

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS HIDROLOGI SUNGAI RONGKONG KABUPATEN LUWU UTARA**



Disusun Oleh :

**REVI ISMYCHE**

**45 12 041 218**

**JURUSAN SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2016**

## ABSTRAK

### “Analisis Hidrologi Sungai Rongkong Kabupaten Luwu Utara”

Revi Ismyche<sup>1</sup>,  
Amiruddin Rana<sup>2</sup>, Burhanuddin Badrun<sup>3</sup>

---

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keadaan Sungai Rongkong terhadap permasalahan banjir dengan metode analitis hidrologi terkait dengan data - data Stasiun Curah hujan Lamasi, Baliase dan Pembasian.

Lokasi penelitian DAS Rongkong berada di Kabupaten Luwu Utara propinsi Sulawesi Selatan. Dari 11 kecamatan yang ada di kabupaten Luwu Utara, terdapat 5 kecamatan yang masuk pada DAS Rongkong yakni : Kecamatan Limbong, Kecamatan Lamasi, Kecamatan Masamba, Kecamatan Sabbang dan Kecamatan Walenrang. Luas DAS Sungai Rongkong 1.650 Km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 113 Km. Kedalaman sungai rata - rata 2,00 m

Dari beberapa metode yang telah dianalisis, maka dipilih debit banjir dengan Metode Snyder, dengan pertimbangannya, dalam kaitan dengan hidrograf dimana *Input* adalah hujan efektif dan Hasil analisa  $Q_{25}$  tahun diperoleh *Bank full capacity* hanya mampu mengalirkan debit sebesar 224,12 m<sup>3</sup>/detik dengan debit puncak di outlet sungai sebesar 345,7 m<sup>3</sup>/detik. Volume banjir yang harus direduksi sebesar 5.529.402 m<sup>3</sup>, maka tinggi muka air rata-rata yang harus direduksi setinggi 1,156 m

Kata kunci : Analisa Curah Hujan dan Debit Banjir Rencana.

- 1) Mahasiswa Universitas Bosowa Makassar
- 2) Pembimbing I
- 3) Pembimbing II

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada tugas akhir ini, penulis mencoba membuat suatu penelitian tentang “**ANALISIS HIDROLOGI SUNGAI RONGKONG KABUPATEN LUWU UTARA**”. Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang penulis hadapi, baik dalam pengambilan data serta pelaksanaan penelitian itu sendiri, penyediaan literatur yang terkait dengan penelitian ini kemampuan penulis yang serba terbatas dengan segala kekurangannya. Namun demikian pada akhirnya dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengharuskan terima kasih yang sebesar-besarnya dan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Prof. DR. Ir. H.M. Saleh Pallu, M.Eng** Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu **DR. Hamsina, ST, M.Si** Dekan Fakultas Teknik beserta seluruh Staf dan Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Ibu **Savitri Prasandi, ST, MT** Ketua Jurusan Teknik Sipil beserta seluruh Staff dan Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
4. Bapak **Ir. Amiruddin Rana, MT** , **Ir. Burhanuddin Badrun, M.SP** selaku pembimbing I, dan II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bantuan kepada penulis berupa arahan dan bimbingannya.

5. Kedua orang tua tercinta, saudara-saudara dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan segenap perhatian, dukungan, semangat cinta dan kasih sayang yang sangat besar dalam hidup penulis.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar, yang telah berperan dalam proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak sempat disebutkan namanya.

Penulis menyadari bahwa apa yang penulis sajikan dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena kekeliruan dan kehilafan yang dilakukan penulis. Karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca sangat diharapkan guna kesempurnaan skripsi ini.

Makassar,

2016

Penulis

# DAFTAR ISI

Halam

an	
<b>SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERBAIKAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I - 1
1.2 Rumusan Masalah .....	I - 5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I - 5
1.4 Batasan Masalah .....	I - 6
1.5 Manfaat Penelitian .....	I - 6
1.6 Sistematika Penulisan .....	I - 7
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sungai .....	II - 1
2.1.1 Pengertian Sungai .....	II - 1
2.1.2 Morfologi Sungai .....	II - 1
2.1.3 Karakteristik Sungai .....	II - 2
2.1.4 Pembagian Aliran Sungai Menurut Topografi ....	II - 4
2.1.5 Proses Meandering Pada Sungai .....	II - 6
2.1.6 Catchmen Area Sungai .....	II - 8
2.2 Hidrologi .....	II - 9
2.2.1 Pengertian Hidrologi .....	II - 9

2.2.2	Curah Hujan Wilayah .....	II – 9
2.2.3.	Curah Hujan .....	II - 10
2.2.4	Metode Terpilih Dengan Chi Kuadrat .....	II - 16
2.2.5	Evapotranspirasi .....	II - 17
2.2.6	Pengertian Banjir .....	II - 22
2.2.7	Frekuensi Banjir .....	II - 23
2.2.8	Analisa Debit Banjir Berdasarkan Metode	
	Hidrograf Sintetik .....	II - 24
2.2.8.1	Karakteristik Daerah Aliran .....	II - 24
2.2.8.2	Hidrograf Satuan.....	II - 27
2.2.8.3	Konvolusi Hidrograf Satuan .....	II - 29
2.2.8.4	Hidrograf Satuan Sintetik .....	II - 30
2.2.8.5	Nakayasu Unit Hidrograf .....	II - 30
2.2.8.6	Snyder Unit Hidrograph .....	II - 34
2.2.8.7	Metode Sintetis Empiris .....	II - 38

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	<b>Lokasi dan Kondisi Lokasi Penelitian</b> .....	III - 1
3.1.1	Lokasi Penelitian.....	III - 1
3.1.2	Kondisi Lokasi Penelitian .....	III - 2
3.2	Morfometri Sungai Rongkong .....	III - 2
3.3	Morfologi Sungai.....	III - 3
3.4	Tofografi .....	III - 3
3.5	Geografis .....	III - 4
3.6	Iklim .....	III – 4
3.7	Data Hidrologi .....	III – 5
3.8	Karakteristik Daerah Banjir .....	III – 7
3.9	Flowchart Penelitian .....	III - 9

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Analisa Hidrologi .....	IV - 1
4.2	Hujan Rerata .....	IV - 2
4.2.1	Distribusi Hujan Rerata .....	IV – 2

4.2.2. Penentuan Metode Pererataan Hujan .....	IV – 2
4.2.3. Hasil Pererataan Hujan .....	IV – 3
4.3 Analisis Distribusi Frekwensi .....	IV - 4
4.3.1 Metode Gumbel .....	IV - 4
4.3.2 Metode Log Pearson Type III .....	IV - 7
4.3.3 Metode Log Normal Dua Parameter .....	IV - 9
4.4 Uji Chi Kuadrat .....	IV - 11
4.5 Evapotranspirasi .....	IV - 15
4.6 Distribusi Hujan .....	IV - 20
4.7 Analisa Debit Banjir Rencana .....	IV - 23
4.7.1 Analisa Debit Banjir Rencana Berdsarkan Hidrograf Sintetik.....	IV - 24
4.7.2 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	IV - 25
4.7.3 Metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder .....	IV - 29
4.7.4 Analisa Debit Banjir Berdasarkan Metode Sintetis Empiris Hasper .....	IV - 35
4.7.5 Pemilihan Debit Banjir Rencana .....	IV - 37

## **BAB V. SIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Simpulan .....	V - 1
5.2 Saran.....	V - 1

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan
A	Luas cathment area (km <sup>2</sup> )
A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , .... A <sub>n</sub>	Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan
a, b, c	Parameter
b	Lebar dasar saluran minimum (m)
c	Kohesi tanah (t/m <sup>2</sup> )
CV	Koefisien variasi
E <sub>i</sub>	Jumlah nilai teoritis pada interval ke-1
f	Luas daerah aliran (km <sup>2</sup> )
F <sub>s</sub>	Faktor keamanan
G	Koefisien of
H	Tinggi muka air rencana (m)
H <sub>t</sub>	Tinggi tanggul (m)
I	Intensitas curah hujan (mm/jam)
i	Kemiringan tanggul (%)
K	Faktor frekuensi
L	Panjang sungai (m)
m	Nomor urut kejadian
(m)	Kemiringan talud
n	Jumlah titik pengamatan
r	Intensitas curah hujan selama durasi
O <sub>i</sub>	Jumlah nilai pengamatan pada interval ke-1

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>
$P(x)$	Peluang dari variabel $x$
$Q$	Debit maksimum ( $m^3/det$ )
$Q_{maks}$	Debit maksimum yang diharapkan terjadi ( $m^3/det$ )
$q$	Hujan maksimum ( $cm^3/det/km^2$ )
$R$	Hujan maksimum rata-rata (mm)
$R_{maks}$	Curah hujan harian absolut maks rata-rata dari stasiun yang mewakili (mm)
$R_n$	Radiasi netto
$R_{ns}$	Radiasi gelombang pendek yang diserap (mm/hari)
$R_s$	Radiasi gelombang pendek yang diterima ( mm/hari )
$R_o$	Hujan rata-rata setiap jam (mm/jam)
$R_{24}$	Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
$R_1, R_2, \dots R_n$	Curah hujan di tiap titik pengamatan
$S_n$	Standar deviasi pada $n$ ( Reduced standar deviasi )
$T$	Waktu konsentrasi (menit)
$T_g$	Time lag (jam)
$T_p$	Peak time (jam)
$T_r$	Periode ulang (tahun)
$t$	Lamanya curah hujan (jam)
$U$	Tekanan air pori persatuan luas bidang gelincir ( $t/m^2$ )
$V$	Kecepatan rata-rata ( $m/det$ )
$W$	Berat tanah pada setiap segmen
$X$	Curah hujan harian maksimum tiap tahun pengamatan

**Simbol**                      **Keterangan**

$\bar{x}$	Data curah hujan rata-rata (mm)
(X)	Lebar mercu tanggul (m)
Xt	Besarnya curah hujan dalam periode ulang (tahun)
X <sub>i</sub>	Angka data (observasi value) dengan jangka (i)
X <sub>s</sub>	Angka data dengan data s
X <sub>h</sub> <sup>2</sup>	Parameter chi kuadrat terhitung
Y <sub>n</sub>	Variasi rata-rata (reduced mean)
Y <sub>t</sub>	Variasi berkurang (reduced variated)
α	Koefisien run off (pengalihan)
Y	Berat jenis tanah (t/m <sup>3</sup> )
Y <sub>d</sub>	Berat jenis kering (t/m <sup>3</sup> )
Y <sub>s</sub>	Berat jenis jenuh (t/m <sup>3</sup> )
(γ)	Koefisien kekasaran untuk sungai
T	Fungsi gamma
T	Kekuatan geser persatuan luas
θ	Sudut geser dalam (derajat)

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel II-1	Raduced Standar Deviation ( $S_n$ )	II - 13
Tabel II-2	Reduced Mean ( $Y_n$ )	II - 13
Tabel II-3	Reduced Variate ( $Y_t$ )	II - 14
Tabel III-1	Kemiringan Lereng DAS Rongkong	III - 4
Tabel III-2	Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Lamasi	III - 6
Tabel III-3	Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Baliase	III - 6
Tabel III-4	Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Pembasian	III - 6
Tabel III-5	Hujan Harian Maksimum Rata-rata Sub-DAS Rongkong	III - 7
Tabel IV-1	Lokasi stasiun pencatatan curah hujan	IV - 1
Tabel IV-2	Luasan DAS terhadap koefisien Thiessen	IV - 2
Tabel IV-3	Rekapitulasi Hasil Pererataan Hujan Menurut Metode Thiessen	IV - 3
Tabel IV-4	Uji distribusi Metode Gumbel DAS Rongkong	
Tabel IV-5	Hasil analisis curah hujan rencana DAS Rongkong	
Tabel IV-6	Uji distribusi curah hujan DAS Rongkong	IV - 8
Tabel IV-7	Hasil analisis curah hujan rencana DAS Rongkong	IV - 10
Tabel IV-8	Distribusi curah hujan DAS Rongkong	IV - 11

<b>Nomor</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel IV-10	Hasil Analisis Curah Hujan Rencana DAS Rongkong	IV - 13
Tabel IV-11	Perhitungan untuk Uji Chi kuadrat	IV - 13
Tabel IV-12	Uji Chi Kuadrat Dengan Metode Log Pearson Type III	IV - 15
Tabel IV-13	Nilai kritis distribusi Chi-kuadrat (uji satu sisi)	IV - 16
Tabel IV-14	Tekanan Uap Jenuh (ea)	IV - 18
Tabel IV-15	Faktor bobot yang dipengaruhi temperatur dan ketinggian lokasi Stasiun	IV - 19
Tabel IV-16	Penyinaran radiasi mata hari teoriis dipengaruhi oleh lokasi Stasiun (mm/hr)	IV - 20
Tabel IV-17	Faktor koreksi akibat temperatur	IV - 21
Tabel IV-18	Perhitungan Evapotranspirasi	IV - 22
Tabel IV-19	Hubungan waktu hujan dan rasio jam ke-T	IV - 24
Tabel IV-20	Perhitungan hujan efektif jam-jaman DAS Rongkong	IV - 24
Tabel IV-21	Data Sub DAS Rongkong	IV - 26
Tabel IV-22	Analisis Hidrograf Sintetik Nakayasu pada DAS Rongkong	IV - 30
Tabel IV-23	Rekapitulasi nilai debit banjir rencana Nakayasu DAS Rongkong.	IV - 31
Tabel IV-24	Analisis hidrograf satuan sintetik Snyder DAS Rongkong	IV - 34
Tabel IV-25	Rekapitulasi nilai debit banjir rencana DAS Rongkong	IV - 36
Tabel IV.26	Hasil perhitungan debit banjir rencana DAS Rongkong	IV - 39
Tabel IV-27	Resume hasil perhitungan debit banjir dengan beberapa metode pada DAS Rongkong	IV - 40

