

**PREDIKSI LIMPASAN PERMUKAAN PADA CURAH HUJAN NORMAL
DAN CURAH HUJAN FENOMENA *EL-NINO* TAHUN 2023 DENGAN
MENGUNAKAN METODE *SOIL CONSERVATION SERVICE* (SCS)
DI DAS WAY LIMA, PESAWARAN**

(SKRIPSI)

Oleh

Gihon Tua Pardede
2114181047



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**PREDIKSI LIMPASAN PERMUKAAN PADA CURAH HUJAN NORMAL
DAN CURAH HUJAN FENOMENA *EL-NINO* TAHUN 2023 DENGAN
MENGUNAKAN METODE *SOIL CONSERVATION SERVICE* (SCS)
DI DAS WAY LIMA, PESAWARAN**

Oleh

Gihon Tua Pardede

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PREDIKSI LIMPASAN PERMUKAAN PADA CURAH HUJAN NORMAL DAN CURAH HUJAN FENOMENA *EL-NINO* TAHUN 2023 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SOIL CONSERVATION SERVICE* (SCS) DI DAS WAY LIMA, PESAWARAN

Oleh

Gihon Tua Pardede

Fenomena *El-Nino* menyebabkan anomali iklim yang mengubah pola dan distribusi curah hujan sehingga mempengaruhi respon hidrologi daerah aliran sungai. Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik curah hujan tahun normal (2022) dan tahun *El-Nino* (2023) serta menganalisis pengaruhnya terhadap limpasan permukaan di DAS Way Lima, Pesawaran. Penelitian menggunakan metode *Soil Conservation Service–Curve Number* (SCS-CN) dengan parameter curah hujan harian, penggunaan lahan, *Hydrologic Soil Group* (HSG), dan *Antecedent Moisture Condition* (AMC). Data curah hujan diperoleh dari empat pos hujan, kemudian dianalisis untuk menghitung limpasan bulanan dan tahunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahun *El-Nino* mengalami penurunan curah hujan yang diikuti penurunan limpasan permukaan. Total limpasan menurun dari 477,56 mm pada tahun normal menjadi 370,68 mm pada tahun *El-Nino* atau berkurang sekitar 22,4%. Namun, hujan berintensitas tinggi setelah periode kering tetap menghasilkan limpasan signifikan akibat menurunnya kapasitas infiltrasi tanah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa variabilitas curah hujan akibat *El-Nino* berpengaruh nyata terhadap besarnya limpasan permukaan sehingga penting sebagai dasar pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah DAS.

Kata kunci : DAS Way Lima, Limpasan permukaan, Metode SCS-CN *Curve Number*, *El-Nino*, Variabilitas curah hujan.

ABSTRACT

PREDICTION OF SURFACE RUNOFF UNDER NORMAL RAINFALL AND EL-NINO-INDUCED RAINFALL CONDITIONS IN 2023 USING THE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) METHOD IN THE WAY LIMA WATERSHED, PESAWARAN

By

Gihon Tua Pardede

El-Nino triggers climate anomalies that alter rainfall patterns and distribution, thereby affecting hydrological responses within a watershed. This study aimed to compare rainfall characteristics between a normal year (2022) and an El-Nino year (2023) and to analyze their influence on surface runoff in the Way Lima Watershed, Pesawaran. The Soil Conservation Service–Curve Number (SCS-CN) method was applied using daily rainfall data, land use, Hydrologic Soil Group (HSG), and Antecedent Moisture Condition (AMC) parameters. Rainfall data were obtained from four rain gauge stations and analyzed to estimate monthly and annual runoff. The results showed that the El-Nino year experienced reduced rainfall followed by decreased surface runoff. Total runoff declined from 477.56 mm in the normal year to 370.68 mm in the El-Nino year, representing a reduction of approximately 22.4%. However, high-intensity rainfall occurring after prolonged dry periods still produced considerable runoff due to reduced soil infiltration capacity. This study concludes that rainfall variability driven by El-Nino significantly influences surface runoff magnitude, highlighting its importance for water resource management planning and hydrometeorological disaster mitigation in watershed areas.

Keywords : Way Lima Watershed, Surface runoff, SCS-CN method, Curve Number, El-Nino, Rainfall variability.

Judul Skripsi : Prediksi Limpasan Permukaan pada Curah Hujan Normal dan Curah Hujan Fenomena *El-Nino* Tahun 2023 dengan Menggunakan Metode *Soil Conservation Service (SCS)* di Das Way Lima, Pesawaran

Nama Mahasiswa : Gihon Tua Pardede

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114181047

Program Studi : Ilmu Tanah

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196404021988031019

Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP 196412231994031003

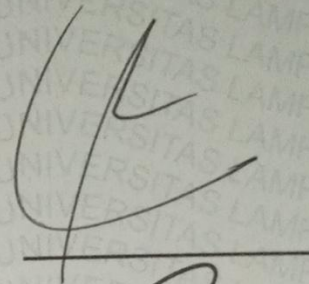
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

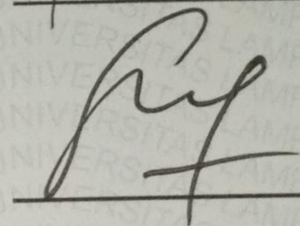
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

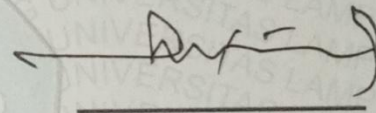
Ketua : **Dr. Ir. Afandi, M.P.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.**



Penguji : **Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**

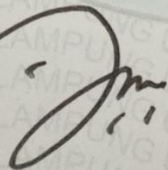


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Mei 2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Prediksi Limpasan Permukaan pada Curah Hujan Normal dan Curah Hujan Fenomena *El-Nino* Tahun 2023 dengan Menggunakan Metode *Soil Conservation Service (SCS)* di Das Way Lima, Pesawaran”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan penelitian mandiri oleh mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang sumber dananya bersifat pribadi. Dosen yang terlibat adalah Dr. Ir. Afandi, M.P. dan Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 Mei 2026

Penulis,



Gihon Tua Pardede

NPM 2114181047

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pematang Siantar, pada tanggal 02 Juni 2003. Penulis adalah anak kelima dari pasangan Bapak Tumpal Harlen Marojahan Pardede dan Ibu Eleonora Elytha Sitorus. Penulis merupakan alumni dari TK Cinta Rakyat tahun 2008-2009, Sekolah Dasar Budi Mulia 2 Pematang Siantar tahun 2009-2015, Sekolah Menengah Pertama Bintang Timur Pematang Siantar 2015-2018 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pematang Siantar tahun 2018-2021.

Penulis melanjutkan jenjang pendidikannya sebagai Mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun awal tahun 2024 bulan Januari penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sidomukti, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Pesawaran. Pada bulan Juli hingga Agustus 2024 penulis melaksanakan Praktik Umum di BPDAS WASESA (Badan pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung) di Bandar Lampung

Selama menjadi mahasiswa di Jurusan Ilmu Tanah, penulis aktif dalam organisasi internal kampus yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (Gamatala) sebagai Anggota Bidang Komunikasi dan Informasi periode 2022-2023.

MOTTO

“Serahkanlah perbuatanmu kepada TUHAN, maka terlaksanalah segala rencanamu.”

(Amsal 16:3)

“Do not go where the path may lead, go instead where there is no path and leave a trail.”

(Ralph Waldo Emerson)

“Saat aku lelah dan ingin berhenti, aku selalu ingat bahwa Ibu dulu merawatku tanpa mengeluh, bahkan ketika beliau jauh lebih lelah. Karena itu, aku memilih untuk terus berjuang dan menyelesaikan skripsi ini sebagai bentuk terima kasih dan bukti bahwa perjuangan ibu tidak pernah sia-sia.”

(Gihon Tua Pardede)

“If you failed, try to learn, restart, and play it again”

(Gihon Tua Pardede)

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan segala berkat, anugerah, dan perlindungan-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Segala puji dan syukur tak terhingga penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi berjudul “**Prediksi Limpasan Permukaan pada Curah Hujan Normal dan Curah Hujan Fenomena *El-Nino* Tahun 2023 dengan Menggunakan Metode *Soil Conservation Service (SCS)* di Das Way Lima, Pesawaran**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada;

1. Bapak Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan selaku pembimbing akademik serta selaku dosen penguji penulis yang telah memberikan saran, kritik dan arahan kepada penulis untuk penyempurnaan skripsi.

3. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, nasihat, motivasi serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran kepada penulis dalam pelaksanaan analisis hingga penulisan skripsi ini.
5. Bapak dan ibu dosen Universitas Lampung yang terlibat dalam seluruh proses pembelajaran ilmu serta pembentukan karakter bagi penulis dari awal jenjang perkuliahan hingga akhir.
6. Bapak Tumpal Harlen Marojahan Pardede dan Ibu Eleonora Elytha Sitorus yang telah mendidik penulis dengan kasih sayang, cinta dan harapan yang tulus dalam mendukung penulis baik dikeadaan tersulit hingga termudah.
7. Rekan-rekan yang terlibat dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, Fadhil, Mahesa, Ainur, Fariz, Tegar, Faizal, Radian, Alaa, Bella, Zelin, Naufal, Adhyaqsa, Pramudya Arya, dan lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan.
8. Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Cafe Stop One yang selalu memberi semangat, tawa, dan kebersamaan dalam setiap proses yang dilalui. Kehadiran kalian menjadi warna tersendiri dalam perjalanan ini.
9. Terima kasih juga kepada orang-orang yang telah berperan dalam hidup penulis, yang dengan cara masing-masing telah memberi dukungan, pelajaran, dan motivasi. Setiap kebaikan yang diberikan menjadi bagian penting dari langkah penulis hingga sampai di titik ini. Rekan-rekan “Wisma Pablo” terkhusus yang telah membagi cerita, tawa dan canda dikala waktu susah dan senang selama bangku perkuliahan.
10. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga besar PU BPDAS WSS atas kesempatan, pengalaman, dan ilmu yang telah diberikan selama proses yang dilalui. Secara khusus kepada Bang Edo, Bang Apri, Wahyu, Wanda, dan rekan-rekan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas arahan, bantuan, dan kebersamaan yang sangat berarti. Dukungan dan kebaikan kalian menjadi bagian penting dalam perjalanan dan perkembangan penulis hingga saat ini.
11. Team Penelitian Limpasan Permukaan yang luar biasa.

12. Seluruh teman-teman Angkatan 21 yang telah membantu dan mendukung, melalui doa dan semua hal baik yang dibutuhkan bagi penulis.

Bandar Lampung, 30 Mei 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink that reads "Gihon". The signature is written in a cursive, flowing style.

