

SKRIPSI

**ANALISIS KAPASITAS SUNGAI DALAM
MENGENDALIKAN BANJIR DENGAN INTEGRASI
ANTARA METODE RASIONAL DENGAN PROGRAM
WIN-TR**

(Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Air Bengkulu)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan tingkat sarjana (S-1)



Oleh:

YUDHA GINANJAR SOMANTRI
G1B009035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2014

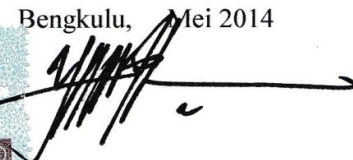
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS KAPASITAS SUNGAI DALAM MENGENDALIKAN BANJIR DENGAN INTEGRASI METODE RASIONAL DENGAN PROGRAM WIN-TR

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan hasil duplikasi dari skripsi dan/atau karya ilmiah lainnya yang pernah dipublikasikan dan/atau pernah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, Mei 2014



YUDHA GINANJAR SOMANTRI
G1B009035

MOTTO DAN PERSEMBAHAN



MOTTO

Apa saja yang Allah anugerahkan kepada manusia berupa rahmat, maka tidak ada seorangpun yang dapat menahannya ; dan apa saja yang ditahan oleh Allah maka tidak seorangpun yang sanggup melepaskannya sesudah itu. Dan Dialah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.

(Q.S. Fathir : 2)

Tuntutlah ilmu, sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajalla, dan mengajarkan kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu pengetahuan menempatkan orangnya dalam kedudukan terhormat dan mulia (tinggi). Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat.

(HR. Ar-Rabii')

Wahai mereka yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah bersama-sama dengan orang yang sabar.

(Q.S. Al-Baqarah : 153)

Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.

(Q.S. Al-Ankabut : 6)

Dan apa saja nikmat yang ada pada kamu, maka dari Allah-lah (datangnya), dan bila kamu ditimpa oleh kemudharatan, maka hanya kepada-Nya-lah kamu meminta pertolongan.

(Q.S. An-Nahl 16 : 53)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Allah SWT, tiada Tuhan yang kusembah selain Allah SWT yang telah memberikan saya kekuatan dan kesehatan dalam hidup saya, menganugerahkan bagi saya orang-orang yang menyayangi saya dengan sepenuh hati.

Kedua orang tua saya (Bambang K Prastama dan Ermawati) yang sangat saya sayangi dan Adekku Tercinta (M. Reza Ramadhani,R), karena berkat kasih sayang dan kepercayaan merekalah yang menjadikan semangat dalam hidup saya, serta do'a merekalah yang selalu mengiringi kesuksesan saya. Terima kasih ya Allah telah memberikan saya orang tua yang terbaik dalam hidup saya.

Sayangku (Sundari Oktaviani) Terima kasih atas do'a, motivasi, serta dukungan yang telah diberikan. Dirimu sangat berarti dalam hidup ku.

Buat Sahabat-Sahabat saya (M.P.G Subarqo, Ongky F, Agung, Riki, Reby, Arga, Mamek, Dieo, Kodok, 2 David, Boemblo), terima kasih atas bantuan dan do'a kalian. Saya bangga memiliki Sahabat seperti kalian.

Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2009 Universitas Bengkulu.

Semua Angkatan Teknik Sipil Universitas Bengkulu.

Almamaterku.

ANALISIS KAPASITAS SUNGAI DALAM MENGENDALIKAN BANJIR DENGAN INTEGRASI ANTARA METODE RASIONAL DENGAN PROGRAM WIN-TR

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit puncak DAS Air Bengkulu dan menghitung kapasitas sungai yang mampu menampung debit puncak yang terjadi di DAS tersebut. Penelitian ini diawali dengan menganalisis data curah hujan maksimum di DAS Air Bengkulu, kemudian dilakukan perhitungan debit akibat hujan berdasarkan pengaruh tata guna lahan dengan menggunakan metode rasional. Penelitian ini juga menggunakan software WinTR 20 untuk mendapatkan debit puncak yang gambarannya berupa hidrograf. Hasil perhitungan debit maksimum dengan metode rasional, dan output dari software WinTR kemudian dibandingkan dengan debit aktual. Debit Hasil dari perhitungan dengan Metode Rasional sebesar $559.91 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit hasil *output* WinTR sebesar $503 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan daya tampung sungai setelah *treatment* yaitu $578.75 \text{ m}^3/\text{detik}$. Berdasarkan analisis kapasitas sungai tersebut maka didapatkan dimensi sungai yang dapat menampung banjir untuk wilayah Tanjung Jaya yaitu $h = 13 \text{ m}$, $b = 80 \text{ m}$, dan Rawa Makmur yaitu $h = 15 \text{ m}$, $b = 85 \text{ m}$.

Kata-kata kunci :Debit Maksimum, Metode Rasional, Win-TR

CAPACITY ANALYSIS OF RIVER FLOOD CONTROL METHOD WITH INTEGRATION OF RATIONAL PROGRAM WITH WIN-TR

ABSTRACT

This study aims to determine the peak discharge Air Bengkulu Basin rivers and compute capacity that can accommodate peak flows that occur in the watershed. This study begins by analyzing the maximum rainfall data in DAS Air Bengkulu, then calculate the discharge due to rain by the influence of land use by using rational methods. This study also uses software WinTR 20 to get the image of which peak discharge hydrograph. The results of the calculation of the maximum discharge with rational methods, and the output from the software WinTR then compared with the actual discharge. Discharge results of calculations with Rational Method of 559.91 m³/second and discharge the output of 503 m³/detik WinTR while the river after treatment capacity is 578.75 m³/second. Based on the analysis of the capacity of the river didapatlah dimensions which can accommodate river flooding to the area of Tanjung Jaya, namely $h = 13$ m, $b = 80$ m, and Rawa Makmur is $h = 15$ m, $b = 85$ m.

Key words: Maximum discharge, Rational Method, Win-TR

KATA PENGANTAR



Puji syukur penyusun ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Kapasitas Sungai Dalam Mengendalikan Banjir Dengan Integrasi Antara Metode Rasional dengan Program Win-TR”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan masa perkuliahan di Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan bimbingan serta fasilitas-fasilitas yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini. Penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Gusta Gunawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Besperi, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan saran, dan mengarahkan sistematika penyusunan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Khairul Amri, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu sekaligus selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran yang membangun.
4. Ibu Fepy Supriani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu.
5. Bapak Yuzuar Afrizal, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selama ini telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan masukan bagi penyusun dalam menjalani kuliah di Program Studi Teknik Sipil ini.
6. Bapak Muhammad Ali, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang juga banyak memberikan saran dan masukan yang membangun untuk perbaikan skripsi ini.

7. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan dorongan kepada penyusun dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Papaku Bambang K. Prastama dan Mamaku Ermawati tercinta serta adekku tersayang M. Reza Ramadhani R yang telah membantu baik doa, moral dan material dalam menjalani kuliah di Program Studi Teknik Sipil ini.
9. Sayangku Sundari Oktaviani dan Seluruh teman-teman Teknik Sipil 2009 dan rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dan doa dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan informasi dalam penyusunan skripsi ini

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun penyusun harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penyusun juga berharap semoga segala sesuatu yang telah diberikan kepada penyusun mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT. Selanjutnya besar harapan penyusun semoga skripsi ini memberi manfaat dan menjadi pengetahuan bagi kita semua.