<b>Nomor</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel IV-29	Tinggi Muka Air Maksimum Hasil Simulasi Aliran Steady HEC-RAS Rongkong 1	IV - 45
Tabel IV-30	Tinggi Muka Air Maksimum Hasil Simulasi Aliran Steady HEC-RAS untuk Seksi Rongkong 3 & 4	IV - 47
Tabel IV-31	Tinggi Muka Air Maksimum Hasil Simulasi Aliran Steady HEC - RAS untuk Seksi Rongkong 5	IV - 49
Tabel IV-32	Tinggi Muka Air Maksimum Hasil Simulasi Aliran Steady HEC- RAS untuk Seksi Rongkong 6	IV - 50
Tabel IV-33	Analisa Stabilitas Lereng	IV - 55
Tabel IV-34	Faktor-faktor strategis dari aspek teknis	IV - 64
Tabel IV-35	Matrik profil kompetitif	IV - 65
Tabel V-1	Hasil perhitungan debit banjir dengan beberapa metode pada DAS Rongkong	V - 1

UNIVERSITAS  
**BUSUWA**



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Daerah pengairan sungai dan pola susunan anak - anak sungainya	II - 2
Gambar 2.2	Susunan anak – anak sungai (Tipe cabang pohon)	II - 2
Gambar 2.3	Daerah pengaliran Yang berbentuk bulu burung	II - 4
Gambar 2.4	Daerah pengaliran yang melebar	II - 4
Gambar 2.5	Daerah yang sejajar pengaliran	II - 4
Gambar 2.6	Pengaliran laminar	II - 8
Gambar 2.7	Sistem hidrograf satuan	II - 27
Gambar 2.8	Pemisahan hidrograf satuan dari hidrograf aliran	II - 28
Gambar 2.9	Hidrograf satuan sintetis Metode Nakayasu	II - 33
Gambar 2.10	Hidrograf satuan Metode Snyder	II - 35
Gambar 3.1	Peta lokasi penelitian	III - 1
Gambar 3.2	Peta Stasiun Curah Hujan	III - 7
Gambar 3.3	Flow Chart Kegiatan Penelitian	III - 9
Gambar 4.1	Poligon Thiesen DAS Sungai Rongkong	IV - 1
Gambar 4.2	Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu DAS Rongkong	IV - 27
Gambar 4.3	Hidrograf Banjir Rencana DAS Rongkong	IV – 30
Gambar 4.4	Hirograf Satuan Sintetik Metode Snyder DAS Rongkong	IV - 33
Gambar 4.5	Hidrograf debit banjir rencana Metode UHS Snyder	IV - 36
Gambar 4.6	Debit rencana DAS Rongkong dari beberapa metode	IV - 39

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai adalah merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat besar dimanfaatkan manusia untuk keperluan rumah tangga seperti air bersih/ air minum, irigasi untuk mendukung produktivitas pertanian dan perikanan. Aliran sungai ini juga dimanfaatkan sebagai sumber air bagi pembangkit energi listrik ataupun sebagai kawasan wisata.

Sungai jalan air alami di permukaan bumi yang merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air dan material yang dibawahnya dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ketempat lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut **(Soewarno,1990)**. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan daerah tangkapan hujan yang biasanya disebut dengan daerah pengaliran sungai ( DPS). Dengan demikian daerah pengaliran sungai dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran permukaan dan mengumpul kesungai menjadi aliran sungai.

Secara fisik, sungai berperan mengangkut sedimen hasil erosi yang berlangsung secara terus menerus. Dari sudut pandang ekologi, pada suatu sistem sungai terjadi lalu lintas rantai makanan dari bagian hulu ke hilir. Fungsi tersebut menunjukkan bahwa faktor dominan yang terdapat dalam ekosistem sungai yaitu aliran air. Olehnya itu

pengelolaan sungai harus dilakukan secara integral mulai dari wilayah hulu hingga wilayah hilir.

Saat ini, pengelolaan sungai menghadapi tantangan utama yaitu volume air yang berlebihan pada musim hujan dan menyebabkan banjir. Banjir disebabkan oleh meluapnya air sungai akibat tingginya curah hujan dan menghasilkan air permukaan (*run off*), air hujan yang jatuh hanya sebagian kecil yang meresap ke dalam tanah, dan sebagian besar mengalir di permukaan atau menuju sungai. Daya tampung sungai yang semakin kecil menyebabkan terjadinya luapan dan menggenangi wilayah sekitarnya.

Banjir menyebabkan kerugian materil bagi manusia sehingga perlu dilakukan tindakan pengelolaan sungai khususnya sebagai upaya pengendalian banjir. Secara spesifik, upaya pengendalian banjir dilakukan dengan dua metode yaitu upaya dengan bangunan (*structural method*) dan dengan pengaturan yang sifatnya tidak membuat bangunan fisik (*non structural method*). Pengendalian banjir secara struktural pada prinsipnya dilakukan dengan cara membangun struktur atau bangunan air yang dapat meningkatkan kapasitas pengaliran penampang sungai atau mengurangi debit banjir yang mengalir.

Pengelolaan sungai secara struktural merupakan konsep yang umum dilakukan di Indonesia dengan tujuan untuk melindungi kawasan sekitar sungai dari banjir serta pemanfaatan air yang optimal. Pembuatan bangunan fisik seperti tanggul atau pembetonan tebing diharapkan dapat melindungi sungai dari kejadian banjir. Dengan demikian, maka terjadi percepatan aliran air menuju ke hilir sehingga

bagian hilir akan menanggung volume air yang lebih besar dalam waktu yang lebih cepat. Selain itu, pembetonan atau tanggul pada sisi kiri dan kanan sungai akan meningkatkan energi air akibat kecepatannya, dan pada daerah yang tidak mendapat perlindungan tebing, maka terjadi pengikisan atau erosi yang besar.

Konsep pengelolaan sungai yang diuraikan tersebut memberi dampak pada perubahan morfologis sungai yang secara tidak langsung akan mempengaruhi kondisi ekonomi masyarakat. Pembangunan tanggul sungai juga akan menyebabkan hilangnya potensi retensi morfologi dan ekologi di kanan dan kiri sungai serta pengurangan kemampuan penyerapan air pada daerah bantaran sungai. Pengelolaan sungai dengan membangun bendungan akan memutus ekosistem alur sungai secara drastis dari hulu ke hilir, sehingga sungai tidak lagi menjadi satu kesatuan ekosistem. Selain itu, pengendalian banjir secara struktural membutuhkan biaya pembangunan dan pemeliharaan. Dengan kelemahan tersebut, maka dibutuhkan pengelolaan yang dapat mencegah terjadinya banjir serta mempertahankan kondisi ekologis sungai.

Pengelolaan sungai dan pencegahan banjir secara non struktural dilakukan dengan penataan bantaran sungai yang dijadikan sebagai daerah genangan. Konsep ini dilakukan dengan mengintegrasikan komponen ekologi dan hidrolis sungai. Komponen ekologi pada bantaran sungai dapat dimanfaatkan sebagai komponen retensi hidrolis yang menahan aliran air sehingga terjadi perendaman banjir pada

bantaran sungai. Dengan adanya genangan pada bantaran sungai, maka kualitas ekologi sungai dapat dipertahankan.

Pengelolaan sungai secara ekologis didukung oleh kebijakan pemerintah. Dalam Peraturan Menteri PU No. 63/PRT/1993 tentang garis sempadan sungai, daerah manfaat sungai, daerah penguasaan sungai dan bekas sungai diungkapkan bahwa daerah penguasaan sungai adalah dataran banjir, daerah retensi, bantaran atau daerah sempadan yang tidak dibebaskan. Olehnya itu, pengelolaan sungai mensyaratkan adanya penataan bantaran sungai sebagai dataran banjir. Pada pasal 15 kebijakan tersebut diuraikan pula bahwa batas daerah penguasaan sungai yang berupa daerah retensi ditetapkan 100 (seratus) meter dari elevasi banjir rencana di sekeliling daerah genangan, sedangkan yang berupa daerah banjir ditetapkan berdasarkan debit banjir rencana sekurang-kurangnya periode ulang 50 (lima puluh) tahunan.

Sungai Rongkong adalah salah satu sungai yang berada dalam Wilayah sungai Pompengan-Larona. Sungai Rongkong terletak di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Mempunyai catchment area 1650 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 113 km. Sungai Rongkong setiap musim hujan meluap dan menyebabkan bencana banjir yang menelan korban dan menyebabkan kerugian materil dan immateril yang cukup besar setiap tahun . Tercatat banjir besar terjadi pada tahun 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, dan terakhir pada tahun 2013.

Banjir merupakan salah satu isu pokok yang di hadapi Provinsi Sulawesi Selatan. Banjir besar terjadi di sungai Mamasa, Sungai Bila

dan Sungai Rongkong. Banjir lain terjadi di Kabupaten Wajo. Sungai-sungai yang mengalami banjir besar di Kabupaten Luwu dan Kabupaten Luwu Utara adalah Sungai Rongkong, Sungai Paremang, Sungai Latuppa, Sungai Lamasi, dan beberapa sungai lainnya. Di daerah tersebut, terutama di daerah DAS, sudah sangat memprihatinkan akibat perusakan hutan dan alih fungsi tata guna lahan yang tidak terkendali.

Dari uraian permasalahan di atas mendorong kami untuk melakukan penelitian dengan mengangkat judul skripsi "**ANALISIS HIDROLOGI SUNGAI RONGKONG KABUPATEN LUWU UTARA**". Penelitian ini berharap dapat menjadi masukan bagi Pemerintah sebagai pengelolaan DAS Sungai Rongkong Kabupaten Luwu Utara.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

- a) Bagaimanakah menganalisa frekwensi hujan berdasarkan hasil perhitungan matematis dari data curah hujan untuk memperoleh debit banjir.
- b) Bagaimana menganalisa Debit banjir pada Sungai Rongkong.

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis data curah hujan pada Stasiun curah hujan yang berada di DAS Sungai Larongkong.

Tujuan penelitian ini, antara lain :

Untuk mengkaji curah hujan maksimum pada daerah DAS Rongkong dan untuk memperoleh debit banjir yang terjadi.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Pada dasarnya dalam menganalisis curah hujan memiliki kerumitan tersendiri dan sangat banyak faktor yang harus diperhitungkan, namun dalam penulisan kami memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan curah hujan wilayah,
2. Perhitungan prekwensi curah hujan
3. Perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode hidrograf Nakayashu.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini, antara lain :

- Sebagai arahan kebijakan pengelolaan sungai yang berbasis pada keberlanjutan sumber daya alam dan lingkungan hidup.
- Sebagai salah satu data banjir untuk menentukan alternatif pengendalian banjir yang dapat mengembangkan potensi ekologis sungai.
- Sebagai wahana pengembangan wawasan bagi stacholder, khususnya kami sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas “45” Pengembangan Sumber Daya Air.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Penulisan disusun secara sistematis sebagai kerangka masalah yang terdiri dari beberapa hal dengan maksud agar permasalahan yang akan dibahas menjadi jelas dan mudah diikuti.

Secara garis besar, tugas akhir ini terdiri dari enam bab yang penyajiannya sebagai berikut :

**BAB I : Pendahuluan**

Pada bab ini akan diuraikan Latar Belakang Masalah, Alasan Memilih Judul, Maksud dan Tujuan Penulisan, Pokok Bahasan, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

**BAB II : Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini akan diuraikan teori-teori yang berhubungan dengan sungai dan permasalahannya antara lain aliran sungai, meliputi pengertian sungai, morfologi sungai, karakteristik sungai, pembagian aliran sungai menurut topografi, proses meandering pada sungai dan catchment area sungai, hidrologi, meliputi pengertian hidrologi, curah hujan, menentukan metode terpilih dengan chi kuadrat dan intensitas curah hujan, banjir, meliputi pengertian banjir, frekuensi banjir, debit banjir rencana dan metode perhitungan. .

**BAB III : Metodologi Penelitian**

Pada bab ini akan diuraikan secara umum mengenai situasi dan kondisi serta karakteristik daerah banjir, yakni

Lokasi dan Topografi, Geografis, Geologi, Iklim, Data Hidrologi, Karakteristik daerah banjir dan kondisi banjir dan

diuraikan tahapan penelitian dalam bentuk flowchart.

#### **BAB IV : Hasil dan Pembahasan**

Pada bab ini akan dibahas, analisa curah hujan untuk memperoleh debit banjir, tinggi muka air banjir serta pemilihan struktur tanggul, dan manajemen penanggulangan banjir Sungai Larongkong.

#### **BAB V : Kesimpulan dan Saran**

Bab ini merupakan akhir dari tulisan ini yang menjawab permasalahan, tujuan penulisan dan keterbatasan yang diteliti kemudian disampaikan dalam kesimpulan dan menyampaikan kendala-kendala dari penelitian dan memberikan tanggapan jika penulisan masih memiliki kekurangan sehingga dapat dilengkapi sesuai dengan kaedah-kaedah penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai

#### 2.1.1 Pengertian Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi yang paling rendah dibandingkan dengan permukaan sekitarnya dan menjadi tempat air mengalir.

