk irigasi dan kebutuhan domestik.

Secara umum, iklim DAS Maros mencerminkan kondisi tropis yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh interaksi antara kondisi geografis lokal

dan fenomena iklim global. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pola iklim ini menjadi sangat penting dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air, konservasi lahan, serta mitigasi terhadap bencana hidrometeorologis seperti banjir dan kekeringan di kawasan DAS.

3.1.4 Kondisi Hidrologi

Kondisi hidrologi DAS Maros mencerminkan sistem aliran air yang kompleks dan dinamis, yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik wilayah, iklim tropis, serta perubahan penggunaan lahan di sekitarnya. Sungai Maros sebagai aliran utama dalam DAS ini memiliki peran vital dalam mengalirkan air dari wilayah hulu yang berada di kawasan pegunungan karst Maros–Pangkep hingga bermuara di wilayah pesisir dan muara di Selat Makassar. Panjang sungai ini mencapai sekitar 75 kilometer, dan sepanjang alirannya ia menerima kontribusi dari sejumlah anak sungai penting seperti Sungai Camba, Sungai Bantimurung, dan Sungai Bontoa, yang memperkaya sistem drainase alami DAS Maros.

Di kawasan hulu, sistem hidrologi sangat dipengaruhi oleh karakteristik batuan karst yang memiliki porositas tinggi. Batuan kapur atau karst ini berperan sebagai akuifer yang menyimpan air hujan dan melepaskannya secara perlahan melalui mata air dan aliran bawah tanah. Keunikan kawasan karst menyebabkan air permukaan di wilayah ini sebagian besar terserap ke dalam tanah, membentuk sistem aliran bawah tanah (subsurface flow) yang kompleks. Hal ini membuat debit aliran permukaan di bagian hulu relatif stabil di musim kemarau, tetapi juga sangat

rentan terhadap perubahan drastis jika terjadi gangguan pada vegetasi penutup.

Wilayah tengah DAS Maros didominasi oleh morfologi perbukitan dan lembah, di mana air permukaan dari hulu mulai mengalir secara terbuka ke sungai-sungai utama. Pada bagian ini terjadi peningkatan akumulasi debit karena adanya kontribusi dari anak-anak sungai serta hasil limpasan dari lereng-lereng bukit. Di sisi lain, wilayah ini juga mulai menunjukkan dampak dari aktivitas manusia, seperti alih fungsi lahan pertanian dan pemukiman yang meningkatkan jumlah limpasan permukaan. Dengan meningkatnya luas area kedap air akibat pembangunan, infiltrasi tanah cenderung menurun sehingga air hujan lebih cepat mengalir ke sungai. Ini menyebabkan peningkatan debit puncak yang berpotensi mempercepat terjadinya banjir bandang di musim penghujan.

Di bagian hilir, DAS Maros bermuara di wilayah dataran rendah dan pesisir Kota Makassar. Di kawasan ini, karakteristik hidrologi sangat ditentukan oleh kapasitas aliran sungai dalam mengalirkan air menuju laut serta oleh sistem drainase buatan yang mendukung wilayah permukiman dan perkotaan. Sungai Maros di bagian hilir sering menghadapi tekanan limpasan yang tinggi, terutama saat musim hujan, yang bisa menyebabkan banjir musiman di beberapa titik rawan genangan. Selain itu, sedimentasi yang terbawa dari hulu DAS seringkali menumpuk di bagian hilir, menyebabkan pendangkalan sungai dan berkurangnya kapasitas aliran.

Pendangkalan ini sering memperparah risiko banjir, terutama ketika terjadi hujan ekstrem bersamaan dengan pasang laut tinggi.

Kondisi debit Sungai Maros sangat dipengaruhi oleh curah hujan tahunan yang berkisar antara 2.000 hingga 3.000 mm. Musim hujan yang berlangsung dari Oktober hingga April menyebabkan peningkatan drastis pada debit sungai, sementara musim kemarau antara Mei hingga September menyebabkan penurunan debit yang cukup signifikan. Fluktuasi debit ini cukup ekstrem karena DAS Maros tidak memiliki sistem penampungan air berskala besar di seluruh alirannya, meskipun terdapat bendung dan embung kecil yang dibangun untuk irigasi dan pengendalian banjir lokal.

Salah satu komponen penting dalam sistem hidrologi DAS Maros adalah bendungan Bili-Bili yang berada di luar batas formal DAS Maros namun secara fungsional mempengaruhi pengelolaan air di kawasan sekitarnya. Meski tidak langsung berada di Sungai Maros, bendungan ini sering dianggap penting karena menopang kebutuhan air bersih dan irigasi bagi sebagian masyarakat di wilayah administrasi Kabupaten Maros dan Kota Makassar.

Secara umum, kondisi hidrologi DAS Maros menunjukkan ketergantungan tinggi terhadap tutupan lahan vegetatif dan integritas ekosistem karst di hulu. Alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian di daerah pegunungan menyebabkan menurunnya kapasitas infiltrasi dan memperbesar aliran permukaan, yang berdampak pada meningkatnya debit puncak sungai dan risiko banjir di hilir. Di sisi lain, perubahan lahan di kawasan tengah dan

hilir seperti urbanisasi tanpa perencanaan tata air yang baik semakin menurunkan daya dukung lingkungan dalam menyerap dan menyalurkan air secara alami.

DAS Maros juga memperlihatkan tantangan besar dalam hal sedimentasi. Proses erosi tanah yang terjadi di daerah dengan lereng curam dan minim konservasi di bagian hulu membawa material sedimen ke sungai, yang kemudian mengendap di bagian tengah dan hilir. Sedimentasi ini menyebabkan degradasi kapasitas sungai dalam menyalurkan air, memicu banjir lokal, serta mengurangi kualitas air. Ditambah lagi dengan pembuangan limbah domestik dan pertanian yang mencemari badan air, kualitas hidrologi di DAS ini berpotensi terus menurun apabila tidak dikelola secara terpadu.

Dengan kompleksitas ini, pengelolaan hidrologi di DAS Maros memerlukan pendekatan yang holistik dan berbasis data. Diperlukan upaya rehabilitasi kawasan hulu, peningkatan infiltrasi melalui infrastruktur hijau di wilayah tengah, dan optimalisasi sistem drainase serta pengendalian banjir di kawasan hilir. Pemantauan debit sungai secara berkala dan integrasi data hidrometeorologi juga menjadi kunci dalam merancang sistem peringatan dini terhadap banjir maupun kekeringan. Secara keseluruhan, sistem hidrologi DAS Maros merupakan refleksi interaksi antara faktor alamiah dan antropogenik yang memerlukan perhatian lintas sektor untuk menjamin keberlanjutan fungsi ekologis dan sosialnya.

3.1.5 Jenis Tanah dan Karakteristik Geologi

Wilayah Kabupaten Maros di Sulawesi Selatan memiliki karakteristik tanah dan geologi yang sangat khas dan penting dari sudut pandang ilmiah maupun ekologis. Daerah ini merupakan bagian dari zona geologi yang dikenal sebagai Busur Selatan Sulawesi, dan terkenal dengan keberadaan kawasan karst Maros-Pangkep yang merupakan salah satu kawasan karst terbesar di Indonesia bahkan Asia Tenggara.

Tanah di daerah Maros umumnya terbentuk di atas batuan kapur (karst) yang mengalami pelapukan kimiawi. Jenis tanah yang dominan adalah tanah mediteran dan tanah rendzina. Tanah mediteran dihasilkan dari pelapukan batuan kapur dan biasanya berwarna merah hingga cokelat, bersifat cukup subur namun memiliki drainase yang cepat sehingga relatif kurang mampu menyimpan air. Sementara itu, tanah rendzina merupakan tanah dangkal yang juga berkembang di atas batu gamping, memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi tetapi penyebarannya terbatas dan lebih cocok untuk vegetasi alami atau tanaman dengan akar dangkal.

Secara geologi, wilayah Maros didominasi oleh batuan sedimen, khususnya batuan gamping (limestone) yang berasal dari Formasi Tonasa. Formasi ini terbentuk pada masa Miosen Tengah hingga Akhir, dan terdiri atas batu gamping masif, batu gamping berlapis, serta batu gamping berongga dengan fosil-fosil laut seperti koral, foraminifera, dan moluska yang menunjukkan bahwa area ini dulunya merupakan bagian dari lingkungan laut dangkal. Karakteristik karst yang terbentuk dari pelarutan

batu kapur menghasilkan morfologi permukaan yang khas seperti bukit-bukit karst (tower karst), dolina (cekungan), gua-gua kapur, sungai bawah tanah, dan ponor (lubang resapan air).

Kawasan karst Maros juga sangat aktif dari segi proses geomorfologis, di mana pelarutan kapur oleh air hujan yang bersifat asam terus berlangsung hingga saat ini. Ini menyebabkan dinamika lanskap yang tinggi dan kompleksitas sistem hidrologi bawah tanah yang unik. Banyak gua di daerah ini menyimpan lukisan prasejarah yang menunjukkan pemukiman manusia purba, sehingga menjadikan kawasan ini penting pula dari sisi arkeologi.

Kondisi geologi dan tanah Maros menjadikan wilayah ini rentan terhadap degradasi jika tidak dikelola dengan baik, terutama terkait eksploitasi batu gamping dan alih fungsi lahan. Namun demikian, jika dikelola secara berkelanjutan, Maros memiliki potensi besar dalam bidang pertanian terbatas, konservasi alam, dan pariwisata geologi.

3.1.6 Penggunaan Lahan dan Perubahan Tutupan Lahan

Penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros mencerminkan dinamika antara aktivitas manusia dan kondisi lingkungan alami di wilayah tersebut. DAS Maros yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah penting karena memiliki fungsi hidrologis, ekologis, dan ekonomi yang signifikan. Wilayah ini terdiri dari berbagai bentuk penggunaan lahan seperti kawasan

permukiman, lahan pertanian, hutan, tambang, serta kawasan karst yang unik.

Secara historis, tutupan lahan di DAS Maros didominasi oleh hutan alami, terutama hutan hujan tropis dan vegetasi karst. Namun, seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, terjadi alih fungsi lahan secara signifikan. Salah satu perubahan paling mencolok adalah konversi hutan menjadi lahan pertanian dan kawasan permukiman. Aktivitas pertanian yang semula bersifat subsisten berubah menjadi pertanian intensif dengan penggunaan lahan yang lebih luas dan teknologi yang lebih tinggi. Lahan sawah, ladang, dan perkebunan mulai menggantikan tutupan vegetasi alami.

Pembangunan infrastruktur juga memainkan peran penting dalam perubahan tutupan lahan. Peningkatan jumlah jalan, pembangunan perumahan, serta fasilitas publik lainnya menyebabkan perluasan wilayah terbangun, yang berdampak pada penyusutan area hutan dan lahan terbuka lainnya. Selain itu, aktivitas pertambangan di kawasan karst Maros mempercepat degradasi tutupan vegetasi dan perubahan struktur bentang alam. Kawasan karst yang semula berfungsi sebagai daerah resapan air mulai terganggu, mengakibatkan potensi kerusakan ekologis dan penurunan kualitas air di DAS Maros.

Di sisi lain, kawasan hutan produksi dan hutan rakyat mengalami perubahan baik dari segi luas maupun kualitasnya. Penebangan pohon secara legal maupun ilegal, serta kurangnya pengelolaan hutan yang

berkelanjutan, berkontribusi pada degradasi hutan. Upaya reboisasi dan penghijauan telah dilakukan di beberapa bagian DAS, namun belum cukup untuk menyeimbangkan laju deforestasi yang terjadi. Proses perubahan ini dipengaruhi oleh kebijakan tata ruang, tekanan ekonomi masyarakat, dan lemahnya penegakan hukum lingkungan.

Perubahan tutupan lahan di DAS Maros berdampak langsung terhadap kondisi hidrologis wilayah tersebut. Penurunan luas hutan menyebabkan menurunnya kapasitas wilayah dalam menyerap dan menyimpan air hujan, yang pada akhirnya meningkatkan risiko banjir saat musim hujan dan kekeringan saat musim kemarau. Erosi tanah dan sedimentasi sungai juga meningkat seiring dengan hilangnya vegetasi penutup tanah, yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas air dan fungsi ekosistem perairan.

Secara keseluruhan, perubahan penggunaan dan tutupan lahan di DAS Maros mencerminkan interaksi kompleks antara faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan. Untuk menjaga keberlanjutan fungsi DAS, diperlukan pendekatan pengelolaan terpadu yang mencakup konservasi hutan, penataan ruang yang bijak, pengendalian aktivitas pertambangan, serta peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan April hingga bulan Juni

2025, yang meliputi tahap pengumpulan data, pengolahan data menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), analisis spasial, dan interpretasi hasil.