Bengkulu, Mei 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
INTISARI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-2
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Batasan Masalah	I-3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 II-1
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristik	II-1
2.2 Debit Aliran	II-3
2.3 <i>Windows Technical Releases 20</i>	II-5
2.4 Intensitas Curah Hujan.....	II-5
2.5 <i>Time of Concentration (Tc)</i>	II-7
2.6 <i>Land Use</i> (Penggunaan Lahan)	II-7
2.7 <i>Curve Number (CN)</i>	II-9
2.8 Koefisien Limpasan	II-9
2.9 Metode Rasional	II-10
2.10 Hidrograf Satuan.....	II-11

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1	Lokasi Penelitian	III-1
3.2	Metode Penelitian	III-1
3.2.1	Pengumpulan Data.....	III-1
3.3	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	III-3
3.4	Diagram Alur Penelitian	III-5
BAB IV	HASIL PEMBAHASAN	IV-1
4.1	Keadaan Umum Lokasi.....	IV-1
4.1.1.	Letak dan Luas	IV-1
4.2	Estimasi debit dengan Metode Rasional	IV-1
4.2.1.	Penggunaan Lahan	IV-1
4.2.2.	Curah Hujan.....	IV-3
4.2.3.	Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Rasional...	IV-6
4.3	Estimasi Debit dengan Win-TR	IV-7
4.3.1.	Kondisi Eksisting	IV-7
4.3.2.	<i>Sub-Area</i>	IV-9
4.3.3.	<i>Stream Reach</i>	IV-10
4.3.4.	<i>Storm Analysis</i>	IV-11
4.3.5.	<i>Global Output</i>	IV-13
4.3.6.	<i>Stream Cross Section</i>	IV-14
4.4	Pengukuran Debit Aktual	IV-21
4.4.1.	Sungai Eksisting	IV-21
4.4.2.	Sungai Rencana	IV-23
4.4.3.	Gambar Dimensi Saluran.....	IV-24
4.4.4.	Evaluasi Debit Sebelum dan Sesudah Treatment	IV-25
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penentuan Kedalaman Pengukuran dan Perhitungan Kecepatan Aliran	II-4
Tabel 4.1 Gambaran Detil DAS Air Bengkulu.....	IV-1
Tabel 4.2 Tutupan Lahan Sub-DAS Rindu hati.....	IV-2
Tabel 4.3 Tutupan Lahan Sub-DAS Susup	IV-2
Tabel 4.4 Tutupan Lahan Sub-DAS Bengkulu Hilir.....	IV-3
Tabel 4.5 Curah Hujan Harian Maksimum	IV-4
Tabel 4.6 Y_{tr} , Y_n dan S_n	IV-4
Tabel 4.7 Pengolahan Data Curah Hujan dengan Mononobe.....	IV-5
Tabel 4.8 Perhitungan Debit Akibat Hujan	IV-6
Tabel 4.9 Parameter Sub-DAS	IV-9
Tabel 4.10 <i>Reach Parameter</i>	IV-11
Tabel 4.11 Intensitas Hujan 10 Tahunan.....	IV-12
Tabel 4.12 Debit Untuk Tiap Saluran	IV-14
Tabel 4.13 <i>Drainage Cross Section For Stream Area</i>	IV-16
Tabel 4.14 Eksisting Dimensi Sungai	IV-21
Tabel 4.15 Debit (Q) Sungai Eksisting	IV-22
Tabel 4.16 Perbandingan Q model VS Q Akibat Hujan VS Q Sungai	IV-22
Tabel 4.17 Rencana Dimensi Saluran	IV-23
Tabel 4.18 Perbandingan Q model VS Q Akibat Hujan VS Q Rencana	IV-23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai.....	II-1
Gambar 2.2 Jaringan Sungai dan Tingkatannya.....	II-2
Gambar 2.3 Pembagian Lebar Sungai dan Kedalamannya	II-3
Gambar 2.4 Hubungan Hujan Efektif dengan Limpasan	II-12
Gambar 2.5 Tahapan Pembuatan Hidrograf Aliran	II-13
Gambar 2.6 Bagian-bagian Komponen Hidrograf.....	II-15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	III-5
Gambar 4.1 Grafik Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe	IV-6
Gambar 4.2 Tampilan Awal Menu Win-TR	IV-7
Gambar 4.3 Skema Daun DAS Bengkulu.....	IV-8
Gambar 4.4 <i>Input Sub Area</i>	IV-10
Gambar 4.5 <i>Menu Stream Reach</i>	IV-11
Gambar 4.6 <i>Input Storm Analysis</i>	IV-12
Gambar 4.7 <i>Global Output</i>	IV-13
Gambar 4.8 <i>Schematic Design</i>	IV-14
Gambar 4.9 <i>Hidrograf Reach 1</i>	IV-17
Gambar 4.10 <i>Hidrograf Reach 2</i>	IV-17
Gambar 4.11 <i>Hidrograf Reach 3</i>	IV-18
Gambar 4.12 <i>Hidrograf Titik 1</i>	IV-19
Gambar 4.13 <i>Hidrograf Titik 2</i>	IV-19
Gambar 4.14 <i>Hidrograf Titik 3</i>	IV-20
Gambar 4.15 <i>Hidrograf Outlet</i>	IV-21
Gambar 4.16 Desain Saluran Rencana 1	IV-24
Gambar 4.17 Desain Saluran Rencana 2	IV-24
Gambar 4.18 Desain Saluran Rencana 3.....	IV-24
Gambar 4.19 Desain Saluran Rencana 4.....	IV-24
Gambar 4.20 Evaluasi Debit Sebelum <i>Treatment</i>	IV-25
Gambar 4. 21 Evaluasi Debit Sesudah <i>Treatment</i>	IV-26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data DAS Air Bengkulu	L-1
Lampiran 2. Data Curah Hujan	L-3
Lampiran 3. Intensitas Curah Hujan	L-4
Lampiran 4. <i>Time Of Concentration</i>	L-6
Lampiran 5. Parameter Sub-DAS	L-7
Lampiran 6. Tabel Y_n , S_n , dan Y_{tr}	L-8
Lampiran 7. <i>Drainage Cross Section For Stream Area</i>	L-11
Lampiran 8. Tabel Curve Number	L-14
Lampiran 9. Tabel Koefisien Limpasan	L-15
Lampiran 10. <i>Summary</i> Program Win-TR	L-16
Lampiran 11. Peta DAS Bengkulu	L-26
Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian	L-27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan istilah geografi mengenai sebatang anak sungai dan area tanah yang dipengaruhi. DAS adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas-batas topografi secara alami sedemikian rupa sehingga setiap air hujan yang jatuh dalam DAS tersebut akan mengalir melalui titik tertentu (titik pengukuran di sungai) dalam DAS tersebut (Asdak, 2010).