Gihon Tua Pardede

NPM 2114181047

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	8
2.2 Curah Hujan	9
2.3 Penggunaan Lahan	11
2.4 <i>Hydrologic Soil Group</i> (HSG)	12
2.5 <i>Soil Conservation Service Curve Number</i> (SCS-CN).....	13
2.6 Limpasan Permukaan	15
2.7 <i>El-Nino</i> dan Dampaknya	16
2.8 Kondisi <i>Antecedent Moisture Condition</i> (AMC)	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.3.1 Karakteristik Curah Hujan.....	20
3.3.2 <i>Soil Conservation Service</i>	22
3.4 Parameter Penelitian.....	23
3.4.1 Curah Hujan.....	23

3.4.2 <i>Hydrologic Soil Group</i> (HSG).....	23
3.4.3 <i>Curve Number</i>	24
3.4.4 Penggunaan Lahan.....	25
3.4.5 Kondisi Kelembaban Tanah/ <i>Antecedent Moisture Condition</i> (AMC)	26
3.4.6 Kapasitas Retensi Maksimum (S).....	28
3.4.7 Limpasan Permukaan (Q).....	28
3.5 Teknik Pengolahan Data	29
3.6 Pengumpulan Data	30
3.6.1 Data Primer.....	30
3.6.2 Data Sekunder.....	31
3.7 Analisis Data	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Kondisi Umum DAS Way Lima	33
4.2 Karakteristik Curah Hujan.....	34
4.3 Tutupan Lahan.....	43
4.4 <i>Hydrologic Soil Group</i> (HSG)	47
4.5 Kelas Lereng.....	51
4.6 Analisis Prediksi Limpasan Permukaan	54
4.6.1 Nilai <i>Curve Number</i>	54
4.6.2 Prediksi Limpasan Permukaan.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran	7
2. Diagram Perhitungan Volume Limpasan (Q,mm) berdasarkan Masukan Hujannya (P, mm) dan nilai CN	14
3. Peta Administrasi DAS Way Lima	19
4. Pembagian HSG dalam Segitiga Tekstur.....	24
5. Grafik Curah Hujan Rata-Rata Bulanan dari Empat Pos Hujan di DAS Way Lima Tahun Normal 2022 dan Fenomena El-Nino 2023	37
6. Perbandingan Hari Hujan Bulanan DAS Way Lima untuk Pos Curah Hujan 009. Kuto Dalam Tahun 2022 dan 2023	39
7. Perbandingan Curah Hujan Tahunan 4 pos hujan DAS Way Lima.....	40
8. Perbandingan hari hujan Tahunan 4 Pos DAS Way Lima.....	40
9. Perbandingan Frekuensi Wet spell DAS Way Lima Stasiun Hujan PH 009 Kuto Dalem.....	42
10. Jumlah Kejadian Hujan Lebat (>50 mm) per Tahun pada 4 Pos Hujan di DAS Way Lima	43
11. Peta Tutupan Lahan 2022 DAS Way Lima	45
12. Peta Tutupan Lahan 2023 DAS Way Lima	46
13. Peta Sebaran Hydrologic Soil Group DAS Way Lima.....	50
14. Peta Kelas Lereng DAS Way Lima	53
15. Hubungan Antara Curah Hujan dan Prediksi Limpasan Permukaan DAS Way Lima Tahun 2022	62
16. Hubungan Antara Curah Hujan dan Prediksi Limpasan Permukaan DAS Way Lima Tahun 2023	62
17. Peta Sebaran Limpasan Permukaan DAS Way Lima Tahun 2022.....	63

18. Peta Sebaran Limpasan Permukaan DAS Way Lima Tahun 2023.....	64
19. Analisis Tekstur Tanah	73
20. Pengambilan Sampel 1.....	73
21. Pengambilan Sampel Tanah 2.....	73
22. Pengambilan Sampel Tanah 3.....	73
23. Pengambilan Sampel Tanah 4.....	74
24. Pengambilan Sampel Tanah 5.....	74
25. Pengambilan Sampel Tanah 6.....	74
26. Pengambilan Sampel Tanah 7.....	74
27. Pengambilan Sampel Tanah 9.....	75
28. Pengambilan Sampel Tanah 8.....	75

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Klasifikasi Kelompok Hidrologi Tanah berdasarkan Tekstur Tanah	12
2. Kondisi Kelembaban Tanah/ <i>Antecedent Moisture Condition</i> (AMC).....	27
3. Data Sekunder Penelitian	31
4. Perbandingan Curah Hujan DAS Way Lima 2022 (Tahun Normal)	34
5. Perbandingan Curah Hujan DAS Way Lima 2023 (Tahun <i>El-Nino</i>).....	35
6. Tutupan Lahan pada DAS Way Lima Tahun 2022 dan 2023.....	44
7. Jenis Tanah DAS Way Lima.....	47
8. Hasil Analisis Tekstur Tanah DAS Way Lima.....	48
9. Kelas Kemiringan Lereng DAS Way Lima	51
10. Nilai <i>Curve Number</i> DAS Way Lima 2022 dan 2023	55
11. Hasil Analisis Prediksi Limpasan Permukaan (Q) DAS Way Lima Tahun 2022 (Kondisi Normal) Menggunakan Input Curah Hujan dari Pos Hujan PH.009 Kuto Dalam.....	57
12. Hasil Analisis Prediksi Limpasan Permukaan (Q) DAS Way Lima Tahun 2023 (Fenomena <i>El-Nino</i>) Menggunakan Input	58
13. Perbandingan Antara Curah Hujan dan Limpasan Permukaan DAS Way	60
14. Perbandingan Antara Curah Hujan dan Limpasan Permukaan DAS Way	60
15. Bilangan Kurva Aliran Permukaan untuk Berbagai Kompleks Tanah.....	71
16. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 008 Gedong Tataan Tahun 2022.....	76
17. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 009 Kuto Dalem Tahun 2022.....	77
18. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 036 Padang Ratu Tahun 2022	78
19. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 039 Gunung Batu Tahun 2022	79
20. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 008 Gedong Tataan Tahun 2023.....	80
21. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 009 Kuto Dalem Tahun 2023.....	81

22. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 036 Padang Ratu Tahun 2023	82
23. Data Curah Hujan Harian (mm) PH 039 Gunung Batu Tahun 2023	83
24. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Januari Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	84
25. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Februari Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	85
26. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Maret Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	86
27. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan April Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	87
28. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Mei Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	88
29. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Juni Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	89
30. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Juli Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	90
31. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Agustus Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	91
32. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan September Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	92
33. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Oktober Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	93
34. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan November Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	94
35. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Desember Tahun 2022	
DAS Way Lima.....	95
36. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Januari Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	96
37. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Februari Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	97
38. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Maret Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	98

39. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan April Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	99
40. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Mei Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	100
41. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Juni Tahun 2023	
DAS Way Limaa.....	101
42. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Juli Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	102
43. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Agustus Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	103
44. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan September Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	104
45. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Oktober Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	105
46. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan November Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	106
47. Hasil Analisis Limpasan Permukaan Bulan Desember Tahun 2023	
DAS Way Lima.....	107

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata berkisar antara 23°C hingga 28°C. Namun, terdapat variasi iklim di beberapa wilayah, terutama di daerah pegunungan yang memiliki suhu lebih sejuk. Selain itu, Indonesia juga dipengaruhi oleh iklim muson, yang ditandai dengan adanya musim hujan dan musim kemarau yang bergantian sepanjang tahun. Musim hujan biasanya terjadi antara bulan November hingga April, sedangkan musim kemarau berlangsung dari Mei hingga Oktober. Perubahan musim ini sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin muson yang membawa massa udara basah atau kering ke wilayah Indonesia yang ditandai dengan variasi intensitas dan distribusi curah hujan. Namun, selain pengaruh lokal seperti tutupan lahan dan topografi, dinamika iklim Indonesia juga sangat dipengaruhi oleh fenomena global seperti *El-Nino*. Fenomena *El-Nino* merupakan fenomena penyimpangan iklim yang terjadi di Samudra Pasifik, ditandai oleh peningkatan suhu permukaan laut di wilayah khatulistiwa bagian tengah dan timur (Hartono & Marfai 2018).

Pemanasan ini mengganggu sirkulasi atmosfer global sehingga mengubah pola distribusi curah hujan, yang berdampak pada terjadinya kekeringan ekstrem serta penurunan produktivitas pertanian dan ketersediaan air bersih dan dengan keawanan yang rendah yang memicu berkurangnya hujan dan periode kekeringan yang berkepanjangan. Fenomena ini telah terbukti menimbulkan tekanan besar pada sektor pertanian di Indonesia. Akibat fenomena *El-Nino* yang terjadi pada tahun 2023 memberikan dampak signifikan terhadap sektor pertanian termasuk di Provinsi Lampung. Penurunan curah hujan akibat *El-Nino* menyebabkan berkurangnya ketersediaan air irigasi, yang berdampak pada stres air pada

tanaman pangan dan penurunan produksi berbagai komoditas pertanian. Menurut Pemerintah Provinsi Lampung (2023), dampak *El-Nino* terhadap produksi padi cukup nyata. Pemerintah Provinsi Lampung memprediksi penurunan produksi padi selama bulan Agustus, September, dan Oktober 2023. Secara khusus, di Kabupaten Pringsewu, 49 hektare lahan terdampak, dengan 1 hektare mengalami puso, berpotensi kehilangan sekitar 92 ton Gabah Kering Panen (GKP).

Meskipun kekeringan sering diasosiasikan dengan minimnya risiko banjir, justru ada hubungan kausal antara keduanya yang dipicu oleh *El-Nino* dinamika hidrologis pada musim hujan justru memunculkan tantangan tersendiri. *Prolonged dry spell* atau yang sering disebut kekeringan panjang dapat menurunkan porositas tanah akibat pemadatan dan retakan, bahkan membentuk kondisi hidrofobik yang menyebabkan air hujan tidak dapat meresap dengan baik ke dalam tanah. Saat hujan akhirnya turun dengan intensitas tinggi, air lebih banyak mengalir di permukaan tanah dan menciptakan limpasan yang signifikan, meningkatkan risiko terjadinya banjir, terutama banjir bandang. Penelitian MCBride *et al.* (2003) menunjukkan adanya korelasi positif antara intensitas curah hujan dengan peningkatan debit limpasan, sedangkan studi Salim *et al.* (2019) mengindikasikan bahwa banjir cenderung terjadi pada puncak intensitas hujan di musim hujan, terutama di daerah dengan infrastruktur wilayah pengelolaan air yang kurang memadai. Selain itu, vegetasi yang mati atau rusak akibat kekeringan tidak lagi mampu menahan air hujan secara efektif. Intersepsi air oleh daun, perakaran tanaman, serta kemampuan tanah dalam menahan air semuanya menurun drastis. Tidak hanya itu, kekeringan juga meningkatkan risiko kebakaran hutan, yang pada akhirnya memperburuk kerusakan ekosistem dan mempercepat laju erosi. Ketika hujan datang setelah kebakaran, lahan yang hangus dan tertutup abu akan memiliki tingkat infiltrasi yang jauh lebih rendah, memperbesar potensi limpasan permukaan (Robichaud, P. R., & Hungerford, R. D, 2000).

Hal ini menegaskan bahwa perubahan iklim tidak hanya memperpanjang musim kering, tetapi juga memperbesar intensitas dan frekuensi hujan ekstrem,

menciptakan kombinasi bencana yang semakin sulit diprediksi. Dampak ini juga tercermin secara di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Lima, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Wilayah ini memiliki luas sekitar 94,29 km², dengan kontur topografi yang relatif datar dan ketinggian rata-rata 200 mdpl. Berdasarkan data iklim, wilayah ini memiliki curah hujan tahunan antara 1.000 hingga 1.200 mm, dengan pola musim hujan dan kemarau yang seimbang. Namun, seperti banyak DAS lainnya di Indonesia, kawasan ini juga menghadapi tantangan serius akibat alih fungsi lahan, minimnya pengelolaan sumber daya air, serta sistem irigasi dan drainase yang belum optimal. Perubahan penutup lahan, khususnya konversi lahan hijau menjadi permukiman dan lahan terbangun, menurunkan kapasitas tanah dalam menyerap air dan memperbesar risiko limpasan (Shrestha *et al.*, 2021).

Perubahan iklim yang menyebabkan perubahan pola hujan, panjang musim hujan, pergeseran awal musim hujan, dan meningkatnya kejadian iklim ekstrem berdampak serius terhadap sektor pertanian, terutama tanaman pangan. Tanaman pangan pada umumnya memiliki siklus hidup pendek, sehingga dampak kejadian iklim ekstrem seperti *El-Nino* dapat diketahui langsung dari perubahan kuantitas produksi tanaman. Secara ekonomi, produksi pangan yang fluktuatif karena anomali iklim akan mempengaruhi ketersediaan pangan nasional. Sebagai contoh, kejadian *El-Nino* yang kuat seperti tahun 1997 dan 2015 tidak hanya menyebabkan gagal panen dan tertundanya waktu tanam, tetapi juga menaikkan harga pangan dan berkontribusi pada kerentanan pangan jutaan orang. Produksi pangan harus meningkat 50% di tahun 2030 agar dapat memenuhi permintaan dari meningkatnya populasi. Pada saat yang sama, akibat perubahan iklim diproyeksikan akan terjadi penurunan produksi pangan dunia 1-7% sampai tahun 2060. Jika dampak perubahan iklim tidak diantisipasi, diperkirakan sekitar 20% penduduk dunia berisiko kelaparan (Surmaini & Faqih, 2016).