3.3 Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Alat Penelitian

| No. | Alat | Jenis/Tipe | Kegunaan |
|-----|---|--|---|
| 1. | Laptop dilengkapi software GIS dan software statistik | (Spesifikasi Core i7-5500U, RAM 8 GB, SSD 256 GB | Pengelolaan data (analisis dan pemodelan) |
| 2. | Software GIS | ArcGIS / QGIS | Menganalisis citra Sentinel – 2 |
| 3. | Receiver GPS | | <i>Groundcheck</i> Penutupan Lahan |
| 4. | Kamera | <i>Smartphone</i> | Dokumentasikan penelitian |
| 5. | Alat Tulis Menulis | | Mencatat dan – data hasil pengamatan penelitian |
| | | | |

Tabel 2. Bahan Penelitian

| No | Bahan | Sumber | Tipe/Skala/Resolusi | Kegunaan |
|----|--------------------------------|---|---------------------|---|
| 1. | Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) | INAGEOPORTAL https://tanahair.indonesia.go.id/ | 1 : 50.000 | Penentuan batas administrasi wilayah penelitian |

| | | | | |
|---|----------------------|---|--|-----------------------------------|
| 2 | Peta Batas DAS Maros | SK/304/MenLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 Tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai | 1 : 50.0000 | |
| 3 | Data Curah Hujan | National Aeronautics and Space Administration (NASA) <u>NASA POWER Data Access Viewer (DAV)</u> | | Data pembangun faktor curah hujan |
| 4 | Citra Sentinel - 2 | ESA (European Space Agency) | Resolusi spasial 10 Meter | Analisis Tutupan Lahan |
| 5 | DEMNAS | INAGEOPORTAL https://tanahair.indonesia.go.id/ | Resolusi spasial 0,27 arcsecond, 8 m*8 m | Data pembangun faktor kelerengan |
| 6 | Data Jenis Tanah | Landysystem soil RePPPProT (Regional Physical for Transmigration) Tahun 1984 | 1 : 250.000 | Data pembangun faktor jenis tanah |

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi citra sentinel 2A Tahun 2015, Sentinel 2A Tahun 2024. Citra ini dapat diunduh melalui website <http://earthexplorer.usgs.gov>. Data jaringan jalan, jaringan sungai dan batas administrasi di peroleh dari Portal Geospasial Indonesia Skala 1:50.000 dan dapat di unduh dari <https://tanahair.indonesia.go.id>. Data jaringan jalan, jaringan sungai dan batas administrasi digunakan dalam mengolah data faktor pendorong yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.5 Interpretasi Citra

Adapun tahapan dalam interpretasi menggunakan software Arcgis citra Sentinel 2A tahun 2024 dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

Penggabungan Band (Layer Stacking)

Penggabungan band dalam kegiatan interpretasi dilakukan agar memudahkan dalam mengidentifikasi objek dalam citra lokasi penelitian, untuk citra sentinel 2A menggunakan kombinasi band 11,5,3.

Pemotongan Citra (Cropping)

Citra dipotong sesuai dengan batas wilayah lokasi penelitian yang mana dilakukan pemotongan dengan cara ditumpang tindihkan pada batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros menggunakan tools clip pada software Arcgis, Citra yang telah dipotong akan diinterpretasi dan digunakan dalam kegiatan proyeksi.

Interpretasi Citra

Interpretasi citra Sentinel 2A Tahun 2024 dilakukan secara digital dengan menggunakan metode digitasi On Screen, identifikasi objek pada citra dengan memperhatikan unsur dan karakteristik citra (Rona/warna, bentuk, ukuran, pola) serta mengacu pada klasifikasi tutupan lahan Direktorat Jenderal (Ditjen) Planologi Kehutanan dan BSNI 7645-1:2014 dengan skala 1:50.000.

3.5 Penetapan Lokasi Groundcheck dan Pengecekan Lapangan

Pengecekan lapangan (ground check) bertujuan untuk melakukan koreksi terhadap hasil interpretasi penutupan lahan melalui pengamatan kondisi penutupan lahan sebenarnya di lapangan. Penetapan lokasi pengecekan lapangan dilakukan melalui penandaan pada peta penutupan lahan dengan menggunakan teknik

purposive sampling, yaitu memilih lokasi yang dijadikan sebagai titik sampling yang mewakili setiap bentuk penutupan lahan yang ada. Penetapan lokasi pengecekan lapangan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor kemudahan aksesibilitas dari setiap penutupan lahan yang dipilih. Analis tidak dapat menafsirkan citra berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimilikinya saja. Kegiatan pengecekan lapangan dimulai dengan menentukan titik koordinat perwakilan pada setiap kelas penutupan lahan yang ada. Selain pengambilan titik koordinat, juga dilakukan pengambilan gambar dan informasi lain yang terkait pada setiap jenis penutupan lahan di lapangan. Titik koordinat dari GPS kemudian menjadi acuan untuk melakukan uji akurasi interpretasi citra.

3.6 Uji Akurasi Hasil Interpretasi Citra

Uji akurasi interpretasi citra digunakan untuk mengetahui sejauh mana keakuratan interpretasi citra yang telah dilakukan. Uji akurasi merupakan perbandingan antara data hasil interpretasi citra dengan kondisi lapangan. Perhitungan akurasi interpretasi citra dilakukan dengan metode confusion matrix. Setelah memperoleh data tabel confusion matrix maka selanjutnya akan dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan perhitungan overall accuracy dan kappa accuracy.. Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85% (Lillesand dan Kiefer, 1994).

Tabel 3. *Confusion Matrix* Uji Akurasi

| | Data Acuan (pengecekan Lapangan) | | | | Total Kolom |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|---|----------|---------------|
| | | A | B | C | |
| Data Hasil Klasifikasi Citra | A' | X_n | | | Σ_{K+} |
| | B' | | | | |
| | C' | | | X_{KK} | |
| Total Baris | | Σ_{+k} | | | N |

Keterangan :

A, B, C = Data acuan

A', B', C' = Data hasil klasifikasi citra

X_n = Data yang di uji

ΣX_n = Jumlah masing-masing data acuan/klasifikasi citra

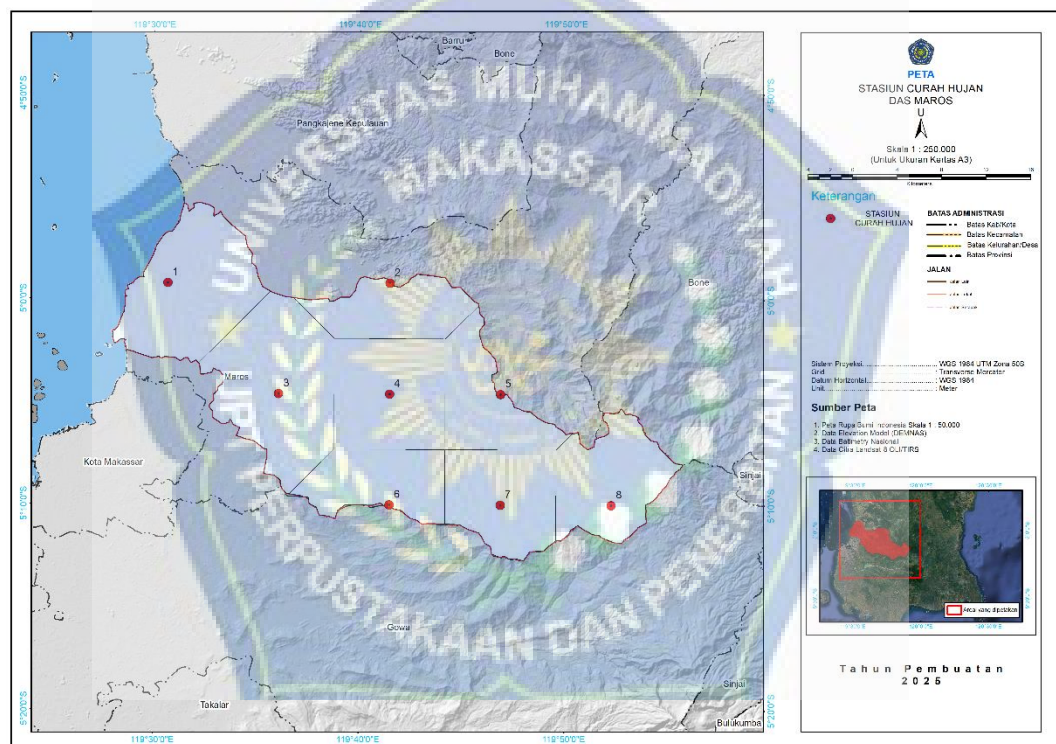
N = Total data yang diuji

Akurasi yang bisa dihitung berdasarkan confusion matrix antara lain, user's accuracy (UA), producer's accuracy (PA) dan overall accuracy (OA). Menurut Jaya (2010) dalam Sampurno & Thoriq (2016), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi Kappa, karena OA secara umum masih over estimate. Apabila tingkat keakurasian sudah melebihi 85% maka sudah menunjukkan ketelitian yang cukup tinggi. Secara matematis akurasi Kappa disajikan sebagai berikut:

3.7 Curah Hujan

Pengambilan data curah hujan dilakukan dengan metode Poligon thiessen sing-masing stasiun hujan ditentukan luas daerah pengaruhnya berdasarkan poligon yang dibentuk (menggambarkan garis-garis sumbu pada garis-garis penghubung antara dua stasion hujan yang berdekatan). Cara ini diperoleh dengan membuat

poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar Rn akan terletak pada suatu poligon tertentu An. Dengan menghitung perbandingan luas untuk setiap stasiun yang besarnya = An/A , dimana A adalah luas daerah penampungan atau jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.



Gambar 3. Peta Stasiun Curah Hujan Poligon Thiessen

3.8 Metode Curve Number (CN)

Curve Number (CN) atau bilangan kurva aliran permukaan merupakan bilangan hasil pendekatan empiris yang didasarkan perilaku infiltrasi tanah dari air

hujan yang jatuh pada berbagai jenis tanah dengan vegetasi penutupan yang berbeda. Pada prakiraan total volume limpasan ini data yang digunakan meliputi data hujan (harian) yang terdida sebagai masukan (input); serta data tanah (kelompok hidrologi tanah dan kelembaban tanah awal/AMC), jenis penutupan vegetasi dan cara pengelolaannya sebagai karakteristik dari DAS yang ada (Soil Conservation Service, 1964). Persamaan metode pendugaan volume limpasan (Q) dengan metode SCS, yaitu:

$$Q = \frac{(P-0,2)^2}{(P+0,8S)} \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \frac{25400-254CN}{CN} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana,

Q = Tebal limpasan permukaan (mm)

P = Curah hujan (mm)

S = Potensi retensi air (infiltrasi) maksimum (mm)

CN = curve number atau bilangan kurva

Angka CN (curve number atau bilangan kurva) DAS/ Sub DAS besarnya bervariasi antara 0 sampai 100 nilainya dipengaruhi oleh kondisi hidrologi, kelompok hidrologi tanah, kelembaban tanah awal, jenis penutupan lahan dan cara pengelolaannya. Penentuan nilai CN meliputi beberapa tahapan yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1) Penentuan Kelompok Hidrologi Tanah atau Hidrologic Soil Group (HSG)

HSG dapat ditentukan berdasarkan sifat-sifat tanah melalui tekstur tanah yang berkaitan dengan nilai kapasitas air efektif dalam tanah.

Tabel 4. Klasifikasi Hidrologi Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah

| Tekstur Tanah | Laju Infiltrasi Tanah (mm/jam) | Kelompok Tanah |
|---|-----------------------------------|----------------|
| Pasir (sand), Pasir Berlempung, Lempung Berpasir | 8-12 | A |
| Lempung Berdebu, Lempung (loam) | 4-8 | B |
| Lempung Pasir Berliat | 1-4 | C |
| Lempung Berliat, Lempung Debu Berliat, Liat Berpasir, Liat Berdebu, Liat (clay) | <1 | D |

Sumber: McCuen (1989) dan US SCS (1972)



Tabel 5. Kelompok Hidrologi Tanah Berdasarkan SCS Curve Number

| Kelompok Tanah | Deskripsi Jenis Tanah |
|----------------|---|
| A | Terdiri dari tanah dengan potensi limpasan rendah, mempunyai laju infiltrasi tinggi. Terutama untuk tanah pasir (deep sand) dengan silty dan clay sangat sedikit, juga kerikil (gravel) yang sangat lulus air |
| B | Terdiri dari tanah dengan potensi limpasan agak rendah, laju infiltrasi sedang. Tanah berbutir sedang (sandy soils) dengan laju meloloskan air sedang. |
| C | Terdiri dari tanah dengan potensi limpasan agak tinggi, laju infiltrasi lambat jika tanah tersebut sepenuhnya basah. Tanah berbutir sedang sampai halus (clay and colloids) dengan laju meloloskan air lambat. |
| D | Terdiri dari tanah dengan potensi limpasan tinggi, mempunyai laju infiltrasi sangat lambat. Terutama tanah liat (clay) dengan daya kembang tinggi, tanah dengan muka air tanah permanen tinggi, tanah dengan lapis lempung di dekat permukaan tanah yang dilapisi dengan bahan kedap air. Tanah ini mempunyai laju meloloskan air |

| | |
|--|---------------|
| | sangat lambat |
|--|---------------|

Sumber: Triatmodjo (2010)

2) Klasifikasi Penggunaan Lahan

Nilai CN berkisar antara 100 untuk tubuh air dan 25 untuk tanah permeabel dengan laju infiltrasi tinggi. Nilai CN dari DAS diperkirakan sebagai suatu fungsi dari tataguna lahan, tipe tanah, dan AMC. Tipe tanah dikelompokkan menjadi empat dengan notasi A, B, C dan D.