Penurunan mutu Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah menjadi keprihatinan nasional. Hal ini ditandai oleh fluktuasi debit aliran sungai yang tinggi setiap tahun serta meningkatnya laju erosi dan sedimentasi. Akibat yang ditimbulkannya adalah semakin seringnya kejadian banjir dan kekeringan, kurang efisiennya system irigasi karena tidak optimalnya distribusi air, penipisan lapisan olah pada lahan pertanian serta terjadinya pendangkalan waduk dari sungai akibat sedimentasi. Apabila masalah ini tidak ditangani segera, maka akan terjadi peningkatan laju penurunan produktivitas DAS dan pendapatan wilayah (Asdak, 2010).

Masalah lain yang sering ditemui pada DAS adalah banjir yang mengakibatkan kerusakan dan penurunan mutu DAS itu sendiri. Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan akibat penggunaan lahan yang salah.

Persoalan banjir adalah persoalan yang mesti dikaji dari hulu hingga hilir, mulai dari *upstream* hingga *downstream*. Persoalan ini muncul karena daya tampung DAS lebih rendah dari debit banjir dan daya tampung saluran sungai lebih kecil dari debit banjir. Untuk mengatasi persoalan diatas perlu ditinjau seberapa jauh kemampuan suatu DAS dapat menampung limpasan puncak yang terjadi dan kapasitas tampung sungai dalam menahan debit banjir tersebut. (Gunawan, 2014).

Kondisi diatas bisa dilihat di desa Tanjung Jaya Kelurahan Surabaya dimana hampir setiap tahun mengalami banjir. Banyak rumah yang terendam dan sawah yang digenangi oleh air. Berbagai upaya yang telah dilakukan oleh

pemerintah yaitu mengendalikan banjir dengan memperlebar saluran air ke sungai dan normalisasi sungai. Akan tetapi upaya tersebut bersifat sektoral dan belum dikaji secara holistic dari hulu hingga hilir.

Salah satu komponen hidrologi yang sangat penting dalam penyelesaian masalah hidrologi suatu DAS adalah debit sungai. Namun dilain pihak, pencatatan debit sungai yang teratur masih kurang. Untuk mengatasi kekurangan data pengukuran ini, maka debit sungai dapat diperkirakan melalui analisis kesetimbangan air dengan menggunakan berbagai model hidrologi yang ada.

Berdasarkan latar belakang yang ada, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai Analisis Kapasitas Sungai dalam Mengendalikan Banjir dengan Integrasi Metode Rasional dengan program WinTR. Hasil *output* yang akan didapat nantinya berupa luas saluran yang efektif dalam mengendalikan banjir. Hasil tersebut diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengelolaan DAS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka Rumusan masalah yang harus dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana gambaran debit puncak yang terjadi di DAS Air Bengkulu dengan kondisi penggunaan lahan saat ini?
2. Seberapa besar dimensi sungai yang dibutuhkan dalam pekerjaan normalisasi dalam menampung debit puncak akibat hujan di DAS ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Meneliti debit puncak yang menyebabkan banjir di DAS Air Bengkulu.
2. Menghitung kapasitas sungai yang mampu menampung debit puncak yang terjadi di DAS.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk Pemerintah Daerah penelitian ini bisa dijadikan pedoman untuk pengendalian banjir yang terjadi di lokasi penelitian.
2. Untuk ilmu pengetahuan penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu maupun kemampuan penelitian, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi hanya untuk menghitung debit banjir Puncak yang diakibatkan oleh hujan di wilayah hilir yaitu Desa Tanjung Jaya, Kelurahan Surabaya, Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu.
2. Data hujan yang digunakan adalah data sekunder dari BMKG dan dianggap sudah valid sehingga tidak dilakukan lagi pengukuran ulang, data hujan yang digunakan adalah data hujan 10 tahun terakhir.
3. Peta tutupan lahan digunakan peta dari dinas dan instansi terkait dan dianggap sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya sehingga tidak dilakukan pengidentifikasian ulang.
4. Jumlah stasiun hujan yang digunakan hanya terbatas 1 stasiun.
5. Penelitian ini tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

BAB II

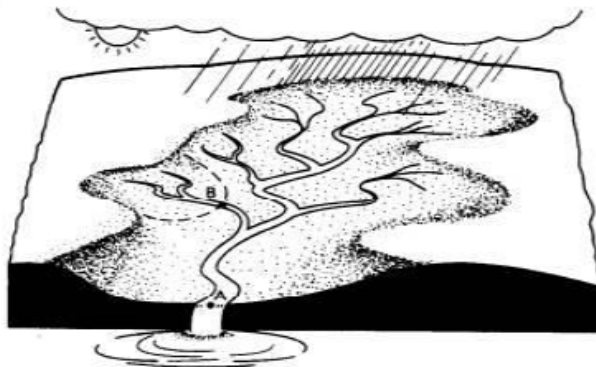
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristik

Sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan setelah aliran permukaan dan mengalirkannya sampai ke laut. Oleh karena itu, sungai dapat diartikan sebagai wadah atau penampung dan penyalur aliran air yang terbawa dari DAS ketempat yang lebih rendah dan bermuara di laut. Selanjutnya dijelaskan bahwa DAS adalah suatu sistem yang merubah curah hujan kedalam debit dipelepasannya sehingga menjadi sistem yang kompleks (Soewarno, 1995).

Panjang sungai adalah panjang yang diukur sepanjang sungai, dari stasiun yang ditinjau dari muara sungai sampai ujung hulunya. Sungai utama adalah sungai terbesar pada daerah tangkapan dan yang membawa aliran menuju muara sungai. Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS adalah penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (muara) ke titik terjauh dari batas DAS (Triatmodjo, 2010).

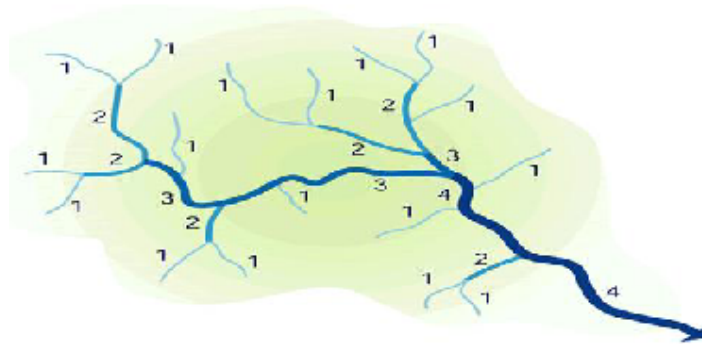
DAS adalah suatu area dipermukaan bumi yang didalamnya terdapat sistem pengaliran yang terdiri dari satu sungai utama (*main stream*) dan beberapa anak cabangnya (*tributaries*), yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air dan mengalirkan air melalui satu keluaran (*outlet*) (Soewarno,1995).



Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai
(Sumber : Soewarno, 1995)

DAS adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik / stasiun yang ditinjau (Gunawan, 2013).

Jaringan sungai dan anak-anak sungainya mempunyai bentuk seperti percabangan pohon. Parit-parit bergabung membentuk alur yang lebih besar, yang selanjutnya beberapa alur bergabung membentuk anak sungai, dan kemudian beberapa anak sungai tersebut membentuk sungai utama (Triatmodjo, 2010).