Definisi tersebut merupakan definisi sungai yang ilmiah alami, Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai diuraikan bahwa : “sungai adalah tempat – tempat dan wadah – wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

#### 2.1.2 Morfologi Sungai

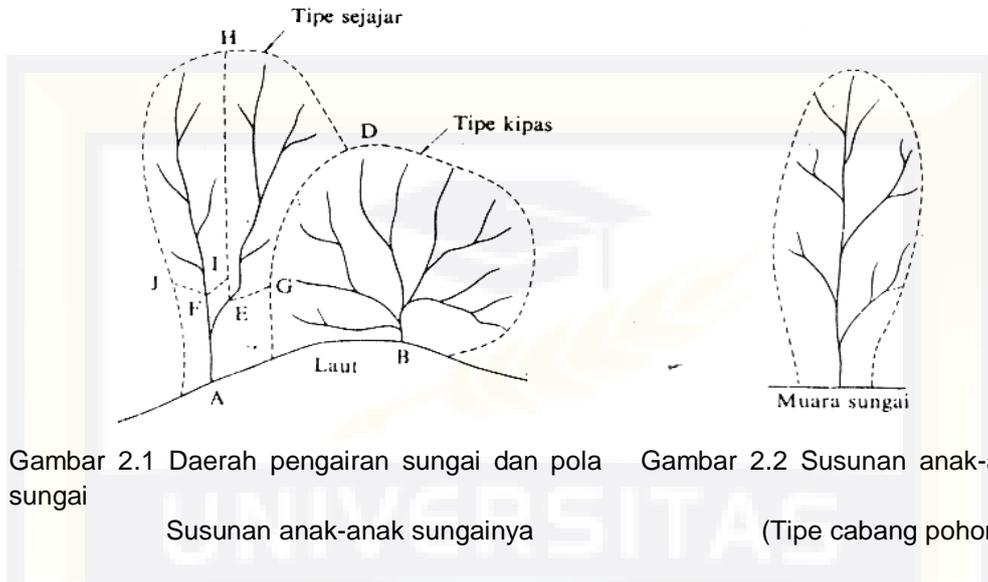
Sifat-sifat sungai dipengaruhi oleh luas dan bentuk daerah pengalirannya serta kemiringannya. Menurut Neuman untuk mengetahui banyaknya anak-anak sungai suatu daerah dan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan sungai} = \frac{\text{Total panjang sungai dan anak sungainya (Km)}}{\text{Luas daerah pengaliran (Km}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- Kerapatan sungai adalah suatu indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai dalam suatu daerah pengaliran.

- Luas daerah pengaliran = Luas Catchment area.



Gambar 2.1 Daerah pengaliran sungai dan pola sungai

Gambar 2.2 Susunan anak-anak sungai

Susunan anak-anak sungainya

(Tipe cabang pohon)

### 2.1.3 Karakteristik Sungai

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkan ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi.

#### 1. Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai. Garis batas daerah-daerah aliran yang berdampingan disebut batas daerah pengaliran. Daerah pengaliran, topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran, dasar dan seterusnya.

## 2. Corak dan karakteristik daerah pengaliran

### a. Daerah pengaliran berbentuk bulu burung

Jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak sungai mengalir ke sungai utama disebut daerah pengaliran bulu burung. Daerah pengaliran sedemikian mempunyai debit banjir yang kecil, oleh karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbeda-beda sebaliknya banjirnya berlangsung agak lama.

### b. Daerah pengaliran radial

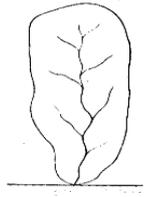
Daerah pengaliran yang berbentuk kipas atau lingkaran dan dimana anak sungainya mengkonsentrasi kesuatu titik secara radial disebut daerah pengaliran radial. Daerah pengaliran dengan corak sedemikian mempunyai banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.

### c. Daerah pengaliran paralel

Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah pengaliran yang bersatu dibagian pengaliran yang bersatu dibagian hilir, banjir itu terjadi disebelah hilir titik pertemuan sungai-sungai.

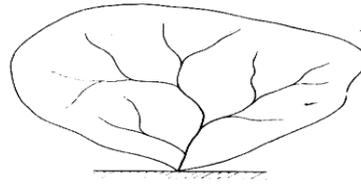
### d. Daerah pengaliran yang kompleks

Hanya beberapa buah daerah aliran yang mempunyai bentuk-bentuk ini dan disebut daerah pengaliran yang kompleks.



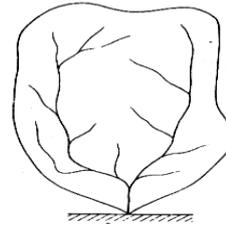
Laut

Gambar 2.3 Daerah pengaliran  
Yang berbentuk bulu burung



laut

Gambar 2.4 Daerah  
pengaliran yang melebar



laut

Gambar 2.5 Daerah  
yang sejajar pengaliran

#### 2.1.4 Pembagian Aliran Sungai Menurut Topografi

Sungai menurut kemiringan/landai dasarnya dapat dibagi atas tiga bagian yaitu :

##### 1. Bagian atas atau hulu sungai (*up stream*)

Bagian atas atau hulu sungai biasa juga disebut dengan *up stream*, letaknya adalah di lereng-lereng gunung sehingga kecepatan aliran masih tinggi atau deras. Pada daerah ini kecepatan aliran air dapat mencapai puluhan meter perdetik (ada yang mencapai 40 m/detik).

Penampang memanjang sungai sangat tidak beraturan, akibat dari adanya bermacam-macam saling bergantian terjadi pengikisan yang besar yaitu material halus, kerikil batuan sehingga pada bagian ini disebut zona pengikisan.

##### 2. Bagian tengah sungai (*middle stream*)

Pada bagian ini kemiringan rata-rata dasar sungai agak curam, namun aliran air sudah agak tenang, kecepatan aliran banjir masih dapat mencapai 4 atau 5 m/detik. Benda-benda kikisan dari bagian atas yang besar sudah mulai mengendap, sedangkan yang halus masih terus terbawa arus. Pada bagian ini terjadi pengendapan

sedimen, tetapi pengikisanpun senantiasa mengimbangi sedimentasi tersebut sehingga bagian ini disebut juga zona keseimbangan.

Daerah di sekitar sungai adalah daratan, jadi tinggi permukaan air sungai tidak banyak berbeda dengan permukaan tanah disekelilingnya. Pada musim penghujan yang lama seringkali terjadi banjir dan air meluap ke daerah dataran.

Pada bagian ini air mulai membentuk sendiri arah arusnya/ alirannya, dimana sungai kelihatan berkelok-kelok yang lazim disebut meandering

### 3. Bagian bawah atau hilir sungai (*down stream*)

Pada bagian hilir ini pengendapan akan sering melebihi pengikisan, terutama jika pada bagian hulu dan bagian tengah terjadi proses erosi yang cukup besar. Jika hal ini terjadi, maka muka air akan naik (bertambah besar) seiring dengan pengikisan tebing sungai sehingga sungai tidak mampu menampung debit sungai.

Jadi jika ditinjau dari kondisi topografi, maka jelas bahwa pada umumnya masalah banjir, perbaikan sungai, pengerukan sedimentasi serta masalah-masalah pengendalian banjir terdapat pada daerah bawah atau hilir sungai, dan sebagian lagi didaerah tengah, sedangkan pada bagian atas, diperlukan tindakan pengendalian aliran sungai untuk mencegah penggerusan.

Kecepatan pengaliran pada bagian hilir sungai akan lebih kecil dari bagian tengah dan bagian hulu lebih kurang 2 m/detik.

Pada bagian hilir sungai digolongkan sebagai sungai alluvial, yaitu sungai yang mengalir diatas alluvium yang dibentuk oleh sungai itu

sendiri. Secara garis besar sungai dataran alluvium dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis yaitu:

- a) Jenis yang berkelok-kelok
- b) Jenis yang dasarnya meningkat akibat pengendapan
- c) Jenis yang dasarnya turun akibat penggerusan

### **2.1.5 Proses Meandering Pada Sungai**

Proses meandering suatu sungai adalah proses penggerusan tebing luar dari belokan-belokan sungai itu, sedang pada belokan bagian dalam terjadi pengendapan. Proses ini merupakan hukum alam atau suatu proses yang terjadi secara alami, yaitu proses yang terjadi pada belokan sungai akibat gaya sentrifugal sehingga arus terdesak ke bagian luar belokan dan aliran terkonsentrasi hanya pada bagian luar belokan pada bagian ini selain desakan keluar, arus juga membelok ke bawah/ ke arah dasar, maka kesimpulannya tebing terkikis arus sekaligus menggerus dasar sungai.

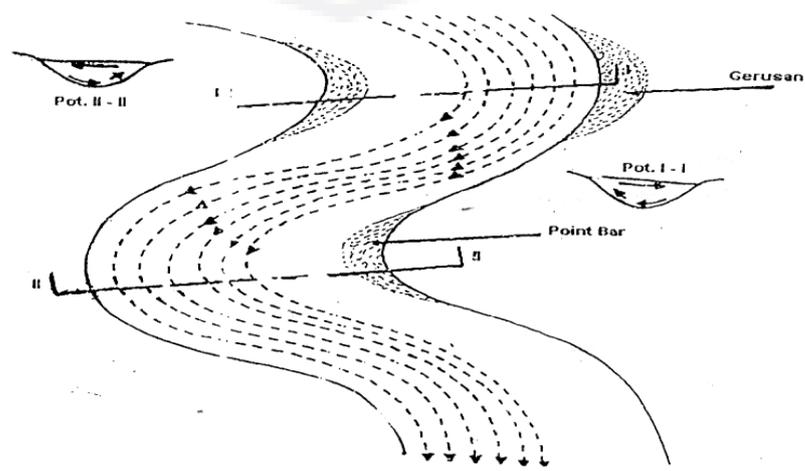
Pengendapan yang terjadi pada bagian dalam belokan disebut juga "*point bar*", sedang pada bagian yang lurus yaitu antara dua belokan arus air menyebar cukup merata keseluruhan penampang sungai, kekuatan arus berkurang dan terjadilah pengendapan, sehingga sungai menjadi dangkal (*crossing* = penyeberangan) *point bar* yang belum muncul.

Jadi proses meandering ini terjadi disebabkan oleh aliran sungai yang selalu berusaha menuju ke keadaan yang seimbang antara kemiringan dengan keadaan sedimen yang terangkut. Sehubungan

dengan hal tersebut di atas serta pengamatan yang telah diadakan, di tarik suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Sungai mengalir melalui dataran alluvium, akan membuat suatu "jalan" yang membelok-belok dimana arah belokan akan silih berganti. Diantara dua belokan tersebut terdapat bagian yang lurus, pada bagian tepi belokan bagian luar atau didekatnya, terjadi kedalaman air yang maksimum, sedang pada bagian lurus terjadi pendangkalan oleh pengendapan.
2. Akibat perubahan debit, kemiringan sungai dan bahan sedimen yang terangkut terjadi perubahan dari pada belokan-belokan.
3. Jadi dapat dikatakan bahwa setiap proses meandering adalah tergantung pada kombinasi tiga faktor yang sangat erat hubungannya yaitu :
  - a) Besarnya debit dan jari-jari hidrolis dari pada sungai.
  - b) Banyaknya sedimen yang diangkut.
  - c) Mudah tidaknya pengikisan pada dasarnya dan tebing-tebing sungai.

Hubungan antara ketiga faktor ini adalah sangat kompleks karena tidak adanya faktor yang dapat ditinjau tersendiri, atau dapat dikatakan bahwa pengaruh ketiga faktor ini tidak dapat dipisah-pisahkan.



Gambar 2.6. Pengaliran laminar

### **2.1.6 Catchment Area Sungai**

Catchment area (daerah tangkapan air sungai), adalah daerah tangkapan air yang terdiri dari stasiun-stasiun curah hujan yang dapat mewakili daerah-daerah tertentu. Catchment area dibatasi oleh garis-garis batas daerah pengaliran. Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai atau daerah yang memberi air kepada sungai tersebut.

Luas daerah pengaliran (*Catchment area*) dapat diperkirakan dengan pengukuran daerah itu pada peta topografi, daerah pengaliran, topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran dasar dan seterusnya.

## **2.2 Hidrologi**

### **2.2.1 Pengertian Hidrologi**

Hidrologi menurut linsley adalah ilmu yang membahas atau mempelajari tentang air yang ada di bumi yaitu kejadian, sirkulasi dan penyebaran, sifat-sifat fisis dan kimiawi serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan.

Sedangkan pengertian hidrologi menurut Wilson adalah sebagai ilmu yang mempelajari kejadian dan gerakan air dipermukaan bumi dan

diatas permukaan bumi (atmosfir), yaitu berbagai bentuk air yang terjadi perubahan dari keadaan cair, padat dan gas di atmosfer dan dilapisan kulit bumi.

### 2.2.2 Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rancangan sistem Drainase adalah curah hujan rata-rata Maksimum di seluruh daerah yang bersangkutan. Stasiun-stasiun pengamat hujan yang tersebar pada suatu daerah aliran dapat dianggap sebagai titik (*point*). Tujuan mencari hujan rata-rata maksimm adalah mengubah hujan titik (*point rainfall*) menjadi hujan wilayah (*regional rainfall*) atau mencari

suatu nilai yang dapat mewakili pada suatu daerah aliran, yaitu : **Cara Poligon Thiessen.**

Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap pengamatan.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_4 + \dots + A_iR_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_i} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

A<sub>i</sub> = luas pengaruh dari stasiun i.

R<sub>n</sub> = curah hujan

$\bar{R}$  = curah hujan rata-rata

### 2.2.3 Curah Hujan

Curah hujan adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi.

1. Distribusi curah hujan wilayah/ daerah (*Regional distribution*)

Distribusi curah hujan wilayah atau daerah adalah curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir.