Air merupakan komponen fundamental dalam kehidupan dan sistem ekologi, sebagaimana dijelaskan oleh Salsabila dan Nugraheni (2020). Dalam konteks ini, peran Daerah Aliran Sungai (DAS) menjadi sangat vital karena fungsinya sebagai penyimpan, pengatur, dan penyalur air hujan menuju sungai. Ketika fungsi

ekosistem DAS terganggu, keseimbangan hidrologi pun ikut terpengaruh. Penelitian Yulianto (2022) serta Ramdhani dan Yustiana (2023) menunjukkan bahwa degradasi fungsi DAS akibat tekanan penggunaan lahan dan aktivitas manusia secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir dan kekeringan. Di sisi lain, keberadaan sistem irigasi atau waduk di wilayah pertanian sekitar DAS juga memainkan peran penting dalam pengelolaan air, terutama dalam konteks limpasan permukaan. Sistem irigasi dirancang untuk mendistribusikan air secara efisien ke lahan pertanian; namun demikian, pelepasan air dari jaringan irigasi ke saluran drainase dapat mempengaruhi besarnya limpasan permukaan di suatu DAS. Limpasan permukaan terjadi ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, menyebabkan air mengalir di atas permukaan tanah. Selain itu, perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali, seperti konversi lahan resapan menjadi area terbangun, turut meningkatkan volume limpasan dan berkontribusi pada terjadinya genangan hingga banjir (Buchori *et al.*, 2013)

Melihat kompleksitas fenomena ini, maka perlu dilakukan kajian lebih mendalam terhadap hubungan antara kekeringan yang dipicu oleh *El-Nino* dan potensi limpasan permukaan saat hujan ekstrem terjadi. Penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi bagaimana fluktuasi distribusi curah hujan selama periode *El-Nino* mempengaruhi kapasitas infiltrasi tanah dan volume limpasan permukaan terutama terhadap sistem hidrologi DAS Way Lima. Dengan menerapkan metode *Soil Conservation Service – Curve Number* (SCS-CN), diharapkan penelitian ini mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perubahan hidrologi daerah, sehingga dapat mendukung pengembangan strategi pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif dan upaya mitigasi risiko bencana di masa mendatang. Di tengah perubahan iklim global yang meningkatkan ketidakpastian pola cuaca, pemahaman mendalam tentang hubungan antara variabilitas curah hujan dan respon hidrologi sangat penting untuk perumusan kebijakan pengelolaan air dan strategi mitigasi bencana, khususnya di wilayah yang rentan terhadap banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pernyataan berikut :

1. Bagaimana perbandingan karakteristik curah hujan antara curah hujan tahun normal dan pada fenomena *El-Nino* di DAS Way Lima?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan curah hujan terhadap limpasan permukaan berdasarkan metode SCS-CN?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang dikemukakan, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Membandingkan karakteristik curah hujan antara curah hujan tahun normal dan curah hujan pada fenomena *El-Nino* di DAS Way Lima.
2. Menghitung limpasan permukaan berdasarkan metode SCS-CN pada kedua kondisi tersebut di DAS Way Lima.

1.4 Kerangka Penelitian

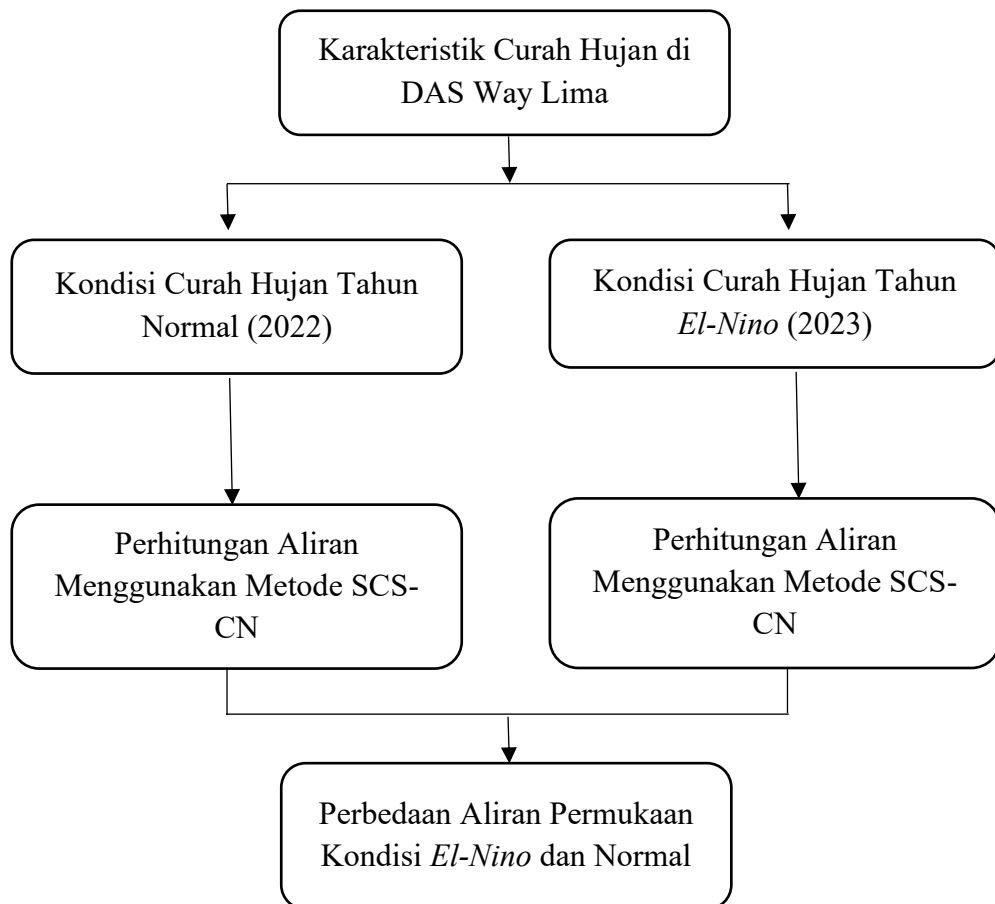
Fenomena *El-Nino* secara langsung memengaruhi pola curah hujan di berbagai wilayah di dunia, termasuk Indonesia. Peningkatan suhu permukaan laut yang menjadi karakteristik *El-Nino* menyebabkan perubahan distribusi curah hujan, yang sering kali berdampak pada penurunan intensitas hujan di wilayah tertentu. Akibatnya, debit limpasan permukaan (*Surface Runoff*) di wilayah terdampak juga mengalami perubahan yang signifikan, baik dalam jumlah maupun pola distribusinya.

Debit limpasan (*Surface Runoff*) adalah aliran air di permukaan tanah yang terjadi ketika air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah. Limpasan ini terjadi karena beberapa faktor, seperti intensitas hujan yang tinggi, daya serap tanah yang rendah, minimnya vegetasi, dan kemiringan lahan yang curam. Ketika kapasitas infiltrasi tanah sudah terpenuhi atau permukaan tanah tidak mampu menyerap air,

sisa air hujan akan mengalir di permukaan menuju saluran air, sungai, atau cekungan lainnya. Debit limpasan merupakan salah satu komponen penting dalam hidrologi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti curah hujan, karakteristik tanah, penutupan lahan, dan topografi. Dalam kondisi *El-Nino*, perubahan pola curah hujan dapat memengaruhi akumulasi air permukaan yang mengalir ke saluran, sungai, atau cekungan air lainnya. Penurunan curah hujan yang signifikan dapat menyebabkan berkurangnya infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan, terutama di daerah dengan tutupan lahan yang minim atau jenis tanah yang memiliki daya serap rendah. Selain itu, peningkatan limpasan yang tidak terkendali berpotensi menimbulkan erosi tanah dan sedimentasi di daerah hilir. Oleh karena itu, diperlukan analisis debit limpasan untuk mengidentifikasi dampak yang dihasilkan oleh fenomena ini (Arsyad, 2010).

Perubahan tata guna lahan juga berdampak signifikan terhadap keseimbangan ekosistem di Daerah Aliran Sungai (DAS). Konversi lahan menjadi kawasan permukiman menyebabkan berkurangnya vegetasi, yang mengurangi area resapan air dan mengganggu fungsi hidrologi. Kondisi ini dapat meningkatkan limpasan permukaan, menyebabkan genangan di sepanjang aliran sungai, serta memperbesar potensi banjir. Perambahan hutan dan alih fungsi lahan tidak produktif menjadi lahan pertanian di daerah tangkapan air turut memperparah kondisi DAS. Hilangnya tutupan vegetasi mengurangi kapasitas infiltrasi air hujan, mempercepat aliran permukaan, dan memperbesar risiko bencana hidrometeorologi. Oleh karena itu, pengelolaan DAS yang berkelanjutan sangat penting untuk menjaga keseimbangan tata air dan meminimalkan dampak negatif dari perubahan tata guna lahan (Asdak, 2010). Penelitian ini menitikberatkan pada hubungan kausal antara fenomena *El-Nino*, perubahan pola curah hujan, dan dampaknya terhadap debit limpasan yang dihasilkan di wilayah penelitian. Melalui pendekatan metode SCS-CN, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang pengaruh *El-Nino* terhadap hidrologi wilayah dan bagaimana hasil analisis ini dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan sumber daya air serta mitigasi dampak *El-Nino* di masa mendatang.

Menurut Asdak (2010) metode SCS-CN (*Soil Conservation Service Curve Number*) dipilih karena kemampuannya dalam memperkirakan debit limpasan berdasarkan parameter hidrologi seperti curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis dampak perubahan pola curah hujan yang disebabkan oleh *El-Nino* terhadap debit limpasan di wilayah penelitian. Dalam penelitian ini, metode SCS-CN diterapkan untuk memperkirakan besarnya debit limpasan di DAS Way Lima, yang memiliki karakteristik hidrologi yang beragam dan rentan terhadap perubahan pola curah hujan akibat fenomena *El-Nino*. Analisis ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat mengenai volume limpasan di DAS Way Lima, yang penting untuk merancang strategi mitigasi bencana hidrometeorologi dan mendukung pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan (Budiawan, 2012).



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 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. Daerah ini memiliki fungsi alamiah untuk menampung dan menyimpan air hujan, yang kemudian mengalirkannya ke badan air seperti danau atau laut. Area DAS dibatasi oleh pemisah topografis di wilayah daratan, sementara di area laut batasnya mencakup perairan yang masih mendapat pengaruh dari aktivitas di daratan. Konsep DAS ini memiliki padanan istilah dalam bahasa Inggris yaitu *drainage basin*, *drainage area*, atau *river basin*. Batas-batas DAS ditentukan oleh garis imajiner yang mengikuti punggung gunung atau perbukitan, yang memisahkan satu sistem aliran air dari sistem lainnya. Secara struktural, DAS terbagi menjadi dua komponen utama: area penangkapan air (*catchment area*) yang berada di bagian hulu, dan wilayah yang berfungsi sebagai jalur penyaluran air yang terletak di bawah area penangkapan tersebut (Fuady, 2013).

Menurut Harisagustinawati *et al.* (2020) Karakteristik DAS dapat diukur secara kuantitatif melalui pengukuran morfometri, yang menggambarkan sifat-sifat alamiah dari bentuk permukaan bumi di wilayah tersebut. Pengukuran ini mencakup beberapa aspek penting yang mempengaruhi bagaimana air hujan mengalir di dalam DAS, termasuk bagaimana bentuk DAS tersebut, seberapa luas

wilayahnya, seberapa rapat jaringan sungainya, dan bagaimana pola alirannya. Selain itu, kondisi biofisik DAS juga berperan penting dalam menentukan bagaimana air mengalir di sungai. Kondisi biofisik dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan faktor kunci yang memengaruhi proses perputaran air atau siklus hidrologi, dengan berbagai aspek yang saling berinteraksi. Salah satu faktor utama yang memengaruhi siklus hidrologi adalah aktivitas manusia, khususnya yang berkaitan dengan perubahan tata guna lahan. Konversi lahan hutan menjadi area permukiman atau lahan pertanian dapat mengubah karakteristik aliran air secara signifikan. Selain itu, pembangunan infrastruktur seperti jalan, bangunan, dan saluran drainase turut mempengaruhi cara air mengalir dalam sistem DAS. Aktivitas pertanian, termasuk pola tanam dan sistem irigasi, juga memiliki dampak penting terhadap keseimbangan air dalam DAS. Selain itu, kualitas dan kuantitas air di DAS juga dipengaruhi oleh aktivitas di sepanjang aliran sungai. Pembuangan limbah dari sektor domestik maupun industri, serta pengambilan air untuk irigasi, industri, dan konsumsi rumah tangga, berdampak pada debit air sungai.