Gambar 2.2 Jaringan Sungai dan Tingkatannya
(Sumber : Triatmodjo, 2010)

DAS ada yang kecil dan ada yang sangat luas. DAS yang sangat luas bisa terdiri dari beberapa sub-DAS dan sub-DAS dapat terdiri dari beberapa sub-sub DAS, tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu system sungai utama. DAS mempunyai karakteristik yang berkaitan erat dengan unsur utamanya, seperti tata guna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik DAS tersebut dalam merespon curah hujan yang jatuh ditempat tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya aliran air sungai (Asdak, 2010).

Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai (Triatmodjo, 2010).

Asdak (2010), mengemukakan bahwa beberapa karakteristik DAS yang mempengaruhi debit aliran antara lain yaitu :

- a. Luas DAS. Luas DAS menentukan besarnya daya tampung terhadap masukan hujan. Makin luas DAS semakin besar daya tampung, berarti makin besar volume air yang dapat disimpan dan disumbangkan oleh DAS.
- b. Kemiringan lereng DAS. Semakin besar kemiringan lereng suatu DAS semakin cepat laju debit dan akan mempercepat respon DAS terhadap curah hujan.
- c. Bentuk DAS. Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menurunkan laju limpasan daripada DAS yang berbentuk melebar walaupun luas keseluruhan dari dua bentuk DAS tersebut sama.
- d. Jenis tanah. Setiap jenis tanah memiliki kapasitas infiltrasi yang berbeda-beda, sehingga semakin besar kapasitas infiltrasi suatu jenis tanah dengan curah hujan yang singkat maka laju debit akan semakin kecil.
- e. Pengaruh vegetasi. Vegetasi dapat memperlambat jalannya air larian dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah dengan demikian akan menurunkan laju debit aliran.

2.2. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Dalam laporan-laporan teknis, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran (Asdak, 2010).

Menurut Rahayu (2009), pengukuran kecepatan aliran dengan metode ini dapat menghasilkan perkiraan kecepatan aliran yang memadai. Prinsip pengukuran metode ini adalah mengukur kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran (d) pada titik interval tertentu dengan “*current meter*” atau “*flow probe*”. Langkah pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Pilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air. Bila sungai relatif lebar, bawah jembatan adalah tempat pengukuran cukup ideal sebagai lokasi pengukuran.
2. Bagilah penampang melintang sungai / saluran menjadi 10-20 bagian yang sama dengan interval tertentu.

3. Ukur kecepatan aliran pada kedalaman tertentu sesuai dengan kedalaman sungai pada setiap titik interval yang telah dibuat sebelumnya.
4. Hitung kecepatan aliran rata-ratanya.

Tabel 2.1. Penentuan Kedalaman Pengukuran dan Perhitungan Kecepatan Aliran

Kedalaman Sungai (m)	Kedalaman Pengukuran	Perhitungan kecepatan rata-rata
0-0.6	0.6 d	$V = V$
0.6-3	0.2 d dan 0.8 d	$V = 0.5 (V_{0.2} + V_{0.8})$
3-6	0.2 d, 0.6 d dan 0.8 d	$V = 0.25 (V_{0.2} + 0.6 + V_{0.8})$
>6	s. 0.2 d, 0.6 d dan 0.8 d dan b	$V = 0.1 (VS + 3V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8} + Vb)$

Sumber : Rahayu, 2009

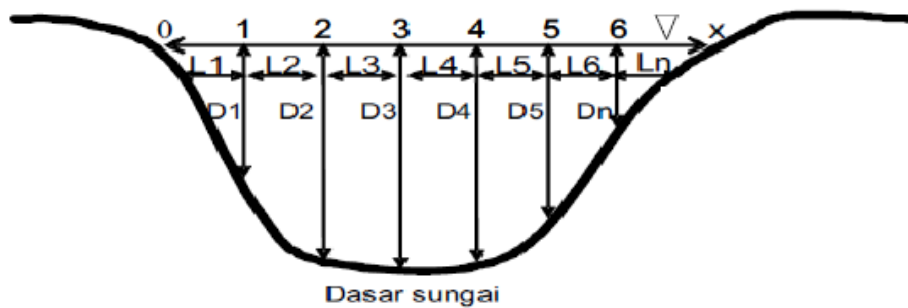
Dimana :

d = kedalaman pengukuran

S = permukaan sungai

b = Dasar sungai

V = kecepatan (m/detik)



Gambar 2.3 Pembagian Lebar Sungai dan Kedalamannya

Sumber : Rahayu, 2009

Pengukuran debit sungai dikatakan secara tidak langsung apabila kecepatan alirannya tidak diukur langsung, akan tetapi dihitung berdasarkan rumus hidraulis debit dengan rumus *manning*, *chezy*, serta *Darcy Weisbach*. Salah satu rumusnya yaitu rumus *Manning* dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Q = A \times V$$

.....(2.2)

Dimana :

Q = Debit air (m³/detik)

A = Luas Penampang (m²)

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

R = Jari-jari hidrolik

S = Slope / kemiringan

n = Koefisien Dasar saluran

Pada sungai-sungai yang besar, penggunaan alat ukur yang diterapkan di laboratorium menjadi tidak praktis, dan pengukuran debit dilakukan dengan suatu alat pengukuran kecepatan aliran yang disebut pengukur arus (*current meter*). Suatu hubungan tinggi muka air debit, atau kurva debit (*rating curve*). Kurva debit (*rating curve*) biasa juga disebut lengkung aliran dibuat memplot debit yang diukur terhadap tinggi muka air pada saat pengukuran (Sangsongko, 1985).

2.3 Windows Technical Releases 20 (WinTR-20)

Prinsip dasar yang melatar belakangi model TR 20 adalah jika curah hujan dengan intensitas (I) terjadi secara terus menerus maka laju limpasan langsung akan bertambah sehingga mencapai waktu konsentrasi (Tc). Tc tercapai jika seluruh bagian DAS telah memberikan distribusi aliran di outlet (Anonym, 2012).

TR 20 merupakan program hidrograf banjir yang digunakan oleh banyak insinyur hidrologi untuk memodelkan hubungan curah hujan dengan *run off*. TR 20 telah dibuat sedemikian rupa sehingga model dapat dibangun dengan TIN (*Triangular Irregular Network*) yang digunakan untuk menggambarkan sungai beserta batas-batasnya dan menghitung data geometrik atau secara *manual* membangun serangkaian *outlet* dan cekungan untuk membentuk representasi topografi dari daerah aliran sungai. Ketika TIN digunakan, model topografi dibangun secara otomatis. Selanjutnya setiap parameter geometris dihitung oleh model yang disediakan ke dalam masukkan TR 20 yang sesuai (Anonym, 2012).

2.4 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan debit banjir dengan metode rasional memerlukan data intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf *I* dengan satuan mm/jam (Loebis, 1992).

Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak begitu luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi tetapi dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Sudjarwadi, 1987).