2. Distribusi curah hujan dalam sesuatu jangka waktu

Hal yang penting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan berbeda-beda sesuai jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam sehari), curah hujan perjam. Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya untuk perancangan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

3. Frekuensi curah hujan

Cara perkiraan untuk mendapatkan frekuensi kejadian curah hujan dengan intensitas tertentu yang digunakan dalam perhitungan pengendalian banjir, rancangan drainase dan lain-lain adalah hanya dengan menggunakan data pengamatan yang lalu. Jika data pada sebuah titik pengamatan itu lebih dari 20 tahun, maka frekuensi atau perkiraan data hidrologi itu dapat diperoleh dengan cara perhitungan kemungkinan tersebut dibawah ini.

Perhitungan frekuensi ini adalah cara seperti yang digunakan di Amerika Serikat, yakni cara tahun stasiun (*station-year method*) yang

menjumlahkan banyaknya titik pengamatan dengan banyaknya tahun-tahun pengamatan. Cara ini memperkirakan frekuensi dengan menjumlahkan banyaknya tahun pengamatan pada titik –titik pengamatan dalam daerah itu. Misalnya, jika terdapat data selama 20 tahun pada setiap 10 titik pengamatan, maka dianggap bahwa harga maksimum dari data-data ini mempunyai frekuensi sekali dalam  $10 \times 20 = 200$  tahun, yang kedua (maksimum) sekali dalam  $200 \times \frac{1}{2} = 100$  tahun dan yang ketiga (maksimum) sekali dalam  $200 \times \frac{1}{3} = 67$  tahun.

Cara ini adalah cara yang paling sederhana tanpa penyelesaian secara statistik. Penerapan cara ini dapat diadakan untuk daerah yang mempunyai kondisi meteorologi yang sama, bukan seperti daerah pegunungan.

Metode perhitungan frekuensi curah hujan terdiri dari beberapa metode, dalam tulisan ini hanya digunakan dua metode yaitu :

#### **a. Metode Gumbel**

Metode Gumbel adalah metode distribusi eksponensial yang sekaligus telah menggunakan kurva asimetris kerapatan dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X}_t = X + S \cdot K \quad (2.3)$$

Dimana :

$X$  = Curah hujan harian maksimum tiap tahun pengamatan (mm/jam)

$n$  = Lamanya pengamatan atau periode data yang tercatat.

$X_t$  = Besarnya curah hujan dalam periode ulang (tahun)

$\bar{X}$  = Data curah hujan rata-rata(mm/jam)

$K$  = Faktor frekuensi

$$S = \text{Simpangan baku} = \frac{\sqrt{\sum(x-x)^2}}{n-1} \dots\dots\dots$$

(2.4)

**E.J. Gumbel** biasanya menggunakan distribusi dari nilai extreme dengan distribusikan dobel exponensial. Besarnya faktor frekuensi dalam metode ini :

$$K = (Y_t - Y_n)/$$

$$S_n \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$S_n$  = Standar deviasi pada n (Reduced standar deviasi, lihat table II-1)

$Y_n$  = Variasi rata-rata (Reduced mean, lihat table II-2)

$Y_t$  = Variasi berkurang (Reduced variated, lihat table II-3)

Ini merupakan fungsi dari besarnya sample atau data, dimana  $Y_t$  didapat dari rumus :

$$Y_t = -\text{Ln} \left\{ \text{Ln} \left( \frac{T_r}{T_r-1} \right) \right\} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$T_r$  = Periode ulang (tahun)

**Tabel II - 1. Reduced Standar Deviation ( $S_n$ )**

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9497	0,9697	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	1,0961	1,0961	1,1044	1,1044	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1363	1,1383
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1639	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1903	1,1915	1,1915	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

**Tabel II - 2. Reduced Mean (Yn)**

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5070	0,5070	0,5100	0,5228	0,5157	0,5158	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5320	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5371	0,5380	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
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	0,5529	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5563	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	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

**Tabel II – 3 Reduce Variate (Yt)**

Periode Ulang T <sub>r</sub> (tahun)	Reduced Variate, Y <sub>t<sub>r</sub></sub>	Periode Ulang T <sub>r</sub> (tahun)	Reduced Variate, Y <sub>t<sub>r</sub></sub>
2	0.3668	100	4.6012
5	1.5004	200	5.2969
10	2.2510	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

**b. Metode Log Pearson Tipe – III**

Distribusi log pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai extrem. Cara yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi log pearson adalah dengan mengkonversihkan rangkaian datanya menjadi logaritmis. Terdapat 12 buah cara pearson, namun hanya cara log pearson tipe III yang sering digunakan dalam analisis hidrologi persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah :

$$P(x) = \frac{1}{(a)^r} (b) \left( x - \frac{c}{a} \right)^{b-1} e^{-\left( \frac{x-c}{a} \right)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

$P(x)$  = Peluang dari variabel  $x$

$x$  = Nilai variabel  $x$

$a, b, c$  = Parameter

Bentuk kumulatif dari distribusi log-pearson tipe III dengan nilai variabelnya  $x$  apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmis (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus :

$$X = \bar{X} + K S \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

$X$  = Banjir dengan suatu nilai probabilitas tertentu

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata dari rangkaian banjirnya

$S$  = Deviasi standar dari  $x$

$K$  = Faktor frekuensi yang ditentukan oleh suatu distribusi tertentu, merupakan fungsi dari tingkat probabilitas  $x$  atau merupakan karakteristik dari distribusi log pearson tipe-III.

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe-III adalah sebagai berikut :

1. Transformasi data aslinya kedalam harga-harga logaritma
2. Hitung nilai rata-ratanya.
3.  $\overline{\text{Log } X} =$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i) \dots\dots\dots (2.9)$$

$n$  = Jumlah data

- Hitung nilai deviasi standar dari log x

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} \dots\dots\dots$$

(2.10)

- Hitung nilai koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots$$

(2.11)

Sehingga nilai x untuk setiap tingkat probabilitas dihitung dari persamaan :  $X = \bar{X} + K S$ , yang dimodifikasi menjadi :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K S \dots\dots\dots$$

(2.12)

4. Tentukan anti log dari log X untuk mendapatkan nilai x yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai (G) dapat dilihat pada tabel 4. Apabila nilai  $G = 0$ , maka distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik log normal.

#### 2.2.4 Menentukan Metode Terpilih Dengan Chi Kuadrat

Perhitungan menggunakan Chi kuadrat dilakukan guna menentukan curah hujan maksimum yang paling sesuai untuk digunakan. Untuk menentukan metode yang digunakan dilakukan uji kecocokan dengan metode Chi kuadrat. Selanjutnya hasil kecocokan ini dibandingkan diantara dua metode yang digunakan sebagai bahan analisa penentuan curah hujan harian maksimum.

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah metode yang digunakan dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter  $X^2$  karena itu disebut uji chi kuadrat. Nilai dari parameter  $X^2$  itu dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots$$

(2.13)

Dimana :

$X_h^2$  = Parameter Chi kuadrat terhitung

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada kelas interval ke 1

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada kelas interval ke 1

Persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya peluang suatu data curah hujan (X) adalah persamaan Weibull, sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n-1} \dots\dots\dots$$

(2.14)

$$T = \frac{n-1}{m} \dots\dots\dots$$

(2.15)

Dimana :

P = Peluang terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan.

T = Periode ulang dari kejadian.

n = Jumlah pengamatan dari variasi X

m = Nomor urut kejadian

Data curah hujan yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambarkan pada kertas grafik peluang atau periode ulangnya, umumnya akan membentuk persamaan garis lurus.

### **2.2.5 Evapotranspirasi**

Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi. Peristiwa penguapan tanaman disebut transpirasi. Dengan kata lain evapotranspirasi bisa juga diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah pengaliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah pemindahan air dari keadaan cair ke kondisi menguap (menjadi uap). Transpirasi adalah proses dimana tanaman mengisap air dari profil tanah kemudian melepaskannya ke udara sebagai uap melalui metabolisme tanaman. Semua jenis tanaman memerlukan air untuk kelangsungan hidupnya. Masing-masing tanaman berbeda-beda kebutuhan airnya. Hanya sebagian kecil air saja yang tertinggal di dalam tumbuh-tumbuhan, sebagian besar air setelah diserap lewat akar-akar dan dahan-dahan ditranspirasikan lewat daun. Dalam kondisi di lapangan tidak mudah untuk membedakan antara evaporasi dengan transpirasi jika tanahnya tertutup oleh tumbuh-tumbuhan. Kedua proses tersebut evaporasi dan transpirasi, saling berkaitan, sehingga dinamakan evapotranspirasi.

Faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhi besarnya evaporasi adalah sebagai berikut :

- a. **Radiasi matahari.** Evaporasi merupakan konversi air kedalam uap air. Proses ini berjalan terus hampir tanpa berhenti di siang hari. Perubahan dari keadaan cair menjadi gas ini memerlukan energi berupa panas untuk evaporasi. Proses tersebut akan sangat aktif jika ada penyinaran matahari langsung. Awan merupakan penghalang radiasi matahari dan menghambat proses evaporasi.
- b. **Angin.** Jika air menguap ke atmosfer maka lapisan batas antara permukaan tanah dan udara menjadi jenuh oleh uap air sehingga proses penguapan berhenti. Agar proses tersebut dapat berjalan terus, lapisan jenuh harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu hanya mungkin kalau ada angin. Yang akan menggeser komponen uap air. Jadi kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evaporasi.
- c. **Kelembaban relatif.** Faktor lain yang mempengaruhi evaporasi adalah kelembaban relatif udara. Jika kelembaban relatif ini naik, maka kemampuan udara untuk menyerap air akan berkurang sehingga laju evaporasinya menurun. Penggantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak akan menolong dalam memperbesar laju evaporasinya.
- d. **Suhu.** Seperti telah disebutkan di atas energi sangat diperlukan agar evaporasi berjalan terus. Jika suhu udara dan tanah cukup tinggi, proses evaporasi berjalan lebih cepat dibandingkan dengan jika suhu

udara dan tanah rendah dengan adanya energi panas yang tersedia. Kemampuan udara untuk menyerap uap air akan naik jika suhunya naik, maka suhu udara mempunyai efek ganda terhadap besarnya evaporasi dengan mempengaruhi kemampuan udara menyerap uap air dan mempengaruhi suhu tanah yang akan mempercepat penguapan.

Faktor lain yang penting adalah jumlah air yang tersedia cukup banyak, jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan akan lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air di bawah keperluan. Evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan disebut evapotranspirasi potensial. Meskipun demikian kondisi air berlebih sering tidak terjadi, evapotranspirasi tetap terjadi dalam kondisi air tidak berlebihan meskipun tidak sebesar evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi ini disebut evapotranspirasi aktual.

Evapotranspirasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif untuk tanaman dan lain-lain. Dalam penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi evapotranspirasi yang mempengaruhi debit sungai. Proses evapotranspirasi dapat terjadi pada permukaan air atau pada permukaan dimana persediaan air terbatas. Laju evapotranspirasi dari permukaan tersebut sebanding dengan tekanan uap pada permukaan tersebut dan tekanan uap pada udara di atasnya. Selama periode evaporasi rendah, yang kemudian dihabiskan pada waktu evaporasi

tinggi. Selain evaporasi langsung dari kelembaban tanah, juga kelembaban dipindahkan oleh tanaman dan vegetasi melalui proses transpirasi.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi metode Penman Modifikasi adalah :

$$E = C * ( W * R_n + ( 1 - W ) * f(u) * (e_a - e_d) ) \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana :

E = evapotranspirasi potensial harian (mm/hari)

C = faktor pengatur

W = faktor bobot yang dipengaruhi temperatur dan ketinggian lokasi sta.

R<sub>n</sub> = Radiasi netto = R<sub>nl</sub> - R<sub>ns</sub> dimana :

R<sub>ns</sub> = Radiasi gelombang pendek yang diserap (mm/hari)

R<sub>ns</sub> = ( 1 - w ) \* R<sub>s</sub>

R<sub>s</sub> = Radiasi gelombang pendek yang diterima ( mm/hari )

R<sub>s</sub> = ( 0,25 +  $\frac{u}{N}$  ) \* R<sub>a</sub>

R<sub>a</sub> = Extra terrestrial radiation

R<sub>nl</sub> = Radiasi gelombang pendek yang dipancarkan (mm/hari)

= f(T)\*f(n/N)\*f(ed)

f(T) =  $\tau T K^4$

$\tau$  = konstanta Stefan-Boltzman = 2.01 x 10<sup>-9</sup> mm/hari

TK = temperatur (*kelvin*)

$F(n/N) = 0,1 + 0,9 (n/N)$

$n/N$  = perbandingan penyinaran matahari aktual dan maksimal

$f(e_d) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$

$f(u)$  = Fungsi dari kecepatan angin

$= 0,27 \left( \frac{1+u}{100} \right)$  dimana  $u$  = kecepatan angin (km/hari)

$e_a$  = Tekanan uap jenuh (*lampiran B1*)

$e_d$  = Tekanan uap aktual

$$= e_a * \frac{Rh}{100}$$

### 2.2.6. Pengertian Banjir

Ditinjau dari kondisi tampungan ada dua pengertian banjir yaitu :

1. Banjir yang melampaui kapasitas saluran drainase.
2. Banjir yang berupa penggenangan air disuatu daerah tertentu yang melebihi suatu batas tinggi tertentu.

Sedangkan ditinjau dari kondisi siklusnya juga ada dua pengertian banjir yaitu :

1. Banjir genangan adalah debit air hujan yang melimpah terkumpul pada suatu daerah atau tempat dan tidak dapat dialirkan karena saluran drainasenya mengalami penyempitan atau tidak ada.
2. Banjir limpasan adalah debit air hujan yang melimpah melebihi kapasitas tampung sebuah saluran drainase atau sebuah sungai.

