

SKRIPSI GEOFISIKA

ANALISIS DEBIT BANJIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN

LAHAN DAS KELARA

Disusun dan diajukan oleh :

**MUH. REZA ZAPUTRA
H061171005**



DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS DEBIT BANJIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN
LAHAN DAS KELARA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Departemen Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

OLEH :

MUH. REZA ZAPUTRA

H061171005

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS DEBIT BANJIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
DAS KELARA**

Disusun dan diajukan oleh:

MUH. REZA ZAPUTRA

H061 17 1005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 22 April 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Sakka, M.Si

NIP. 196410251991031001

Pembimbing Pertama,



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng

NIP. 196709291993031003

Ketua Departemen Geofisika,



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng

NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Reza Zaputra

NIM : H061171005

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

ANALISIS DEBIT BANJIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAS KELARA

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 April 2022

Yang menyatakan



Muh. Reza Zaputra

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kelara merupakan salah satu DAS yang luas di Sulawesi Selatan dan bermuara di sebelah selatan Kabupaten Jeneponto. Dari hasil penelitian sebelumnya, didapatkan terjadi perubahan tutupan lahan pada semua jenis tutupan lahan di DAS Kelara. Permasalahan lain yang sering dihadapi untuk DAS Kelara adalah banjir. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis hubungan antara perubahan lahan dengan debit banjir yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun akibat perubahan tutupan lahan DAS Kelara. Penelitian ini menggunakan metode *Soil Conservation Service (SCS) Curve Number* dengan *overlay* data tutupan lahan dan Kelompok Hidrologi Tanah (KHT) pada tahun 2015 dan tahun 2020. Data diinput ke program HEC HMS untuk melakukan simulasi sehingga dihasilkan dari debit periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Hasil dari penelitian dihasilkan bahwa terdapat Tutupan lahan yang mengalami penurunan luas yakni Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Lahan Kering Primer, Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak, dan Hutan Tanaman dengan persen perubahan berturut-turut 0,89%, 0,07%, 3,07%, dan 0,57%. Sementara itu, tutupan lahan yang mengalami peningkatan luas yakni Semak/Belukar, Savana/Padang Rumput, Pertanian Lahan Kering, Sawah, dan Pemukiman dengan persen pertambahan yakni 0,46%, 0,72%, 2,07%, 0,04%, dan 1,27%. Dari perubahan tutupan lahan tersebut membuat perbedaan debit puncak pada tahun 2015 dan 2020 di setiap periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun berbeda. Pada periode ulang 2 tahun, debit puncak tahun 2015 adalah 448,9 m³/s sedangkan pada tahun 2020 yakni 458,8 m³/s. Pada periode 5 tahun, debit puncak pada tahun 2015 adalah 860,8 m³/s sedangkan pada tahun 2020 yakni 872,7 m³/s. Kemudian untuk periode ulang 10 tahun, debit puncak pada tahun 2015 yakni 1274,2 m³/s dan untuk tahun 2020 sebesar 1287,2 m³/s. Untuk periode ulang 25 tahun, debit puncak pada tahun 2015 yakni 2011,3 m³/s sedangkan untuk tahun 2020 sebesar 2768,2 m³/s. Kemudian untuk periode ulang 50 tahun, debit puncaknya pada tahun 2015 yakni 2721,1 m³/s sedangkan untuk tahun 2020 sebesar 3712,2 m³/s. Dari hasil penelitian ini jelas terdapat perubahan debit banjir pada tahun 2015 dan 2020. Seiring dengan peningkatan nilai Curve Number, maka nilai debit juga akan meningkat. Penelitian ini diharapkan sebagai bahan mitigasi bencana alam pada daerah aliran sungai Kelara yang kerap mendapat banjir.

Kata Kunci : DAS Kelara, *Curve Number*, Debit Banjir, HEC HMS

ABSTRACT

Kelara Watershed is one of the vast watersheds in South Sulawesi and empties to the south of Jeneponto Regency. From the results of previous research, there was a change in land cover in all types of land cover in the Kelara watershed. Another problem that is often faced for the Kelara watershed is flooding. The purpose of this study was to analyze the relationship between land changes and the resulting flood discharge. This study aims to determine the flood discharge of re-periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years due to changes in the land cover of the Kelara watershed. This study used the Soil Conservation Service (SCS) Curve Number method by overlaying land cover data and soil hydrological groups (SHG) in 2015 in 2020. The data is inputted into the HMS HEC program to conduct simulations resulting from the discharge of re-periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years. The results of the study resulted Land cover that has decreased in area is Secondary Dry Land Forest, Primary Dry Land Forest, Dry Land Agriculture Mixed With Shrubs, and Plantation Forests with consecutive percentage changes of 0.89%, 0.07%, 3.07%, and 0.57%. Meanwhile, land cover that has increased in area is Shrubs, Savanna / Grassland, Dry Land Agriculture, Rice Fields, and Settlements with an increased percentage of 0.46%, 0.72%, 2.07%, 0.04%, and 1.27%. The land cover change made the difference in peak discharges in 2015 and 2020 in each re-period of 2, 5, 10, 25, and 50 different years. In the 2-year anniversary period, the peak discharge in 2015 was 448.9 m³ /s while in 2020 it was 458.8 m³/s. In the 5-year period, the peak discharge in 2015 was 860.8 m³/s while in 2020 it was 872.7 m³/s. Then for the 10-year anniversary period, the peak discharge in 2015 was 1274.2 m³/s and for 2020 it was 1287.2 m³ /s. For the 25-year anniversary period, the peak discharge in 2015 was 2011.3 m³/s while for 2020 it was 2768.2 m³/s. Then for the 50-year anniversary period, the peak discharge in 2015 was 2721.1 m³/s while for 2020 it was 3712.2 m³/ s. From the results of this study, it is clear that there are changes in flood discharge in 2015 and 2020. Along with the increase in the curve number value, the debit value will also increase. This research is expected to be a material for mitigating natural disasters in the Kelara watershed which often gets flooded.

Keywords : Kelara Watershed, Curve Number, Flood Discharge, HEC HMS

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* karena berkat rahmat dan limpahan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*.

Hanya dengan taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Debit Banjir Akibat Perubahan Tutupan Lahan DAS Kelara**”. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan saya haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk kedua orang tua saya **Ruslan** dan **Mila Islamiah** yang selalu memberikan segala cinta, kasih sayang, dan pengorbanan serta doa terbaik untuk penulis. Semoga Allah SWT memberi balasan yang terbaik. Aamiin.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Sakka, M.Si** dan Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku pembimbing Penelitian yang selalu bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini serta saran dan arahan dalam persoalan akademik.
2. Bapak **Alm. Prof. Dr. Dadang Ahmad S. M.Eng** dan bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun kepada penulis selama penulisan skripsi.
3. Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc** selaku pembimbing akademik yang selama proses perkuliahan memberikan arahan akademik dan motivasi yang membangun untuk semangat menjalani proses perkuliahan.
4. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh dosen Departemen Geofisika, Staf FMIPA Unhas, Staf Departemen Geofisika, Staf Laboratorium, serta staf Perpustakaan FMIPA Unhas dan Staf Perpustakaan Umum atas semua ilmu yang telah diajarkan, pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Kepala Stasiun BMKG Maritim Paotere dan para staf/pegawai yang merupakan tempat penulis melakukan Kerja Praktik. Banyak sekali pengalaman yang dirasakan dan didapatkan selama menjalani proses Kerja Praktik.
7. Kepada Pak **Asbina** dari Dinas Bina Marga Sulawesi Selatan yang membantu penulis dalam mendapatkan data penelitian.

8. Teman seperjuangan di Geofisika 2017 yang suka duka menjalani proses perkuliahan. Terutama **Gebrina, Danti, Illa, Aldo, Jefry, Daya, Aya, Riyadi** yang selalu mendukung selama penyusunan skripsi ini.
9. Teman Seperjuangan di Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) FMIPA Unhas dan Himpunan Mahasiswa Geofisika (HMGF) FMIPA Unhas yang turut memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman KKN Gelombang 105 Posko Gowa 1 yang saling mendukung selama proses KKN dan penyusunan tugas Akhir.
11. Sahabat Bormaters yang terhimpun bersama dalam satu organisasi. Sebagai tempat curhat dalam menghadapi peliknya masa menyusun tugas akhir, terutama untuk **Farida, Alwi, Rizka, Kiki, Muti, Wahda, dan Warda** serta Bormaters yang lain.
12. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak sempat disebutkan satu persatu, semoga segala kebaikan saudara(i)-ku diterima sebagai ibadah di sisi-Nya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini, tapi sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik-Nya.