Besarnya intensitas curah hujan tidak sama di segala tempat. Hal ini dipengaruhi oleh topografi, durasi dan frekuensi di tempat atau lokasi yang bersangkutan. Ketiga hal ini dijadikan pertimbangan dalam membuat lengkung IDF (*Intensity – Duration – Frequency*). Lengkung IDF ini digunakan dalam metode rasional untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih. Namun pembuatan lengkung IDF ini cukup sulit dan membutuhkan banyak data curah hujan sehingga secara periodik perlu diperbaharui bila ada tambahan data dan hal ini akan memakan waktu yang cukup lama bila dilakukan secara manual.

Kurva frekuensi intensitas lamanya adalah kurva yang menunjukkan persamaan dimana *t* sebagai absis dan *I* sebagai ordinat. Kurva ini digunakan untuk perhitungan limpasan (*run off*) dengan rumus rasional dan untuk perhitungan debit puncak dengan menggunakan intensitas curah hujan yang sebanding dengan waktu pengaliran curah hujan dari titik paling atas ke titik yang ditinjau di bagian hilir daerah pengaliran itu (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

Intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode mononobe, intensitas curah hujan (*I*) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

R = Curah hujan rancangan setempat (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

(Loebis, 1992).

2.5 *Time of Consentration (Tc)*

Menurut Suripin (2004), waktu konsentrasi (Tc) adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (*outlet*) setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap *outlet*.

Tc suatu daerah aliran sungai adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di titik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (*outlet*). Salah satu metode yang secara luas diterima untuk menghitung Tc adalah yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Gunawan, 2014 :

$$Tc = 0,0195 \times (L^{0,77} \times S^{0,385}) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Tc = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang aliran (m)

S = kemiringan lereng (m)

Tc perlu dimasukkan dalam rangka untuk menentukan nilai intensitas yang akan digunakan dalam persamaan Metode TR-20. Nilai ini dapat dimasukkan secara manual atau dihitung dari panjang aliran, dan kemiringan. Tc mempengaruhi bentuk dan puncak limpasan hidrograf.

2.6 *Land Use (Penggunaan Lahan)*

Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada suatu objek dan merupakan hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan kejadian (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi yang bersifat dinamis dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup baik material maupun spiritual (Arsyad, 2006).

Perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama banjir bila dibandingkan dengan faktor lain. Perlu pula diketahui bahwa perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi dominan kepada aliran permukaan (*runoff*). Hujan yang jatuh ke tanah, airnya akan menjadi aliran permukaan di atas tanah dan sebagian meresap ke dalam tanah tergantung kondisi tanahnya (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

Faktor penutupan lahan vegetasi cukup signifikan dalam pengurangan atau peningkatan aliran permukaan. Hutan yang lebat mempunyai tingkat penutup lahan yang tinggi, sehingga apabila hujan turun ke wilayah hutan tersebut, faktor penutupan lahan ini memperlambat kecepatan aliran permukaan, bahkan bisa terjadi kecepatannya mendekati nol. Ketika suatu kawasan hutan menjadi pemukiman, maka penutupan lahan kawasan ini akan berubah menjadi penutupan lahan yang tidak mempunyai resistensi untuk menahan aliran. Yang terjadi ketika hujan turun, kecepatan air akan meningkat sangat tajam di atas lahan ini. Namun resapan air yang masuk ke dalam tanah relatif tetap kecuali lahannya berubah. Kuantitas totalnya berubah karena tergantung dari luasan penutup lahan (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

Perubahan tata guna lahan pada kawasan konservasi menjadi kawasan terbangun dapat menimbulkan banjir, tanah longsor dan kekeringan. Banjir adalah aliran/genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi atau bahkan menyebabkan kehilangan jiwa (Asdak, 2010).

Aliran/genangan air ini dapat terjadi karena adanya luapan-luapan pada daerah di kanan atau kiri sungai akibat alur sungai tidak memiliki kapasitas yang cukup bagi debit aliran yang lewat (Asdak, 2010).

Hal tersebut terjadi karena pada musim penghujan air hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air (*catchments area*) tidak banyak yang dapat meresap ke dalam tanah melainkan lebih banyak melimpas sebagai debit air sungai. Jika debit sungai ini terlalu besar dan melebihi kapasitas tampung sungai, maka akan menyebabkan banjir. Peta penggunaan lahan berisi tentang distribusi batas-batas penggunaan lahan seperti hutan, sawah air, kebun rawa, dll (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

2.7 Curve Number (CN)

Salah satu dasar dalam konsep pengembangan model hidrologi di DAS yaitu metode *runoff Curve Number* (CN) atau bilangan kurva aliran permukaan menurut metode *Soil Conservation Service* (SCS) (Pakasi, 2006).

Model prediksi dengan metode SCS sifatnya sederhana, akurat dan menggunakan data hujan dan karakteristik DAS yang mudah didapat. Untuk memprediksi limpasan, metode SCS dapat di gunakan untuk DAS kecil sampai besar, yakni luasan 25.000 ha sampai dengan 259.000 ha (Pakasi, 2006).

Nomor kurva SCS digunakan secara luas dan efisien untuk menentukan jumlah limpasan dari curah hujan di daerah tertentu. Analisis limpasan dalam TR-20 didasarkan pada metode SCS dengan menggunakan peta penggunaan lahan, yang kemudian diterjemahkan dalam indeks CN (Pakasi, 2006).

2.8 Koefisien Limpasan

Koefisien ditetapkan sebagai rasio kecepatan maksimum pada aliran air dari daerah tangkapan hujan. Koefisien ini merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Nilai C tergantung pada beberapa karakteristik dari daerah tangkapan hujan, yang termasuk didalamnya :

1. Relief atau kelandaian daerah tangkapan
2. Karakteristik daerah, seperti perlindungan vegetasi, tipe tanah dan daerah kedap air
3. *Storage* atau karakteristik detention lainnya.

Besarnya aliran permukaan dapat menjadi kecil, terlebih bila curah hujan tidak melebihi kapasitas infiltrasi. Selama hujan yang terjadi adalah kecil atau sedang, aliran permukaan hanya terjadi di daerah yang jenuh di dalam suatu DAS atau langsung jatuh di atas permukaan air. Apabila curah hujan yang jatuh di atas permukaan air. Apabila curah hujan yang jatuh jumlahnya lebih besar dari jumlah air yang dibutuhkan, maka barulah bisa terjadi aliran permukaan. Apabila hujan

yang terjadi kecil, maka hampir semua curah hujan yang jatuh terintersepsi oleh vegetasi yang lebat (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menampilkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan itu merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0-1. Nilai $C = 0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai $C = 1$ menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

2.9 Metode Rasional

Metode rasional adalah metode lama yang masih digunakan hingga sekarang untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*). Ide yang melatarbelakangi metode rasional adalah jika curah hujan dengan intensitas (I) terjadi secara terus menerus, maka laju limpasan langsung akan bertambah sampai mencapai waktu konsentrasi t_c . Waktu konsentrasi t_c tercapai ketika seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusi aliran di *outlet*. Laju masukan pada system adalah hasil curah hujan dengan intensitas I pada DAS dengan luas A . nilai perbandingan antara laju masukan dengan laju debit puncak (Q_p) yang terjadi pada saat t_c dinyatakan sebagai *run off coefficient* (C) dengan nilai $0 \leq C \leq 1$ (Chow, 1998).