Tabel 6. Nilai CN pada Beberapa Penutupan Lahan berdasarkan Hasil Pemrosesan Citra Penginderaan Jauh

| No | Deskripsi penutupan lahan | Kelompok hidrologi tanah | | | |
|----|---|--------------------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| 1 | Hutan | 25 | 55 | 70 | 77 |
| | | 30 | 58 | 72 | 78 |
| | | 25 | 55 | 70 | 77 |
| 2 | Padang rumput | 36 | 60 | 73 | 78 |
| 3 | Kawasan industri & perparkiran kedap air | 90 | 93 | 94 | 94 |
| | | 90 | 93 | 94 | 95 |
| 4 | Kawasan perumahan | 60 | 74 | 83 | 87 |
| 5 | Lahan terbuka | 72 | 82 | 88 | 90 |
| | | 77 | 86 | 91 | 94 |
| 6 | Lahan pertanian tertutup tanaman | 52 | 68 | 79 | 84 |
| 7 | Lahan pertanian | 64 | 75 | 83 | 87 |
| 8 | Tubuh perairan | 98 | 98 | 98 | 98 |

Sumber: Ragan & Jackson, 1980; Slack & Welch, 1980; Bondelid *et al*, 1982

Penggunaan lahan berdasarkan SCS terdiri atas faktor penggunaan lahan, perlakuan atau tindakan yang diberikan dan keadaan hidrologi. Suatu DAS terdiri

atas berbagai macam jenis tanah dan penggunaan lahan. DAS yang terdiri dari beberapa tipe tanah dan tata guna lahan maka nilai CN adalah $CN_{composite}$ yang dihitung dengan konsep pada persamaan sebagai berikut:

$$CN_{composite} = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots (3)$$

dengan $CN_{composite}$ = Nilai CN komposit; I = indeks untuk sub DAS yang mempunyai tataguna lahan yang sama, CN_i = nilai CN untuk pembagian DAS I , dan A_i = luas daerah sub DAS.

3) Penentuan Kondisi Kelengasan Tanah Sebelumnya (AMC)

Kondisi kelengasan tanah pada saat terjadinya aliran dipengaruhi oleh Antecedent Moisture Condition (AMC). Nilai CN dalam Tabel 4 digunakan untuk AMC sedang/ normal (AMC II). Kondisi Kering (AMC I) atau kondisi basah (AMC III), nilai CN ekivalen dapat dihitung dengan persamaan (4) dan (5). Tabel 4 menunjukkan AMC untuk masing-masing kelas.

Tabel 7. Klasifikasi AMC (Antecedent Moisture Condition)

| Kelompok AMC Tanah | Jumlah curah hujan 5 hari sebelumnya (mm) | |
|--------------------|---|-----------------|
| | Musim kering | Musim semi |
| AMC I (kering) | Kurang dari 1,3 | Kurang dari 3,5 |
| AMC II (sedang) | 1,3-2,8 | 3,5-5,3 |
| AMC III (basah) | Lebih dari 2,8 | Lebih dari 5,3 |

Sumber: Triadmodjo, 2010

$$CN(I) = \frac{4,2 CN (II)}{10 - 0,058 CN (II)} \dots\dots\dots (4)$$

$$CN(III) = \frac{23 CN (II)}{10 + 0,13 CN (II)} \dots\dots\dots (5)$$

Nilai CN ditentukan dengan menggunakan tools yang tersedia pada software HEC-GeoHMS berdasarkan konsep yang dijelaskan sebelumnya. Perhitungan nilai CN dilakukan menggunakan parameter penutup lahan dan laju infiltrasi tanah. Oleh sebab itu, nilai CN yang diperoleh berbeda - beda tergantung pada karakteristik masing-masing DAS. Sebaran Nilai CN yang tinggi menunjukkan bahwa potensi limpasan permukaan di wilayah kerja cukup besar. Jenis tutupan hutan dengan vegetasi rapat akan menghasilkan nilai CN yang rendah.

Bahan yang diperlukan dalam melakukan penyusunan Peta CN antara lain adalah Peta administrasi, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1: 25.000 atau peta topografi, peta tanah, peta penutup lahan, peta sistem lahan, peta DAS, citra satelit, dan data digital DEM (*digital elevation model*).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penutupan Lahan

Penelitian ini menggunakan citra sentinel 2A dengan kombinasi band true color adapun sebaran penutupan lahan dapat dilihat pada tabel 5

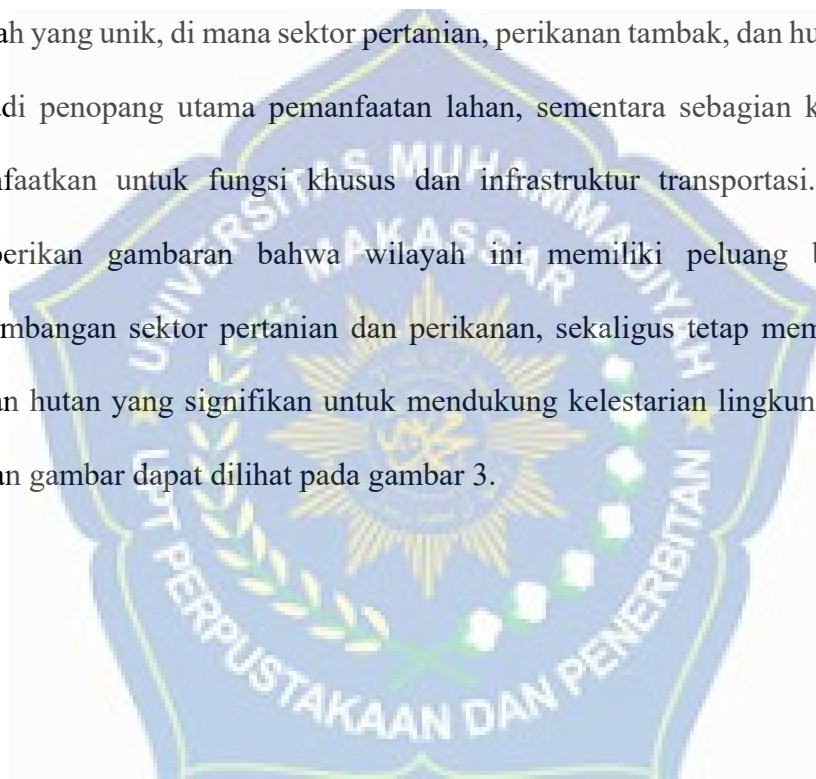
Tabel 8. Luas DAS Maros berdasarkan penutupan lahan

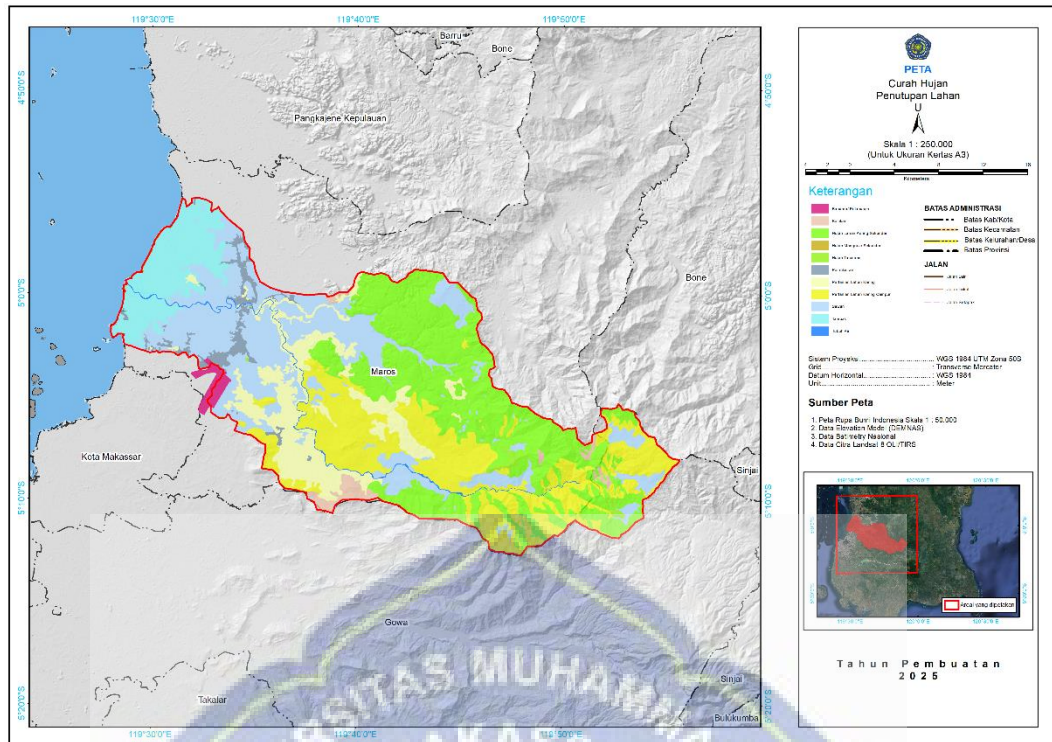
| Kecamatan | Penutupan Lahan (Ha) | | | | | | | | | | | Jumlah |
|---------------|-----------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------|-----------|----------|
| | Bandara/ Pelabuhan | Belukar | Hutan Lahan Kering Sekunder | Hutan Mangrove Sekunder | Hutan Tanaman | Pemukiman | Pertanian Lahan Kering | Pertanian Lahan Kering Campur | Sawah | Tambak | Tubuh Air | |
| Bantimurung | | 103.67 | 3354.65 | | | 48.20 | 275.32 | | 1157.54 | | | 4939.39 |
| Bontoa | | | | 1.07 | | 10.97 | | | 150.09 | 818.89 | | 981.01 |
| Bontocani | | | 16.81 | | | | | 6.46 | | | | 23.27 |
| Cenrana | | 6.71 | 3046.48 | | | | 4.00 | 39.75 | 704.95 | | | 3801.89 |
| Lau | | | | 26.17 | | 330.50 | 5.05 | | 974.30 | 1690.56 | | 3026.57 |
| Mandai | 279.02 | | | | 13.84 | 422.92 | 180.48 | 10.70 | 1522.13 | | | 2429.08 |
| Maros Baru | | | | 26.22 | | 43.80 | 60.61 | | 1866.83 | 2163.85 | 88.48 | 4249.79 |
| Marusu | | | | 12.55 | | 261.90 | 31.18 | | 1241.28 | 1456.72 | 25.28 | 3028.91 |
| Moncong Loe | | | | | | | | 7.32 | | | | 7.32 |
| Parangloe | | 20.42 | 8.18 | | | | | 3.29 | 0.24 | | | 32.13 |
| Simbang | | | 4329.22 | | | | 1317.19 | 79.25 | 3305.50 | | 33.89 | 9065.04 |
| Tanralili | | | | | | 100.93 | 3320.50 | 3045.01 | 1435.07 | | 73.05 | 7974.55 |
| Tinggimoncong | | | 2.25 | | | | | 4.03 | | | | 6.28 |
| Tombolopao | | 122.00 | 1783.46 | | 153.15 | | | 2524.32 | 982.79 | | | 5565.71 |
| Tompobulu | | 912.23 | 9220.63 | | 234.23 | | 2676.08 | 10411.33 | 2159.71 | | 206.46 | 25820.68 |
| Turikale | | | | | 2.46 | 429.51 | 181.14 | | 1432.27 | | 37.05 | 2082.04 |
| Jumlah | 279.02 | 1165.02 | 21761.69 | 66.00 | 403.69 | 1648.73 | 8051.53 | 16131.46 | 16932.70 | 6130.02 | 464.22 | 73034.07 |

Berdasarkan hasil analisis data penutupan lahan di Das Maros, diketahui bahwa total luas wilayah yang tercatat mencapai 73.034,07 hektare dengan variasi penggunaan lahan yang beragam di setiap kecamatan. Secara umum, penggunaan lahan terbesar didominasi oleh kategori hutan lahan kering sekunder seluas 21.761,69 hektare, disusul sawah dengan luas 16.932,70 hektare, dan pertanian lahan kering campur seluas 16.131,46 hektare. Beberapa kecamatan memiliki kontribusi yang signifikan terhadap jenis penggunaan lahan tertentu, seperti Kecamatan Tompobulu yang menjadi wilayah dengan hutan lahan kering sekunder terluas (9.220,63 hektare) sekaligus memiliki areal sawah terluas (10.411,33 hektare). Kecamatan Simbang menonjol dalam kategori pemukiman dengan luas

1.317,19 hektare, sedangkan lahan tambak terluas terdapat di Kecamatan Marusu dengan luas 2.163,85 hektare.

Selain itu, kategori lahan khusus seperti bandara/pelabuhan hanya ditemukan di Kecamatan Mandai dengan luas 279,02 hektare, sementara hutan mangrove sekunder tercatat relatif kecil dan hanya tersebar di beberapa kecamatan seperti Bontoa, Lau, Maros Baru, dan Marusu dengan total luas 66,00 hektare. Distribusi ini menunjukkan bahwa Kabupaten Maros memiliki karakteristik wilayah yang unik, di mana sektor pertanian, perikanan tambak, dan hutan sekunder menjadi penopang utama pemanfaatan lahan, sementara sebagian kecil wilayah dimanfaatkan untuk fungsi khusus dan infrastruktur transportasi. Potensi ini memberikan gambaran bahwa wilayah ini memiliki peluang besar dalam pengembangan sektor pertanian dan perikanan, sekaligus tetap mempertahankan tutupan hutan yang signifikan untuk mendukung kelestarian lingkungan. Adapun sebaran gambar dapat dilihat pada gambar 3.





Gambar 4. Peta penutupan lahan DAS Maros

Penutupan lahan Tahun 2021 dilakukan uji akurasi dengan cara pengecekan lapangan (ground check). Pengecekan lapangan (ground check) bertujuan untuk melakukan koreksi terhadap hasil interpretasi penutupan lahan melalui pengamatan kondisi penutupan lahan sebenarnya di lapangan, pengecekan lapangan dilakukan dengan mengunjungi titik-titik koordinat yang telah ditentukan melalui proses sampling. Jumlah titik sebanyak 96 titik,

Jumlah titik koordinat yang akan dilakukan pengecekan lapangan pada setiap kelas penutupan lahan berbeda-beda, tergantung dari besarnya persentase luasan dari luas keseluruhan DAS Paremang. Uji akurasi dilakukan menggunakan tabel confusion matrix untuk melihat perbandingan antara data hasil interpretasi citra dengan kondisi lapangan.