Nuun Walqolami Wama Yasthurun

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 20 April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
BAB II Tinjauan Pustaka	5
II.1 Siklus Hidrologi.....	5
II.2 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	6
II.2.1 Morfometri DAS	7
II.2.2 Hidrologi DAS.....	14
II.3 Perubahan Tutupan Lahan	16
II.4 SCS Curve Number	17
II.4.1 Model Limpasan Langsung	22
II.4.2 Curah Hujan Periode Ulang.....	24
II.5 Program HEC HMS.....	32
II.6 Daerah Aliran Sungai (DAS) Kelara	35
BAB III Metodologi Penelitian.....	36

III.1 Lokasi Penelitian	36
III.2 Prosedur Penelitian.....	37
III.2.1 Pengumpulan Data	37
III.2.2 Pengolahan Data.....	37
III.3 Bagan Alir Penelitian	39
BAB IV Hasil dan Pembahasan	40
IV.1 Karakteristik DAS Kelara	40
IV.2 Pengolahan Data Curah Hujan	42
IV.3 Tutupan Lahan DAS Kelara.....	46
IV.4 Jenis Tanah DAS Kelara	49
IV.5 Curve Number DAS Kelara	52
IV.6 Pemodelan HEC HMS	55
IV.7 Nilai Debit Hasil Simulasi	57
IV.7.1 Perhitungan Debit Tiap Sub DAS	57
IV.7.2 Debit Tiap Periode Ulang	64
IV.4.2 Debit Pada Outlet	69
BAB V Kesimpulan dan Saran	72
V.1 Kesimpulan.....	72
V.2 Saran	73
Daftar Pustaka.....	74
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi : Q adalah Limpasan, Q_G Limpasan Air Tanah, Q_{TF} Limpasan Permukaan, I adalah Intersepsi, E adalah Evaporasi, dan P adalah presipitasi	6
Gambar 2.2 Bentuk DAS; (a) bulu burung, (b) radial, (c) paralel	9
Gambar 2.3 Skema Proses <i>Runoff</i>	33
Gambar 3.1 Peta Wilayah DAS Kelara.....	31
Gambar 4.1 Peta DAS Kelara	40
Gambar 4.2 Curah Hujan Periode Ulang Tiap Stasiun	42
Gambar 4.3 <i>Polygon Thissen</i> DAS Kelara.....	43
Gambar 4.4 Tutupan Lahan DAS Kelara Tahun 2015.....	47
Gambar 4.5 Tutupan Lahan DAS Kelara Tahun 2020.....	48
Gambar 4.6 Peta Jenis Tanah DAS Kelara	50
Gambar 4.7 Kelompok Hidrologi Tanah DAS Kelara.....	51
Gambar 4.8 Nilai Curve Number Tahun 2015 DAS Kelara	52
Gambar 4.9 Nilai Curve Number Tahun 2015 DAS Kelara	53
Gambar 4.10 Pemodelan DAS Kelara di HEC HMS.....	56
Gambar 4.11 Debit Tiap Periode Ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun pada tahun 2015	66
Gambar 4.12 Debit Tiap Periode Ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun pada tahun 2015	68
Gambar 4.13 Debit banjir periode ulang tahun 2015.....	69
Gambar 4.14 Debit banjir periode ulang tahun 2020.....	69

Gambar 4.15 Grafik Perubahan Debit Rencana Ulang71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi DAS berdasarkan luas	10
Tabel 2.2. Klasifikasi DAS berdasarkan Kerapatan aliran sungai	11
Tabel 2.3. Keterangan indeks percabangan sungai	13
Tabel 2.4. Kelompok Jenis Tanah	19
Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah Secara Hidrologi Berdasarkan Tekstur Tanah.	21
Tabel 2.6. Nilai CN Pada beberapa Tutupan Lahan.....	22
Tabel 2.7. Nilai Variabel Reduksi Gauss	26
Tabel 2.8. Reduced Mean (Y_n).....	27
Tabel 2.9. Reduced Standard Deviation (S_n).....	28
Tabel 2.10. Reduced Variate (Y_T).....	28
Tabel 2.11. Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III	29
Tabel 2.12. Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III (Nilai G Negatif)	30
Tabel 2.13. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi	31
Tabel 2.14. Komputasi dan Model pada Program HEC HMS	34
Tabel 4.1. Luas tiap Sub DAS di DAS Kelara	41
Tabel 4.2. Panjang Sungai Tiap Sub DAS	41
Tabel 4.3 Curah Hujan Periode Ulang tiap Stasiun.....	44
Tabel 4.4 Curah Hujan Periode Ulang tiap Sub DAS	44
Tabel 4.5 Curah Hujan Durasi 5 jam tiap sub DAS	45
Tabel 4.6 Perbandingan Luas Tutupan Lahan Tahun 2015 dan 2020.....	46
Tabel 4.7. Jenis Tanah DAS Kelara	49
Tabel 4.8. Nilai Curve Number pada tahun 2015 dan 2020 DAS Kelara	54

Tabel 4.9. Nilai Potensial Retensi Maksimum (S) Pada tahun 2015 dan tahun 2020.....	54
Tabel 4.10. Nilai Abstraksi Awal (I_a) Pada tahun 2015 dan tahun 2020	54
Tabel 4.11. Nilai <i>Impervious</i> Tahun 2015 dan 2020.....	55
Tabel 4.12. Nilai Lag Time (T_L) Pada tahun 2015 dan tahun 2020	55
Tabel 4.13. Perubahan Lahan Sub DAS Bontolempangan	57
Tabel 4.14. Debit Puncak pada Sub DAS Bontolempangan	58
Tabel 4.15. Tutupan Lahan Sub DAS Tompobulu.....	58
Tabel 4.16 Debit Puncak Sub DAS Tompobulu	59
Tabel 4.17 Perubahan Tutupan Lahan pada Sub DAS Biringbulu.....	59
Tabel 4.18 Nilai Debit Puncak pada Sub DAS Biringbulu	60
Tabel 4.19 Perubahan Tutupan Lahan Sub DAS Rumbia.....	61
Tabel 4.20 Debit Puncak Sub DAS Rumbia	61
Tabel 4.21 Perubahan Tutupan Lahan Sub DAS Kelara.....	62
Tabel 4.22 Debit Puncak Sub DAS Kelara	63
Tabel 4.23 Perubahan Tutupan Lahan Sub DAS Turatea	63
Tabel 4.24 Debit Puncak Sub DAS Turatea.....	64
Tabel 4.25 Debit Puncak Tiap Sub DAS	68

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang tengah menggebu dalam melakukan aktivitas pembangunan di berbagai sektor. Akibat dari pembangunan yang terus menerus, terdapat sisi lain yang harus dikorbankan, yakni sektor lingkungan hidup terkhusus perubahan lahan. Adanya perubahan lahan menjadi masalah serius yang selalu hadir berbarengan dengan adanya pembangunan.. Namun, tanpa disadari hal tersebut menyumbang banyaknya pola perubahan lahan yang bertransformasi menjadi lahan baru. Salah satu yang menjadi perhatian serius dalam hal perubahan lahan adalah lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS), untuk itu perlu Pengelolaan DAS lebih maksimal.

Dalam pengolahan Daerah Aliran Sungai (DAS) juga perlu memperhatikan koordinasi antar sektor agar bisa terintegrasi dengan baik. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi konflik kepentingan antar sektor yang tentunya sangat merugikan dalam upaya pengolahan Daerah Aliran Sungai (DAS). Pengolahan terintegrasi juga dilakukan dengan memperhatikan sub bagian DAS, mulai dari hulu, tengah, dan hilir. Ketiga bagian ini sangat penting dan berkaitan dalam sistem hidrologi.