Dilihat dari tujuannya, banjir dapat diukur dengan 4 cara yaitu sebagai berikut :

1. Untuk keperluan suatu perencanaan bangunan didalam sungai baik memanjang maupun melintang, banjir dapat diukur menurut tinggi muka airnya.
2. Untuk keperluan suatu rencana pemanfaatan tanah disekitar sungai, banjir dapat diukur menurut luas daerah yang tergenang air banjir.
3. Untuk keperluan suatu rencana gorong-gorong, jembatan, saluran dan sebagainya, banjir dapat diukur menurut luas daerah dan besarnya maksimum yang dinyatakan dalam  $m^3$ .
4. Untuk perencanaan bangunan penampung keperluan irigasi, penyediaan air, pengendalian banjir dan sebagainya, banjir dapat diukur menurut volumenya.

### **2.2.7 Frekuensi Banjir**

Frekuensi banjir adalah suatu banjir yang diharapkan atau diperlukan akan terjadi rata-rata sekali setiap  $n$  tahun atau dengan diperkirakan lain tahunan berulangnya  $n$  tahun. Kejadian pada suatu kurun waktu tertentu tidak berarti akan terjadi sekali selama setiap 10 tahun akan tetapi terdapat suatu kemungkinan dalam 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian 10 tahunan.

Analisa frekuensi banjir digunakan untuk hal-hal tertentu antara lain:

- a) Sebagai pedoman untuk perhitungan kapasitas suatu bangunan, seperti jembatan, bendung, cofferdam dan sebagainya.

b) Untuk memperkirakan banyaknya kerusakan akibat banjir agar dapat ditentukan langka-langka pemecahannya dengan suatu sistem pengendalian banjir untuk jangka waktu tertentu yang umumnya diambil sama dengan umur ekonomis bangunan.

Tujuan menganalisa frekuensi banjir adalah :

1. Untuk memperkirakan besarnya debit banjir maksimum dalam jangka waktu tertentu.
2. Untuk memperkirakan lamanya banjir serta interval waktu antara banjir dan bulan terjadi banjir.

Data yang diperlukan untuk menunjukkan teori kemungkinan ini adalah minimum 10 tahun besaran hujan/ debit harga tertinggi dalam setahun. Jelasnya diperlukan data minimum 10 tahun (dapat dilihat dari table koefisien "*reduced mean*"), misalnya data yang diperoleh dari pengamatan selama jangka waktu 50 tahun, maka banjir-banjir maksimum 10 tahun boleh dikatakan dapat dengan ketetapan yang cukup tinggi.

### **2.2.8 Analisa Debit Banjir Berdasarkan Metode Hidrograf Sintetik**

Pada dasarnya hidrograf merupakan visualisasi perubahan besaran parameter hidrologi terhadap waktu kejadiannya. Parameter yang dimaksud anantara lain : tinggi hujan, tinggi muka air dan debit sungai.

#### **2.2.8.1 Karakteristik Hidrograf Aliran**

Hidrograf aliran dapat digunakan untuk mengetahui perubahan aliran di sungai/saluran sebagai akibat terjadinya hujan selama waktu tertentu. Pada siklus hidrologi, terlihat dengan jelas bahwa aliran sungai tersebut terjadi akibat limpasan air hujan baik langsung maupun tak langsung. Bila pengaruh turunnya air hujan terhadap aliran sungai digambarkan terhadap waktu maka akan diperoleh hidrograf aliran yang mempunyai komponen kurva sebagai berikut :

**1. Aliran dasar (*base flow*) :**

Limpasan tak langsung bersumber dari air tanah yang mengalir keluar melalui mata air ataupun rembesan ke sungai dengan debit yang relatif konstan.

**2. *Rissing Limb* :**

Hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalami proses kehilangan air akibat intersepsi, infiltrasi, dan kemudian sisanya menjadi limpasan air permukaan (*surface runoff*). Limpasan air menuju ke sungai dan tinggi muka air mulai bergerak naik sampai debit puncak ( $Q_p$ ), disebut "*Rissing Limb*" atau kurva yang menggambarkan naiknya debit aliran permukaan sejak awal pengaruh hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.

**3. *Recession Limb* :**

Setelah debit puncak tercapai, selanjutnya grafik debit mulai menurun, disebut "*Recession Limb*" atau kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan sejak tercapainya puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan.

**4. *Inflection Point* :**

Setelah debitnya menurun, mulailah penarikan tampungan dari tanah karena kontribusi “ *Surface runoff*” ke kontribusi “*Ground water runoff*”

**5. *Time Lag/Basin Lag* :**

Adalah waktu yang diukur dari pusat *hyetograf* (pertengahan terjadinya hujan) sampai dengan puncak hidrograf.

**6. *Time of Concentration* :**

Adalah waktu yang diukur dari *hyetograf* sampai dengan “*Inflection point*”. Atau waktu antara berakhirnya hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.

**7. *Recession Time*:**

Adalah waktu antara terjadinya puncak aliran sampai dengan berakhirnya pengaruh hujan terhadap aliran.

**8. *Time Base* :**

Adalah total waktu terjadinya pengaruh hujan terhadap aliran.

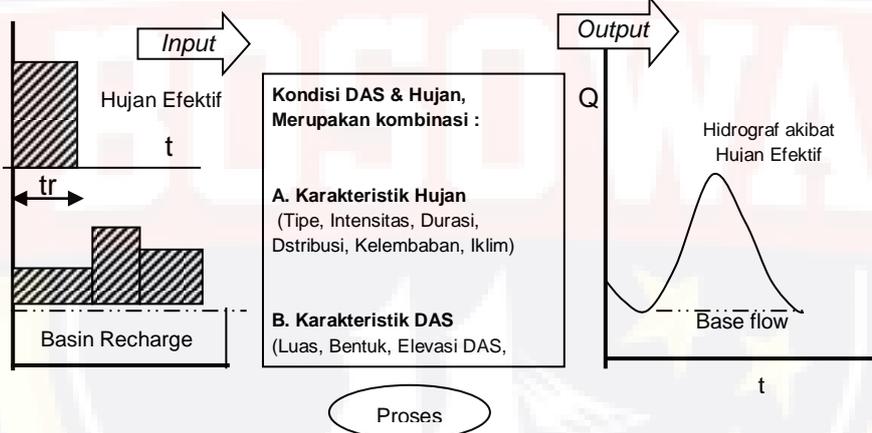
Besaran komponen dan bentuk dari kurva hidrograf menggambarkan proses terjadinya aliran di sungai sebagai akibat turunnya hujan di dalam daerah tangkapan air dari hidrograf yang bersangkutan. Karakteristik hujan biasanya dapat digambarkan melalui besaran, lama dan distribusi hujan dalam DTA, sedangkan karakteristik DTA dapat dideskripsikan melalui beberapa parameter yaitu : porositas tanah, kemiringan lahan, tata guna lahan, morfologi sungai.

DTA dipandang sebagai blok yang sistimnya ditandai oleh respon “Q” input tertentu, sebagai berikut :

- **Input** : Hujan efektif dan *Basin Recharge*

- **Proses** : Merupakan kombinasi dari karakteristik hujan seperti ; tipe, intensitas, durasi dan distribusi hujan, defisit kelembaban tanah, berlangsung arahnya hujan, kondisi iklim serta karakteristik DAS seperti ; ukuran DAS, bentuk DAS, Elevasi DAS, rerata kemiringan sungai, kerapatan sungai, kerapatan drainase, susunan sistim sungai, jenis tanah, jenis vegetasi penutup.
- **Response (Output)** : Setiap DAS mempunyai karakteristik hujan dan kondisi fisik yang berbeda, sehingga setiap hidrograf disetiap DAS, mempunyai komponen hidrograf yang berbeda.

Secara skematis digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.7 Sistem hidrograf satuan

(Sumber : Modul Perhitungan Debit Banjir Rencana, Universitas Indonesia, 2000)

### 2.2.8.2 Hidrograf Satuan

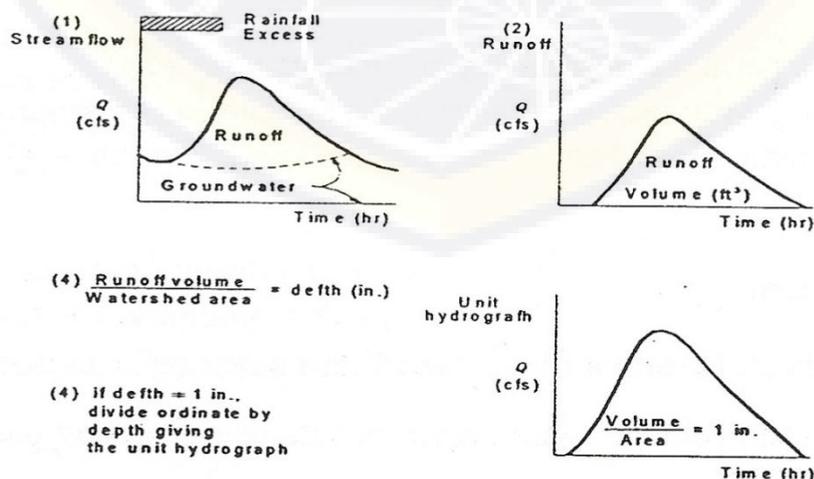
Hidrograf satuan adalah besarnya suatu limpasan langsung (*direct runoff*) dari suatu daerah tangkapan air akibat hujan setinggi 1 mm (1 inch) yang turun selama 1 jam secara merata dan langgeng pada daerah tangkapan air tersebut.

Hidrograf satuan menggambarkan respon dari daerah tangkapan air dalam menghasilkan *direct runoff* akibat eksistensi hujan setinggi 1

mm selama 1 jam. Dalam konsep hidrograf satuan diasumsikan daerah tangkapan air berperilaku linier terhadap hujan yang turun. Dengan asumsi ini, aliran yang terjadi hanya dipengaruhi oleh karakteristik DAS, sehingga pengaruh distribusi hujan terhadap besaran dan distribusi aliran dapat ditentukan melalui konsep superposisi dari aliran tersebut akibat satuan hujan dalam mm/jam (inch/jam). Dengan demikian DAS yang mempunyai karakteristik yang sama akan memiliki hidrograf satuan yang sama. Berdasarkan konsep ini, hidrograf aliran yang ditimbulkan oleh setiap hujan yang turun di suatu DAS dapat ditentukan dengan menggunakan Hidrograf satuannya.

Berdasarkan konsep hidrograf satuan, besarnya total volume dari aliran permukaan adalah sama dengan luas areal di bawah kurva dari hidrograf satuan, artinya sama dengan volume air setebal 1 mm (inch) yang berada dipermukaan DAS.

Hidrograf satuan dari suatu DAS dapat ditentukan dengan menggunakan data pengukuran aliran sungai dari DAS bersangkutan dengan cara seperti gambar 2.5 :



Gambar 2.8 Pemisahan hidrograf satuan dari hidrograf aliran

Sumber : Catatan Kuliah Rekayasa Hidrologi dan Drainase, M. Syahril B.K

### 2.2.8.3 Konvolusi Hidrograf Satuan

Menghitung debit banjir sesungguhnya akan dipengaruhi oleh besarnya hujan dan lamanya durasi hujan yang terjadi. Besar debit banjir yang dimaksud adalah merupakan konvolusi dari hidrograf satuan yang telah dikalikan dengan besarnya hujan dan lamanya waktu jatuhnya hujan.

Persamaan konvolusi sebagai berikut :

$$Q_n = \sum_{i=1}^n P_i U_{n-i+1} \text{ atau } \dots\dots\dots (2.17)$$
$$Q_n = P_n U_1 + P_{n-1} U_2 + P_{n-2} U_3 + \dots + P_1 U_n$$

dimana :

- $Q_n$  = Ordinat storm hidrograph,
- $P_i$  = Kelebihan curah hujan dan
- $U_j$  ( $j=n-i+1$ ) = Ordinat unit hidrograph.

Prinsip hidrograf satuan dan konvolusi adalah sebagai berikut :

- Durasi hujan yang sama pada DAS yang sama akan menghasilkan waktu banjir yang sama/tetap
- Tinggi hujan "P", akan menghasilkan tinggi koordinat hidrograf yang proporsional
- Hujan dengan besar dan durasi tidak sama dengan satu satuan akan menghasilkan hidrograf yang proporsional. Dalam hal ini

hasil hidrografnya adalah merupakan penggabungan/konvolusi dari hidrograf satuannya.

#### **2.2.8.4 Hidrograf Satuan Sintetik**

Hidrograf satuan sintetik merupakan formula yang dikembangkan untuk memprediksi unit hidrograf dari suatu DAS berdasarkan korelasi antara karakteristik fisik DAS yang terkait dengan sifat pengaliran (*direct runoff*), kemiringan, dengan karakteristik unit hidrograf DAS tersebut (besar debit puncak, waktu puncak).

Hal ini dilakukan karena tidak semua DAS mempunyai pos duga air otomatis yang dapat dengan mudah menentukan hidrograf aliran sungai yang bersangkutan dan kebanyakan hanya memiliki data pengukuran curah hujan harian.

Dengan hidrograf satuan sintetik dapat diketahui debit banjir rencana dari data hujan dengan mentransformasikan hyetograph menjadi hidrograf aliran sungai.

Beberapa metode untuk perhitungan hidrograf sintetik dan unit hidrograf sintetik telah dikembangkan antara lain : *Nakayasu unit hydrograph* dan *Snyder unit hydrograph*.