Beberapa asumsi dasar untuk menggunakan metode rasional adalah :

1. Curah hujan terjadi dengan intensitas yang tetap dalam jangka waktu tertentu, setidaknya sama dengan waktu konsentrasi.
2. Limpasan langsung mencapai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas tetap sama dengan waktu konsentrasi.
3. Koefisien *run off* dianggap tetap selama durasi hujan.
4. Luas DAS tidak berubah selama durasi hujan.

(Wanielista, 1990).

Rumus ini adalah rumus yang tertua dan yang terkenal diantara rumus-rumus empiris lainnya. Rumus ini banyak digunakan untuk sungai-sungai biasa

dengan daerah pengaliran yang luas dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang relatif sempit. Bentuk umum rumus rasional ini adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,2778.C.I.A \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Q = Debit banjir maksimum ($m^3/detik$)

C = Koefisien pengaliran / limpasan

I = Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

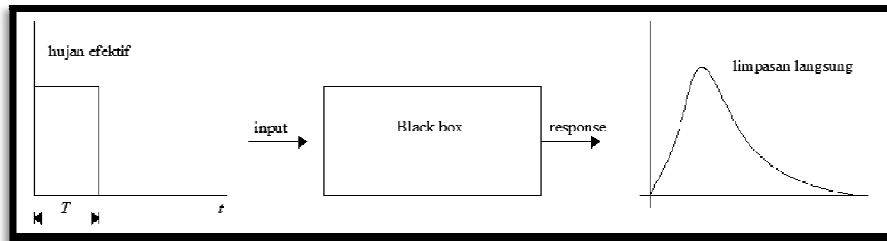
Arti rumus ini dapat segera diketahui yakni jika terjadi curah hujan selama 1 jam dengan intensitas 1 mm/jam dalam daerah seluas 1 km^2 , maka debit banjir sebesar 0,2778 $m^3/detik$ dan melimpas selama 1 jam (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

2.10 Hidrograf Satuan

Hasil *runoff* dari DAS disuatu tempat biasanya disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Grafik yang menggambarkan fenomena aliran (tinggi muka air, debit, kecepatan dan lain-lain) dan waktunya disebut hidrograf (*Hydrograph*).

Hidrograf satuan suatu *watershed* adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu volume hujan efektif, yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Hidrograf satuan atau *unit hydrograph* memberikan distribusi waktu pada limpasan yang keluar dari *watershed*, dengan tinggi tertentu (Soemarto, 1986).

Teori klasik hidrograf satuan (*unit hydrograph*) yang pertama kali diperkenalkan oleh L.K Sherman, berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linear dalam hidrologi. *Watershed* dipandang sebagai *black box* dan sistemnya ditandai oleh tanggapan (*response*) Q terhadap input tertentu (Agus, 2011).



Gambar 2.4 Hubungan Hujan Efektif dengan Limpasan

(Sumber : Agus, 2011)

Inputnya berupa merata, yaitu hujan dengan intensitas konstan sebesar i dan durasi T yang terbagi rata di atas *watershed*. Jadi yang dimaksud hidrograf satuan suatu *watershed* adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu satuan volume hujan efektif, yang terbagi rata dalam waktu dan ruang (Agus, 2011).

Hidrograf satuan menunjukkan bagaimana hujan efektif tersebut ditransformasikan menjadi limpasan langsung di pelepasan (*outlet*) *watershed*. Transformasi itu disertai anggapan berlakunya proses linear. Hidrograf satuan mempunyai sifat khusus untuk suatu *watershed*, yang menunjukkan adanya efek terpadu sifat dan bentuk permukaan *watershed* terhadap penelusuran Hujan lewat daerah tangkapannya (Agus, 2011).

Prinsip hidrograf satuan dapat diterapkan untuk (Agus, 2011):

1. Memperkirakan banjir perencanaan (*design flood*).
2. Mengisi data banjir yang hilang
3. Memperkirakan banjir jangka pendek yang didasarkan atas curah hujan yang tercatat (*recorded rainfall*).

Tujuan hidrograf satuan adalah mencari hubungan antara limpasan permukaan dan hujan sebagai penyebabnya (walaupun sudah jelas terlihat bahwa kualitas dan intensitas hujan mempunyai pengaruh langsung terhadap hidrograf, maka dengan hidrograf satuan dapat dijelaskan bagaimana hubungannya, berapa besar pengaruh hujan efektif terhadap limpasan permukaan).

Untuk mendapatkan hidrograf satuan dari suatu *watershed* tertentu diperlukan adanya pencatatan-pencatatan debit, sekurang-kurangnya termasuk pula pencatatan banjir-banjir sedang (Soemarto, 1986).

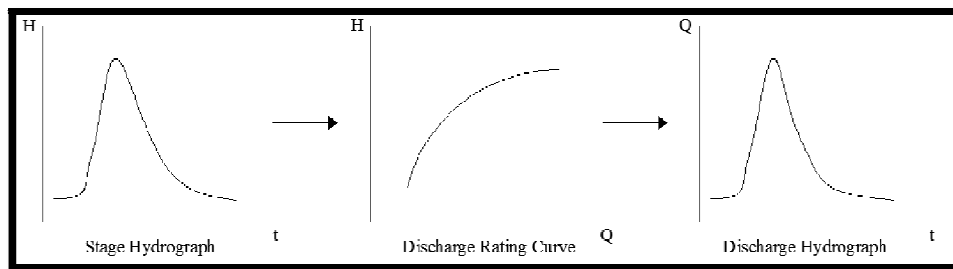
Hidrograf adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara unsur-

unsur aliran (tinggi dan debit) dengan waktu (*stage hydrograph*, *discharge hydrograph*). Hidrograf merupakan responsi dari hujan yang terjadi. Kurva ini memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di suatu daerah pada waktu yang bersamaan. Apabila karakteristik daerah itu berubah-ubah, maka bentuk hidrograf juga akan berubah. Teori hidrograf ini merupakan penerapan pertama dari sistem linier dalam hidrologi (Soemarto, 1986).

Umumnya ada dua macam hidrograf yaitu :

1. Hidrograf Tinggi Muka Air (*stage hydrograph*)
2. Hidrograf Aliran (*discharge hydrograph*)

Hidrograf tinggi muka air dihasilkan dari rekaman alat yang disebut *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) yang dipasang pada stasiun pengukur aliran sungai (SPAS). Sedangkan hidrograf aliran diturunkan dari hidrograf tinggi muka air dengan menggunakan "*Stage discharge Rating Curve*", yang dibuat khusus untuk SPAS yang bersangkutan.



Gambar 2.5 Tahapan pembuatan hidrograf aliran

(Sumber : Soemarto, 1986)

Biasanya air itu dapat mencapai sungai melalui tiga jalan, yaitu :

1. Curah hujan disaluran

Adalah curah hujan yang jatuh langsung pada sungai utama dan anak sungai yang umumnya termasuk dalam limpasan permukaan dan tidak dipisahkan sebagai komponen hidrograf

2. Limpasan permukaan

Yaitu aliran air yang mencapai sungai dengan tanpa melalui permukaan air tanah. Disini curah hujan berkurang oleh sebagian dari besarnya infiltrasi, serta besarnya air yang tertahan dan juga dalam genangan.