Pengolahan daerah Aliran Sungai (DAS) yang dilakukan melalui pengaturan siklus hidrologi, dengan mengupayakan peningkatan infiltrasi air hujan, cadangan air tanah, pencegahan erosi dan sedimentasi serta penanggulangan pencemaran air merupakan penenangan yang harus dilaksanakan (Mawardi, 2010). Menurut Peraturan Menteri kehutanan (2014) menurunnya daya dukung DAS ditandai

dengan berbagai kejadian seperti erosi dan sedimentasi, terjadinya banjir tiap musim penghujan, dan kekeringan pada musim kemarau.

Menurut Samsuar dan Sapsal (2018) Konversi lahan menjadi lahan baru (khususnya sawah) yang terdapat di DAS Kelara menyebabkan terjadinya perubahan kondisi kawasan *catchmen area* dan dapat menyebabkan terjadinya aliran permukaan. Hal tersebut tentunya berpengaruh terhadap kondisi debit air sungai pada DAS tersebut.

Penyebab kerusakan DAS di Indonesia adalah karena inkonsistensi kebijakan tata guna lahan dan tata guna lahan perkotaan dan peningkatan pesat jumlah populasi penduduk (Ramlan, Neswati, Baja, & Nathan, 2015) Terjadinya perubahan-perubahan tersebut apabila terjadi secara terus menerus dan dalam skala besar akan berpengaruh pada debit sungai. Hal tersebut terjadi karena pada saat hujan jatuh ke DAS tidak banyak air meresap ke dalam tanah akan tetapi melimpas dan menjadi debit sungai (Ideawati, Limantara, & Andawayanti, 2015). Salah satu DAS yang perlu mendapat perhatian serius dalam upaya Pengelolaan DAS adalah DAS Kelara.

Berdasarkan situasi banjir yang terjadi, maka diperlukan upaya pengurangan dampak (mitigasi) banjir di DAS Kelara. Perencanaan penggunaan lahan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak banjir secara alami. Pola penggunaan lahan dalam berbagai bentuk dan cara akan berdampak pada lingkungan, salah satunya adalah terjadinya banjir (Chairil, Barkey, Malamassam, & Mukhlisa, 2020).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karamma dan Sukri (2020) yang memodelkan debit banjir periode ulang menggunakan koefisien aliran pada Sub

DAS Karalloe yang merupakan bagian dari DAS Kelara. Hasil dari penelitian tersebut mengemukakan bahwa terjadi peningkatan debit banjir periode ulang untuk 20 tahun antara tahun 2009 dan 2018. Hal tersebut terjadi karena adanya perubahan koefisien aliran, di mana koefisien aliran permukaan ini ditentukan oleh tutupan lahan suatu DAS. Artinya, setiap tutupan lahan memiliki nilai koefisien aliran yang berbeda.

Selain menggunakan koefisien aliran, pemodelan debit banjir bisa menggunakan program HEC HMS. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Pasa, 2017) menggunakan pemodelan di HEC HMS untuk mengetahui debit banjir periode ulang pada DAS Tallo Makassar. Hasil pada penelitian tersebut dapat memetakan daerah pada wilayah DAS yang terdampak banjir periode ulang.

Berdasarkan hal tersebut, mendorong penulis melakukan penelitian untuk mempresentasikan bagaimana pengaruh perubahan lahan terhadap debit banjir yang terjadi di DAS Kelara dengan mengambil judul penelitian **Analisis Debit Banjir akibat Perubahan Tutupan Lahan DAS Kelara**. Diharapkan penelitian ini menjadi bahan kajian untuk pembangunan di sekitar DAS Kelara Sulawesi Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh tutupan lahan DAS Kelara terhadap debit banjir Periode Ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 Tahun.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi dengan dengan data curah hujan pada stasiun Bendung Kelara, Lembayya, Malakaji, Paitana, Tanrang, Bulo-Bulo, Pamisorang, dan Gantinga. Data perubahan lahan pada tahun 2015 dan 2020. Kemudian analisis

data curah hujan untuk mendapatkan nilai curah hujan periode ulang dengan menggunakan model distribusi Log Pearson III. Kemudian data jenis tanah dan data morfometri DAS yang terdiri dari data luas DAS dan panjang sungai utama DAS. Penelitian ini juga dibatasi dengan hanya memperhitungkan *overland flow* dan tidak memperhitungkan *baseflow*

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh tutupan lahan DAS Kelara terhadap debit banjir Periode Ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 Tahun menggunakan aplikasi HEC HMS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Siklus Hidrologi

Menurut (Asdak, 2018) Konsep dari siklus hidrologi dapat diperluas dengan perjalanan sedimen, unsur-unsur hara, dan biota yang mengalir dan terlarut dalam air. Oleh karena itu, dengan menelaah konsep siklus hidrologi secara lebih luas, maka pengertian istilah siklus lalu dapat digunakan sebagai konsep kerja untuk analisis dari berbagai permasalahan, misalnya perencanaan dan evaluasi pengelolaan DAS.

Siklus hidrologi merupakan proses perulangan air dari laut ke atmosfer kemudian kembali ke bumi dan kembali lagi ke laut dan seterusnya. Air yang berasal dari permukaan laut menguap ke udara, bergerak dan naik ke atmosfer. Kemudian terjadi proses kondensasi dan berubah menjadi titik air berbentuk awan dan selanjutnya jatuh ke bumi dan lautan sebagai hujan. Hujan yang jatuh ke bumi sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan sebagian lagi meresap ke dalam tanah, jika tanah sudah jenuh maka air akan mengalir di atas permukaan tanah yang mengisi cekungan, danau, sungai dan kembali lagi ke laut (Gidayat & Empung, 2016).

Dalam siklus hidrologi, distribusi agar bisa dilakukan dengan beberapa cara, yaitu air lolos (*throughfall*), aliran batang (*stemflow*), dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi. Terdapat istilah evapotranspirasi, yakni berupa gabungan evaporasi uap

air hasil proses transpirasi dan intersepsi. Sedang air larian dan air infiltrasi akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran atau yang disebut *discharge* (Asdak, 2018).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi : Q adalah Limpasan, Q_G Limpasan Air Tanah, Q_{TF} Limpasan Permukaan, I adalah Intersepsi, E adalah Evaporasi, dan P adalah presipitasi (Davie, 2008).

II.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Pada kontitusi Republik Indonesia, yakni pada pada Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004, Daerah aliran sungai 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.

Pengertian DAS sejalan dengan istilah dalam Bahasa Inggris yakni *drainage area*, *drainage basin*, , atau *river basin*. Sehingga batas DAS merupakan garis bayangan sepanjang punggung pegunungan atau tebing/bukit yang memisahkan sistem aliran yang satu dari yang lainnya. Dari pengertian ini suatu DAS terdiri atas dua bagian utama daerah tadah (*catchment area*) yang membentuk daerah hulu dan daerah penyaluran air yang berada di bawah daerah tadah (Fuady & Azizah, 2008).

Dalam klasifikasi wilayah DAS, dapat dibedakan menjadi 3 bagian yakni; bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Setiap bagian DAS memiliki peranannya tersendiri. Pada bagian hulu merupakan wilayah konservasi lingkungan sedangkan pada bagian hilir berperan sebagai wilayah pemanfaatan. Namun, semua bagian saling terhubung dan terkait. Dengan kata lain, bagian hulu merupakan bagian yang sangat penting dalam perlindungan tata air. Hal tersebut dikarenakan, semua yang terjadi di bagian hulu akan berdampak ke hilir seperti fluktuasi debit air dan pengangkutan sedimen.

Pada bagian tengah berfungsi untuk pemanfaatan air sungai yang dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi. Terinifikasikan dari kualitas dan kuantitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020).

Pada konsep DAS lebih lanjut, diperkenalkan istilah sub DAS dan sub-sub DAS (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020). Sub Das merupakan bagian dari DAS yang berguna dalam menangkap air hujan pada anak sungai dan mengalirkannya ke sungai utama. Sementara itu sub-sub DAS menurut (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020) merupakan wilayah kesatuan ekosistem yang terbentuk alamiah, di mana air hujan meresap dan mengalirkan melalui ranting sungai yang membentuk bagian dari sub DAS tersebut.

II.2.1 Morfometri DAS

Morfometri DAS merupakan parameter kuantitatif karakteristik Daerah Aliran Sungai yang terkait dengan aspek geomorfologi suatu daerah. Karakteristik ini

terkait dengan proses pengatusan (drainase) air hujan yang jatuh di dalam DAS. Parameter tersebut adalah luas DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, kerapatan aliran, pola aliran, dan gradien kecuraman sungai (Safarina, Salim, Hadihardaja, & Syahril, 2011). Sehingga karakteristik morfometri sangat menentukan perilaku air (hidrologi) suatu DAS, seperti limpasan permukaan, infiltrasi, cadangan air tanah dan perilaku genangan banjir (Kahirun, Baco, & Hasani, 2017).