4.1.1 Uji Akurasi

Penutupan lahan Tahun 2021 dilakukan uji akurasi dengan cara pengecekan lapangan (ground check). Pengecekan lapangan (ground check) bertujuan untuk melakukan koreksi terhadap hasil interpretasi penutupan lahan melalui pengamatan

kondisi penutupan lahan sebenarnya di lapangan, pengecekan lapangan dilakukan dengan mengunjungi titik-titik koordinat yang telah ditentukan melalui proses sampling. Jumlah titik sebanyak 166 titik.

Jumlah titik koordinat yang akan dilakukan pengecekan lapangan pada setiap kelas penutupan lahan berbeda-beda, tergantung dari besarnya persentase luasan dari luas keseluruhan DAS Paremang. Uji akurasi dilakukan menggunakan tabel confusion matrix untuk melihat perbandingan antara data hasil interpretasi citra dengan kondisi lapangan. Data tabel confusion matrix dapat dilihat pada Tabel

9

Tabel 9. Uji Akurasi Kappa

| Kelas Penutupan Lahan | | Bandara/ Pelabuhan | Belukar | Hutan Lahan Kering Sekunder | Hutan Mangrove Sekunder | Hutan Tanaman | Pemuk man | Pertanian Lahan Kering | Pertanian Lahan Kering Campur | Sawah | Tambak | Tubuh Air | Total | User Accuracy |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|---------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|------------------------------|--|-------|--------|-----------|-------|------------------|
| Hasil Interpretasi | Bandara/ Pelabuhan | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 100.00 |
| | Belukar | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 100.00 |
| | Hutan Lahan Kering Sekunder | 0 | 0 | 24 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 92.31 |
| | Hutan Mangrove Sekunder | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 100.00 |
| | Hutan Tanaman | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 100.00 |
| | Pemukiman | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 100.00 |
| | Pertanian Lahan Kering | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 2 | 0 | 0 | 0 | 31 | 93.55 |
| | Pertanian Lahan Kering Campur | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 100.00 |
| | Sawah | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 4 | 0 | 24 | 83.33 |
| | Tambak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 14 | 100.00 |
| | Tubuh Air | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 100.00 |
| Total | | 3 | 9 | 24 | 2 | 5 | 21 | 29 | 25 | 20 | 18 | 10 | 166 | 88.11 |

$$Kappa (k) = \frac{N \sum X_n - \sum X_{n+} X_{+n}}{N^2 - \sum X_{n+} X_{+n}} \times 100$$

$$N^2 - \sum X_{n+} X_{+n}$$

$$= 95,18 \%$$

Hasil dari confusion matriks titik pengecekan lapangan masing-masing kelas penutupan lahan, diketahui terdapat 166 titik sampel dengan jumlah titik yang benar dilapangan sebanyak 158 titik, Dari hasil tersebut ditemukan tingkat kepercayaan hasil interpretasi citra menunjukkan nilai akurasi keseluruhan (overall accuracy) 95,18% dan nilai indeks kappa (kappa accuracy) 0,95 atau 95,18% Dimana Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85% (Lillesand dan Kiefer, 1994 dalam Pratama 2018) dan menurut (Landis & Koch, 2012) nilai Kappa dikatakan sangat baik apabila nilai Kappa $> 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa hasil interpretasi citra Sentinel 2A dapat diterima. Kondisi Penutupan Lahan Tahun pada DAS Maros

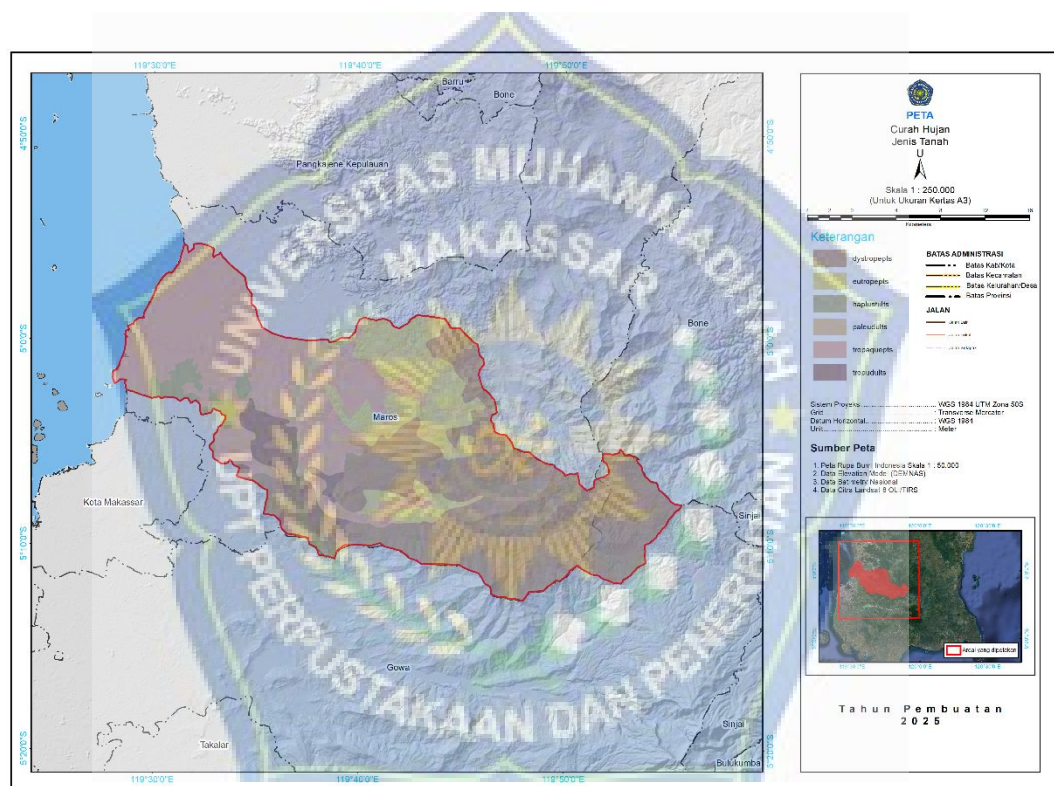
4.2 Jenis Tanah

Berdasarkan data yang tersaji, terdapat enam jenis tanah yang tersebar di beberapa kecamatan dengan distribusi yang bervariasi. Dystropepts merupakan jenis tanah yang paling dominan, mencakup area seluas 26.432,7 hektar, terutama terkonsentrasi di Kecamatan Tombolopao (21.026,1 ha) dan Simbang (1.688,1 ha). Menurut Hardjowigeno (2003), Dystropepts termasuk dalam kategori Inceptisols yang memiliki perkembangan horizon lemah tetapi cukup subur untuk pertanian jika didukung oleh pengelolaan air yang baik. Penyebarannya yang luas di Tombolopao menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki karakteristik tanah yang relatif stabil dengan kandungan bahan organik sedang.

Jenis tanah kedua terluas adalah Tropaquepts (21.690,5 ha), yang tersebar di beberapa kecamatan seperti Maros Baru (4.206,8 ha) dan Simbang (5.020,6 ha). Soil Survey Staff (2014) mengklasifikasikan Tropaquepts sebagai tanah yang

terbentuk dari endapan alluvial dengan drainase terhambat, sehingga cocok untuk sawah atau tanaman basah seperti padi.

Hal ini didukung oleh tingginya persebaran jenis tanah ini di wilayah dataran rendah yang dekat dengan aliran sungai, Sementara itu, Eutropepts mendominasi di Bantimurung (3.291 ha) dan Tombolopao (3.506,7 ha) dengan total luas 10.065,7 ha. Sebaran jenis tanah pada wilayah kajian DAS Maros dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Peta jenis tanah DAS Maros

4.3 Kondisi Kelas Lereng

Permukaan tanah di wilayah studi membentang dengan beragam kemiringan, menciptakan mozaik lanskap yang unik dan kompleks. Sebagian besar wilayah ini terdiri dari dataran landai, di mana kemiringan 0-8% mendominasi

hampir seluruh kecamatan. Di Tombolopao, hamparan luas tanah datar seluas 15.563 hektar membentuk jantung wilayah, diselingi oleh bukit-bukit rendah yang mulai terlihat di bagian barat. Simbang, di sisi lain, menampilkan kontras menarik antara dataran alluvial yang membentang di 6.832 hektar wilayah tengahnya dengan tebing-tebing curam yang menjulang di bagian utara.

Tabel 10. Luas DAS Maros berdasarkan kelas lereng

| Kecamatan | Kelas Lereng (Ha) | | | | | Jumlah |
|---------------|-------------------|------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | 0 - 8 (%) | 8 - 15 (%) | 15 - 25 (%) | 25 - 45 (%) | > 45 (%) | |
| Bantimurung | 3412.93 | 1033.81 | 374.32 | 104.65 | 13.69 | 4939.39 |
| Bontoa | 980.88 | 0.13 | | | | 981.01 |
| Bontocani | 10.94 | 8.40 | 3.88 | 0.05 | | 23.27 |
| Cenrana | 2176.61 | 1195.13 | 410.56 | 19.57 | 0.01 | 3801.89 |
| Lau | 3022.57 | 2.69 | 1.22 | 0.09 | | 3026.57 |
| Mandai | 2416.90 | 11.71 | 0.47 | | | 2429.08 |
| Maros Baru | 4240.97 | 8.77 | 0.06 | | | 4249.79 |
| Marusu | 3018.02 | 10.89 | | | | 3028.91 |
| Moncong Loe | 4.48 | 2.18 | 0.66 | 0.01 | | 7.32 |
| Parangloe | 22.09 | 7.46 | 2.44 | 0.13 | | 32.13 |
| Simbang | 6832.56 | 1558.31 | 528.40 | 135.40 | 10.37 | 9065.04 |
| Tanralili | 7517.84 | 431.53 | 24.37 | 0.81 | | 7974.55 |
| Tinggimoncong | 2.34 | 2.69 | 1.11 | 0.14 | | 6.28 |
| Tombolopao | 2646.50 | 2219.98 | 676.78 | 22.46 | | 5565.71 |
| Tompobulu | 15563.29 | 7730.25 | 2407.55 | 118.93 | 0.67 | 25820.68 |
| Turikale | 2066.82 | 15.32 | 0.30 | | | 2082.44 |
| Jumlah | 53935.72 | 14239.25 | 4432.12 | 402.23 | 24.75 | 73034.07 |

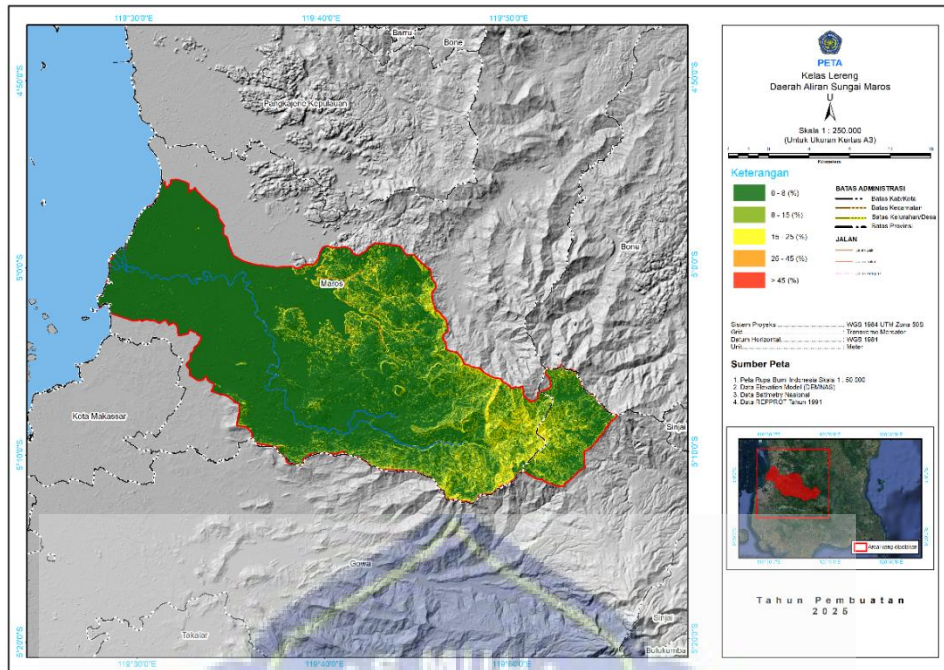
kemiringan 8-15%, lanskap mulai menunjukkan gelombang tanah yang lebih terlihat. Di Tombolopao bagian timur, lereng-lereng landai ini membentuk rangkaian bukit kecil yang saling bersambungan, menciptakan panorama yang khas. Di beberapa bagian Cenrana, kemiringan ini membentuk undulasi alami yang mengikuti aliran sungai purba, dengan ketinggian yang berangsur meningkat seiring menjauhi sungai.

Wilayah dengan kemiringan 15-25% mulai menunjukkan karakter yang lebih kasar. Di Bantimurung bagian utara, lereng-lereng ini membentuk dinding

alami yang memisahkan dataran rendah dengan wilayah perbukitan. Vegetasi di area ini sudah menunjukkan perubahan, dengan lebih banyak semak belukar yang menutupi permukaan tanah. Di Simbang, lereng-lereng miring ini muncul seperti gigi-gigi raksasa yang tidak teratur, menciptakan pola kontur yang kompleks.