3. Aliran air tanah

Adalah air yang menginfiltrasi kedalam tanah, mencapai permukaan tanah

dan menuju sungai dalam beberapa hari atau lebih.

Menurut definisi hidrograf satuan sintetis adalah hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar satu satuan (1 mm, 1 cm, atau 1 inchi) yang terjadi secara merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam suatu satuan waktu (misal 1 jam) tertentu (Triatmodjo, 2010).

Beberapa asumsi dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut (Natakusumah, 2011).

1. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras untuk analisis adalah hujan dengan durasi singkat.
2. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena sulit untuk mendapatkan hujan merata di seluruh DAS.

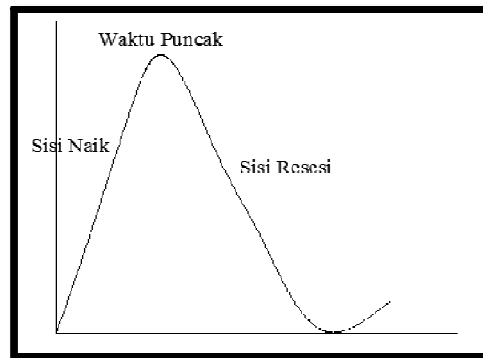
Perjalanan air di dalam DAS dapat diasumsikan sebagai limpasan total (*total runoff*), yang terdiri dari limpasan langsung (*direct runoff*) dan aliran dasar (*base flow*). Limpasan langsung terdiri dari aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran bawah permukaan yang mengalir langsung (*prompt sub surface flow*) serta hujan yang jatuh langsung di permukaan sungai (*channel precipitation*). Sedangkan aliran dasar terdiri dari aliran bumi (*ground water flow*) yang masuk melalui perkolasi dan aliran bawah tanah permukaan (*delayed sub surface flow*) yang tidak masuk ke saluran, tetapi bergabung dengan air perkolasi dan memperbesar aliran dasar. Aliran dasar dan limpasan langsung akhirnya bersatu menjadi satu menuju ke sungai.

Prinsip penting dalam penggunaan hidrograf satuan dapat sebagai berikut (Natakusumah, 2011):

- a. *Lumped response* adalah hidrograf yang menggambarkan semua kombinasi dari karakteristik fisik DAS yang meliputi (bentuk, ukuran, kemiringan, sifat tanah) dan karakteristik hujan.
- b. *Time Invariant* adalah hidrograf yang dihasilkan oleh hujan dengan durasi dan pola yang serupa memberikan bentuk dan waktu dasar yang serupa pula.

c. *Linear Response* adalah respon limpasan langsung dipermukaan (*direct runoff*) terhadap hujan efektif bersifat linear, sehingga dapat dilakukan superposisi hidrograf.

Sosrodarsono (1987) menyebutkan bahwa hidrograf memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi (karakteristik) yang ada di DAS secara bersama-sama, sehingga apabila karakteristik DAS berubah maka akan menyebabkan perubahan bentuk hidrograf.



Gambar 2.6. Bagian-bagian Komponen Hidrograf

(Sumber : Sosrodarsono, 1987)

Dua faktor utama untuk menentukan bentuk hidrograf adalah karakteristik DAS dan iklim. Unsur iklim yang perlu diketahui adalah jumlah curah hujan total, intensitas hujan (cm/jam), lama waktu hujan (jam, hari atau minggu), penyebaran hujan, dan suhu (Asdak, 2010).

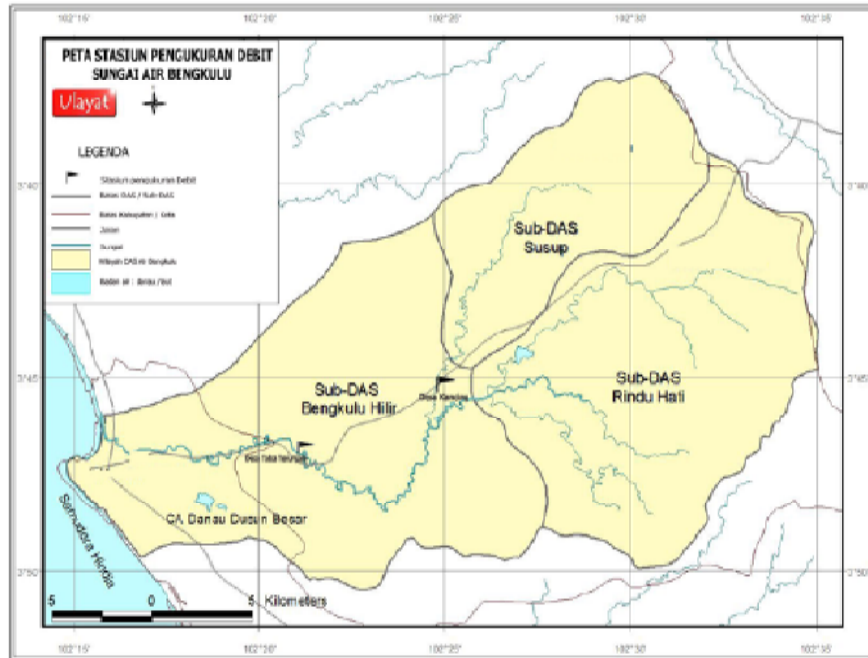
Besarnya frekuensi banjir (hidrograf banjir) pada suatu kawasan dikendalikan oleh faktor-faktor penyebab seperti curah hujan, lama hujan, frekuensi terjadinya hujan angin dan luas daerah aliran sungai dan faktor lingkungan (Sri, 1993).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Air Bengkulu



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian
(Sumber : Peta Stasiun Pengukuran Debit Sungai Air Bengkulu, 2013)

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data-data dari berbagai dinas dan instansi terkait, mempelajari buku, kumpulan jurnal atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas yang nantinya diperlukan sebagai referensi. Adapun data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Pengumpulan data primer pada penelitian ini menggunakan metode survey, yaitu pengukuran debit sungai, dengan cara :

- a. Menghitung kecepatan (V) dengan *current meter*.
- b. Menghitung luas (A) secara *manual* menggunakan meteran.

2. Data Sekunder

Kegiatan yang akan dilakukan dalam tahap pengambilan data sekunder adalah pengumpulan semua data yang akan digunakan dalam analisis data dari berbagai sumber literature terhadap beberapa buku, kumpulan-kumpulan jurnal dan data dari berbagai dinas dan instansi terkait. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta DAS Air Bengkulu, debit Sungai hasil rekaman *Automatic Water Level Record* (AWLR), dan data curah hujan.