1. Bentuk DAS

Menurut (Naharuddin, Harijianto, & Wahid, 2018) bentuk DAS sangat berpengaruh terhadap aliran air hujan yang menuju ke hilir. Bentuk DAS yang semakin bulat, membuat waktu konsentrasi yang diperlukan singkat. Namun sebaliknya, jika semakin linjong, maka akan semakin lama waktu konsentrasinya sehingga fluktuasi banjir semakin rendah. Rumus yang digunakan yakni (Denaswidhi, 2020)

$$R_C = \frac{4\pi A}{p^2} \quad (2.1)$$

Di mana:

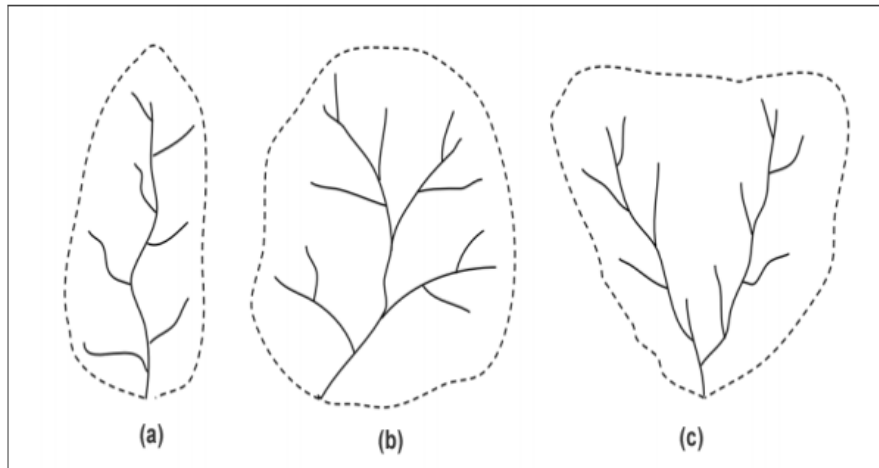
R_C : Nisbah kebulatan (faktor bentuk kebulatan),

A : Luas DAS (km²),

p : Keliling (perimeter DAS) (km),

π : Konstanta sebesar 3,14

Terdapat berbagai macam bentuk DAS, yakni (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020):



Gambar 2.2 Bentuk DAS; (a) bulu burung, (b) radial, (c) paralel (Naharuddin, Harijianto, & Wahid, 2018).

a. Das berbentuk bulu burung

Das ini memiliki ciri bentuk yang memanjang dan sempit, dimana aliran anak-anak sungai (sub DAS) memanjang di sebelah kanan dan kiri sungai utama. Ciri lainnya yaitu memiliki debit air yang kecil, serta berlangsung cukup lama karena suplai air datang silih berganti dari masing-masing anak sungai.

b. DAS berbentuk radial

Bentuk DAS ini nyaris berbentuk lingkaran dengan anak-anak sungai (sub DAS) mengalir dari segala arah DAS dan tetapi tetap berkonsentrasi pada satu titik secara radial, akibat dari bentuk DAS yang demikian. Debit Banjir yang dihasilkan cukup besar dengan catatan, hujan terjadi merata dan bersamaan di seluruh daerah DAS tersebut.

c. DAS berbentuk paralel

Sebuah DAS yang tersusun dari percabangan dua sub-DAS yang cukup besar di bagian hulu, tetapi menyapu di bagian hilirnya. Masing-masing

sub-DAS tersebut dapat memiliki karakteristik yang berbeda. Ketika hujan terjadi, di kedua sub DAS tersebut secara bersamaan akan berpotensi terjadi banjir yang relatif besar.

2. Luas Das

DAS merupakan tempat pengumpulan presipitasi ke suatu sistem sungai. Luas daerah aliran dapat diperkirakan dengan mengukur daerah tersebut pada peta topograf (Naharuddin, Harijjianto, & Wahid, 2018). Luas DAS merupakan salah satu parameter yang penting dalam analisis data aliran sungai. Luas DAS (area of watershed) adalah luas suatu bidang datar yang dibatasi oleh igir-igir batas daerah aliran sungai (igir-igir pegunungan) atau merupakan luas bidang proyeksi horizontal dari daerah aliran sungai (Linsley et al 1988 dalam Kahirun, Baco, & Hasani, 2017). Luas DAS lalu diklasifikasi seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 2.1. Klasifikasi DAS berdasarkan luas

No	Luas Das (ha)	Klasifikasi DAS
1.	$\geq 1.500.000$	Das sangat besar
2.	500.000 – 1.500.000	Das kecil
3.	100.000 – 500.000	Das sedang
4.	10.000 – 100.000	Das kecil
5.	< 10.000	Das sangat kecil

Sumber: Peraturan Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial (2013) dalam (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020)

Selain yang ada pada tabel 1, ada pula klasifikasi Luas DAS yang hanya terbagi menjadi 3 jenis yang dijelaskan oleh (Uhlenbrook, Roser, & Tilch, 2004) yakni;

DAS mikro (Luas <1 km²), skala meso DAS (10 km² <Luas <1000 km²) dan makro daerah aliran sungai (> 1000 km²).

3. Kerapatan Sungai

Kerapatan sungai di dalam Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial menyatakan bahwa Kerapatan Sungai adalah suatu indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai di dalam suatu DAS. Tingkat kerapatan sungai dapat digunakan sebagai petunjuk tingkat resistensi formasi geologi penyusun DAS bersangkutan (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020). Terdapat klasifikasi dalam Kerapatan aliran sungai yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Klasifikasi DAS berdasarkan Kerapatan aliran sungai

No	Dd (km/km ²)	Kelas Kerapatan	Keterangan
1.	< 0,25	Rendah	Pada kelas ini angkutan sedimen sangat kecil karena aliran sungai melewati resistensi batuan yang keras.
2.	0,25 – 10,0	Sedang	Angkutan sedimen lebih besar karena melewati resistensi batuan yang lebih lunak
3.	10,0 – 25,0	Tinggi	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi yang lunak sehingga angkutan yang terangkut aliran akan lebih besar
4.	> 25,0	Sangat tinggi	Angkutan sedimen sangat besar karena melewati lapisan batuan yang kedap air

Sumber: Suewarno, 1991 dalam (Utama, Wijaya, & Sukmono, 2016)

Kerapatan aliran sungai dapat menggambarkan banyaknya kapasitas air dalam suatu cekungan seperti danau, rawa, yang mengalir dalam suatu wilayah DAS. Kerapatan aliran sungai dapat dituliskan dengan persamaan berikut (Rahayu, Widodo, Noodwijk, Suryadi, & Verbist, 2009):

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

Di mana:

Dd : Kerapatan aliran (km/km^2)

L : Panjang sungai (km)

A : Luas DAS (km^2)

4. Gradien Sungai Utama

Gradien sungai utama (*mean slope of catchment area*) secara sederhana diartikan sebagai perbedaan tinggi antara titik tertinggi di hulu sungai dan titik terendah di hilir (*outlet*) sungai per jarak horisontal (Seyhan, 1990 dalam Kahirun *et al*, 2017). Gradien sungai menggambarkan besarnya penurunan rata-rata per satuan jarak secara horizontal terhadap sungai utama yang secara matematis dapat dituliskan dengan rumus (Rahayu, Widodo, Noodwijk, Suryadi, & Verbist, 2009):

$$S_u = \frac{(h_{85} - h_{10})}{0,75L_b} \quad (2.3)$$

Di mana:

S_u : Kemiringan alur sungai utama

H_{85} : Ketinggian titik/elevasi pada jarak $0,85L_b$ (m)

h_{10} : Ketinggian titik/elevasi pada jarak $0,10L_b$ (m)

L_b : Panjang sungai utama (m)

5. Panjang Sungai Utama

Menurut Seyhan (1990) dalam (Kahirun, Baco, & Hasani, 2017) menyatakan bahwa panjang sungai merupakan panjang keseluruhan mulai dari titik terjauh aliran sungai sampai ke titik *oulet*. Parameter panjang sungai merupakan salah satu parameter yang penting dalam analisis DAS. Parameter panjang sungai berbanding terbalik lebar sungai dan berbanding lurus dengan luas DAS atau secara persamaan ditulis dengan (Denaswidhi, 2020):

$$L_b = \frac{A}{W} \quad (2.4)$$

Di mana:

L_b : Panjang sungai utama (km)

W : Lebar DAS (km)

A : Luas Das (km²)

6. Orde dan Tingkat percabangan sungai

Orde dan tingkat percabangan sungai merupakan urutan posisi percabangan alur sungai di dalam terhadap induk sungai pada suatu DAS. Orde sungai dapat ditetapkan dengan metode *Horton*, *Strahler*, *Shreve*, dan *Scheidegger*.