Lereng curam (25-45%) hadir sebagai kantong-kantong terisolasi yang dramatis. Di Tombolopao, tebing-tebing ini muncul secara tiba-tiba di tengah-tengah wilayah yang relatif datar, seperti dinding alam yang menjulang. Sementara di Simbang, lereng curam membentuk semacam "tulang punggung" geografis yang membelah wilayah menjadi dua bagian. Permukaan tanah di area ini sudah sulit dilalui, dengan banyak singkapan batuan yang muncul ke permukaan.

Yang paling dramatis adalah beberapa spot terisolasi dengan kemiringan di atas 45%. Di Simbang, tebing-tebing vertikal ini muncul seperti dinding raksasa setinggi puluhan meter, dengan vegetasi yang hanya mampu bertahan di celah-celah batuan. Di Tombolopao, lereng ekstrim ini lebih menyerupai jurang-jurang kecil yang tersembunyi di antara bukit-bukit. Pola sebaran lereng ini menciptakan lanskap yang sangat bervariasi. Dari udara, wilayah ini terlihat seperti permadani topografi yang berubah secara gradual dari dataran rendah di timur ke wilayah berbukit di barat, dengan Simbang sebagai zona transisi yang paling kompleks. Setiap perubahan kemiringan membawa serta perubahan ekosistem, pola aliran air, dan potensi pemanfaatan lahan, menciptakan mosaik alam yang unik dan penuh karakter.



Gambar 6. Peta kelerengan DAS Maros

4.4 Kondisi Curah Hujan

Berdasarkan data yang tersaji, terdapat curah hujan yang tersebar di beberapa kecamatan dengan distribusi yang bervariasi. Adapun hasil dapat dilihat pada tabel 11

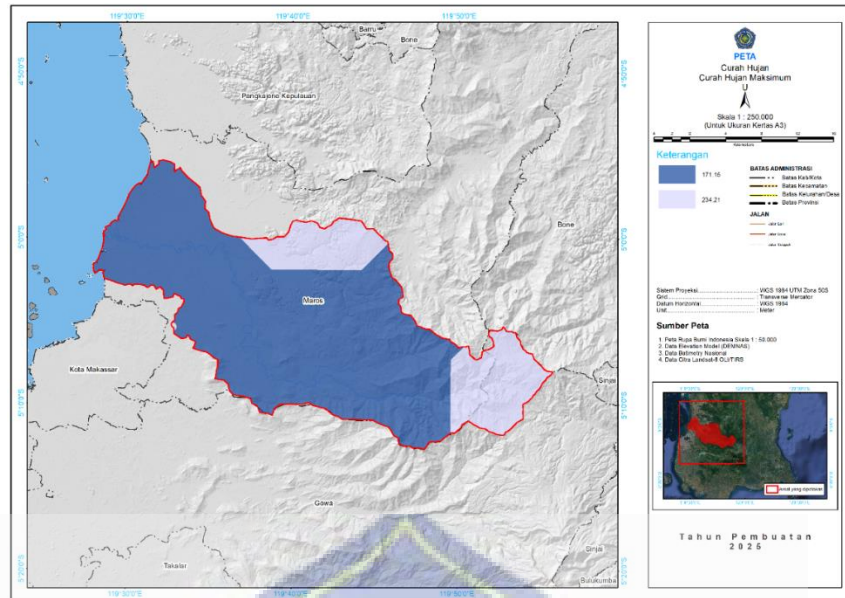
Tabel 11. Luas DAS Maros berdasarkan Curah Hujan Maksimum

| Kecamatan | Curah Hujan Maksimum | | Jumlah |
|---------------|----------------------|----------|----------|
| | 171.15 | 234.21 | |
| Bantimurung | 625.70 | 4313.69 | 4939.39 |
| Bontoa | 981.01 | | 981.01 |
| Bontocani | | 23.27 | 23.27 |
| Cenrana | 2917.64 | 884.25 | 3801.89 |
| Lau | 3026.57 | | 3026.57 |
| Mandai | 2429.08 | | 2429.08 |
| Maros Baru | 4249.79 | | 4249.79 |
| Marusu | 3028.91 | | 3028.91 |
| Moncong Loe | 7.32 | | 7.32 |
| Parangloe | 32.13 | | 32.13 |
| Simbang | 7695.92 | 1369.12 | 9065.04 |
| Tanralili | 7974.55 | | 7974.55 |
| Tinggimoncong | 1.61 | 4.67 | 6.28 |
| Tombolopao | | 5565.71 | 5565.71 |
| Tompobulu | 22954.23 | 2866.45 | 25820.68 |
| Turikale | 2082.44 | | 2082.44 |
| Jumlah | 58006.90 | 15027.17 | 73034.07 |

| TAHUN | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus | September | Oktober | November | Desember | Jumlah | Max |
|-------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| 2014 | 220.14 | 228.61 | 371.99 | 81.36 | 123.88 | 36.32 | 58.1 | 1.55 | 5.61 | 17.81 | 59.93 | 245.22 | 1450.52 | 371.99 |
| 2015 | 478.23 | 206.55 | 217.29 | 193.44 | 106.07 | 169.26 | 81.6 | 16.82 | 4.96 | 27.57 | 116.77 | 388.89 | 2007.45 | 478.23 |
| 2016 | 440.56 | 167.58 | 219.28 | 183.88 | 81.25 | 92.54 | 37.01 | 7.89 | 0.7 | 2.84 | 74.54 | 317.78 | 1625.85 | 440.56 |
| 2017 | 477.01 | 230.67 | 194.04 | 259.74 | 48.91 | 58.05 | 2.37 | 0.66 | 0.37 | 6.47 | 132.12 | 411.75 | 1822.16 | 477.01 |
| 2018 | 277.19 | 279.86 | 199.68 | 151.67 | 73.96 | 82.34 | 48.27 | 4.18 | 100.29 | 292.05 | 181.27 | 281.97 | 1972.73 | 292.05 |
| 2019 | 304.24 | 265.01 | 214.09 | 118.88 | 75.94 | 108.19 | 39.79 | 26.67 | 58.41 | 109.96 | 232.07 | 607.25 | 2160.5 | 607.25 |
| 2020 | 364.18 | 324.68 | 331.32 | 131.72 | 36.1 | 76.32 | 46.34 | 5.42 | 3.55 | 17.55 | 152.2 | 432.31 | 1921.69 | 432.31 |
| 2021 | 327.76 | 179.9 | 274.99 | 249.8 | 59.13 | 51.24 | 4.99 | 1.98 | 1.18 | 6.78 | 29.94 | 157.48 | 1345.17 | 327.76 |
| 2022 | 303.05 | 252.5 | 240.22 | 170.46 | 186.55 | 90.19 | 19.51 | 67.36 | 24.54 | 113.04 | 285.26 | 477.82 | 2230.5 | 477.82 |
| 2023 | 530.99 | 292.99 | 356.85 | 157.96 | 87.51 | 81.47 | 115.1 | 74.82 | 74.91 | 127.89 | 331.17 | 578.39 | 2810.05 | 578.39 |

Wilayah penelitian menampilkan variasi curah hujan yang menarik dengan dua pola distribusi utama. Di bagian barat daya, terbentuk zona dengan curah hujan sedang (1451 mm) yang meliputi Bantimurung seluas 4.313,656 ha, Simbang bagian utara (1.369,083 ha), dan Tombolopao timur (2.866,314 ha). Menurut teori orografik, pola ini menunjukkan adanya efek bayangan hujan (rain shadow effect) di daerah-daerah tersebut, di mana pegunungan di sekitarnya menghalangi masuknya awan basah dari arah tertentu.

Sebaliknya, zona dengan curah hujan tinggi (1709 mm) membentuk sabuk basah yang memanjang dari timur ke barat wilayah studi. Kawasan ini mencakup Maros Baru (4.250,009 ha), Marusu (3.033,227 ha), serta Simbang bagian selatan (7.695,955 ha) dan Tanralili (7.974,552 ha). Pola ini sesuai dengan mekanisme konvergensi angin monsun yang membawa udara lembab dari arah timur laut, seperti yang dijelaskan dalam studi klimatologi regional.



Gambar 7. Peta Curah Hujan Maksimum DAS Maros

4.5 Penentuan Nilai *Curve Number* (CN)

Nilai *Curve Number* (CN) merupakan parameter penting dalam analisis hidrologi yang digunakan untuk memperkirakan limpasan permukaan. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan, keadaan hidrologis tanah, dan kondisi kelembapan awal tanah (*Antecedent Moisture Condition/AMC*). Tutupan lahan berperan menentukan tingkat kemampuan suatu wilayah dalam menyerap atau menahan air hujan. Misalnya, lahan dengan vegetasi rapat seperti hutan akan memiliki CN yang lebih rendah dibandingkan kawasan terbangun atau area kedap air seperti permukiman dan jalan aspal.

Keadaan hidrologis tanah, yang umumnya dikategorikan berdasarkan *Hydrological Soil Group (HSG)*, menggambarkan kemampuan tanah untuk mengalirkan air. HSG dibagi menjadi beberapa kelompok (A, B, C, dan D) yang masing-masing memiliki karakteristik permeabilitas berbeda. Tanah dengan

kelompok A memiliki permeabilitas tinggi sehingga limpasan kecil, sedangkan kelompok D memiliki permeabilitas rendah yang cenderung menghasilkan limpasan besar.

Dalam kajian ini, penentuan nilai CN dilakukan dengan mengintegrasikan (overlay) peta HSG dan peta tutupan lahan. Proses overlay ini memungkinkan penggabungan informasi spasial dari kedua peta untuk menghasilkan distribusi nilai CN yang lebih akurat sesuai kondisi lapangan. Selanjutnya, nilai CN yang dihasilkan juga disesuaikan dengan kondisi AMC untuk mencerminkan variasi kelembapan tanah sebelum hujan terjadi, yang dapat memengaruhi besarnya limpasan permukaan. Dengan demikian, hasil analisis ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait potensi limpasan di suatu wilayah dan mendukung perencanaan pengelolaan sumber daya air secara efektif.

Tabel 13. Luas DAS Maros berdasarkan Curve Number (CN)

| Kecamatan | Curve Number (Ha) | | | | | Jumlah |
|---------------|-------------------|---------|---------|----------|---------|----------|
| | < 50 | > 90 | 50 - 60 | 70 - 80 | 80 - 90 | |
| Bantimurung | 422.17 | 48.20 | 250.13 | 3881.02 | 337.88 | 4939.39 |
| Bontoa | | 12.03 | | 968.98 | | 981.01 |
| Bontocani | | | | 23.27 | | 23.27 |
| Cenrana | 1504.73 | | 635.89 | 1634.97 | 26.29 | 3801.89 |
| Lau | | 356.67 | | 2669.91 | | 3026.57 |
| Mandai | | 701.94 | 4.07 | 1723.08 | | 2429.08 |
| Maros Baru | | 158.51 | | 4091.28 | | 4249.79 |
| Marusu | | 299.73 | | 2729.18 | | 3028.91 |
| Moncong Loe | | | 7.32 | | | 7.32 |
| Parangloe | 28.17 | | 0.24 | 3.72 | | 32.13 |
| Simbang | 350.22 | 33.89 | 91.24 | 7797.53 | 792.17 | 9065.04 |
| Tanralili | | 173.98 | 1448.83 | 6335.90 | 15.84 | 7974.55 |
| Tinggimoncong | 1.58 | | 3.09 | 1.61 | | 6.28 |
| Tombolopao | 650.67 | | 579.95 | 4335.09 | | 5565.71 |
| Tompobulu | 3361.45 | 206.46 | 5878.58 | 14381.77 | 1992.42 | 25820.68 |
| Turikale | | 466.57 | | 1615.88 | | 2082.44 |
| Jumlah | 6318.98 | 2457.97 | 8899.34 | 52193.20 | 3164.59 | 73034.07 |

Berdasarkan analisis data Curve Number (CN) di Kabupaten Maros, diketahui bahwa sebagian besar wilayah didominasi oleh kelas CN 70–80 dengan luas mencapai 52.193,20 hektare, yang menunjukkan tingkat potensi limpasan permukaan sedang hingga tinggi. Kelas CN 50–60 menempati urutan berikutnya dengan luas 8.899,34 hektare, umumnya merepresentasikan wilayah dengan vegetasi cukup baik dan daya serap tanah yang relatif tinggi. CN rendah (<50) memiliki luas 6.318,98 hektare, yang kemungkinan besar merupakan kawasan hutan lebat atau lahan dengan infiltrasi tinggi, sedangkan CN sangat tinggi (>90) seluas 2.457,97 hektare biasanya terdapat pada area terbangun atau lahan dengan permukaan kedap air. CN 80–90 yang juga tergolong tinggi mencakup luas 3.164,59 hektare dan tersebar di beberapa kecamatan. Secara spasial, Kecamatan Tompobulu menjadi wilayah dengan dominasi CN 70–80 terbesar (14.381,77 hektare) sekaligus memiliki CN <50 terluas (3.361,45 hektare), diikuti oleh Simbang yang memiliki CN 70–80 seluas 7.797,53 hektare dan CN 80–90 seluas 792,17 hektare. Sementara itu, Kecamatan Cenrana dan Tombolopao menonjol pada CN <50 , menandakan potensi infiltrasi yang baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa wilayah dengan CN tinggi seperti Tompobulu, Simbang, dan sebagian Tanralili perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pengelolaan limpasan air dan sistem drainase, sedangkan wilayah dengan CN rendah dapat berperan sebagai area resapan alami untuk mengurangi risiko banjir di daerah sekitarnya.