2.2 Curah Hujan

Cuaca memegang peranan vital dalam menentukan kondisi iklim suatu wilayah, di mana curah hujan merupakan salah satu faktor kunci yang mempengaruhi perbedaan tipe dan variasi iklim. Di Indonesia, intensitas curah hujan yang tinggi kian sering terjadi di berbagai daerah, yang kemudian menjadi penyebab utama munculnya bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, dan angin puting beliung. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2016 mencatat sebanyak 2.342 kejadian bencana di seluruh nusantara, dengan sekitar 92% di antaranya disebabkan oleh peristiwa hidrometeorologi, yakni 766 kasus banjir, 612 kasus tanah longsor, serta 74 kasus kombinasi banjir dan longsor (Setiawan, 2021).

Kondisi curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh faktor fisiografis, pola angin, dan perubahan iklim, yang menghasilkan tiga tipe utama, yaitu hujan ekuatorial, monsun, dan lokal. Tipe ekuatorial, yang umumnya terjadi di Sumatera dan

Kalimantan, dicirikan oleh dua puncak curah hujan dalam setahun. Sementara itu, tipe monsun yang dipengaruhi oleh angin laut berskala luas menunjukkan perbedaan mencolok antara musim hujan dan kemarau, dengan hanya satu puncak curah hujan tiap bulan. Di sisi lain, pola hujan lokal sangat bergantung pada kondisi setempat seperti keberadaan perairan, ketinggian pegunungan, dan intensitas pemanasan di daerah tersebut. Sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa, Indonesia mengalami iklim tropis dengan suhu tinggi sepanjang tahun, yang dibuktikan oleh peningkatan suhu rata-rata tahunan sekitar $0,3^{\circ}\text{C}$ sejak 1988 (Tukidi, 2010). Selain faktor-faktor tersebut, fenomena *El-Nino* juga memberikan dampak besar terhadap pola hidroklimatik. Penelitian Kane (1999) terkait peristiwa *El-Nino* tahun 1997 menunjukkan bahwa fenomena ini merupakan salah satu faktor utama yang mengubah karakteristik debit sungai dan curah hujan, terutama di kawasan Pasifik sekitar garis khatulistiwa (Kahya and Dracup, 1993; Allan, 2000). McBride *et al.* (2003) menyatakan bahwa *El-Nino* berperan dalam mengendalikan perubahan iklim tahunan di negara-negara tropis seperti Indonesia, sedangkan Aldrian dan Susanto (2003) menekankan pengaruhnya yang signifikan terhadap variasi curah hujan. Akibatnya, anomali iklim ini terlihat dari tren penurunan curah hujan di beberapa wilayah, yang meskipun tidak terjadi terus-menerus, menyebabkan musim kemarau yang lebih panjang, musim hujan yang lebih pendek, intensitas evaporasi yang meningkat, serta berkurangnya aliran permukaan dan cadangan air tanah.

Intensitas hujan memiliki pengaruh besar terhadap limpasan permukaan, yang pada gilirannya sangat bergantung pada laju infiltrasi tanah. Seiring dengan meningkatnya curah hujan, apabila laju infiltrasi terbatas yang ditentukan oleh ukuran pori-pori tanah maka limpasan permukaan akan meningkat. Tanah dengan pori-pori yang rapat memiliki kapasitas infiltrasi yang lebih rendah dibandingkan tanah dengan pori besar, sehingga tanah yang padat cenderung menghasilkan debit limpasan yang lebih tinggi. Hubungan antara infiltrasi dan kepadatan bersifat terbalik, di mana kapasitas infiltrasi meningkat ketika tingkat kepadatan menurun. Selain itu, debit limpasan berbanding lurus dengan intensitas hujan, artinya peningkatan intensitas hujan secara langsung menyebabkan bertambahnya debit limpasan (Syajruddin, 2019)

2.3 Penggunaan Lahan

Menurut Zamroh (2014), penggunaan lahan merupakan hasil akhir dari intervensi manusia terhadap permukaan bumi yang terus berubah, dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan hidup baik dari segi materi maupun spiritual. Setiap lahan memiliki karakteristik unik yang ditentukan oleh faktor-faktor seperti topografi, iklim, geologi, jenis tanah, dan vegetasi yang menutupinya, sehingga keberagaman lahan ini mempengaruhi cara penggunaannya. Secara umum, penggunaan lahan dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu lahan pertanian dan lahan non-pertanian. Lahan pertanian mencakup area seperti tegalan, sawah, ladang, kebun, padang rumput, serta hutan produksi dan hutan lindung, sedangkan lahan non-pertanian meliputi kawasan pemukiman di perkotaan maupun pedesaan, zona industri, area rekreasi, dan wilayah pertambangan.

Sitorus *et al.* (2006) menjelaskan bahwa klasifikasi penggunaan atau penutup lahan adalah usaha untuk mengelompokkan berbagai jenis lahan ke dalam kategori-kategori yang memiliki kesamaan berdasarkan sistem tertentu.

Klasifikasi ini sangat berguna sebagai pedoman dalam interpretasi citra penginderaan jauh untuk pemetaan, sehingga memudahkan para peneliti dan perencana dalam membuat keputusan terkait pengelolaan sumber daya lahan. Berbagai sistem klasifikasi telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan konteks waktu tertentu, yang menunjukkan bahwa pendekatan dalam mengelompokkan lahan dapat bervariasi.

Buchori dan Tanjung (2013) menyatakan bahwa penggunaan lahan menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan genangan di sepanjang aliran sungai (DAS). Perambahan hutan dan konversi lahan nonproduktif menjadi area pertanian di daerah tangkapan air turut meningkatkan sedimentasi dan volume debit sungai, serta menghilangkan penutup lahan yang berperan dalam peresapan air hujan (Asdak, 2010). Selain itu, perubahan penggunaan lahan terutama di kawasan perkotaan, di mana ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai resapan air hujan bertransformasi menjadi area terbangun mengakibatkan penyusutan daerah resapan dan menurunnya kemampuan tanah menyerap hujan. Kondisi ini kemudian meningkatkan limpasan air permukaan, yang dapat memperburuk risiko banjir (Pontoh *et al.*, 2005).

2.4 Hydrologic Soil Group (HSG)

Kelompok Hidrologi Tanah (*Hydrologic Soil Group* atau HSG) merupakan sistem klasifikasi yang dikembangkan oleh USDA, untuk menilai potensi aliran limpasan (*Runoff*) dan kecepatan infiltrasi pada tanah yang jenuh. Dalam sistem ini, para ahli tanah menganalisis tekstur tanah guna memperkirakan kapasitas infiltrasi, sehingga tanah dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori utama yang masing-masing diberi kode huruf A, B, C, dan D yang tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kelompok Hidrologi Tanah berdasarkan Tekstur Tanah

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

Sumber; U.S. *Soil Conservation Service* (1972)

Menurut Triatmodjo (2010), tanah dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok HSG (A, B, C, dan D) berdasarkan potensi limpasan dan laju infiltrasi saat tanah jenuh. Kelompok A memiliki limpasan paling rendah dan laju infiltrasi tertinggi, biasanya ditemui pada tanah bertekstur pasir dalam atau kerikil kasar. Kelompok B dicirikan oleh limpasan sedang dengan laju infiltrasi menengah, umumnya bertekstur pasir berlempung hingga lempung ringan yang memungkinkan air meresap lebih cepat dibandingkan dengan kelompok di bawahnya. Kelompok C menunjukkan limpasan yang cenderung tinggi dan laju infiltrasi lambat, sering kali mengandung liat atau koloid halus yang menghambat penetrasi air. Sedangkan kelompok D menghasilkan limpasan yang sangat tinggi karena laju infiltrasinya sangat lambat; kondisi ini umumnya ditemui pada tanah lempung dengan kepadatan tinggi atau tanah dangkal di atas lapisan kedap air sehingga menghambat peresapan air ke dalam tanah.

Penjelasan tersebut sejalan dengan temuan, yang menekankan bahwa penetapan HSG didasarkan pada karakter fisik dan hidrologi tanah, terutama tekstur dan laju infiltrasinya. Selain itu, *National Engineering Handbook* (USDA NRCS, 2009) juga menggunakan pengelompokan HSG untuk perhitungan limpasan melalui metode *Curve Number*, di mana tanah pada kelompok A menghasilkan limpasan lebih rendah dibandingkan dengan tanah pada kelompok D. Dengan demikian, menurut Triatmodjo (2010) serta jurnal-jurnal lain, keempat kelompok HSG memainkan peranan penting dalam memprediksi besaran aliran permukaan dan merancang sistem pengelolaan air yang tepat untuk berbagai jenis lahan.

Pengelompokan *Hidrologic Soil Group* (HSG) memiliki dampak besar terhadap jumlah limpasan permukaan. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada sifat fisik tanah khususnya tekstur dan tingkat infiltrasi yang menentukan seberapa cepat air meresap ke dalam tanah. Klasifikasi HSG ini juga merupakan komponen penting dalam perhitungan menggunakan metode *Curve Number* (CN), di mana nilai CN yang rendah mencerminkan potensi limpasan yang kecil dan sebaliknya. Dengan memahami hubungan antara HSG dan limpasan permukaan, perencana serta insinyur dapat merancang sistem drainase dan pengelolaan air yang lebih efisien guna mengurangi risiko banjir dan erosi.

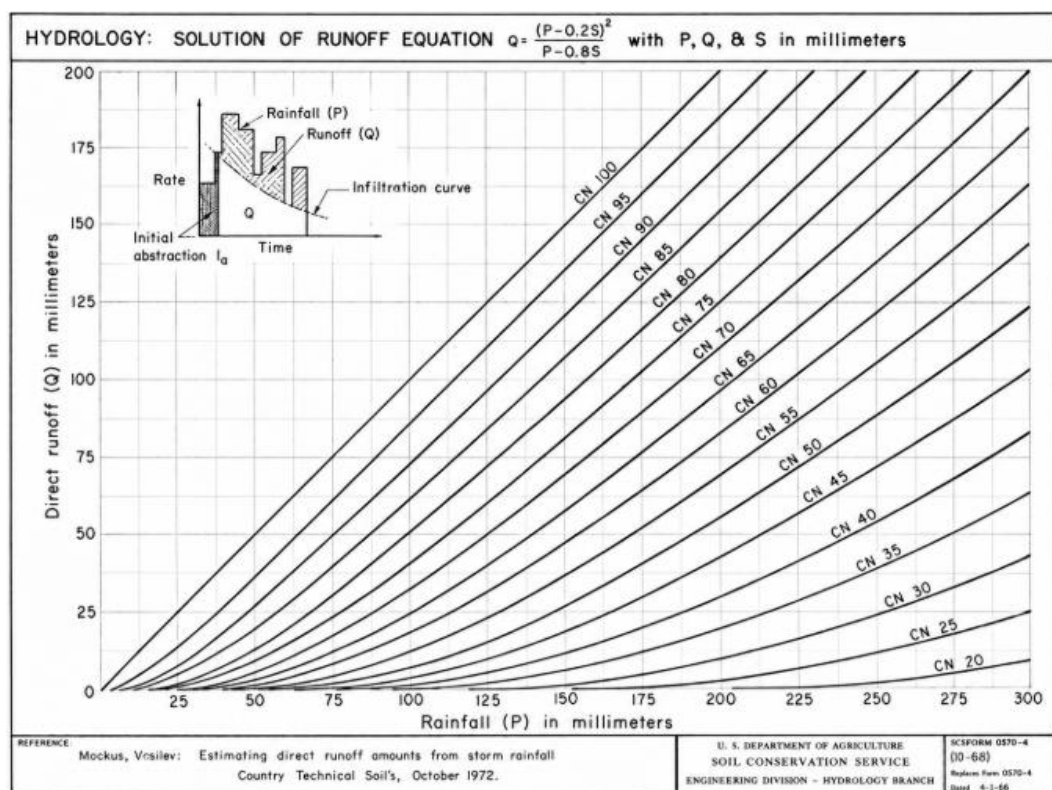
2.5 Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN)

Metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) merupakan suatu pendekatan empiris yang dikembangkan oleh *United States Department of Agriculture – Soil Conservation Service* (USDA-SCS) untuk memperkirakan besarnya limpasan permukaan yang terjadi akibat hujan (USDA, 2009). Metode ini banyak digunakan karena mampu mengintegrasikan berbagai karakteristik hidrologi daerah aliran sungai (DAS), seperti jenis tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kelembaban tanah sebelum hujan. Konsep dasarnya didasarkan pada hubungan antara hujan total, kapasitas infiltrasi tanah, dan limpasan yang terbentuk di permukaan.