Tabel 2.3. Keterangan indeks percabangan sungai

Indeks tingkat percabangan sungai	Uraian
$R_b < 3$	alur sungai mempunyai kenaikan muka air banjir dengan cepat, sedangkan penurunannya berjalan lambat

Rb 3 - 5	alur sungai mempunyai kenaikan dan penurunan muka air banjir tidak terlalu cepat atau tidak terlalu lambat
Rb > 5	alur sungai mempunyai kenaikan muka air banjir dengan cepat, demikian pula penurunannya akan berjalan dengan cepat

Sumber: Rahayu *et al*, 2009 dalam (Talakua, 2009).

Pada umumnya metode *Strahler* lebih mudah untuk diterapkan dibandingkan dengan metode yang lainnya (Pattiselamo & Soetrisno, 2017).

II.2.2 Hidrologi DAS

Sistem Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) berhubungan langsung dengan limpasan permukaan, debit maksimum, debit minimum, dan debit rata-rata pada suatu DAS.

1. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan adalah banyaknya aliran air yang mengalir di atas permukaan karena kapasitas infiltrasi tanah penuh. Besarnya koefisien Limpasan permukaan berbeda-beda tergantung tutupan permukaan. Ada beberapa faktor yang memengaruhi koefisien limpasan. Faktir tersebut yakni; daerah pengalirannya yaitu jenis tanah, keadaan hutan penutupnya, kemiringan, dan sebagainya juga tergantung dari besar kecilnya banjir.

Menurut (Salampessy, Pratiwi, Aisyah, & Panjaitan, 2020) Limpasan permukaan bergerak pada atau diatas permukaan lahan pada setiap jengkal lahan (*space of*

land), oleh karena itu wilayah DAS maupun Sub DAS terbagi menjadi satuan-satuan (unit) lahan terkecil untuk menilai besarnya nilai atau angka koefisien setiap satuan-satuan lahan tersebut. Tiap-tiap koefisien limpasan tiap satuan lahan tersebut dijumlahkan sehingga mendapatkan koefisien limpasan total dalam satu kawasan DAS yang bersangkutan.

2. Debit Maksimum (Qmaks)

Debit sungai adalah banyaknya volume aliran air yang mengalir per satuan waktu. Cara untuk menentukan volume aliran bisa dilakukan dengan mengalikan antara luas penampang sungai dengan tinggi air. Sementara itu, debit maksimum dapat dihitung dengan metode Rasional sebagai berikut (Ningkeula, 2016):

$$Q_{maks} = C \cdot I \cdot A \quad (2.5)$$

Di mana:

Qmaks : Debit maksimum (banjir puncak) (m³/detik)

C : Koefisien limpasan permukaan, besarnya 0,278 untuk luas DAS/sub DAS (km²).

I : Intensitas hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi (Tc) (mm/hari)

A : Luas DAS (km² atau ha tergantung koefisien C)

3. Debit Minimum (Qmin)

Debit minimum dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Ningkeula, 2016):

$$Q_{min} = w \cdot d \cdot a \frac{l}{t} \quad (2.6)$$

Di mana:

Qmin : Debit sungai minimum (m³/detik)

- w : Lebar penampang sungai rata-rata (m)
- d : kedalaman air sungai rata-rata (m)
- a : Koefisien kekasaran dasar penampang sungai rata-rata (%)
- l/t : Kecepatan aliran pada seksi sungai rata-rata (m/detik)

4. Debit Rata-Rata

Debit rata-rata merupakan debit rata-rata antara debit maksimum dan debit minimum air sungai (Ningkeula, 2016).

II.3 Perubahan Penggunaan Tutupan Lahan

Perubahan penggunaan lahan saling berhubungan antara manusia dan lingkungan alam yang memiliki dampak langsung terhadap tanah, air, atmosfer dan isu kepentingan lingkungan global lainnya sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan penggunaan lahan merupakan proses yang dinamis dan kompleks (Koomen *et al*, 2007) dalam (Dwipabowo, Djaenuddin, Alviya, & Wicaksono, 2014). Berbagai fenomena perubahan penggunaan lahan sejalan dengan semakin meningkatnya pertumbuhan populasi penduduk yang secara langsung berdampak pada kebutuhan terhadap lahan yang semakin meningkat telah terjadi dari waktu ke waktu. (Kusrini, Suharyadi, & Handoyo, 2011)

Menurut (Batubara, 2013). perubahan tutupan lahan dapat dimaknai sebagai bergantinya suatu tutupan lahan jenis satu ke jenis yang lainnya seiring dengan pertumbuhan waktu. Contohnya adalah perubahan lahan semak menjadi area persawahan, sawah menjadi pemukiman, serta perubahan lainnya. Perubahan ini bisa sangat terjadi karena didorong oleh banyak faktor.

Faktor utama yang menjadi pendorong adanya peningkatan jumlah penduduk. Hal tersebut berimplikasi terhadap kebutuhan manusia akan lahan baru untuk melangsungkan berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia. (Darmawan, 2002) menyatakan bahwa tingginya kepadatan penduduk membuat terjadi transformasi lahan diperuntukkan untuk pembukaan pemukiman baru dan ladang mata pencaharian seperti persawahan dan budidaya.

II.4 SCS Curve Number

Model hidrologi yang mencerminkan hubungan antara curah hujan dengan limpasan, secara umum dibedakan menjadi dua pendekatan yaitu konsep lump (lumped) parameter dan konsep distribusi keruangan fisik (*spatially distributed physically*) (Tikno , Hariyanto, Anwar, Karsidi, & Aidrian, 2012). Pada model *lump* pengaruh heterogenitas dirata-ratakan sehingga mewakili satu nilai sehingga hanya menggunakan satu parameter tunggal dalam masukan model. Sedangkan pada model distribusi keruangan fisik mempertimbangkan aspek heterogenitas secara rinci sehingga menirukan aspek realistik di alam secara rinci.

Metode SCS-CN merupakan sebuah pendekatan empiris yang cukup banyak digunakan untuk perhitungan limpasan langsung (*direct runoff*) dari kejadian hujan, mulai dari daerah tangkapan hujan (*watershed*) berupa lahan pertanian kecil, hutan maupun perkotaan, serta mampu menggabungkan beberapa karakteristik daerah tangkapan (Nasjono, Utomo, & Marawali, 2018). Metode CN merupakan pendekatan empirik untuk mengestimasi aliran permukaan (run off) dari hubungan antara hujan, tutupan lahan, dan kelompok hidrologis tanah (*Cover complex classification*) (Tikno , Hariyanto, Anwar, Karsidi, & Aidrian, 2012).

Menurut McCuen (1998) menyatakan bahwa SCS *runoff* Curve Number dikembangkan sebagai indeks kombinasi antara kelompok hidrologi tanah, penggunaan dan perlakuan lahan. Oleh karena itu, pada analisis empiris, menyatakan bahwa SCS CN merupakan fungsi dari 3 faktor, yakni: Jenis tanah, tutupan lahan kompleks, dan kondisi kelengasan tanah awal (*antecedent moisture condition*).