Tabel 12. Penentuan Nilai CN

| Penutupan Lahan | Kelas Hidrologi | | | | Luas Ha | Luas (%) | CN | CN Tertimbang |
|-------------------------------|-----------------|---|-----|-----|------------------|----------|-----|---------------------|
| | A | B | C | D | | | | |
| Bandara/ Pelabuhan | 0 | 0 | 90 | 0 | 279.02 | 0.004 | 90 | 25,111.79 |
| Belukar | 0 | 0 | 0 | 77 | 90.04 | 0.001 | 77 | 6,933.29 |
| Belukar | 0 | 0 | 70 | 0 | 438.62 | 0.006 | 70 | 30,703.08 |
| Belukar | 29 | 0 | 0 | 0 | 636.36 | 0.009 | 29 | 18,454.54 |
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 0 | 0 | 0 | 77 | 7,203.73 | 0.099 | 77 | 554,687.03 |
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 0 | 0 | 70 | 0 | 8,949.04 | 0.123 | 70 | 626,432.55 |
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 25 | 0 | 0 | 0 | 5,608.92 | 0.077 | 25 | 140,223.04 |
| Hutan Mangrove Sekunder | 0 | 0 | 100 | 0 | 66.00 | 0.001 | 100 | 6,599.95 |
| Hutan Tanaman | 0 | 0 | 70 | 0 | 329.99 | 0.005 | 70 | 23,099.39 |
| Hutan Tanaman | 25 | 0 | 0 | 0 | 73.69 | 0.001 | 25 | 1,842.35 |
| Pemukiman | 0 | 0 | 90 | 0 | 1,648.73 | 0.023 | 90 | 148,385.75 |
| Pertanian Lahan Kering | 0 | 0 | 0 | 80 | 710.16 | 0.010 | 80 | 56,812.42 |
| Pertanian Lahan Kering | 0 | 0 | 76 | 0 | 5,866.66 | 0.080 | 76 | 445,865.98 |
| Pertanian Lahan Kering | 51 | 0 | 0 | 0 | 1,474.72 | 0.020 | 51 | 75,210.82 |
| Pertanian Lahan Kering Campur | 0 | 0 | 0 | 80 | 1,156.10 | 0.016 | 80 | 92,487.85 |
| Pertanian Lahan Kering Campur | 0 | 0 | 76 | 0 | 9,349.17 | 0.128 | 76 | 710,536.97 |
| Pertanian Lahan Kering Campur | 51 | 0 | 0 | 0 | 5,626.19 | 0.077 | 51 | 286,935.83 |
| Sawah | 0 | 0 | 0 | 81 | 1,298.34 | 0.018 | 81 | 105,165.21 |
| Sawah | 0 | 0 | 78 | 0 | 13,835.94 | 0.189 | 78 | 1,079,203.11 |
| Sawah | 59 | 0 | 0 | 0 | 1,798.43 | 0.025 | 59 | 106,107.23 |
| Tambak | 0 | 0 | 78 | 0 | 6,130.02 | 0.084 | 78 | 478,141.33 |
| Tubuh Air | 0 | 0 | 0 | 100 | 38.93 | 0.001 | 100 | 3,892.61 |
| Tubuh Air | 0 | 0 | 100 | 0 | 359.91 | 0.005 | 100 | 35,991.44 |
| Tubuh Air | 100 | 0 | 0 | 0 | 65.38 | 0.001 | 100 | 6,537.60 |
| Total | | | | | 73,034.07 | | | 5,065,361.17 |
| CN Komposit | | | | | | | | 69.36 |

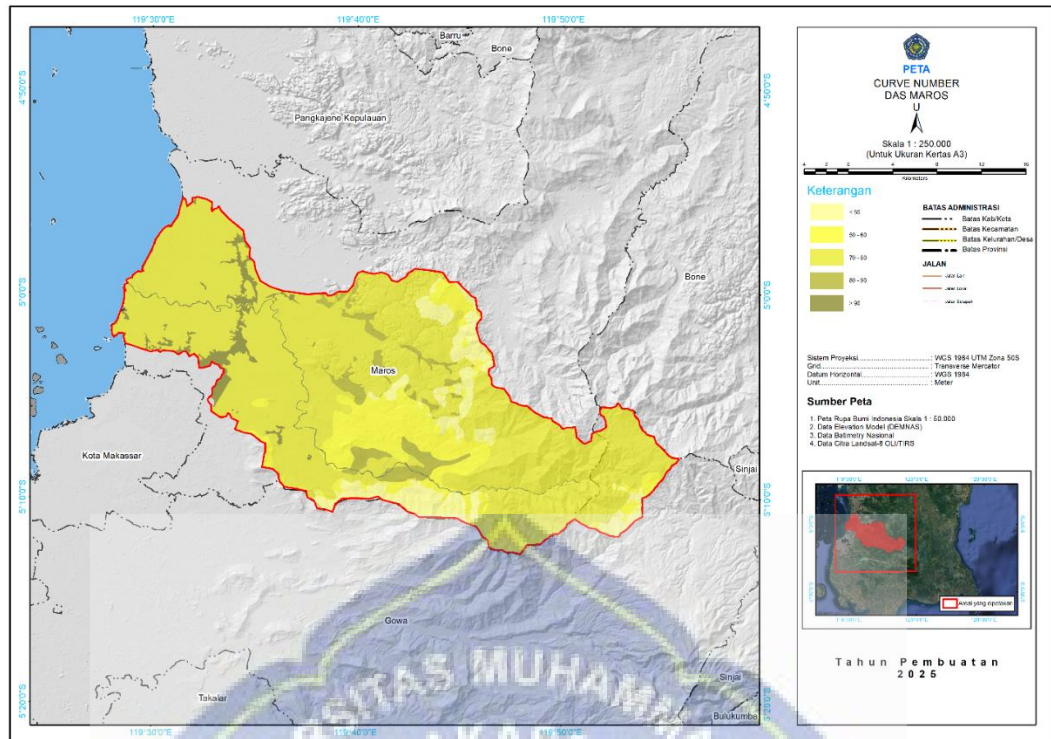
Curve Number (CN) pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Data ini mencakup jenis penutupan lahan, kelas hidrologi, luas lahan, persentase luas, serta perhitungan CN tertimbang.

Secara umum, total luas wilayah yang dianalisis mencapai 73.034,07 hektare. Dari jumlah tersebut, masing-masing jenis penutupan lahan memiliki proporsi yang berbeda-beda. Misalnya, sawah merupakan penutup lahan dengan kontribusi luas terbesar yaitu mencapai 13.835,94 hektare (18,98%), disusul oleh

hutan lahan kering sekunder dengan luas 8.949,04 hektare (12,3%) dan 7.203,73 hektare (9,9%) pada lokasi lain. Sementara itu, penutup lahan dengan luas terkecil adalah tubuh air sebesar 38,93 hektare (0,001%).

Nilai CN pada tabel bervariasi sesuai dengan jenis penutupan lahan dan kelas hidrologinya. Pemukiman dan bandara/pelabuhan memiliki CN tinggi (90), sedangkan tubuh air dan hutan mangrove sekunder bahkan mencapai $CN = 100$. Sebaliknya, hutan tanaman dengan kelas hidrologi A menunjukkan CN lebih rendah (25), yang menggambarkan daya resap tanah lebih besar.

Dari hasil perhitungan, nilai CN komposit yang diperoleh untuk keseluruhan DAS adalah 69,36. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum wilayah kajian memiliki tingkat limpasan permukaan sedang hingga cukup tinggi, tergantung pada variasi penutupan lahan. Nilai CN tertimbang terbesar terdapat pada sawah (1.079.203,11) dan hutan lahan kering sekunder (626.432,02), menunjukkan bahwa kedua jenis penutup lahan ini sangat berpengaruh terhadap besarnya limpasan permukaan di wilayah tersebut.



Gambar 8. Peta Curve Number DAS Maros

Tabel 13. Kelas Jenis Tanah

| No | Penutupan Lahan | Jenis Tanah | Luas (Ha) |
|--------|-------------------------------|-------------|-----------|
| 1 | Bandara/ Pelabuhan | C | 279.02 |
| 2 | Belukar | A | 636.36 |
| | | C | 438.62 |
| | | D | 90.04 |
| 3 | Hutan Lahan Kering Sekunder | A | 5,608.92 |
| | | C | 8,949.04 |
| | | D | 7,203.73 |
| 4 | Hutan Mangrove Sekunder | C | 66.00 |
| 5 | Hutan Tanaman | A | 73.69 |
| | | C | 329.99 |
| 6 | Pemukiman | C | 1,648.73 |
| 7 | Pertanian Lahan Kering | A | 1,474.72 |
| | | C | 5,866.66 |
| | | D | 710.16 |
| 8 | Pertanian Lahan Kering Campur | A | 5,626.19 |
| | | C | 9,349.17 |
| | | D | 1,156.10 |
| 9 | Sawah | A | 1,798.43 |
| | | C | 13,835.94 |
| | | D | 1,298.34 |
| 10 | Tambak | C | 6,130.02 |
| 11 | Tubuh Air | A | 65.38 |
| | | C | 359.91 |
| | | D | 38.93 |
| Jumlah | | | 73,034.07 |

Berdasarkan hasil analisis nilai Curve Number (CN) di Kabupaten Maros, diketahui bahwa variasi CN di wilayah ini dipengaruhi secara signifikan oleh kombinasi antara tutupan lahan, kondisi hidrologis tanah yang direpresentasikan oleh *Hydrological Soil Group* (HSG), serta kondisi kelembaban tanah awal (*Antecedent Moisture Condition* – AMC). Hasil overlay peta HSG dan peta tutupan lahan menunjukkan bahwa wilayah dengan nilai CN tinggi umumnya berada pada daerah yang memiliki tutupan lahan kedap air, seperti permukiman padat, lahan terbangun, atau lahan terbuka yang minim vegetasi, serta tanah dengan kemampuan

infiltrasi rendah (HSG C dan D). Nilai CN tinggi ini mengindikasikan potensi limpasan permukaan yang besar, terutama pada musim hujan atau ketika AMC berada pada kondisi basah.

Sebaliknya, wilayah dengan nilai CN rendah cenderung didominasi oleh tutupan lahan bervegetasi rapat seperti hutan, semak belukar, atau perkebunan, yang berada pada tanah dengan infiltrasi tinggi (HSG A dan B). Pada wilayah ini, kemampuan tanah dalam meresapkan air relatif baik, sehingga potensi limpasan permukaan rendah, bahkan ketika AMC meningkat. Distribusi spasial CN di Kabupaten Maros memperlihatkan bahwa daerah dengan CN tinggi terkonsentrasi di kecamatan yang memiliki intensitas pembangunan tinggi dan jenis tanah berpermeabilitas rendah, sedangkan CN rendah banyak ditemukan pada kawasan lindung atau daerah perbukitan dengan tutupan vegetasi alami. Kondisi ini menegaskan pentingnya pengelolaan tata guna lahan dan konservasi tanah untuk mengendalikan limpasan permukaan, mengurangi risiko banjir, dan menjaga keseimbangan hidrologi wilayah.

4.6 Estimasi Volume Limpasan

Sebaran koefisien limpasan di Kabupaten Maros menggambarkan tingkat kemampuan permukaan lahan dalam mengalirkan air hujan menjadi limpasan permukaan. Nilai koefisien limpasan yang berbeda di tiap wilayah dipengaruhi oleh faktor tutupan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan tingkat infiltrasi. Semakin tinggi nilai koefisien limpasan, semakin besar potensi air hujan mengalir di permukaan dan berisiko memicu banjir atau erosi, terutama pada kawasan dengan permukaan kedap air. Berdasarkan data yang tersaji, terdapat enam kategori

koefisien limpasan yang tersebar di beberapa kecamatan dengan distribusi yang bervariasi. Adapun hasil dapat dilihat pada Tabel 16.