#### **2.2.8.5. Nakayasu Unit Hydrograph**

Nakayasu telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Hasil penelitian dirumuskan dengan persamaan dan tahapan perhitungan sebagai berikut :

1. Data yang ada untuk diproses  $R_{24}$  dalam mm, panjang sungai (L) dalam km, *Catcment* area (A) dalam  $\text{km}^2$
2. Curah hujan efektif tiap jam (*hourly of distribution of effective rainfall*)

**a. Rata-rata hujan dari awal hingga jam ke-T**

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

$R_t$  = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

T = Waktu hujan sampai jam ke t

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam

**b. Distribusi hujan pada jam ke-T**

$$R_T = t.R_t - (t-1).R_{(t-1)} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

$R_T$  = Intensitas curah hujan pada jam t (mm/jam)

t = Waktu (jam)

$R_t$  = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

$R_{(t-1)}$  = Rerata curah hujan dari awal sampai jam ke (t – 1)

**c. Hujan Efektif**

$$R_e = c . R_T \quad (2.29) \quad \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

$R_e$  = Hujan efektif

c = Koef. pengaliran sungai

$R_T$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Nilai koefisien pengaliran dicantumkan pada Tabel 2.5 (diadopsi dari Tabel Mononobe). Harga "c" yang berbeda-beda umumnya disebabkan oleh topografi DAS dan perbedaan penggunaan tanah.

3. Menentukan  $T_p$ ,  $T_{0,3}$  dan  $Q_p$

$$T_p = T_g + 0,8 \cdot T_r \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ s/d } T_g \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058.L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

$$T_g = 0,21.L^{0,7}, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g, \quad \alpha = 1,5 - 3 \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad \dots\dots\dots (2.26)$$

$$T_b = T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} + 2 T_{0,3} \quad \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $m^3/dt$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

$A$  = Luas daerah aliran sungai ( $km^2$ )

$R_o$  = Hujan satuan, 1 mm

$T_p$  = Waktu puncak ( jam )

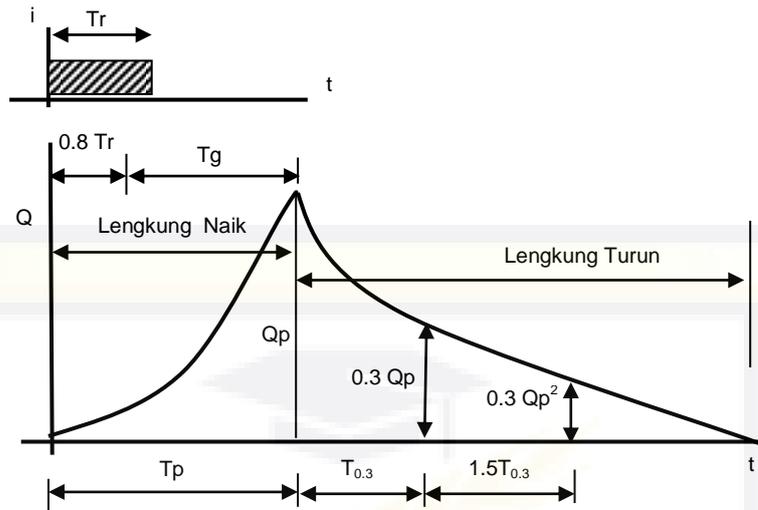
$T_{0,3}$  = Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

$T_r$  = Satuan waktu hujan

$T_g$  = Waktu konsentrasi (jam), ditentukan berdasarkan  $L$

$T_b$  = *Time Base*

4. Menentukan keadaan kurva sebagai berikut.



Gambar 2.9 Hidrograf satuan sintetis Metode Nakayasu  
(Sumber : Soemarto, C.D. 1996)

$$Q = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \dots\dots\dots (2.28)$$

b) Keadaan kurva turun dengan  $Q > 0,3 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left( \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (2.29)$$

c) Keadaan Kurva Turun  $0,3^2 \cdot Q_p < Q < 0,3 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left( \frac{t - T_p + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (2.30)$$

d) Keadaan Kurva Turun  $Q < 0,3^2 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left( \frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (2.31)$$

Selanjutnya hubungan antara "t" dan Q/Ro untuk setiap kondisi kurva dapat digambarkan melalui grafik

6. Aliran Dasar (*Base flow*)

Aliran dasar dapat didekati sebagai fungsi luas DAS dan kerapatan jaringan sungai ( $D_d$ ).

$$D_d = \frac{L}{A} \dots\dots\dots (2.32)$$

$$Q_b = 0.475 A^{0.6444} \cdot D^{0.9435} \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan :

$D_d$  = Kerapatan jaringan sungai (km/km<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang tebal sungai (km)

$A$  = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

$Q_b$  = Aliran dasar (m<sup>3</sup>/dtk)

**2.2.8.6. Snyder Unit Hydrograph**

Snyder mengembangkan rumus dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran dan menganalisa sejumlah hidrograf

DPS di *Appalchian Mountain Region* (USA) dengan Luas DPS (25 – 25000 km<sup>2</sup>).

Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan cukup baik pada tinggi  $d = 1$  cm, dan dengan ketiga unsur yang lain, yaitu  $Q_p$  (m<sup>3</sup>/detik),  $T_b$  serta  $t_r$  (jam).

Unsur-unsur hidrograf tersebut dihubungkan dengan :

$A$  = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang aliran utama (km)

$L_c$  = Jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan pelepasan (*outlet*) yang diukur sepanjang aliran utama.

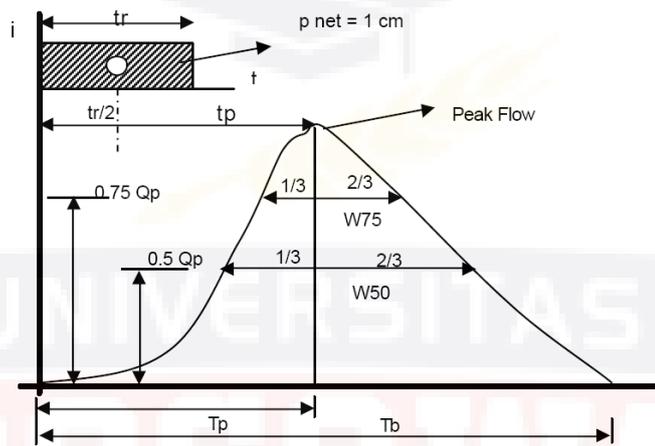
Dengan unsur-unsur tersebut di atas SNYDER membuat rumus-rumus seperti berikut :

$$\tau_p = C_t ( L_c \times L )^{0.3} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$t_r = \frac{\tau_p}{5.5} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$Q_p = 2.78 \frac{C_p \times A}{\tau_p} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$T_b = \frac{72 + 3T_p}{24} \dots\dots\dots (2.37)$$



Gambar 2.10 Hidrograf satuan metode Snyder.

(Sumber : Hidrologi Teknik, C.D. Soemarto, 1995)

Koefisien-koefisien  $C_t$  dan  $C_p$  harus ditentukan secara empirik, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan yang lain.

$C_t$  = Koefisien yang tergantung dari *slope basin*-nya, (0.75 – 3.00)

$C_t$ , dapat menggunakan rumus pendekatan dari Taylor & Schwarz,

$$C_t = \frac{0.6}{\sqrt{s}} \dots\dots\dots (2.39)$$

$C_p$  = Koefisien yang tergantung dari basin karakteristiknya (0,90-1.40)

Belakangan banyak digunakan rumus SNYDER yang telah diubah.

Perubahan tersebut terletak pada :

- ✚ Pangkat 0.30 pada rumus (2.43) diganti dengan "n" sehingga menjadi :

$$t_p = C_t (L_c \times L)^n \dots\dots\dots (2.40)$$

- ✚  $t_r$ , pada rumus (2.44) diganti dengan  $t_e$  yang merupakan durasi curah hujan efektif, sedangkan  $t_r = 1$  jam. Lamanya curah hujan efektif ( $t_e$ ), dipengaruhi langsung oleh *time lag*, hubungan ini diperlihatkan dalam suatu bentuk persamaan

$$t_e = \frac{t_p}{5.5} \dots\dots\dots (2.41)$$

- ✚ Hubungan  $t_e$ ,  $t_p$ ,  $t_r$  dan  $T_p$  adalah sebagai berikut :

Bila :  $t_e > t_r$  :

$$t_p' = t_p + 0.25 (t_r - t_e) \dots\dots\dots (2.42)$$

Sehingga didapat waktu yang diperlukan untuk mencapai debit maksimum.

$$T_p = t_p' + 0.50 t_r \dots\dots\dots (2.43)$$

Bila  $t_e < t_r$  :

$$T_p = t_p + 0.50 t_r \dots\dots\dots (2.44)$$

$$q_p = 0.278 \frac{C_p}{T_p} \dots\dots\dots (2.45)$$

$$Q_p = q_p \times A \text{ (untuk hujan 1 mm/jam)} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dimana :

$t_e$  = Lamanya curah hujan efektif.

$t_r$  = (*time duration*), lamannya hujan efektif.

$t_p$  = Waktu antara titik berat curah hujan hingga puncak (*time lag*) dalam jam

$T_p$  = Waktu yang diperlukan antara permulaan hujan hingga mencapai puncak hidrograf.

$n$  = Coefisien proporsional (0.10 – 0.38)

$Q_p$  = Debit puncak ( $m^3/det/mm$ )

$q_p$  = Puncak hidrograf satuan ( $m^3/det/mm/km^2$ )

$S$  = Kemiringan rata-rata daerah pengaliran

$h$  = tinggi hujan = 1 mm

Fungsi-fungsi lain yang digunakan adalah :

$$T_p = C_t \left\{ \frac{L \times L_c}{S} \right\}^n \dots\dots\dots (2.47)$$

$$T_b = 5 + (T_p + T_r/2) \dots\dots\dots (2.48)$$

Snyder hanya membuat rumus empiris untuk menghitung debit puncak  $Q_p$  dan waktu yang diperlukan untuk mencapai puncak dari suatu hidrograf saja, untuk mendapatkan lengkung hidrografnya memerlukan waktu untuk mengkalibrasi parameter-parameternya. Untuk mempercepat pekerjaan tersebut digunakan rumus Alexeyev, yang memberikan bentuk hidrograf satuannya. Bentuk dari unit hidrograf ditentukan oleh persamaan Alexseyev

$$Q = f(t) \dots\dots\dots (2.49)$$

$$Y = \frac{Q}{Q_p} \dots\dots\dots (2.50)$$

$$x = \frac{t}{t_p} \dots\dots\dots (2.51)$$

$$Y = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots (2.52)$$

$$a = 1.32 \lambda^2 + 0.15 \lambda + 0.045 \dots\dots\dots (2.53)$$

$$\lambda = \frac{Qp \times Tp}{h \times A} \dots\dots\dots (2.54)$$

**2.2.8.7. Metode Sintetis Empiris**

Terdapat beberapa metoda sintetis yang dikembangkan secara empiris berdasarkan karakteristik DAS dan sebaran hujan. Metoda yang sering digunakan antara lain adalah metoda Rasional, Mononobe, Weduwen, Haspers dan Melchior.

**Metode Hasper**

Dalam penggunaannya, metoda ini tidak mensyaratkan adanya batasan luas DAS. Menurut Haspers, besarnya debit dapat dihitung dengan menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times f \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana :

$$\alpha = \frac{1 + 0.012 f^{0.7}}{1 + 0.075 f^{0.7}} \dots\dots\dots (2.56)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3.7 * 10^{-0.4t}}{t + 15} * \frac{f^{3/4}}{12} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$q = \frac{T}{3.6t} \quad (t \text{ dalam jam}) \dots\dots\dots (2.58)$$

$$q = \frac{T}{86.4t} \quad (t \text{ dalam hari}) \dots\dots\dots (2.59)$$

$$T = \frac{t \times R}{t + 1 - 0.0008 \times (260 - R)(2 - t)^2} \quad \text{untuk } t < 2 \text{ jam} \dots\dots (2.60)$$

$$T = \frac{t * R}{t + 1} \text{ untuk } 2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam} \dots\dots\dots (2.61)$$

$$T = 0.707 * R \sqrt{(t + 1)} \text{ untuk } 19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari} \dots\dots\dots (2.62)$$

$$t = 0.1L^{0.8} I^{-0.3} \dots\dots\dots (2.63)$$

$t$  = waktu konsentrasi dari DAS (jam)

$$R_t = \bar{R} + S * U_T \dots\dots\dots (2.64)$$

$$S = \frac{R_{PT} - \bar{R}}{U_{PT}} \dots\dots\dots (2.65)$$

Dimana :

$f$  = Luas daerah pengaliran dalam (km<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang sungai utama dari titik kontrol ke sumbu DAS (km)

$I$  = Kemiringan DAS pada sungai utama

$U_T$  = Faktor frekuensi Haspers dari berperiode ulang 'T'

$S$  = Standard deviasi berdasarkan definisi Haspers.

$R_{PT}$  = Curah hujan maksimum dari data pengamatan berperiode ulang 'T' Haspers.