Metode Curve Number berhubungan dengan infiltrasi pada setiap jenis tanah dengan jumlah curah hujan yang jatuh pada setiap kali hujan. Total curah yang jatuh pada setiap hujan (P) di atas tanah dengan potensi maksimal tanah untuk menahan (*retention*) air (S) tertentu, akan terbagi menjadi tiga komponen; Air larian (Q), Infiltrasi (F) dan Abstraksi awal (*Initial Abstraction: Ia*), dengan hubungan (Chow, Maidment, & Mays, 1988):

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad (2.7)$$

Dengan:

Q : Volume Limpasan Permukaan (mm)

I_a : Abstraksi awal (*Initial abstraction*)

P : Hujan harian (mm)

S : Volume dari total Simpanan Permukaan Maksimum (*retention parameter*)
(mm)

Dalam menentukan besarnya abstraksi awal atau kehilangan awal (I_a) dapat dihitung dengan persamaan berikut (Marko & Zulkarnain, 2018):

$$I_a = 0,2S \quad (2.8)$$

Dalam memudahkan perhitungan kelembapan awal (*antecedent moisture condition*), tata guna lahan dan konservasi tanah, US SCS menentukan besarnya S sebagai berikut (Arlen, 2000):

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2.9)$$

Dengan CN merupakan bilangan kurva air aliran bervariasi dari 0 hingga 100.

Nilai CN yang terhitung merupakan nilai CN rata-rata dari keseluruhan wilayah

DAS dengan menggunakan rumus (Marko & Zulkarnain, 2018) :

$$CN_{composite} = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (2.10)$$

di mana:

$CN_{composite}$: CN keseluruhan DAS

A_i : Luas wilayah setiap sub divisi DAS

CN_i : Nilai CN setiap sub divisi DAS

Curve Number telah ditabulasi oleh Soil Conservation Service berdasarkan tipe tanah dan penggunaan lahan. Empat kelompok tanah tersebut didefinisikan sebagai berikut:

Tabel 2.4. Kelompok Jenis Tanah

Grup	Karakteristik	Tingkat Infiltrasi Minimum (in./hr)
A	Merupakan tipe tanah dengan potensi limpasan rendah, memiliki laju infiltrasi tinggi. Terutama untuk tekstur tanah pasir (<i>deep sand</i>) dengan <i>silty</i>	0,30-0,45

	dan <i>clay</i> sangat sedikit; juga kerikil (<i>gravel</i>) yang mudah lolos air.	
B	Merupakan tipe tanah yang terdiri dari tanah dengan potensi limpasan sedikit rendah, kemudian laju infiltrasi sedang contohnya tanah berbutir sedang (<i>sandy soils</i>) dengan kemampuan meloloskan air kelas sedang.	0,15-0,30
C	Merupakan tipe tanah dengan potensi limpasan ;angsung tergolong sedikit tinggi. Jika tanah tersebut tergolong basah, maka potensi infiltrasi tergolong lambat. Tanah berbutir sedang sampai halus (<i>clay</i> dan <i>colloids</i>) dengan laju meloloskan air lambat	0,05-0,15
D	Tanah ini mempunyai laju meloloskan air sangat lambat. Merupakan tipe dengan potensi limpasan yang tergolong tinggi, namun di sisi lain, lambat dalam laju infiltrasi. Terutama tanah liat (<i>clay</i>) dengan daya kembang (<i>swelling</i>) tinggi, tanah dengan muka air tanah permanen tinggi, tanah dengan lapis lempung di dekat permukaan dan tanah yang dilapisi dengan bahan kedap air.	0-0,05

Sumber: McCuen (1998) dan (Triatmodjo, 2008).

Pada tabel 2.5 ditampilkan klasifikasi tanah secara hidrologi berdasarkan tekstur tanah.

Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah Secara Hidrologi Berdasarkan Tekstur Tanah.

Tekstur Tanah	Laju Infiltrasi Minimum (fc)(mm/jam)	Pengelompokan Tanah secara Hidrologi
Sand	210	A
Loamy sand	61	A
Sandy loam	26	B
Loam	13	B
Silty loam	6,9	C
Sandy clay loam	4,3	C
Silty clay loam	2,3	D
Clay loam	1,5	D
Sandy clay	1,3	D
Silty clay	1,0	D
Clay	0,5	D

Sumber: (Triatmodjo, 2008)

Nilai *CN* berkisar antara 100 untuk *water body* dan 30 untuk tanah permeabel dengan laju infiltrasi tinggi. Nilai *CN* dari DAS diperkirakan sebagai suatu fungsi dari tataguna lahan, tipe tanah, dan *antecedent watershed moisture* menggunakan tabel yang dipublikasikan oleh SCS. Tipe tanah dikelompokkan menjadi empat dengan notasi A, B, C dan D (Tunas, 2005). Nilai *CN* pada tabel 4 hanya berlaku untuk kelembaban awal II, yaitu rata-rata untuk banjir tahunan (*Data tutupan lahan dioverlay* dengan jenis tanah untuk mengetahui nilai (*Curve Number (CN)*), dimana jenis tanah dijadikan dasar penentuan kelompok hidrologi tanah (*Hydrologic Soil Group*). Nilai ini menunjukkan respon limpasan terhadap kondisi permukaan (McCuen, 1998). Namun, nilai *CN* pada tabel 4 dapat digunakan apabila pada daerah yang diteliti belum ada tersedia nilai *CN*. Jika terdiri dari beberapa tutupan lahan dan tipe jenis tanah maka dihitung nilai *CN* komposit (Triatmodjo, 2008).

Tabel 2.6. Nilai CN Pada beberapa Tutupan Lahan

Jenis tataguna tanah	Tipe Tanah			
	A	B	C	D
Tanah yang diolah dan ditanami				
• Dengan konservasi	72	81	88	91
• Tanpa konservasi	62	71	78	81
Padang rumput				
• Kondisi jelek	68	79	86	89
• Kondisi baik	39	61	74	80
Padang rumput kondisi baik	30	58	71	78
Hutan				
• Tanaman jarang, penutupan jelek	45	66	77	83
• Penutupan baik	25	55	70	77
Tempat terbuka, halaman rumput, lapangan golf, kuburan, dsb				
• Kondisi baik: rumput menutup 75% atau lebih luasan	39	61	74	80
• Kondisi sedang: rumput menutup 50%-75% luasan	49	69	79	84
Daerah perniagaan dan bisnis (85% kedap air)	89	92	94	95
Daerah industri (72% kedap air)	81	88	91	93
Pemukiman				
Luas % kedap air				
1/8 acre atau kurang 65	77	85	90	92
¼ acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
½ acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Tempat parkir, atap, jalan mobil (di halaman)	98	98	98	98
Jalan				
• Pengerasan dengan drainase	98	98	98	98
• Kerikil	76	85	89	91
• tanah	72	82	87	89

Sumber: (Triatmodjo, 2008).

II.4.1 Model Limpasan Langsung

Metode SCS Unit Hidrograf (SCS UH) digunakan dalam perhitungan limpasan langsung SCS UH adalah suatu unit hidrograf yang berdimensi, yang dicapai puncak tunggal Unit Hidrograf (Marko & Zulkarnain, 2018). Model limpasan langsung diasumsikan bahwa hujan terjadi merata di seluruh wilayah DAS dan intensitas tetap pada setiap interval waktu tetap pada setiap interval waktu (*constant*

intensity), hujan terjadi kapanpun tidak berpengaruh pada proses transformasi hujan menjadi debit atau hidrogaf (*time invariant*), debit atau hidrogaf berbanding lurus dengan hujan dan berlaku asas superposisi (*linier system*) dan waktu resesi selalu tetap (Tunas, 2005).

Besarnya limpasan langsung tersebut dipengaruhi oleh waktu puncak (t_p) yakni waktu yang diperlukan oleh aliran untuk mencapai debit maksimum (Q_p) persamaannya sebagai berikut (Marko & Zulkarnain, 2018):

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{t_p} \quad (2.11)$$

di mana:

A : Luas DAS

C : Konversi tetap (2,08)

t_p : Waktu puncak

kemudian, rumus yang digunakan untuk menentukan nilai t_p adalah (Tunas, 2005):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag} \quad (2.12)$$

di mana:

Δt : Lama kejadian hujan

t_{lag} : Waktu yang diperlukan dari pusat massa hujan sampai pada puncak hidrogaf

antara t_p dan t_c (waktu konsentrasi) dihubungkan dengan persamaan (Tunas, 2005):

$$t_{lag} = 0,6t_c \quad (2.13)$$

Nilai t_{lag} dipengaruhi oleh karakteristik topografi berupa panjang sungai utama, kemiringan rata-rata DAS, dan karakteristik permukaan DAS (CN). Persamaannya sebagai berikut (Larry, 2010):

$$t_{lag} = L^{0,8} \frac{(S+1)^{0,7}}{1900Y^{0,5}} \quad (2.14)$$

Untuk menentukan nilai t_c dapat ditentukan dengan persamaan berikut (Tunas, 2005):

$$t_c = t_{sheet} + t_{shallow} + t_{channel} \quad (2.15)$$

dengan:

t_{lag} : Waktu yang diperlukan dari pusat massa hujan sampai pada puncak hidrograf

L : Panjang sungai utama (meter)

CN : Nilai CN

S : Kemiringan rata-rata DAS

waktu konsentrasi (t_c) merupakan penjumlahan dari waktu yang diperlukan oleh hujan di permukaan (t_{sheet}), waktu yang diperlukan oleh hujan di alur ($t_{shallow}$) dan waktu yang diperlukan di saluran ($t_{channel}$) (Tunas, 2005).