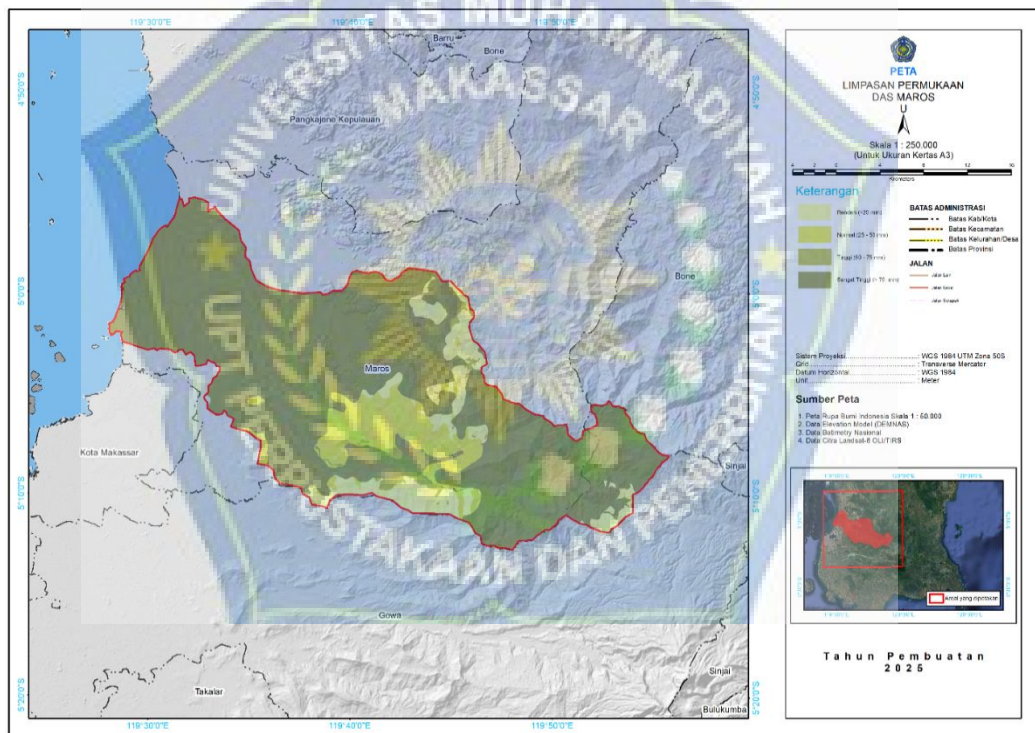
Tabel 14. Kelas Limpasan Permukaan Berdasarkan Luasan

| Kecamatan | Limpasan Permukaan (Ha) | | | | Jumlah |
|---------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|----------|
| | Rendah (<25 mm) | Normal (25 - 50 mm) | Tinggi (50 - 75 mm) | Sangat Tinggi (> 75 mm) | |
| Bantimurung | 422.17 | | | 4517.22 | 4939.39 |
| Bontoa | | | | 981.01 | 981.01 |
| Bontocani | | | | 23.27 | 23.27 |
| Cenrana | 1504.73 | 36.71 | 182.44 | 2078.01 | 3801.89 |
| Lau | | | | 3026.57 | 3026.57 |
| Mandai | | 1.19 | 2.87 | 2425.02 | 2429.08 |
| Maros Baru | | | | 4249.79 | 4249.79 |
| Marusu | | | | 3028.91 | 3028.91 |
| Moncong Loe | | 7.32 | | | 7.32 |
| Parangloe | 28.17 | | 0.24 | 3.72 | 32.13 |
| Simbang | 350.22 | 82.24 | 9.00 | 8623.58 | 9065.04 |
| Tanralili | | 1437.82 | 11.02 | 6525.72 | 7974.55 |
| Tinggimoncong | 1.58 | | | 4.71 | 6.28 |
| Tombolopao | 650.67 | | | 4915.04 | 5565.71 |
| Tompobulu | 3361.45 | 5337.25 | 541.33 | 16580.66 | 25820.68 |
| Turikale | | | | 2082.44 | 2082.44 |
| Jumlah | 6318.98 | 6902.53 | 746.90 | 59065.67 | 73034.07 |

Berdasarkan data limpasan permukaan di Kabupaten Maros, diketahui bahwa sebagian besar wilayah termasuk dalam kategori sangat tinggi (>75 mm) dengan total luas mencapai 59.065,67 hektare. Hal ini menunjukkan bahwa potensi terjadinya limpasan air hujan di daerah ini relatif besar, terutama di wilayah yang memiliki tutupan lahan kedap air atau kondisi tanah dengan daya serap rendah. Kategori limpasan rendah (<25 mm) mencakup luas 6.318,98 hektare dan umumnya berada di wilayah dengan vegetasi lebat atau lahan berinfiltrasi tinggi, seperti di Cenrana (1.504,73 hektare), Tompobulu (3.361,45 hektare), dan Tombolopao (650,67 hektare). Limpasan normal (25–50 mm) memiliki luas 6.902,53 hektare, di antaranya terbesar berada di Tompobulu (5.337,25 hektare) dan Tanralili (1.437,82 hektare). Sementara itu, kategori limpasan tinggi (50–75 mm)

hanya mencakup 746,90 hektare, dengan sebaran terbesar di Tompobulu (541,33 hektare).

Secara spasial, wilayah dengan limpasan sangat tinggi yang dominan adalah Simbang (8.623,58 hektare), Tompobulu (16.580,66 hektare), dan Tanralili (6.525,72 hektare). Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar wilayah Kabupaten Maros memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan air permukaan dan sistem drainase, terutama di kecamatan yang didominasi limpasan sangat tinggi, untuk mengurangi risiko banjir dan erosi tanah. Adapun sebaran spasial dapat dilihat pada gambar



Gambar 9. Peta Rawan Limpasan DAS Maros

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan analisis data Curve Number (CN) di Kabupaten Maros, diketahui bahwa sebagian besar wilayah didominasi oleh kelas CN 70–80 dengan luas mencapai 52.193,20 hektare
2. Di Kabupaten Maros, sebagian besar wilayah memiliki limpasan permukaan sangat tinggi (>75 mm) seluas 59.065,67 hektare, terutama di Simbang, Tompobulu, dan Tanralili. Limpasan rendah (<25 mm) seluas 6.318,98 hektare umumnya terdapat di kawasan berhutan lebat atau tanah berinfiltrasi baik, sedangkan limpasan normal (25–50 mm) seluas 6.902,53 hektare dan limpasan tinggi (50–75 mm) hanya 746,90 hektare. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengelolaan air dan drainase yang lebih baik, khususnya di wilayah dengan limpasan sangat tinggi.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan faktor-faktor pembatas atau faktor-faktor pendorong yang lainnya yang dapat mempengaruhi perubahan penutupan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Bondelid, T. R., Jackson, T. J., Ragan, R. M., & Welch, R. M. (1982). *Hidrologi Perkotaan untuk DAS Kecil*. Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) - Soil Conservation Service.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Hidrologi Terapan*. New York: McGraw-Hill.
- Environmental Protection Agency. (2014). *Peluang Infrastruktur Hijau*. Kantor Air EPA Amerika Serikat.
- Leopold, L. B. (1968). *Hidrologi untuk Perencanaan Lahan Perkotaan – Panduan Dampak Hidrologi Akibat Penggunaan Lahan Perkotaan*. Circular USGS 554.
- McCuen, R. H. (1989). *Analisis dan Perancangan Hidrologi*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Novotny, V., & Olem, H. (1994). *Kualitas Air: Pencegahan, Identifikasi, dan Pengelolaan Pencemaran Difus*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Oliveira, P. T. S., dkk. (2016). "Kelayakan Metode Curve Number di DAS Tropis di Bawah Berbagai Skenario Penggunaan Lahan". *Hydrological Sciences Journal*, 61(2), 1–14.
- Prince George's County. (1999). *Strategi Desain Low Impact Development (LID)*. Maryland: Departemen Lingkungan Prince George's County.
- Ragan, R. M., & Jackson, T. J. (1980). *Perkiraan Limpasan Menggunakan Citra Landsat dan Model SCS*. *Jurnal Divisi Hidraulika, ASCE*.
- Slack, D. C., & Welch, R. M. (1980). *Pemodelan Limpasan Perkotaan Menggunakan Penginderaan Jauh dan SIG*. *Jurnal Perencanaan dan Manajemen Sumber Daya Air*.
- Soil Conservation Service. (1964). *Buku Pedoman Teknik Nasional Bagian 4: Hidrologi*. Washington D.C.: Departemen Pertanian Amerika Serikat.
- Suharyanto. (2006). *Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Limpasan Permukaan di DAS Ciliwung*. *Jurnal Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia*.
- Syarifuddin. (2013). *Penerapan Metode SCS-CN untuk Estimasi Limpasan di DAS Tropis*. *Jurnal Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya*.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

- United States Soil Conservation Service (US SCS). (1972). Hidrologi, Buku Pegangan Teknik Nasional Bagian 4.
- Widiyati, A., & Sudibyakto. (2009). Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Limpasan Menggunakan Metode SCS-CN dan SIG. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.



LAMPIRAN


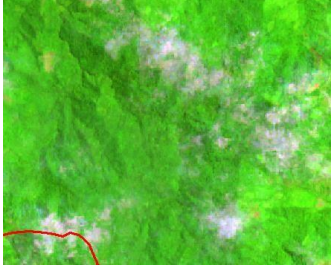

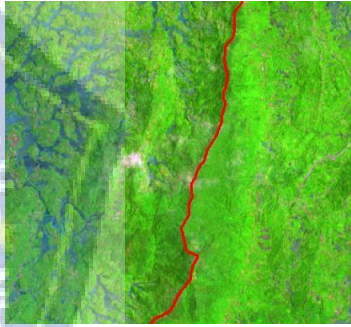


Lampiran 1. Kelas Penutupan Lahan berdasarkan Badan Standarisasi Nasional




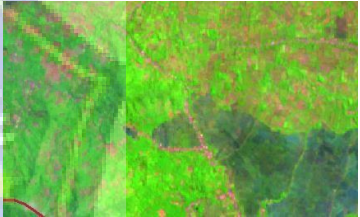

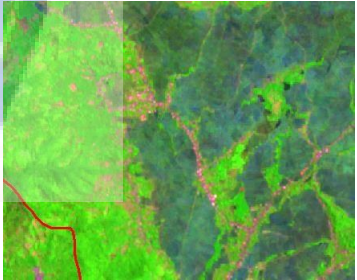
Indonesia (BSNI) 7645:2014




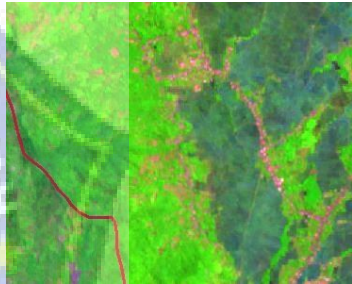

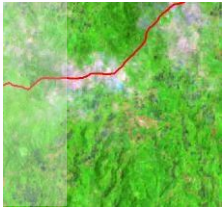


| No. | Kelas Penutupan | Simbol | Kode | Keterangan |
|-----|-----------------------------|--------|-------|---|
| 1 | Hutan Lahan Kering Primer | Hp | 2001 | Seluruh Kenampakan hutan dataranrendah, perbukitan dan pegunungan yang belum menampakkan bekas penebangan. |
| 2 | Hutan Lahan Kering Sekunder | Hs | 2002 | Seluruh kenampakan hutan dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan yang sudah menampakkan bekas penebangan (kenampakan alur dan bercak bekas tebang). Bekastebangan parah bukan areal HTI, perkebunan atau pertanian di masukkan lahan terbuka. |
| 3 | Hutan Mangrove Sekunder | Hms | 20041 | Hutan bakau, nipah, dan nibung yang berada di sekitar pantai yang telah memperlihatkan bekas penebangan dengan pola alur, bercak, dan genangan. Khusus untuk bekas tebangan yang telah beralih fungsi menjadi tambak/sawahdigolongkan menjadi tambak/sawah. |
| 4 | Semak Belukar | B | 2007 | Kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali atau kawasan dengan liputan pohon jarang (alami). Kawasan ini biasanya tidak menampakkan lagi bekas/bercaak tebangan. |



| | | | | |
|----|-------------------------------------|----|-------|--|
| 5 | Pertanian Lahan Kering | Pt | 20091 | Seluruh kenampakan hasil budidaya tanaman semusim di lahan kering seperti tegalan dan ladang. |
| 6 | Pertanian Lahan Kering Campur Semak | Pc | 20092 | semua jenis pertanian lahan kering yang berselang-seling dengan semak, belukar, dan hutan bekas tebangan. Sering muncul pada areal perladangan berpindah, dan rotasitanam lahan karst. |
| 7 | Sawah | Sw | 20093 | Semua aktivitas pertanian lahan basah yang dicirikan oleh pola pematang. |
| 8 | Tambak | Tm | 20094 | Aktivitas perikanan darat atau penggaraman yang tampak dengan pola pematang di sekitar pantai. |
| 9 | Pemukiman | Pm | 2012 | Kawasan pemukiman, baik perkotaan, pedesaan, industri, dll yang tidak memperlihatkan pola alurrapat. |
| 10 | Tubuh Air | A | 5001 | Semua kenampakan perairan, termasuk laut, sungai, waduk, terumbu karang, padang lamun, dll. Kenampakan sawah dan rawa digolongkan tersendiri. |

Lampiran 2. Kondisi Penutupan Lahan di lapangan

| No | Kelas Penutupan Lahan | Kondisi Lapangan Tahun 2025 | Kenampakan Pada Citra Sentinel 2A |
|----|-------------------------|--|---|
| 1 | Hutan Kerapatan Tinggi |  |  |
| 2 | Hutan Kerapatan Rendah |  |  |
| 3 | Hutan Mangrove Sekunder |  |  |

| No | Kelas Penutupan Lahan | Kondisi Lapangan Tahun 2025 | Kenampakan Pada Citra Sentinel 2A |
|----|-------------------------------------|---|---|
| 4 | Pemukiman |  |  |
| 5 | Pertanian Lahan kering campur Semak |  |  |
| 6 | Sawah |  |  |

| No | Kelas Penutupan Lahan | Kondisi Lapangan Tahun 2025 | Kenampakan Pada Citra Sentinel 2A |
|----|------------------------|--|---|
| 7 | Tambak |  |  |
| 8 | Semak Belukar |  |  |
| 9 | Pertanian Lahan Kering |  |  |
| 10 | Tubuh Air |  |  |

| | | | |
|----|-----------------|--|---|
| 11 | Tegalan/ Ladang |  |  |
|----|-----------------|--|---|