$U_{PT}$  = Faktro frekuensi Haspers dari curah huj maksimum hasil pengamatan

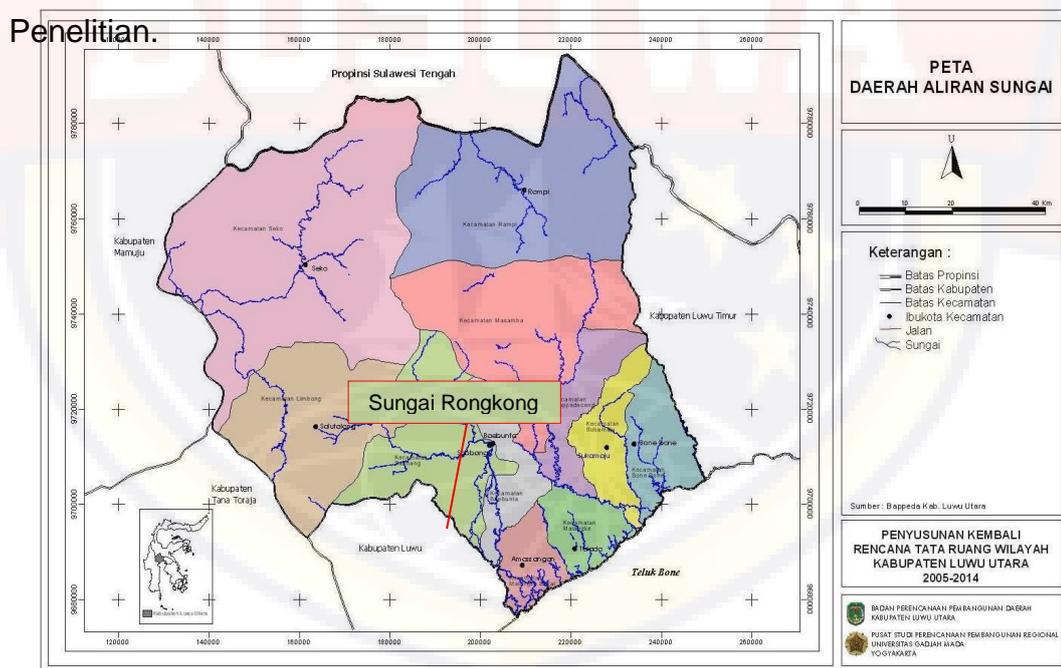
$\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata maksimum

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Kondisi Lokasi Penelitian

#### 3.1.1 Lokasi Penelitian

Secara umum wilayah DAS Rongkong berada di Kabupaten Luwu Utara propinsi Sulawesi Selatan. Dari 11 kecamatan yang ada di kabupaten Luwu Utara, terdapat 6 kecamatan yang masuk pada DAS Rongkong yakni : kecamatan Limbong, Kecamatan Masamba, Kecamatan Sabbang dan Kecamatan Walenrang. Luas DAS sungai Rongkong 1.650 Km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 113 Km. Kedalaman sungai rata - rata 2,00 m. Lihat gambar 3.1 Lokasi Penelitian.



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian

### 3.1.2 Kondisi Lokasi Penelitian

Alur utama Sungai Rongkong adalah alur sungai yang membentang dari Barat Laut ke Tenggara di mulai dari daerah pegunungan yang mempunyai ketinggian mencapai  $\pm 2.580$  m di atas permukaan air laut menuju ke Teluk Bone.

Kondisi Sungai Rongkong di daerah hulu pada Kecamatan Limbong kearah hilir Kecamatan Sabbang, mempunyai kemiringan agak curam sampai terjal sehingga berpotensi aliran Sungai Rongkong mempunyai aliran yang cukup deras dan membawa sedimen yang cukup besar pula, sedangkan kondisi sungai pada bagian hilir mempunyai kemiringan yang landai sampai datar sehingga alur utama sungai Rongkong mengalami sedimentasi, menyebabkan aliran air mencari daerah yang lebih rendah sehingga membentuk Meandering dan percabangan sungai menuju laut. Dampak dari kondisi tersebut, Sungai Rongkong sebagai sungai utama mengalami pendangkalan  $\pm 5$  m dan sungai utama di hilir tidak lagi berfungsi aliran akibat sedimentasi pada palung sungai dan pada akhirnya mengalami banjir.

#### Morfometri Sungai Rongkong

Morfometri daerah aliran Sungai Rongkong diperoleh data-data sebagai berikut :

- Luas DAS Rongkong = 1.650 Km<sup>2</sup>
- Panjang sungai Utama = 113 Km
- Kedalaman sungai rata-rata = 2.00 m
- Ketinggian maksimum = + 2.580 m
- Ketinggian terendah = + 0.000 m

### 3.2 Geomorfologi Sungai

DAS Rongkong secara keseluruhan mempunyai elemen fisik geomorfologi yang terdiri dari pegunungan, daerah perbukitan, dataran dan daerah muara. Bagian hulu DAS Rongkong merupakan daerah pegunungan daerah perbukitan, sedang bagian hilir daerah dataran hingga ke muara.

### 3.3 Topografi

Keadaan topografi DAS Rongkong bervariasi dari datar sampai landai, agak curam, curam hingga sangat curam. Menurut kemiringannya DAS Rongkong didominasi oleh daerah landai sampai agak curam, dan peta kelerengan DAS Rongkong Puncak tertinggi terletak di Buntu (Gunung) berada dengan ketinggian + 2,624 m di atas permukaan air laut dengan kemiringan rerata sebesar 0,02513.

Berdasarkan peta kelerengan DAS Rongkong terdapat beberapa jenis keterangan menurut luas, prosentase dan pembagian kelas kemiringan lereng yang bervariasi. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel III.1 di bawah ini.

Tabel. III-1. Kemiringan Lereng DAS Rongkong

No	Sudut Lereng (%)	Relief	Luas (Km <sup>2</sup> )	Prosentase (%)
1	00 – 02	Datar/hampir datar	203	12.32
2	02 – 15	Landai	269	16.32
3	15 – 25	Bergelombang	195	11.80
4	25 – 40	Curam	437	26.51
	> 55	Sangat Curam	545	33.05
		<b>Jumlah</b>	<b>1650</b>	<b>100.00</b>

### 3.4 Geografis

DAS Rongkong terdapat di Kabupaten Luwu Utara propinsi Sulawesi Selatan. Dari 11 kecamatan yang ada di Kabupaten Luwu Utara, terdapat 6 kecamatan yang masuk pada DAS Rongkong yakni : Kecamatan Limbong, Kecamatan Lamasi, Kecamatan Masamba, Kecamatan Sabbang dan Kecamatan Walenrang. Alur utama sungai Rongkong membentang dari barat laut ke tenggara di mulai pada daerah pegunungan yang mempunyai ketinggian mencapai + 2,580 m di atas permukaan laut menuju teluk Bone. Ketinggian terendah + 0,000 m.

### 3.5 Iklim

Iklim mempunyai peranan penting dalam penentuan karakteristik hidrologi suatu daerah terutama ditentukan oleh keadaan geologi dan geografisnya, faktor yang membentuk ciri-ciri hidrologi suatu daerah yaitu:

- a. Jumlah dan distribusi presipitasi (proses terjadinya salju dan es).
- b. Pengaruh angin dan tekanan udara.
- c. Temperatur dan radiasi matahari.
- d. Serta kelembaban terhadap evapotranspirasi dan pencairan salju.

Secara garis besar, kondisi iklim di DAS Rongkong dapat di katakan normal. Suhu rata-rata di daerah ini  $\pm 26,72^{\circ} \text{C}$ . Suhu tertinggi di capai pada bulan Januari dan suhu terendah di capai pada bulan Agustus.

Kecepatan angin rerata yang terjadi pada daerah ini adalah 3,04 km/hari. Kecepatan angin terbesar terjadi pada bulan Februari sedangkan kecepatan angin terkecil terjadi pada bulan Mei.

### 3.6 Data Hidrologi

Data hidrologi sangat besar peranannya dalam mendesain suatu bangunan air, sebab dengan adanya hidrologi dapat diketahui sejauh mana dan berapa besar debit aliran air pada suatu sungai sehingga akan menjadi tolak ukur dalam mendesain suatu bangunan.

Untuk data curah hujan hasil pengamatan di peroleh dari stasiun pengamatan yang tersebar di wilayah SWS Pompengan Kalaena Larona. (lihat gambar 3.3 Stasiun Curah Hujan) dan data curah hujan pada tabel III-2, III-3 dan III-4. Adapun stasiun yang di maksud, antara lain :

1. Stasiun Lamasi
2. Stasiun Baliase
3. Stasiun Pembasian

Data-data stasiun pada DAS Rongkong pada masing-masing stasiun sbb:

Tabel III-2.Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Lamasi

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Curah hujan (mm)
1	2004	22 Januari	100
2	2005	16 April	177
3	2006	15 April	129
4	2007	21 April	106
5	2008	6 Desember	94
6	2009	20 Juli	86
7	2010	22 Mei	98
8	2011	12 Juli	131
9	2012	16 Oktober	125
10	2013	05 Oktober	112

Tabel III-3 Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Baliase

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Curah hujan (mm)
1	2004	19 April	65
2	2005	30 Oktober	70
3	2006	19 Juni	57
4	2007	22 Maret	116
5	2008	10 September	193
6	2009	12 Maret	102
7	2010	20 April	114
8	2011	28 Juni	154
9	2012	10 Maret	99
10	2013	12 Juli	96

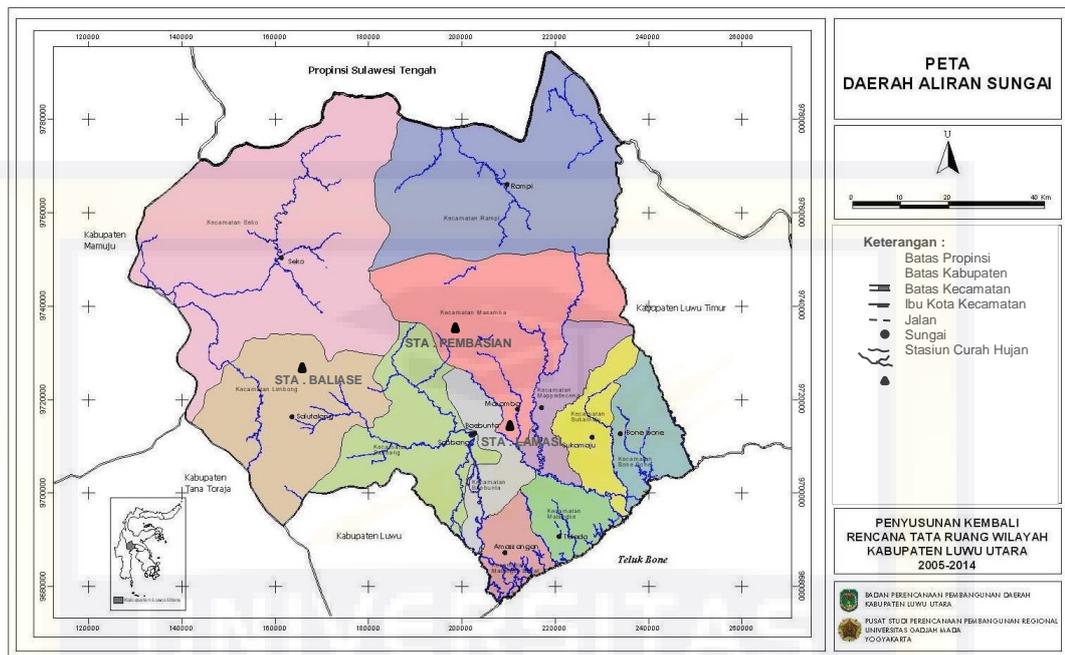
Tabel III-4. Data curah hujan Harian Maksimum Stasiun Pembasian

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Curah hujan (mm)
1	2004	5 November	81
2	2005	14 Desember	100
3	2006	18 Mei	122
4	2007	14 Agustus	107
5	2008	5 September	143
6	2009	13 Juli	126
7	2010	29 Juni	214
8	2011	28 Juni	83
9	2012	18 Agustus	174
10	2013	21 Mei	126

Sumber : PU PSDA tahun 2013

Tabel III-5 Hujan Harian Maksimum Rata-rata Sub-DAS Rongkong

No	Tahun	Tinggi Hujan Harian Maksimum (mm)		
		Sta. Lamasi	Sta. Baliase	Sta. Pembasian
1	2004	100	65	81
2	2005	177	70	100
3	2006	129	57	122
4	2007	106	116	107
5	2008	94	193	143
6	2009	86	102	126
7	2010	98	114	214
8	2011	131	154	83
9	2012	125	99	174
10	2013	112	96	126



Gamabar 3.2 Peta Stasiun Curah Hujan

### 3.7 Karakteristik Daerah Banjir

Sungai Rongkong merupakan salah satu sungai yang berada dalam satuan wilayah S.Pompengan Kalaena Larona (SWS 05. 14) mempunyai Catchman area 946,20 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 112,59 km. S.Rongkong di daerah hulu relatif masih bagus demikian juga kondisi alam sekitarnya yang sebagian besar masih berupa hutan lindung. Pada musim kemarau secara visual kualitas air masih bagus sehingga layak di gunakan sumber air baku tetapi kondisi sebaliknya terjadi pada musim penghujan di mana S.Rongkong akan meluap di sertai bolder-bolder besar serta tingkat sedimentasi yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi erosi lahan atau kerusakan di daerah hulu. Berdasarkan informasi dari penduduk di sekitar desa Tandang,