11.4.2 Curah Hujan Periode Ulang

Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik di mana debit atau hujan dengan nilai besaran tertentu akan kembali terulang dengan nilai yang sama atau melebihi sekali dalam jangka waktu tersebut. Berdasarkan data debit atau hujan yang telah terkumpul dengan jangka pengamatan beberapa tahun, dapat diperkirakan debit atau hujan dalam waktu periode tertentu (Triatmodjo, 2008).

Dalam menentukan curah hujan periode ulang, maka dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan beberapa metode, yakni metode Normal, Lognormal, Log pearson III, dan Gumbel.

Dalam tinjauan perhitungan wilayah tangkapan curah hujan yang tidak merata, maka salah satu metode yang digunakan adalah metode poligon Thiessen. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili daerah di sekitarnya dengan asumsi bahwa suatu luasan DAS, curah hujan yang terjadi sama dengan stasiun terdekat (Triatmodjo, 2008). Secara matematis dapat ditulis dengan rumus (Lashari, Kusumawardani, & Prakasa, 2017):

$$P = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.17)$$

Di mana:

P : Curah Hujan rerata kawasan

p_1, p_2, \dots, p_n : Curah hujan stasiun 1, 2, ..., n

A_1, A_2, \dots, A_n : Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ..., n

Menurut Sri Harto Br dalam (Lestari, 2016) Berikut perhitungan hujan rencana menggunakan beberapa metode, yakni :

1. Metode Distribusi Normal

Persamaan distribusi normal adalah (Lestari, 2016):

$$X_{Tr} = \bar{x} + K_{Tr} \cdot S_x \quad (2.18)$$

Dengan:

X_{Tr} : Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{x} : Harga rata-rata dari data (Lestari, 2016)

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n x_i}{n} \quad (2.19)$$

S_x : Simpangan baku (Lestari, 2016)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.20)$$

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang. Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 6 nilai variabel reduksi Gauss sebagai berikut

Tabel 2.7. Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,01	0,99	-2,33
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1000	0,001	3,09

Sumber: Bonnier, 1980 dalam (Juniarno, 2018).

2. Metode Distribusi Lognormal

Persamaan distribusi lognormal adalah (Lestari, 2016):

$$\log X_{Tr} = \overline{\log x} + K_{Tr} \cdot S_{\log x} \quad (2.21)$$

Di mana:

$\log X_{Tr}$: Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\log \bar{x}$: Harga rata-rata dari data (Lestari, 2016)

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n} \quad (2.22)$$

$S_{\log x}$: Simpangan baku (Lestari, 2016)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(\text{Log}X - \overline{\text{Log}x})^2}{n-1}} \quad (2.23)$$

K_{Tr} : Faktor frekuensi

3. Metode Distribusi Gumbel

Persamaan distribusi Gumbel adalah (Lestari, 2016):

$$X_{Tr} = \bar{x} + K_{Tr} \cdot S_x \quad (2.18)$$

X_{Tr} : Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} : Harga rata-rata dari data (Lestari, 2016)

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n (x_i)}{n} \quad (2.24)$$

S_x : Simpangan baku (Lestari, 2016)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.25)$$

K_{Tr} : Faktor frekuensi (Lestari, 2016)

$$K = \frac{y_t - y_n}{S_n} \quad (2.26)$$

Dengan y_t adalah reduksi sebagai fungsi dari probabilitas sedangkan y_n dan S_n adalah besaran yang merupakan fungsi dari jumlah pengamatan.

Tabel 2.8. Reduced Mean (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734

60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin, 2004 dalam (Juniarno, 2018).

Tabel 2.9. Reduced Standard Deviation (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,561	0,5611

Sumber: Suripin, 2004 dalam (Juniarno, 2018).

Tabel 2.10. Reduced Variate (Y_T)

Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr	Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Variate YTr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,251	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin, 2004 dalam (Juniarno, 2018).

4. Metode Distribusi Log Pearson III

Persamaan distribusi Log Pearson III adalah (Lestari, 2016):

$$\log X_{Tr} = \overline{\log x} + K_{Tr} \cdot S_{\log x} \quad (2.27)$$

Di mana:

$\log X_{Tr}$: Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\log \bar{x}$: Harga rata-rata dari data (Lestari, 2016)

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n} \quad (2.28)$$

$S_{\log x}$: Simpangan baku (Lestari, 2016)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log} X - \overline{\text{Log} x})^2}{n-1}} \quad (2.29)$$

K_{Tr} : Koefisien frekuensi yang didapatkan berdasarkan hubungan Cs dan periode ulang T.

Tabel 2.11. Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III

G	Waktu Balik Dalam Tahun						
	2	5	10	25	50	100	200
	Exceedence Probability						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,005
3	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051	4,97
2,9	-0,39	0,44	1,195	2,277	3,314	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,46	1,21	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-376	0,479	1,224	2,272	3,093	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,36	0,518	1,25	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,032	3,8	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705	4,444
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,23	2,942	3,656	4,372
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,553	4,298
1,9	-0,294	0,645	1,31	2,207	2,881	3,499	4,223
1,8	-0,282	0,66	1,318	2,193	2,848	3,444	4,147
1,7	-0,268	0,675	1,324	2,179	2,815	3,388	4,069
1,6	-0,254	0,69	1,329	2,163	2,78	3,33	3,99
1,5	-0,24	0,705	1,333	2,14	2,743	3,33	3,91
1,4	-0,225	0,719	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,21	0,732	1,338	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,745	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,18	0,758	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1	-0,164	0,769	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,543	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223

0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

Tabel 2.12. Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III (Nilai G Negatif)

G	Waktu Balik Dalam Tahun						
	2	5	10	25	50	100	200
	<i>Exceedence Probability</i>						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,005
-0,1	0,017	0,846	1,27	1,716	2	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,18	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,324	1,449	1,501
-1,3	0,21	0,838	1,064	1,24	1,27	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,217	1,318	1,351
-1,5	0,24	0,825	1,018	1,157	1,166	1,256	1,282
-1,6	0,224	0,817	0,994	1,116	1,069	1,197	1,216
-1,7	0,268	0,808	0,97	1,075	1,023	1,14	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	0,98	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,92	0,996	0,939	1,037	1,044
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,9	0,99	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,864	0,946	0,949
-2,2	0,33	0,752	0	0,888	0,83	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	1,336	0,855	0,798	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,725	1,333	0,823	0,768	0,832	0,833
-2,5	0,36	0,711	1,328	0,793	0,166	0,799	0,8

-2,6	0,368	0,696	1,323	0,764	0,74	0,769	0,796
-2,7	0,376	0,681	1,317	0,738	0,714	0,74	0,741
-2,8	0,384	0,666	1,309	0,712	0,689	0,714	0,714
-2,9	0,39	0,651	1,301	0,683	0,666	0,69	0,69
-3	0,396	0,636	1,292	0,66	0,666	0,667	0,667
0	0	0,842	1,282	0,282	2,054	2,325	2,576

Sumber : (Triatmodjo, 2008).

Cs merupakan koefisien *Skewness* yang menggunakan persamaan (Lestari, 2016):

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log} X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\text{Log} X})^3} \quad (2.30)$$

Untuk menentukan nilai koefisien Kwitosis, maka digunakan rumus :

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (x_i - x_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_x)^4} \quad (2.31)$$

Sedangkan untuk menentukan nilai koefisien variasi (Cv) adalah:

$$Cv = \frac{S_x}{x_r} \quad (2.32)$$

Untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan data, maka dilakukan pencocokan parameter statistik dengan masing-masing syarat jenis distribusi

Tabel 2.13. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1.	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 0$
2.	Log Normal	$Cs = C_v^3 + 3C_v$ $Ck = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3.	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber: (Triatmodjo, 2008).