Nilai *Curve Number* (CN) pada metode ini berperan penting sebagai parameter yang menggambarkan potensi limpasan. Nilai CN ditentukan berdasarkan

kombinasi antara kelompok tanah hidrologis (*Hydrologic Soil Group* atau HSG) dan jenis penggunaan lahan, kemudian disesuaikan dengan kondisi kelembaban tanah atau *Antecedent Moisture Condition* (AMC). Nilai CN berkisar antara 0 hingga 100, di mana nilai rendah menunjukkan kemampuan infiltrasi tanah yang tinggi (limpasan kecil), sedangkan nilai tinggi menunjukkan tanah jenuh atau tertutup permukaan kedap air yang menghasilkan limpasan besar (Ponce & Hawkins, 1996).

Metode SCS-CN telah banyak digunakan dalam studi hidrologi karena kesederhanaannya, efisiensi penerapan, serta kemampuan menghubungkan kondisi fisik DAS dengan besarnya limpasan permukaan (Ramadan *et al.*, 2020). Selain itu, metode ini dapat diintegrasikan dengan sistem informasi geografis (SIG) untuk melakukan analisis spasial nilai CN secara lebih akurat. Oleh karena itu, metode SCS-CN menjadi salah satu pendekatan yang andal dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air, perancangan sistem drainase, konservasi tanah, dan evaluasi potensi banjir di suatu wilayah.



Gambar 2. Diagram Perhitungan Volume Limpasan (Q,mm) berdasarkan Masukan Hujannya (P, mm) dan nilai CN

2.6 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas tanah sambil membawa partikel tanah dan zat lain.

Limpasan ini terjadi ketika intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi tanah. Saat laju infiltrasi telah mencapai batasnya, air akan mulai mengisi cekungan-cekungan kecil yang terdapat pada permukaan tanah. Ketika cekungan tersebut sudah penuh, kelebihan air akan mengalir di atas permukaan tanah, yang dikenal sebagai limpasan permukaan (*Surface Runoff*). Berdasarkan karakteristiknya, limpasan ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *sheet Runoff* dan *Rill Runoff*. Namun, jika aliran air tersebut telah masuk ke dalam sistem saluran atau sungai, maka disebut sebagai *Streamflow Runoff* (Asdak, 2010).

Limpasan permukaan dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam faktor meteorologi dan faktor fisik lahan. Faktor meteorologi mencakup intensitas, durasi, serta distribusi hujan, di mana curah hujan dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat cenderung menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan berintensitas rendah tetapi berdurasi panjang. Sementara itu, faktor fisik lahan meliputi karakteristik tanah, tutupan lahan, kemiringan lereng, serta kondisi kelembaban tanah sebelum hujan turun. Tanah yang memiliki daya infiltrasi rendah, seperti tanah liat, akan menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berpasir yang memiliki kapasitas infiltrasi lebih tinggi. Selain itu, daerah dengan vegetasi yang baik dapat mengurangi limpasan karena akar tanaman membantu meningkatkan infiltrasi dan menahan air hujan (Asdak, 2010).

Untuk mengukur limpasan, terdapat berbagai metode yang dapat diterapkan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Metode langsung melibatkan penggunaan perangkat seperti penakar hujan dan stasiun hidrologi guna mengukur debit aliran pada suatu wilayah tertentu. Di sisi lain, metode tidak langsung umumnya mengandalkan pemodelan hidrologi, seperti metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN), yang memperkirakan volume limpasan berdasarkan karakteristik tanah, curah hujan, serta tata guna lahan. Pemodelan ini

menjadi pilihan yang banyak digunakan karena lebih praktis dan dapat diterapkan di wilayah yang luas meskipun data pengukuran langsung terbatas (USDA, 2009).

Dampak limpasan permukaan terhadap lingkungan cukup signifikan, terutama dalam hal erosi tanah, pencemaran air, dan peningkatan risiko banjir. Limpasan yang besar dapat menyebabkan terkikisnya lapisan tanah bagian atas, yang berkontribusi terhadap degradasi lahan serta sedimentasi di badan air seperti sungai dan waduk. Selain itu, limpasan juga dapat membawa berbagai zat pencemar, seperti pestisida, pupuk, dan limbah industri, ke sumber air, yang berpotensi menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Dalam lingkungan perkotaan, tingginya limpasan akibat permukaan kedap air, seperti jalan dan bangunan, dapat memperbesar risiko banjir dan mengurangi efektivitas sistem drainase. Oleh karena itu, pengelolaan limpasan yang optimal, melalui perencanaan tata guna lahan yang baik, pengembangan sistem drainase berkelanjutan, serta penerapan teknik konservasi tanah, menjadi langkah penting untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan (Ponce, 1996).

2.7 *El-Nino* dan Dampaknya

El-Nino merupakan fenomena iklim yang terjadi secara periodik dan ditandai oleh peningkatan suhu permukaan laut di kawasan tengah hingga timur Samudra Pasifik tropis. Kejadian ini berpengaruh terhadap pola cuaca global, terutama dalam hal distribusi curah hujan dan perubahan suhu di berbagai belahan dunia. Proses terjadinya *El-Nino* berkaitan dengan interaksi kompleks antara atmosfer dan lautan, di mana perubahan pola angin pasat mengakibatkan akumulasi air hangat di bagian timur Pasifik. Kondisi ini mengganggu pola sirkulasi atmosfer dan berimbas pada sistem iklim di berbagai wilayah (Cai *et al.*, 2015).

Dampak *El-Nino* terhadap iklim regional cukup signifikan. Contohnya, fenomena *El-Nino* yang terjadi pada tahun 2015-2016 menyebabkan perubahan drastis dalam pola curah hujan di berbagai daerah. Beberapa wilayah mengalami kekeringan ekstrem, seperti di sebagian besar kawasan Afrika, sementara wilayah lain, seperti Amerika Selatan, justru dilanda banjir besar. Selain itu, fenomena ini

juga berkontribusi terhadap kenaikan suhu global, di mana tahun 2015 tercatat sebagai salah satu tahun terpanas dalam sejarah (NCEI, 2016).

Selain memengaruhi kondisi iklim secara umum, *El-Nino* juga memberikan dampak besar terhadap hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). Pergeseran pola curah hujan yang terjadi akibat fenomena ini dapat memengaruhi ketersediaan air di DAS, yang berdampak pada aliran sungai, kapasitas waduk, serta suplai air untuk keperluan irigasi dan kebutuhan rumah tangga. Misalnya, perubahan luas tutupan hutan di DAS Citarum Hulu telah berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi di daerah tersebut, di mana dampak *El-Nino* dapat memperburuk kondisi hidrologis yang sudah ada (Salim *et al.*, 2019).

2.8 Kondisi *Antecedent Moisture Condition* (AMC)

Antecedent Moisture Condition (AMC) mengacu pada tingkat kelembapan tanah sebelum hujan terjadi, yang memengaruhi jumlah limpasan permukaan yang dihasilkan. AMC dikategorikan menjadi tiga kelas: AMC I (kondisi kering), AMC II (kondisi normal), dan AMC III (kondisi basah). AMC I mencerminkan tanah yang hampir kering, AMC II mewakili kondisi kelembapan rata-rata, sementara AMC III menunjukkan tanah yang hampir jenuh atau jenuh akibat curah hujan sebelumnya. Klasifikasi ini didasarkan pada total curah hujan selama lima hari sebelum hujan utama dan bervariasi antara musim tanam dan musim tidak tanam. Pemahaman yang tepat tentang kondisi AMC sangat penting dalam perhitungan limpasan menggunakan metode *Curve Number* (CN) yang dikembangkan oleh *Soil Conservation Service* (SCS), karena nilai CN akan disesuaikan berdasarkan kategori AMC untuk menghasilkan estimasi limpasan yang akurat. (Silveira *et al.*, 2000)

Tingkat kelembapan tanah ini sangat memengaruhi besarnya limpasan permukaan. Pada kondisi AMC I, kemampuan tanah dalam menyerap air cukup tinggi sehingga limpasan yang terjadi relatif kecil. Sebaliknya, pada AMC III, tanah cenderung jenuh air sehingga infiltrasi berkurang dan limpasan permukaan meningkat signifikan. Oleh karena itu, memahami kondisi awal kelembapan tanah

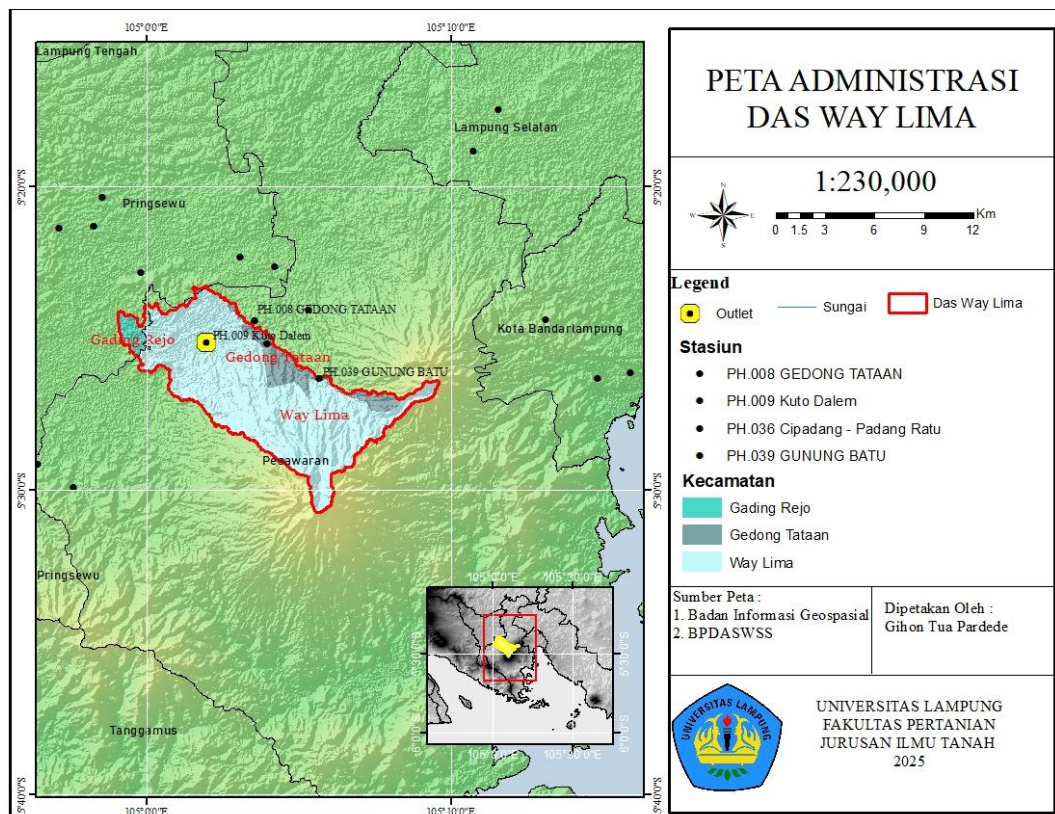
menjadi faktor kunci dalam analisis limpasan, terutama dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air dan strategi mitigasi banjir.