Lampiran 3. Unit Lahan di DAS Maros

| UNITLAHAN | PENUTUPAN LAHAN | SOIL GREAT | CH MAKSIMUM | LERENG | LUAS |
|-----------|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------|
| 1 | Bandara/ Pelabuhan | haplustults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 130.47 |
| 2 | Bandara/ Pelabuhan | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 180.94 |
| 3 | Bandara/ Pelabuhan | haplustults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.16 |
| 4 | Belukar | dystropepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.10 |
| 5 | Belukar | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 449.28 |
| 6 | Belukar | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 2.35 |
| 7 | Belukar | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 62.31 |
| 8 | Belukar | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 24.94 |
| 9 | Belukar | tropudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.14 |
| 10 | Belukar | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 1.20 |
| 11 | Belukar | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 268.64 |
| 12 | Belukar | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.45 |
| 13 | Belukar | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 14.49 |
| 14 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 171.15 | > 45 (%) | 5.70 |
| 15 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.86 |
| 16 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 4,171.93 |
| 17 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 2,660.36 |
| 18 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 378.63 |
| 19 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 1,069.88 |
| 20 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 348.49 |

| | | | | | |
|----|-----------------------------|-------------|--------|-------------|----------|
| 21 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 96.80 |
| 22 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 45.39 |
| 23 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 77.10 |
| 24 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 20.85 |
| 25 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 3,988.24 |
| 26 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 1,262.38 |
| 27 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 214.10 |
| 28 | Hutan Mangrove Sekunder | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 84.09 |
| 29 | Hutan Tanaman | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 67.44 |
| 30 | Hutan Tanaman | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 8.62 |
| 31 | Hutan Tanaman | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 7.44 |
| 32 | Hutan Tanaman | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 33.48 |
| 33 | Hutan Tanaman | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.65 |
| 34 | Hutan Tanaman | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 132.66 |
| 35 | Hutan Tanaman | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.18 |
| 36 | Hutan Tanaman | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.06 |
| 37 | Pemukiman | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 52.20 |
| 38 | Pemukiman | haplustults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 571.24 |
| 39 | Pemukiman | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 957.33 |
| 40 | Pemukiman | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 65.17 |
| 41 | Pemukiman | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.72 |
| 42 | Pemukiman | haplustults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 3.29 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|-------------|--------|-------------|----------|
| 43 | Pemukiman | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.57 |
| 44 | Pemukiman | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.03 |
| 45 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.04 |
| 46 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.00 |
| 47 | Pertanian Lahan Kering | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 1,641.77 |
| 48 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 233.45 |
| 49 | Pertanian Lahan Kering | haplustults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 31.66 |
| 50 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 2,721.06 |
| 51 | Pertanian Lahan Kering | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 2,784.85 |
| 52 | Pertanian Lahan Kering | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 4.46 |
| 53 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 14.70 |
| 54 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 18.27 |
| 55 | Pertanian Lahan Kering | tropudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.26 |
| 56 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 5.77 |
| 57 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 3.08 |
| 58 | Pertanian Lahan Kering | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 154.86 |
| 59 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 45.02 |
| 60 | Pertanian Lahan Kering | haplustults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.38 |
| 61 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 115.86 |
| 62 | Pertanian Lahan Kering | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 29.65 |
| 63 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.45 |
| 64 | Pertanian Lahan Kering Campur | eutropepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.03 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|-------------|--------|-------------|----------|
| 65 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 5,608.45 |
| 66 | Pertanian Lahan Kering Campur | eutropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 1,030.56 |
| 67 | Pertanian Lahan Kering Campur | paleudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 67.02 |
| 68 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 1,986.71 |
| 69 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 498.43 |
| 70 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 558.15 |
| 71 | Pertanian Lahan Kering Campur | eutropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 6.95 |
| 72 | Pertanian Lahan Kering Campur | paleudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.37 |
| 73 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 12.93 |
| 74 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 2.09 |
| 75 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 28.24 |
| 76 | Pertanian Lahan Kering Campur | eutropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 3.08 |
| 77 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.96 |
| 78 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropudults | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.00 |
| 79 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 2,210.75 |
| 80 | Pertanian Lahan Kering Campur | eutropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 55.41 |
| 81 | Pertanian Lahan Kering Campur | paleudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 5.50 |
| 82 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 174.10 |
| 83 | Pertanian Lahan Kering Campur | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 26.24 |
| 84 | Sawah | eutropepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.68 |
| 85 | Sawah | tropaquepts | 171.15 | > 45 (%) | 0.23 |
| 86 | Sawah | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 1,401.06 |

| | | | | | |
|-----|--------|-------------|--------|-------------|----------|
| 87 | Sawah | eutropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 400.47 |
| 88 | Sawah | haplustults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 1,100.37 |
| 89 | Sawah | paleudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 13.83 |
| 90 | Sawah | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 9,578.93 |
| 91 | Sawah | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 921.46 |
| 92 | Sawah | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 23.33 |
| 93 | Sawah | eutropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 28.44 |
| 94 | Sawah | paleudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.11 |
| 95 | Sawah | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 18.53 |
| 96 | Sawah | tropudults | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.04 |
| 97 | Sawah | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.38 |
| 98 | Sawah | eutropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 9.47 |
| 99 | Sawah | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 8.58 |
| 100 | Sawah | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 306.20 |
| 101 | Sawah | eutropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 69.26 |
| 102 | Sawah | haplustults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 7.63 |
| 103 | Sawah | paleudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.56 |
| 104 | Sawah | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 44.01 |
| 105 | Sawah | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 6.23 |
| 106 | Tambak | haplustults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 4.04 |
| 107 | Tambak | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 6,149.53 |
| 108 | Tambak | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 1.27 |

| | | | | | |
|-----|-----------|-------------|--------|-------------|--------|
| 109 | Tambak | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.09 |
| 110 | Tambak | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 4.69 |
| 111 | Tubuh Air | dystropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 53.02 |
| 112 | Tubuh Air | eutropepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 28.50 |
| 113 | Tubuh Air | tropaquepts | 171.15 | 0 - 8 (%) | 299.19 |
| 114 | Tubuh Air | tropudults | 171.15 | 0 - 8 (%) | 3.86 |
| 115 | Tubuh Air | dystropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 12.17 |
| 116 | Tubuh Air | eutropepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.16 |
| 117 | Tubuh Air | tropaquepts | 171.15 | 15 - 25 (%) | 0.94 |
| 118 | Tubuh Air | dystropepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 2.11 |
| 119 | Tubuh Air | tropaquepts | 171.15 | 25 - 45 (%) | 0.00 |
| 120 | Tubuh Air | dystropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 16.91 |
| 121 | Tubuh Air | eutropepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 2.42 |
| 122 | Tubuh Air | tropaquepts | 171.15 | 8 - 15 (%) | 30.67 |
| 123 | Tubuh Air | tropudults | 171.15 | 8 - 15 (%) | 0.12 |
| 124 | Belukar | eutropepts | 234.1 | > 45 (%) | 1.25 |
| 125 | Belukar | tropaquepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.04 |
| 126 | Belukar | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 40.77 |
| 127 | Belukar | eutropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 34.44 |
| 128 | Belukar | tropaquepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 9.37 |
| 129 | Belukar | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 77.01 |
| 130 | Belukar | eutropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 14.23 |

| | | | | | |
|-----|-----------------------------|-------------|-------|-------------|----------|
| 131 | Belukar | tropaquepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 4.65 |
| 132 | Belukar | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 4.13 |
| 133 | Belukar | eutropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 5.93 |
| 134 | Belukar | tropaquepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 1.46 |
| 135 | Belukar | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 115.55 |
| 136 | Belukar | eutropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 25.03 |
| 137 | Belukar | tropaquepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 7.26 |
| 138 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 234.1 | > 45 (%) | 11.71 |
| 139 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 234.1 | > 45 (%) | 1.83 |
| 140 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 1,145.61 |
| 141 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 2,027.36 |
| 142 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 46.27 |
| 143 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 856.27 |
| 144 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 382.22 |
| 145 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 36.60 |
| 146 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 32.82 |
| 147 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 90.56 |
| 148 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 14.29 |
| 149 | Hutan Lahan Kering Sekunder | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 1,648.75 |
| 150 | Hutan Lahan Kering Sekunder | eutropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 1,079.01 |
| 151 | Hutan Lahan Kering Sekunder | tropaquepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 47.69 |
| 152 | Hutan Tanaman | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 67.65 |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------|-------------|-------|-------------|----------|
| 153 | Hutan Tanaman | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 12.56 |
| 154 | Hutan Tanaman | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 0.07 |
| 155 | Hutan Tanaman | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 72.86 |
| 156 | Pemukiman | tropaquepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 0.02 |
| 157 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.72 |
| 158 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.01 |
| 159 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 36.03 |
| 160 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 175.99 |
| 161 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 7.37 |
| 162 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 2.55 |
| 163 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 6.77 |
| 164 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 1.07 |
| 165 | Pertanian Lahan Kering | eutropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 6.65 |
| 166 | Pertanian Lahan Kering | tropaquepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 9.23 |
| 167 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.11 |
| 168 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 1,411.09 |
| 169 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 699.15 |
| 170 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 30.55 |
| 171 | Pertanian Lahan Kering Campur | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 1,714.13 |
| 172 | Sawah | eutropepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.54 |
| 173 | Sawah | tropaquepts | 234.1 | > 45 (%) | 0.44 |
| 174 | Sawah | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 1,325.64 |

| | | | | | |
|--------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 175 | Sawah | eutropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 38.18 |
| 176 | Sawah | tropaquepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 1,248.93 |
| 177 | Sawah | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 45.22 |
| 178 | Sawah | eutropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 2.76 |
| 179 | Sawah | tropaquepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 11.20 |
| 180 | Sawah | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 2.04 |
| 181 | Sawah | eutropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 2.02 |
| 182 | Sawah | tropaquepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 3.39 |
| 183 | Sawah | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 287.63 |
| 184 | Sawah | eutropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 4.49 |
| 185 | Sawah | tropaquepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 23.59 |
| 186 | Tubuh Air | dystropepts | 234.1 | 0 - 8 (%) | 5.93 |
| 187 | Tubuh Air | dystropepts | 234.1 | 15 - 25 (%) | 3.41 |
| 188 | Tubuh Air | dystropepts | 234.1 | 25 - 45 (%) | 0.16 |
| 189 | Tubuh Air | dystropepts | 234.1 | 8 - 15 (%) | 4.95 |
| JUMLAH | | | | | 73119.67536 |

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat: Kantor Jl. Sultan Alauddin No 259 Makassar 90221 Telp. (0411) 866972, 881593, Fax (0411) 866588



SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Asri
Nim : 105951100321
Program Studi: Kehutanan

dengan nilai:

| No | Bab | Nilai | Ambang Batas |
|----|-------|-------|--------------|
| 1 | Bab 1 | 10% | 10 % |
| 2 | Bab 2 | 6% | 25 % |
| 3 | Bab 3 | 7% | 10 % |
| 4 | Bab 4 | 8% | 10 % |
| 5 | Bab 5 | 5% | 5 % |

Sehingga telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan
Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Jemakan surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan
perluannya.

Makassar, 22 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursyah S Hum, M.P.
NBM. 964 591

RI 105951100321 BAB I

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX



INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

urnalskripsitesis.wordpress.com

et Source

clude quotes

clude bibliography

Exclude matches



SRI 105951100321 BAB II

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



123dok.com

Internet Source

2%



Submitted to Universitas Diponegoro

Student Paper

1%



syahrin88.wordpress.com

Internet Source

1%



pas09.blogspot.com

Internet Source

1%



repository.usm.ac.id

Internet Source

1%



digilib.unila.ac.id

Internet Source

1%



journals.ums.ac.id

Internet Source

1%

Include quotes

Off

Exclude matches

Off

Include bibliography

Off

ASRI 105951100321 BAB III

ORIGINALITY REPORT

7%
SIMILARITY INDEX

7%
INTERNET SOURCES

4%
PUBLICATIONS

3%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|----|
| 1 | repository.ub.ac.id Internet Source | 3% |
| 2 | repository.ipb.ac.id Internet Source | 2% |
| 3 | eprints.itenas.ac.id Internet Source | 2% |

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



ASRI 105951100321 BAB IV

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | journal.unhas.ac.id Internet Source | 2% |
| 2 | repository.unhas.ac.id Internet Source | 1% |
| 3 | text-id.123dok.com Internet Source | 1% |
| 4 | core.ac.uk Internet Source | 1% |
| 5 | www.scribd.com Internet Source | 1% |
| 6 | digilib.unhas.ac.id Internet Source | <1% |
| 7 | journal.ipb.ac.id Internet Source | <1% |
| 8 | ejurnal.its.ac.id Internet Source | <1% |
| 9 | jurnal.ugm.ac.id Internet Source | <1% |
| 10 | e-journal.janabadra.ac.id Internet Source | <1% |
| | e-journal.unipma.ac.id | |

ASRI 105951100321 BAB V

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

core.ac.uk

Internet Source

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



RIWAYAT HIDUP



ASRI adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 30 Mei 1998, di Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Penulis merupakan anak ke-lima dari bapak Abd. Rasyid dan ibu Kubo. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Negeri 13 Pakalu II pada tahun 2004 dan lulus pada tahun 2010, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 4 Bantimurung dan lulus pada tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMK Negeri Kehutanan Makassar dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2021, penulis melanjutkan studi di Universitas Muhammadiyah Makassar, Fakultas Pertanian, Jurusan Kehutanan. Selama masa studi, penulis fokus pada penyelesaian tugas akhir dengan judul skripsi “Analisis Debit Limpasan Di DAS Maros Dengan Metode Curve Number”. Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Sarjana Kehutanan pada tahun 2025.