3.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data primer dan data sekunder;
2. Mengolah data curah hujan harian maksimal selama periode data 10 tahun untuk mendapatkan hujan selama 24 jam.
3. Menentukan nilai Y_{tr} , Y_n , dan S_n berdasarkan tabel pada lampiran 7
4. Menghitung data curah hujan maksimal kemudian diturunkan dengan Mononobe.
5. Menggambar kurva IDF berdasarkan data-data yang telah didapat.
6. Membuat tabel kondisi eksisting pada masing-masing sub DAS
7. Menghitung Q (debit) puncak akibat hujan berdasarkan pengaruh tata guna lahan dengan Metode Rasional dan Win-TR
8. Membandingkan antara debit sungai dan debit hujan dari masing-masing sub DAS yang ada, dimana kondisi tidak banjir apabila debit akibat hujan $\leq$ debit saluran.
9. Berdasarkan data tersebut apabila sudah tidak dapat lagi menampung debit akibat hujan dengan periode ulang 10 tahun. Maka dibuat rencana saluran yang mampu menahan besarnya debit akibat hujan dengan periode ulang 10 tahun.
10. Hitung lagi Q yang mampu ditahan oleh saluran yang telah direncanakan.
11. Jika efektifitas saluran sudah di dapat maka penelitian dianggap telah selesai.

Untuk mendapatkan debit puncak maka digunakan software WinTR. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Buka program *win-tr 20* lalu klik menu *file*, lalu pilih *new win tr file*
2. Setelah membuka *new file*, kemudian isi dengan mengklik satuan menjadi *metric*, dan mengisi minimum *hydrograph value* dengan nilai 0.1 cu m/sec. Terakhir namakan DAS tersebut
3. *Input Rainfall Distribution* sesuai dengan periode ulang yang akan kita tinjau, dan beri nama pada *rain table identifier*.
4. Klik *Sub Area* kemudian isi nama *Sub Area Identifier*, *Sub Area Reach Identifier*, Luas dari masing – masing sub DAS, *Curve Number* dari masing – masing sub DAS, Nilai *Tc* sesuai dengan sub DAS.
5. *Stream cross section* isi nama setiap masing – masing nama sub DAS kemudian isi elevasi maksimum dan minimum dari setiap sub DAS dan isi setiap elevasi sungai dari setiap sub DAS.
6. *Stream reach* isi nama *reach* sesuai dengan area yang sudah ditentukan kemudian isi panjang dari masing – masing reach tersebut.
7. *Storm analysis* isi periode ulang berapa tahun yang mau kita tinjau dan isi *P area* sesuai dengan periode ulang yang akan kita tinjau hasil dari perhitungan metode gumbel.
8. Isi *Global output*
9. Kemudian *run* program *win tr 20* setelah kita memasukkan data sesuai dengan urutan – urutan memasukkan data seperti yang telah dijelaskan diatas.
10. Setelah kita *run* program tersebut maka output yang kita dapat dari program *win tr 20* adalah kita klik *plot* untuk mengetahui grafik *hydrograph* sesuai dengan area masing – masing subdas yang mau kita ketahui besarannya.

Setelah semua tahapan tersebut dilakukan maka kesimpulan diambil berdasarkan perbandingan antara Q_1 dengan Q_2 , kriteria yang digunakan adalah

jika $Q_1 > Q_2$ maka akan terjadi **Banjir** dan/atau

$Q_1 < Q_2$ maka **tidak terjadi Banjir**

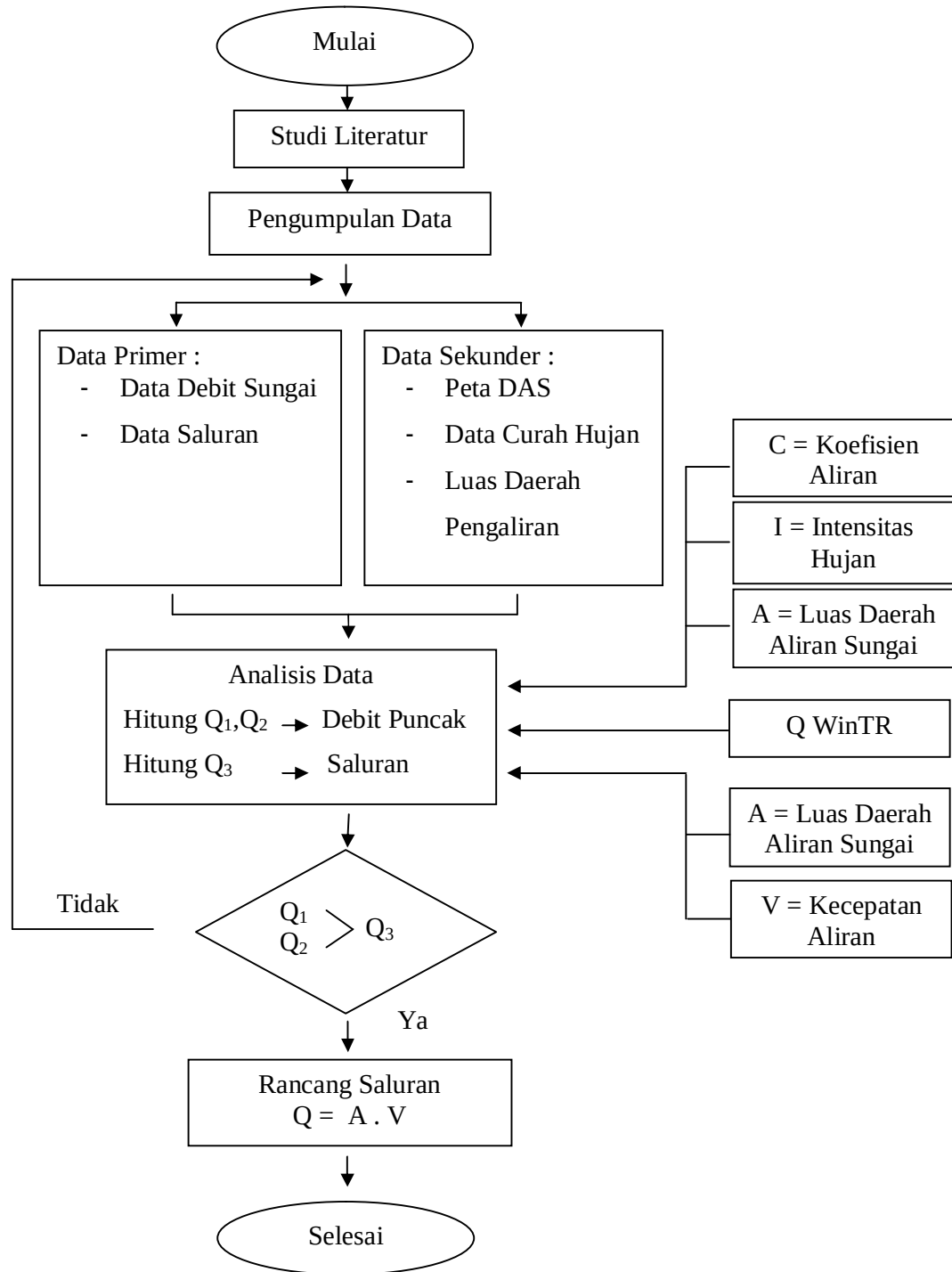
Dimana :

Q_1 = Debit puncak pada DAS Bengkulu

Q_2 = Debit di sungai Air Bengkulu

3.4 Diagram Alur Penelitian

Secara skematis metodologi penelitian disajikan secara visual dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.2. Bagan Alur Penelitian