Selain itu, nilai *Curve Number* (CN) dalam metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) juga sangat dipengaruhi oleh AMC. CN adalah parameter yang menunjukkan potensi limpasan suatu wilayah berdasarkan jenis tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kelembaban tanah sebelum hujan terjadi. Nilai CN cenderung lebih rendah pada AMC I karena infiltrasi lebih besar, sedangkan pada AMC III, nilai CN meningkat akibat menurunnya kapasitas tanah dalam menyerap air. Oleh sebab itu, penyesuaian nilai CN terhadap kondisi AMC sangat penting untuk menghasilkan estimasi limpasan yang lebih akurat sesuai dengan kondisi aktual lahan sebelum hujan terjadi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2025 sampai dengan Agustus 2025. Lokasi penelitian dilakukan di DAS Way Lima dengan luas 9.428 hektar yang secara administrasi meliputi Kecamatan Way Lima, Gedong Tataan, Teluk Pandan, Way Ratai yang berada di Provinsi Lampung. Analisis limpasan permukaan dan tekstur tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



Gambar 3. Peta Administrasi DAS Way Lima

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *device* atau laptop, *software ArcGIS* versi 10.3, *Avenza map*, *Conota Camera*, *Microsoft Excel 2021*, *Microsoft Word 2021*, timbangan, tabung Erlenmeyer 250 ml, pengaduk listrik, hidrometer, *stopwatch*, termometer, tabung sedimentasi dan ayakan 2 mm. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah, larutan kalgon, aquades, peta *Digital Elevation Model (DEM)*, peta penggunaan lahan, data debit harian dan data curah hujan tahun 2022 dan 2023.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

3.3.1 Karakteristik Curah Hujan

Dalam penelitian ini, Pos Hujan Kuto Dalem (PH 009) digunakan sebagai stasiun (*input*) utama karena mewakili DAS. Oleh karena itu, analisis karakteristik curah hujan yang meliputi total curah hujan tahunan, frekuensi, hari hujan, *Wet spell*, dan kejadian hujan lebat difokuskan pada data dari PH 009, agar perbandingan antara tahun normal (2022) dan tahun fenomena *El-Nino* (2023) tetap valid. Sementara itu, data dari tiga pos hujan lainnya digunakan sebagai data pendukung untuk melihat kecenderungan umum curah hujan di seluruh DAS melalui perhitungan rerata sederhana serta sebagai tambahan interpretasi terhadap pola sebaran hujan.

Pemilihan parameter analisis ini bertujuan memberikan gambaran kuantitatif mengenai intensitas, frekuensi, dan penyebaran hujan yang memiliki keterkaitan erat dengan potensi terbentuknya limpasan permukaan (Syafuruddin, 2019). Selain itu, kajian terhadap durasi hujan berturut-turut (*Wet spell*) diperlukan untuk mengidentifikasi konsistensi kejadian hujan dalam suatu periode, sebagaimana dinyatakan Aldrian dan Susanto (2003), sehingga penting dalam menilai potensi banjir maupun kekeringan pada wilayah tropis seperti Lampung.

Data tahun 2022 merepresentasikan kondisi curah hujan normal, sedangkan tahun 2023 dipengaruhi fenomena *El-Nino* yang ditandai dengan penurunan curah hujan

dan berkurangnya jumlah hari hujan. Perbandingan kedua kondisi tersebut memberikan gambaran mengenai pengaruh variabilitas iklim terhadap distribusi curah hujan di DAS Way Lima dan implikasinya terhadap potensi limpasan permukaan.

a. Total Curah Hujan Tahunan (mm/tahun)

Total curah hujan tahunan merupakan akumulasi seluruh curah hujan harian dalam satu tahun dan menjadi indikator utama untuk memahami kondisi umum ketersediaan air pada suatu wilayah. Parameter ini penting untuk menilai perbedaan karakteristik iklim antar tahun serta untuk mengidentifikasi dampak fenomena iklim besar seperti *El-Nino*.

Dalam penelitian ini, total curah hujan tahunan dihitung menggunakan data harian dari stasiun PH 009 sebagai stasiun utama. Perbandingan antara tahun 2022 dan 2023 menunjukkan bahwa total curah hujan pada tahun 2023 mengalami penurunan signifikan. Kondisi ini konsisten dengan karakteristik fenomena *El-Nino* yang umumnya menyebabkan berkurangnya pembentukan awan di wilayah Indonesia. Penurunan total curah hujan tersebut turut berkontribusi pada peningkatan potensi kekeringan meteorologis serta menurunkan input air permukaan yang masuk ke sistem hidrologi DAS Way Lima.

b. Hari Hujan (*Rainy Days*)

Hari hujan didefinisikan sebagai hari dengan curah hujan ≥ 1 mm. Parameter ini digunakan untuk menilai seberapa sering hujan terjadi pada suatu periode serta untuk membandingkan frekuensi kejadian hujan antar tahun. Dalam penelitian ini, jumlah hari hujan dianalisis menggunakan data dari PH 009 sebagai stasiun utama, sedangkan tiga stasiun lainnya digunakan sebagai pembanding umum untuk melihat kecenderungan regional. Jumlah hari hujan yang lebih rendah pada tahun 2023 menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari fenomena *El-Nino* terhadap penurunan frekuensi hujan di DAS Way Lima.

c. *Wet spell* (Hari Hujan Berturut-Turut)

Wet spell merupakan periode ketika terjadi hujan berturut-turut selama satu atau beberapa hari, tanpa jeda hari kering. Parameter ini penting karena *Wet spell* panjang dapat meningkatkan kejenuhan tanah yang pada gilirannya berpotensi memperbesar limpasan permukaan. Analisis *Wet spell* dilakukan berdasarkan urutan data harian PH 009 untuk tahun 2022 dan 2023, dengan mencatat durasi *Wet spell* terpanjang dan frekuensi kejadiannya. Hasil analisis umumnya menunjukkan bahwa tahun 2023 memiliki *Wet spell* yang lebih pendek dan lebih jarang, yang sejalan dengan kondisi *El-Nino* yang mengurangi konsistensi kejadian hujan.

d. Kejadian Hujan Lebat (>50 mm/hari)

Kriteria hujan lebat mengacu pada klasifikasi BMKG, yaitu kejadian hujan harian dengan intensitas > 50 mm/hari. Parameter ini digunakan untuk menilai kejadian hujan ekstrem yang berpotensi menimbulkan limpasan permukaan tinggi dan kejadian banjir lokal. Identifikasi dilakukan dengan menyeleksi data intensitas harian pada PH 009 dan mencatat jumlah kejadian hujan lebat pada setiap tahun pengamatan. Secara umum, kejadian hujan lebat pada tahun 2023 lebih sedikit dibandingkan tahun 2022, menunjukkan bahwa *El-Nino* tidak hanya mengurangi akumulasi curah hujan, tetapi juga menurunkan frekuensi hujan ekstrem di wilayah DAS Way Lima.

3.3.2 Soil Conservation Service

Metode *Soil Conservation Service* (SCS) digunakan untuk memperkirakan besarnya limpasan permukaan berdasarkan hubungan antara curah hujan dan karakteristik fisik wilayah. Metode ini dikembangkan oleh USDA-SCS dan banyak digunakan karena perhitungannya sederhana namun cukup akurat dalam menggambarkan respon hidrologi suatu daerah (Asdak, 2010).

Dalam penelitian ini, metode SCS diterapkan untuk menganalisis limpasan permukaan di DAS Way Lima menggunakan data curah hujan harian tahun 2022 dan 2023. Pendekatan ini mempertimbangkan faktor-faktor utama seperti

kelembapan tanah sebelumnya, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Metode SCS sesuai digunakan pada DAS Way Lima karena kondisi topografinya yang bervariasi dari hulu hingga hilir, sehingga mampu menggambarkan perbedaan potensi limpasan antar wilayah secara lebih representatif.

3.4 Parameter Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai parameter yang berperan penting dalam analisis limpasan permukaan dengan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN). Parameter-parameter yang dipertimbangkan meliputi curah hujan, kelompok tanah hidrologis (HSG), penggunaan lahan, kondisi kelembapan tanah sebelum hujan (AMC), kapasitas retensi maksimum tanah (S), serta besarnya limpasan permukaan yang dihasilkan (Q). Setiap parameter memiliki keterkaitan dalam menentukan respons hidrologi suatu daerah terhadap curah hujan. Pemilihan parameter ini didasarkan pada ketersediaan data serta relevansinya dalam mengestimasi limpasan di DAS Way Lima selama periode penelitian.

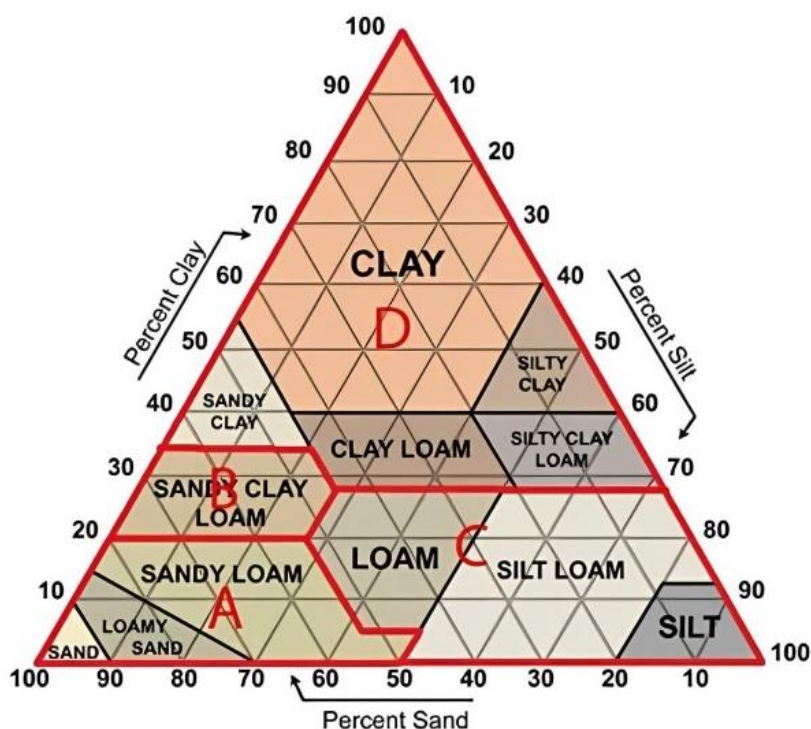
3.4.1 Curah Hujan

Curah hujan digunakan sebagai parameter utama dalam perhitungan limpasan permukaan dengan metode *Soil Conservation Service-Curve Number* (SCS-CN). Besarnya curah hujan memengaruhi jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah dan menentukan volume limpasan yang terbentuk. Variasi curah hujan secara spasial dan temporal menjadi dasar dalam menilai respons hidrologi suatu daerah aliran sungai terhadap kejadian hujan. Oleh karena itu, parameter ini berperan penting dalam menentukan besarnya potensi limpasan di DAS Way Lima.

3.4.2 Hydrologic Soil Group (HSG)

Karakteristik tanah dalam menyerap dan mengalirkan air sangat bervariasi, membuat klasifikasi Kelompok Tanah Hidrologis (HSG) menjadi penting untuk mengidentifikasi sifat infiltrasi tanah pada wilayah studi. Pengamatan infiltrasi dapat dilakukan melalui pengumpulan data primer dengan menganalisis tekstur tanah. Komposisi tekstur tanah merupakan faktor krusial untuk memahami kapasitas infiltrasi karena berhubungan erat dengan dimensi partikel dan distribusi

ruang pori yang dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 4. Sistem HSG membagi tanah menjadi empat golongan: A, B, C, dan D, dengan kemampuan infiltrasi yang berbeda-beda. Tanah berkategori HSG A memiliki daya serap air yang tinggi, sedangkan tanah HSG D cenderung menghasilkan aliran permukaan lebih banyak karena kemampuan infiltrasi yang terbatas. Penetapan klasifikasi HSG ini sangat menentukan dalam perhitungan nilai Bilangan Kurva (*Curve Number /CN*) yang diaplikasikan untuk estimasi limpasan permukaan.



Gambar 4. Pembagian HSG dalam Segitiga Tekstur

3.4.3 Curve Number

Curve Number (CN) merupakan parameter utama dalam metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) yang berfungsi untuk menggambarkan kemampuan suatu wilayah dalam meresapkan air hujan dan menghasilkan limpasan permukaan. Nilai CN menunjukkan potensi limpasan dari suatu area dan sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu kelompok tanah hidrologis (*Hydrologic Soil Group/HSG*), penggunaan lahan, serta kondisi kelembaban tanah sebelum hujan (*Antecedent Moisture Condition/AMC*).