Perhitungan intensitas curah hujan dapat menggunakan rumus metode Mononobe sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.33)$$

dengan:

I_t : Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t : lamanya curah hujan (jam)

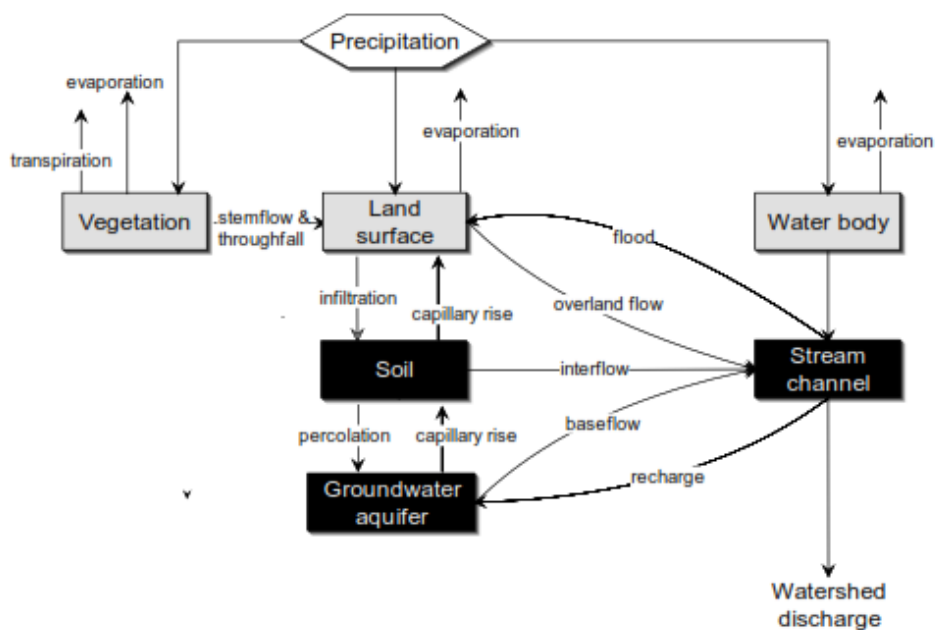
R_{24} : Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

II.5 Program HEC HMS

HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System) merupakan program *open source* yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers–Institute for Water Resources*. Fungsi utama dari HEC-HMS merupakan program komputer untuk menghitung transformasi hujan dan proses routing pada suatu sistem DAS. Terdapat beberapa model dalam HEC-HMS dapat digunakan untuk menghitung *direct runoff*, *volume runoff*, *baseflow* dan *channel flow*. Ini merupakan bentuk pengembangan dari model sebelumnya yang disebut dengan *HEC-1*. Kemudian salah satu keunggulan dari HEC HMS yakni penggunaan GIS dalam pemodelan yang bisa digunakan dalam penyelesaian model (USACE, 2020). Program ini merupakan terobosan baru dari pengembangan HEC-1 dengan berbasis *Graphical User Interface* (GUI) (Syahputra, 2015).

Menurut (Mulyadi, Sulistioadi, & Suhardiman, 2020) keluaran hasil yang didapatkan dari HEC-HMS berguna dalam pengamatan aliran debit yang jarang terpantau. Kelebihan lain yakni pada penggunaan data curah hujan dan debit air

dalam membangun sistem pemodelan hidrologi. Selain itu dapat pula sebagai program simulasi hujan menjadi limpasan (*runoff*). Analisis hidrograf banjir pada model program HEC HMS terdiri dari dua jenis, yakni hidrograf banjir yang terukur, dan hidrograf banjir model. Hidrograf banjir terukur didapatkan dari data curah hujan dan debit terukur, sedangkan data debit aliran didapatkan dari pencatatan muka air dengan menggunakan persamaan lengkung aliran (*rating curve*) (Munajad & Suprayogi, 2015). Curah hujan yang jatuh pada vegetasi mengalir melalui daun dan batang menuju ke permukaan tanah dan bergabung dengan curah hujan yang jatuh langsung ke permukaan tanah. Kemudian akan bergabung dalam tampungan air kolam tergantung tipe tutupan lahan, kelembapan preseden tanah, dan karakteristik DAS lainnya. Sebagian dari air hujan akan masuk ke dalam tanah, sedangkan yang lain mengalir di atas permukaan tanah. Aliran tersebut disebut *interflow* yang mengalir menuju sungai (Arlen, 2000).



Gambar 2.3 Skema Proses *Runoff*

Dalam program HEC HMS, terdapat beberapa komponen komputasi, yakni presipitasi, volume *runoff*, *Direct runoff (overland flow and interflow)*, *baseflow*, dan *routing models*. Masing-masing komputasi memiliki model perhitungan tersendiri yang ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 2.14. Komputasi dan Model pada Program HEC HMS

Komputasi	Model
Presipitasi	<i>User Hydrograph</i> <i>User gage weighting</i> <i>Inverse distance gage weight</i> <i>Gridded precipitation</i> <i>Frequency storm</i> <i>Standard project storm</i>
<i>Volume runoff</i>	<i>Initial and constant rate</i> <i>SCS curve number (CN)</i> <i>Gridded SCS CN</i> <i>Green and Ampt</i> <i>Deficit and constant rate</i> <i>Soil moisture accounting</i> <i>Gridded SMA</i>
<i>direct runoff (overland flow and interflow)</i>	<i>User-specified unit hydrograph (UH)</i> <i>Clark's UH</i> <i>Snyder's UH</i> <i>ModClark</i> <i>Kinematic wave</i> <i>User-speciefied unit hydrograph (UH)</i>
<i>Baseflow models</i>	<i>Constant monthly</i> <i>Exponential recession</i> <i>Linear reservoir</i>
<i>Routing models</i>	<i>Kinematic wave</i> <i>Lag</i> <i>Modified puls</i> <i>Muskingum</i> <i>Muskingum-Cunge Standard section</i> <i>Muskingum-Cunge 8-point section</i> <i>Confluence</i> <i>Bifurcation</i>

Sumber: (USACE, 2020)

II.6 Daerah Aliran Sungai (DAS) Kelara

DAS Kelara merupakan Daerah Aliran Sungai yang terletak di Kabupaten Gowa dan Jeneponto. DAS Kelara terbagi menjadi menjadi wilayah hulu dan hilir. Hulu DAS Kelara yaitu wilayah mulai dari bendungan Kelara-Karalloe ke arah utara hulu sedangkan wilayah hilirnya mulai dari bendungan Kelara-Karalloe menuju ke arah selatan hilir (Arsyad, Soma, Wahyuni, & Arief, 2017).

Luas total dari DAS ini 39.112 ha yang mencakup 8 kecamatan di Kabupaten Gowa dan Jeneponto yakni pada Kabupaten Gowa (Kecamatan Bontolempangan, Bungaya, Tompobulu, dan Biringbulu) sedangkan untuk Kabupaten Jeneponto (Kecamatan Rumbia, Kelara, Turatea, dan Binamu). Hulu DAS terletak di kabupaten Gowa yang mengalir menuju hilir yang terletak di Kabupaten Jeneponto (Hasnawir & Nurhaedah, 2012).

Berdasarkan tipe Iklim, DAS Kelara terbagi menjadi dua bagian, yakni pada bagian Hulu merupakan wilayah dengan tipe iklim C sampai ke bagian tengah DAS. Sedangkan pada bagian hilir merupakan wilayah dengan tipe iklim E. Suhu rata-ratanya yakni $26,50^{\circ}\text{C}$, suhu maksimum $27,47^{\circ}\text{C}$, dan suhu minimum yakni $25,59^{\circ}\text{C}$. Umumnya pada bulan Desember-Maret merupakan bulan curah hujan yang tinggi. Pada wilayah hilir curah hujan rata-rata tahunan adalah 1.056 mm/tahun, pada bagian tengah 1.822 mm/tahun, dan bagian hilir 2.952 mm/tahun (Hasnawir & Nurhaedah, 2012).