Dalam penelitian ini, nilai CN ditentukan melalui proses *overlay* antara peta penggunaan lahan dan peta kelompok tanah hidrologis di wilayah DAS Way Lima. Setiap kombinasi antara jenis tanah dan tipe penggunaan lahan menghasilkan nilai CN tertentu yang mengacu pada tabel standar *United States Department of Agriculture* (USDA, 2009). Nilai CN yang diperoleh menggambarkan tingkat kemampuan infiltrasi tanah terhadap air hujan semakin tinggi nilai CN, semakin kecil kemampuan tanah menyerap air, sehingga potensi limpasan permukaan semakin besar.

Untuk memperbaiki ketelitian estimasi limpasan, penyesuaian nilai CN dilakukan terhadap kondisi kelembaban tanah. CN-II digunakan sebagai kondisi standar (normal), sedangkan CN-I dan CN-III disesuaikan untuk kondisi tanah kering dan jenuh berdasarkan klasifikasi *Antecedent Moisture Condition*. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih representatif mengenai karakteristik hidrologi DAS Way Lima, khususnya dalam membedakan potensi limpasan pada tahun normal (2022) dan tahun dengan pengaruh *El-Nino* (2023).

3.4.4 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di suatu daerah sangat mempengaruhi besar kecilnya limpasan permukaan yang terjadi. Setiap jenis tutupan lahan seperti hutan, permukiman, lahan pertanian, atau kawasan industri memiliki nilai *Curve Number* (CN) yang berbeda-beda. Umumnya, wilayah yang masih berupa hutan memiliki nilai CN yang lebih rendah karena daya resap tanahnya masih tinggi. Sebaliknya, wilayah yang sudah berubah fungsi menjadi permukiman atau lahan pertanian cenderung memiliki nilai CN lebih tinggi, yang berarti potensi limpasan permukaannya lebih besar.

Dalam penelitian ini, data penggunaan lahan diperoleh dari peta terbaru yang merepresentasikan kondisi aktual di DAS Way Lima, yaitu data tahun 2022 dan tahun 2023. Data ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai CN yang akan digunakan dalam perhitungan limpasan permukaan dengan metode SCS-CN. Penentuan nilai CN dilakukan dengan mengacu pada tabel referensi dari *Soil Conservation Service* (SCS), seperti yang disajikan pada lampiran Tabel 4. Proses

penentuan nilai CN melibatkan analisis tumpang susun (*overlay*) antara peta penggunaan lahan dengan peta kelompok hidrologi tanah (*Hydrologic Soil Group/HSG*) yang telah diklasifikasikan sebelumnya. Dari hasil *overlay* ini, diperoleh unit-unit hidrologi yang homogen, yaitu wilayah-wilayah kecil dengan kombinasi tertentu antara jenis penggunaan lahan dan tipe tanah.

Setiap unit hidrologi tersebut kemudian diberikan nilai CN berdasarkan kombinasinya. Sebagai contoh, area permukiman dengan kepadatan sedang yang berada di atas tanah HSG B memiliki nilai CN sebesar 85. Sementara itu, area hutan dengan kondisi baik pada tanah yang sama memiliki nilai CN yang lebih rendah, yaitu 55.

3.4.5 Kondisi Kelembaban Tanah/ *Antecedent Moisture Condition* (AMC)

Sebelum hujan terjadi, tanah memiliki kondisi kelembaban tertentu yang mempengaruhi kemampuannya dalam menyerap air. Parameter ini dikenal sebagai *Antecedent Moisture Condition* (AMC) dan diklasifikasikan ke dalam tiga kondisi, yaitu AMC I (kering), AMC II (normal), dan AMC III (jenuh). Pada AMC I, tanah dalam kondisi kering sehingga infiltrasi lebih tinggi dan limpasan lebih sedikit. AMC II merupakan kondisi tanah normal yang digunakan sebagai standar dalam tabel *Curve Number* (CN), sedangkan AMC III menunjukkan kondisi tanah yang telah jenuh air akibat hujan sebelumnya, sehingga limpasan yang terjadi lebih besar.

Pendugaan limpasan permukaan diawali dengan menentukan kondisi kelembaban tanah awal (AMC) berdasarkan curah hujan harian. Data curah hujan yang digunakan diambil dari pos hujan terpilih yang memiliki jumlah curah hujan mendekati rerata wilayah penelitian. Penentuan kelas AMC dilakukan berdasarkan akumulasi curah hujan selama lima hari berturut-turut sebelum hujan utama, dengan klasifikasi berbeda antara musim tumbuh (*growing season*) dan musim tidak tumbuh (*dormant season*) sebagaimana disajikan pada tabel 2.

Untuk meningkatkan akurasi perhitungan limpasan, nilai CN pada kondisi AMC II dapat disesuaikan menjadi AMC I atau AMC III dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CN_I = \frac{4,2 \times CN_{II}}{10 - 0,058 \times CN_{II}} \dots \dots \dots (1)$$

$$CN_{II} = HSG$$

$$CN_{III} = \frac{23 \times CN_{II}}{10 + 0,13 \times CN_{II}} \dots \dots \dots (2)$$

Nilai CN II diperoleh dari hasil *overlay* antara peta penggunaan lahan dan kelompok hidrologi tanah (HSG). Dengan demikian, penyesuaian nilai CN berdasarkan kondisi AMC dapat memberikan hasil estimasi limpasan permukaan yang lebih realistis terhadap kondisi aktual tanah di DAS Way Lima. Kriteria AMC ini ditentukan berdasarkan akumulasi curah hujan selama 5 hari berturut-turut sebelum hujan utama sebagai berikut:

Tabel 2. Kondisi Kelembaban Tanah/ *Antecedent Moisture Condition* (AMC)

Kondisi AMC	Deskripsi	Musim Tidak Tumbuh (<i>Dormant Season</i>)	Musim Tumbuh (<i>Growing Season</i>)
AMC I	Tanah kering, infiltrasi tinggi, limpasan kecil	< 13 mm	< 36 mm
AMC II	Tanah lembap/normal, kondisi standar dalam tabel CN	13 – 28 mm	36 – 53 mm
AMC III	Tanah jenuh, infiltrasi rendah, limpasan besar	> 28 mm	> 53 mm

Sumber: *McCuen*, R.H. (1982)

Dormant season biasanya mengacu pada musim kemarau atau saat vegetasi tidak aktif, sedangkan *growing season* merujuk pada musim hujan atau masa pertumbuhan tanaman. Penyesuaian nilai CN berdasarkan kondisi AMC ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi dalam perhitungan limpasan permukaan, agar sesuai dengan kondisi aktual kelembaban tanah saat peristiwa hujan terjadi.

3.4.6 Kapasitas Retensi Maksimum (S)

Kapasitas retensi maksimum tanah (S) merupakan jumlah air yang dapat disimpan dalam tanah sebelum terjadi limpasan. Nilai S dipengaruhi oleh nilai CN, di mana semakin tinggi CN, semakin kecil kapasitas retensi tanah. Kapasitas retensi ini dihitung menggunakan rumus:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan ambang batas curah hujan yang dapat diserap oleh tanah sebelum menghasilkan limpasan. Dengan mengetahui kapasitas retensi tanah, perkiraan limpasan dapat dilakukan dengan lebih akurat berdasarkan karakteristik tanah dan penggunaan lahan di DAS Way Lima.

3.4.7 Limpasan Permukaan (Q)

Limpasan permukaan (Q) adalah air hujan yang tidak terserap oleh tanah dan mengalir di atas permukaan lahan. Dalam metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN), limpasan dihitung berdasarkan hubungan antara total curah hujan (P) dan kemampuan tanah untuk menahan air atau kapasitas retensi maksimum (S). Salah satu asumsi penting dalam metode ini adalah bahwa tidak akan terjadi limpasan jika curah hujan lebih kecil atau sama dengan 20% dari nilai S (0.2S).

Nilai 0.2S ini disebut sebagai *initial abstraction* (Ia), yaitu jumlah air hujan yang hilang lebih dulu sebelum menghasilkan limpasan. Air ini bisa hilang karena meresap ke dalam tanah (infiltrasi awal), tertahan di daun dan tanaman (intersepsi), menguap kembali (evaporasi), atau tertampung di cekungan kecil di permukaan tanah. Jadi, selama curah hujan belum melebihi nilai 0.2S, air hujan hanya akan terserap atau tertahan, dan tidak mengalir sebagai limpasan.

Angka 0.2S sendiri bukan sembarangan, melainkan didapat dari hasil penelitian lapangan oleh *Soil Conservation Service* (SCS) yang menganalisis ribuan data hujan dan limpasan. Mereka menemukan bahwa, secara umum, sekitar 20% dari kapasitas tanah digunakan untuk menyerap air hujan di awal. Oleh karena itu, metode ini menggunakan asumsi $Ia = 0.2S$ untuk mempermudah perhitungan.

Jika curah hujan melebihi 0.2S, maka barulah terjadi limpasan permukaan, yang dihitung dengan rumus: $Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)}$ pada gambar 2.

Hasil perhitungan limpasan ini akan digunakan untuk mengevaluasi dampak perubahan curah hujan terhadap respon hidrologi DAS Way Lima, terutama dalam konteks fenomena *El-Nino* 2023. Dengan demikian, estimasi limpasan yang diperoleh dapat menjadi dasar dalam analisis lebih lanjut terkait potensi risiko banjir serta upaya mitigasi yang dapat dilakukan di wilayah penelitian.

3.5 Teknik Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan kunci untuk memastikan akurasi dan representativitas hasil. Pertama, data curah hujan dianalisis menggunakan metode rerata, yaitu dengan menghitung rata-rata curah hujan dari seluruh stasiun hujan yang mewakili wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Lima. Metode ini dipilih karena penyebaran stasiun hujan relatif merata dan perbedaan elevasi antar stasiun tidak signifikan, sehingga hasil perhitungan mampu menggambarkan kondisi curah hujan wilayah secara umum. Klasifikasi *Hydrologic Soil Group* (HSG) dan *Curve Number* (CN) dalam penelitian ini mengacu pada tabel standar yang disusun oleh Arsyad (2010). HSG dikategorikan berdasarkan karakteristik infiltrasi tanah, yang terdiri dari kelompok A (infiltrasi tinggi) hingga D (infiltrasi rendah). Sementara itu, nilai CN ditentukan berdasarkan jenis penggunaan lahan, kondisi hidrologi, serta kelompok hidrologi tanah. Nilai CN ini digunakan dalam perhitungan limpasan permukaan menggunakan metode *Soil Conservation Service - Curve Number* (SCS-CN).

Proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *ArcGIS*, yang memungkinkan pemetaan spasial dan perhitungan limpasan berdasarkan parameter hidrologi dan distribusi curah hujan. Nilai *Curve Number* (CN) diperoleh berdasarkan kombinasi antara jenis penggunaan lahan dan kelompok tanah hidrologi (HSG), yang mengacu pada tabel standar CN dari USDA NRCS (lihat Lampiran 1 tabel 15). Penyesuaian nilai CN juga dilakukan berdasarkan

kondisi kelembaban tanah (*Antecedent Moisture Condition/AMC*) untuk menghasilkan estimasi limpasan yang lebih akurat.

3.6 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut:

3.6.1 Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh langsung melalui observasi lapangan, yang melibatkan pengamatan dan pencatatan kondisi aktual di lokasi penelitian. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan informasi yang akurat dan relevan, sesuai dengan kebutuhan penelitian, sehingga meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil yang diperoleh.

a. Tekstur Tanah

Data mengenai tekstur tanah dikumpulkan melalui observasi lapangan untuk mengambil sampel tanah di DAS Way Lima dan sampel tersebut akan dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Tekstur tanah, yang menunjukkan perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu, dan liat, berperan penting dalam menentukan karakteristik fisik tanah. Pengambilan sampel tanah tersebut selanjutnya akan di analisis dengan menggunakan metode hidrometer (Afandi, 2019). Data tekstur tanah yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan Kelompok Hidrologi Tanah (*Hydrologic Soil Group/HSG*), yang merupakan klasifikasi tanah berdasarkan laju infiltrasi dan potensi limpasan permukaan. Penentuan HSG ini penting dalam model hidrologi untuk memprediksi limpasan permukaan dan perencanaan konservasi tanah dan air.

b. Kondisi Tutupan Lahan

Penelitian ini mengumpulkan data tutupan lahan melalui observasi lapangan untuk memastikan akurasi informasi yang diperoleh. Metode ini melibatkan pengamatan langsung dan pencatatan kondisi aktual di lokasi penelitian, memungkinkan

pengumpulan data primer yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tahapan pengumpulan data meliputi survei lapangan menggunakan perangkat *Global Positioning System (GPS)* untuk memetakan dan mencatat jenis penggunaan lahan saat ini, termasuk kategori seperti hutan, lahan pertanian, permukiman, dan badan air. Data ini kemudian dianalisis lebih lanjut untuk memahami perubahan penggunaan dan tutupan lahan, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penggunaan observasi langsung dalam pengumpulan data tutupan lahan penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan, meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil penelitian, serta mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya lahan yang lebih efektif.

3.6.2 Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder dikumpulkan dari berbagai instansi terkait untuk mendukung analisis limpasan permukaan di DAS Way Lima. Penggunaan data sekunder ini penting untuk melengkapi kebutuhan informasi dalam menganalisis limpasan permukaan secara komprehensif dan akurat. Data sekunder yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Sekunder Penelitian

No.	Jenis Data	Sumber Data
1.	Peta DEM (<i>Digital Elevation Model</i>) 30 M dan peta sungai	Badan Informasi Geospasial
2.	Data curah hujan dan data debit harian tahun 2022 dan 2023	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung
3.	Peta batas DAS Way Lima	Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung
4.	Peta penggunaan lahan tahun 2022 dan 2023	Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan Bandar Lampung
5.	Satuan peta tanah DAS Way Lima	Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (Pusat Penelitian Tanah)

3.7 Analisis Data

Penelitian ini juga berfokus pada analisis dampak perubahan curah hujan terhadap limpasan permukaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Lima. Menurut BMKG (2023) perubahan pola curah hujan, terutama akibat fenomena iklim seperti *El-*

Nino yang terjadi pada 2022-2023, dapat memengaruhi besarnya limpasan yang terbentuk. Fenomena *El-Nino* diketahui menyebabkan penurunan curah hujan di beberapa wilayah Indonesia, yang berpotensi memengaruhi pola limpasan permukaan. Untuk memahami hubungan ini, dilakukan perhitungan limpasan pada berbagai skenario curah hujan guna mengidentifikasi pola perubahan yang terjadi. Dengan menggunakan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) dan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), distribusi limpasan di DAS Way Lima dapat divisualisasikan. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi area yang paling rentan mengalami peningkatan limpasan akibat perubahan curah hujan. Analisis ini memberikan wawasan mendalam mengenai dampak variabilitas curah hujan terhadap respons hidrologi suatu daerah, serta menjadi dasar dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi risiko banjir di wilayah tersebut.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait analisis limpasan permukaan pada DAS Way Lima maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis, total curah hujan di DAS Way Lima menurun dari 1.947 mm pada tahun 2022 menjadi 1.359 mm pada tahun 2023, atau berkurang sebesar 588 mm (30,2%). Penurunan ini juga diikuti oleh berkurangnya durasi *Wet spell* dari 74 hari menjadi 46 hari (37,8%) serta menurunnya kejadian hujan lebat (>50 mm) dari 27 menjadi 16 kejadian (40,7%), yang menunjukkan pengaruh signifikan fenomena *El-Nino* terhadap karakteristik curah hujan.
2. Total limpasan permukaan di DAS Way Lima menunjukkan penurunan dari 477,56 mm pada tahun 2022 menjadi 370,68 mm pada tahun 2023, atau berkurang sebesar 106,88 mm ($\pm 22,4\%$). Penurunan ini sejalan dengan berkurangnya total curah hujan pada tahun *El-Nino*, yang menunjukkan bahwa besarnya limpasan permukaan dipengaruhi secara langsung oleh kondisi curah hujan di wilayah DAS.

5.2 Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limpasan terbesar terjadi pada lahan pertanian kering campur. Oleh karena itu, diperlukan penerapan konservasi tanah dan air untuk meningkatkan infiltrasi, mengurangi limpasan, dan menurunkan risiko banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Zamroh, M. R. (2014). Analisis perubahan penggunaan lahan untuk pemukiman di Kecamatan Kaliwungu dengan sistem informasi geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 2(1), Oktober 2014.
- Afandi. (2019). *Metode Analisis Fisika Tanah*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 89 halaman.
- Aldrian, E., & Susanto, R. D. (2003). Identification of three domain rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface climatology. *Climatology*, 23, 1435–1452.
- Allan, R. J. (2000). ENSO and climatic variability in the past 150 years. Dalam H. F. Diaz & V. Markgraf (Eds.), *Multiscale Variability and Global and Regional Impacts* (pp. 3–55). Cambridge University Press.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air* (Edisi Kedua). Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2023). CEWS | Climate Early Warning System. Diakses dari <https://cews.bmkg.go.id/>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pesawaran. (2023). *Kabupaten Pesawaran dalam Angka 2023*. Pesawaran: BPS Kabupaten Pesawaran.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih-Way Sekampung (BPDAS-WSS). (2009). *Laporan Karakteristik Sub-DAS Way Lima*. Bandar Lampung.
- Buchori, I., & Tanjung, K. (2013). Developing a simulation model for predicting inundated areas affected by land use change: A case study of Keduang Sub-watershed. *The International Journal of Environmental Sustainability*, 9, 79–108.
- Budiawan, S. S. (2012). Pendugaan Debit Puncak Menggunakan Model Rasional dan SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number) (Studi Kasus di Sub-sub DAS Keyang, Slahung, dan Tempuran; Sub DAS Kali Madiun, DAS Solo). *Skripsi*. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

- Cai, W., Santoso, A., Wang, G., Weller, E., Wu, L., Ashok, K., & Yamagata, T. (2015). ENSO and greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 5(9), 849–859.
- Dwirani, F. (2019). Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan metode Polygon Thiessen di Kabupaten Lebak. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam*, 2(2), 139–146.
- Fuady, Z. (2013). Tinjauan daerah aliran sungai sebagai sistem ekologi dan manajemen daerah aliran sungai. *Jurnal Lentera*, 6(1).
- Harisagustinawati, H., Aswandi, A., & Sunarti, S. (2020). Karakter DAS Kambang berdasarkan analisis morfometri dan aspek biofisik. *Jurnal Daur Lingkungan*, 3(2), 38.
- Hartono, H., & Marfai, M. A. (2018). Smoke detection and visibility estimation using Himawari-8 satellite data over Sumatera and Borneo Island Indonesia. *Spatial Information Research*, 1–12.
- Kahya, E., & Dracup, J. A. (1993). US streamflow patterns in relation to the El-Nino Southern Oscillation. *Water Resources Research*, 29(8), 2491–2503.
- Kane, R. P. (1999). Some characteristics and precipitation effects of the El-Nino of 1997–1998. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 61, 1325–1346.
- Kastridis, A., Theodosiou, G., & Fotiadis, G. (2021). Investigation of flood management and mitigation measures in ungauged NATURA protected watersheds. *Journal of Hydrology*, 8(4), 170.
- McBride, J. L., Haylock, M. R., & Nicholls, N. (2003). Relationships between the maritime continent heat source and the El-Nino Southern Oscillation phenomenon. *American Meteorological Society*, 16, 2905–2914.
- McCuen, R. H. (1982). *Hydrologic Soil-Cover Complexes*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Muchtar, A., Wahyullah, W., Herawaty, H., Arsyad, U., & Fathurrahman, A. F. (2024). Estimasi limpasan permukaan dengan menggunakan metode CN modifikasi di Sub DAS Mamasa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1001–1008.
- Ponce, V. M. (1996). *Engineering Hydrology: Principles and Practices*. Prentice Hall.
- Pontoh, N. K., & Sudrajat, D. J. (2005). Hubungan perubahan penggunaan lahan dengan limpasan air permukaan: Studi kasus Kota Bogor. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 16(3), 44–56.
- Ramdhani, R., & Yustiana, F. (2023). *Tinjauan perhitungan debit limpasan permukaan dengan metode rasional modifikasi* (studi kasus drainase mikro kampus ITENAS). FTSP Series.

- Raymond, F., Ullmann, A., Trambly, Y., Drobinski, P., & Camberlin, P. (2016). Evolution of Mediterranean extreme dry spells during the wet season under climate change. *Regional Environmental Change*, 16(8), 2501–2515.
- Robichaud, P. R., & Hungerford, R. D. (2000). Water repellency by laboratory burning of four northern Rocky Mountain forest soils. *Journal of Hydrology*, 231–232, 207–219.
- Salim, A. G., Dharmawan, I. W. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh perubahan luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 333–340.
- Salsabila, A., & Nugraheni, I. L. (2020). *Pengantar Hidrologi*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja.
- Sentosa, A. K., Asdak, C., & Suryadi, E. (2021). Estimasi volume limpasan dan debit puncak Sub DAS Cikeruh menggunakan metode SCS-CN. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(1), 90–98.
- Setiawan, Dedi. 2021. Analisis Curah Hujan di Indonesia untuk Memetakan Daerah Potensi Banjir dan Tanah Longsor dengan Metode Cluster Fuzzy C-Means dan Singular Value Decomposition (SVD). *JURNAL EMACS (Engineering, Mathematics and Computer Science)*, 3(3), 115-120.
- Shrestha, S., Cui, S., Xu, L., Wang, L., Manandhar, B., & Ding, S. (2021). Impact of land use change due to urbanisation on surface runoff using GIS-based SCS–CN method: A case study of Xiamen City, China. *Land*, 10(8), 839. <https://doi.org/10.3390/land10080839>
- Silveira, L., Charbonnier, F., & Genta, J. L. (2000). L’humidité antérieure des sols dans la méthode “Curve Number”. *Hydrological Sciences Journal*, 45(1), 3–12. <https://doi.org/10.1080/02626660009492302>
- Sitorus, J. (2006). *Kajian model deteksi perubahan penutup lahan menggunakan data indera untuk aplikasi perubahan lahan sawah*. Pusbangja Lapan, Serpong.
- Sivakumar, M. V. K. (1992). Empirical analysis of dry spells for agricultural applications in West Africa. *Journal of Climate*, 5(5), 532–539.
- Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soil Taxonomy (Twelfth Edition)*. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Surmaini, E., & Faqih, D. A. (2016). Kejadian iklim ekstrem dan dampaknya terhadap pertanian tanaman pangan di Indonesia (Extreme Climate Events and Their Impacts on Food Crop in Indonesia). *Jurnal Agrikultura*, 27(1), 45–53.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi Offset.

- Susilo, S. B., & Mediawan, R. (2021). Analisis pengaruh fenomena El-Nino terhadap variabilitas curah hujan di Provinsi Lampung. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 22(2), 73–84.
- Sutopo, P. N. (2001). *Analisis hidrograf satuan sintetik metode Snyder, Clark, dan SCS dengan menggunakan model HEC-1 di DAS Ciliwung Hulu*. UPT Hujan Buatan BPPT, Jakarta.
- Syajruddin, S. (2019). Pengaruh intensitas curah hujan terhadap limpasan permukaan di DAS Mahakam. *Jurnal Teknik Sipil*.12(1)
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tukidi. (2010). Karakter curah hujan di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 7(2), 136–145.
- USDA Natural Resources Conservation Service. (2009). *National Engineering Handbook – Part 630: Hydrology*. United States Department of Agriculture.
- Yulianto, U. (2022). Kajian limpasan permukaan (runoff) pada daerah aliran sungai Cidurian di Kabupaten Bogor. *Jurnal Ismetek*, 14(1).
- Pemerintah Provinsi Lampung. (2023, Agustus 25). Provinsi Lampung targetkan tambah tanam padi periode Agustus–Oktober 2023antisipasi dampak El Nino. PPID Provinsi Lampung. <https://ppid.lampungprov.go.id/detail-post/Provinsi-Lampung-Targetkan-Tambah-Tanam-Padi-Periode-Agustus-Oktober-2023-Antisipasi-Dampak-El-Nino>
- World Meteorological Organization (WMO). (2017). *WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals* (WMO-No. 1203). Geneva: World Meteorological Organization.