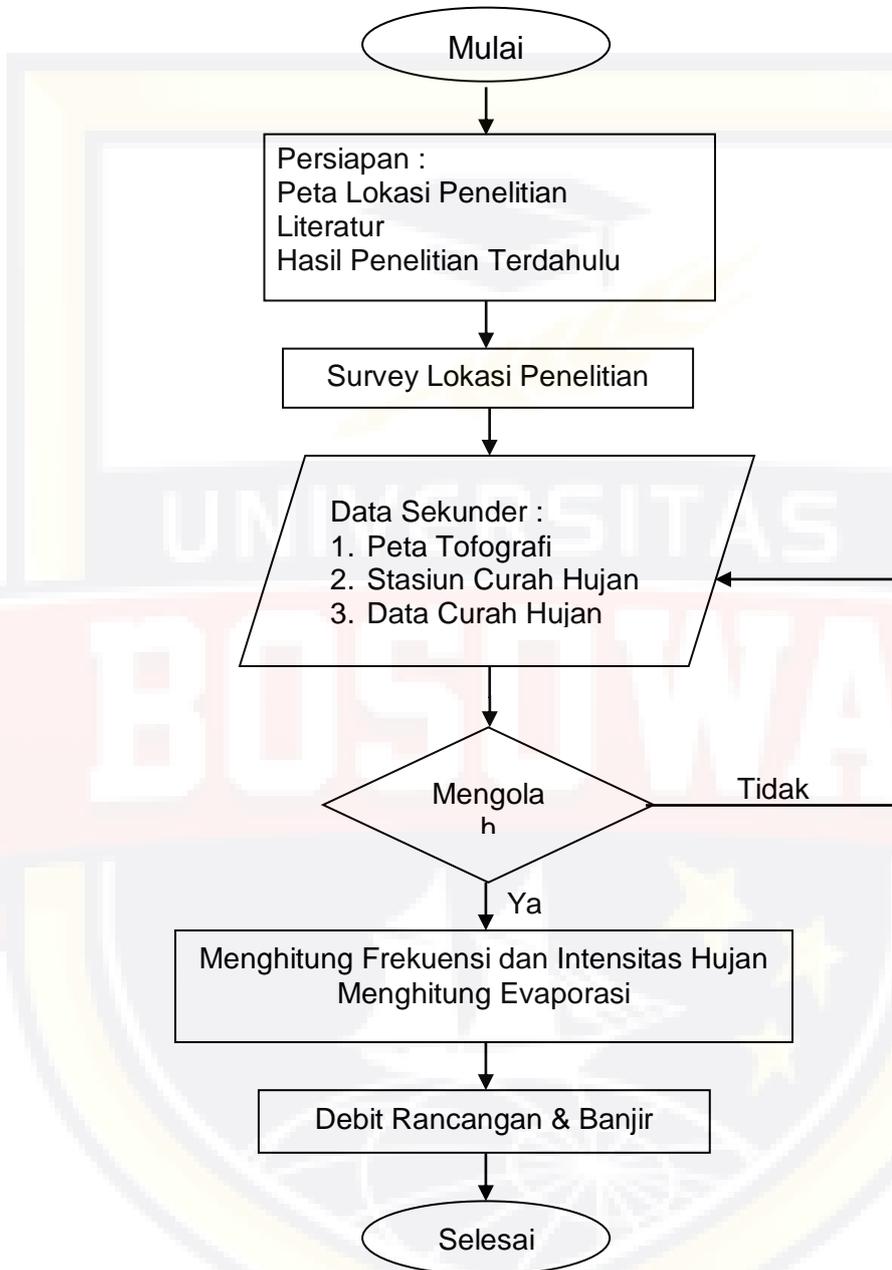
banjir dengan ketinggian 1 m – 1,5 m hampir tiap tahun terjadi sedangkan kondisi melimpas terjadi hampir 5 tahun sekali.

Sungai Rongkong bagian tengah menempati satuan morfologi perbukitan bergelombang lemah sampai dengan kuat. Daerah ini mempunyai ketinggian antara 60 – 250 m dengan kemiringan lereng antara 5 - 18°. Sungai Rongkong bagian hilir menempati morfologi pendataran dengan ketinggian antara 0 – 58 m dengan kemiringan lereng  $< 3^\circ$ . Dataran ini merupakan areal pemukiman, perkantoran, terminal, pertokoan, perbelanjaan dan perkebunan masyarakat setempat dengan batuanannya berupa batuan alluvium ( $Q_a$ ).

**BOSOWA**



### 3.9 Flow Chart (Bagan Alir Penelitian)



Gambar 3.3 Flow Chart Kegiatan Penelitian

## BAB. IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisa Hidrologi

Data hujan yang dibutuhkan untuk perhitungan analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang diperoleh dari pos pengamatan hujan yang berpengaruh pada DAS Sungai Rongkong di Kabupaten Luwu Utara.

Stasiun hujan yang dipakai dalam pekerjaan ini adalah Stasiun hujan Lamasi, Stasiun hujan Baliase dan Stasiun hujan Pembassian. Berikut ini adalah peta lokasi stasiun hujan dan polygon thiesen (yang digunakan dalam analisis hidrologi yang dapat mewakili kondisi hujan (hidrologi) pada daerah aliran sungai (DAS) Sungai Rongkong.



Gambar 4.1 Poligon Thiesen DAS Sungai Rongkong

## 4.2. Hujan Rerata

### 4.2.4. Distribusi Hujan Rerata

Berikut ini adalah distribusi ketersediaan data hujan yang ada pada lingkup daerah tinjauan (DAS) Sungai Rongkong yang terdiri dari 3 (Tiga) stasiun hujan :

Tabel IV-1 Distribusi Data Stasiun Hujan DAS Sungai Rongkong

No	Stasiun	Data Tahun	Keterangan
1	Lamasi	2004 - 2013	Lengkap
2	Baliase	2004 - 2013	Lengkap
3	Pembasian	2004 - 2013	Lengkap

### 4.2.5. Penentuan Metode Pererataan Hujan

Daerah tinjauan (DAS) Sungai Rongkong memiliki luas DAS 1.650 km<sup>2</sup>, sehingga untuk pererataan hujannya dapat digunakan metode rerata aljabar atau cara poligon thiessen. Pada pekerjaan ini digunakan metode poligon thiessen dengan pertimbangan titik-titik stasiun hujan yang kurang tersebar merata, kemudian dengan metode ini dipertimbangkan juga luasan pengaruh dari sebaran stasiun hujannya. Berikut adalah perhitungan koefisien Thiessen pada DAS Sungai Rongkong:

Tabel IV-2 Perhitungan Koefisien Thiessen

No	Stasiun	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase Pengaruh (%)
1	Lamasi	990.00	0.6	60
2	Baliase	247.50	0.15	15
3	Pembasian	412.50	0.25	25
	Total Luas	1,650.00		

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.2.6. Hasil Pererataan Hujan

Dengan metode poligon thiessen, dimana dilakukan dengan mengalikan data hujan maksimum tahunan dari table (III-5) kemudian dikalikan dengan koefisien thiessen maka didapatkan hasil hujan rerata maksimum tahunan untuk analisis hujan rancangan seperti yang dihasilkan pada table IV-2.

Tabel IV-2 Rekapitulasi Hasil Pererataan Hujan

No	Tahun	Sta. Lamasi			Sta. Baliase			Sta. Pembasian			Hujan Maks. Rerata
	Koef. Thiessen	0.6			0.15			0.25			
1	2	3	4	5=(3x4)	6	7	8=(6x7)	9	10	11=(9x10)	12
1	2004	100	0.6	60	65	0.15	9.75	81	0.25	20.25	42.53
2	2005	177	0.6	106.2	70	0.15	10.5	100	0.25	25	71.55
3	2006	129	0.6	77.4	57	0.15	8.55	122	0.25	30.5	55.35
4	2007	106	0.6	63.6	116	0.15	17.4	107	0.25	26.75	47.46
5	2008	94	0.6	56.4	193	0.15	28.95	143	0.25	35.75	47.12
6	2009	86	0.6	51.6	102	0.15	15.3	126	0.25	31.5	41.13
7	2010	98	0.6	58.8	114	0.15	17.1	214	0.25	53.5	51.22
8	2011	131	0.6	78.6	154	0.15	23.1	83	0.25	20.75	55.81
9	2012	125	0.6	75	99	0.15	14.85	174	0.25	43.5	58.10
10	2013	112	0.6	67.2	96	0.15	14.4	126	0.25	31.5	50.36

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan curah hujan maksimum rerata dengan Metode Thessen mengacu pada persamaan 3.1 pada halaman III-9 seperti di bawah ini.

$$Thn\ 2004 = \frac{(990 \times 60) + (247,5 \times 9.75) + (412,5 \times 20.25)}{1.650} = 42.53\ mm$$

#### 4.3 Analisis Distribusi Frekwensi

Nilai curah hujan kawasan yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai data untuk menghitung curah hujan rencana. Analisis distribusi frekuensi curah hujan yang digunakan dalam studi ini adalah Metode Gumbel, Log Pearson type III dan Log Normal 2 Paramater.

#### 4.3.1 Metode Gumbel

Parameter-parameter statistik yang diperlukan untuk perhitungan hujan rencana dengan metode Gumbel adalah nilai tengah dan standar deviasi, yang selanjutnya dapat dihitung curah hujan rencana menurut periode ulang yang diinginkan.

Analisis distribusi curah hujan metode Gumbel dilakukan seperti langkah berikut :

Tabel IV-6 Uji distribusi Metode Gumbel DAS Rongkong

No	Tahun	$X_i$	$\bar{x}$	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	2004	42.53	48	(5.50)	30.30
2	2005	71.55	48	23.52	552.98
3	2006	55.35	48	7.32	53.55
4	2007	47.46	48	(0.57)	0.33
5	2008	47.12	48	(0.91)	0.83
6	2009	41.13	48	(6.90)	47.60
7	2010	51.22	48	3.19	10.18
8	2011	55.81	48	7.78	60.58
9	2012	58.10	48	10.07	101.47
10	2013	10.04	48	(37.99)	1,443.58
<b>Jumlah</b>		<b>480</b>		<b>(0.00)</b>	<b>2,301.39</b>
n		10			
X Rata -rata =		48			
Sx =		16			
Yn =		0.4952			
Sn =		0.9497			

Sumber : Hasil Perhitungan

**Contoh Periode ulang 5 tahun :**

a. Jumlah curah hujan :  $\sum X_i = 480$  mm

b. Curah hujan rata-rata :  $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{480}{10} = 48mm$

c. Standar deviasi :  $S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2.301,39}{10 - 1}} = 16$

d. Faktor frekuensi dari Gumbel :  $k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$

Nilai  $Y_t$  diperoleh dari tabel III-3 berdasarkan periode ulang tertentu.

Jumlah tahun pengamatan "n" = 10 tahun, maka dari tabel III-1 dan tabel III-2 diperoleh nilai :

Reduced Standard Deviation	( $S_n$ )	0,9497
Reduced Mean	( $Y_n$ )	0.4952
Reduced Variate	( $Y_t$ )	1.4999

e. Curah hujan untuk priode ulang 5 tahun :

$$X_5 = \bar{X} + k.S_x = \bar{X} + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n}\right) \times S_x = 48.0295 + \frac{1,4999 - 0,4952}{0.9497} \times 16 = 63,678mm$$

Perhitungan untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada tabel IV-7

Tabel IV-7 Hasil analisis curah hujan rencana DAS Rongkong

$T_r$	$Y_t$	$Y_n$	$S_n$	$K$	$S_x$	$\bar{x}$	$X_T$
(Tahun)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(2)-(3)/(4)	(6)	(7)	(8)=(7)+(5)(6)
2	0.367	0.4952	0.9497	-0.154427819	16	48	45.560
5	1.500	0.4952	0.9497	0.978572181	16	48	63.678
10	2.251	0.4952	0.9497	1.729572181	16	48	75.687
25	3.199	0.4952	0.9497	2.677572181	16	48	90.846
50	3.902	0.4952	0.9497	3.380572181	16	48	102.088
100	4.601	0.4952	0.9497	4.079572181	16	48	113.266

Sumber : Hasil perhitungan

#### 4.3.2 Metode Log Pearson Type III

Cara yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi Log Pearson Type III adalah dengan mengkonfeksikan rangkaian bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Type III dengan nilai variennya  $X$ , apabila digambarkan pada kertas peluang logaritma (*Logaritma Probability Paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus.

Analisis distribusi curah hujan metode Log Pearson type III disajikan pada tabel berikut :

Tabel IV-8 Uji distribusi curah hujan DAS Rongkong

No.	Tahun	Xi (mm/jam)	Log Xi	(Log Xi - Log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>
15	2004	42.53	1.629	0.000	-0.000002
16	2005	71.55	1.855	0.046	0.009717
17	2006	55.35	1.743	0.010	0.001058
18	2007	47.46	1.676	0.001	0.000043
19	2008	47.12	1.673	0.001	0.000033
20	2009	41.13	1.614	0.001	-0.000020
21	2010	51.22	1.709	0.005	0.000318
22	2011	55.81	1.747	0.011	0.001176
23	2012	58.10	1.764	0.015	0.001861
24	2013	10.04	1.002	0.409	-0.261739
<b>Jumlah</b>		<b>480</b>	<b>16.412</b>	<b>0.499</b>	<b>-0.2475540</b>
n	=	10			
$\bar{X}$	=	48.03			
log $\bar{X}$	=	1.641			
Sx	=	0.236			
Cs	=	-0.620			

Sumber : Hasil Perhitungan

❖ **Periode ulang 2 tahun :**

a. Nilai Rata-rata : 
$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i}{n} = \frac{16,412}{10} = 1,641$$

b. Nilai standart deviasi :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,499}{10-1}} = 0,263$$

c. Nilai Koef. Kemencengan Cs :

$$C_s = \left[ \frac{n \sum (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)S_x^2} \right] = \left[ \frac{10 \times -0,247}{9 \times 8 \times 0,263^2} \right] = -0.620$$

Nilai  $K^T$  diperoleh dari tabel Distribusi Log Pearson Type III untuk Koef.

Kemencengan  $C_s = -0.620$

Perhitungan untuk periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K S$$

$$\text{Log } X_2 = 2,114 + (-0,048 \times 0,189) = 2,105 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{2,105} = 127.329 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang berikutnya diperlihatkan pada Tabel IV-9 dibawah ini.

Tabel IV-9 Hasil analisis curah hujan rencana DAS Rongkong

$T_r$ (tahun)	PT	$C_s$	$W_i$	$Z_i$	k	$K^T$	log X	$S_x$	$Y_i$	XT
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(9)+(8)*(10)	(12)
2	0.5	-0.0529	1.177	0.000	0.0482	-0.048	2.114	0.189	2.105	127.329
5	0.2	-0.0529	1.794	0.841	0.0482	0.824	2.114	0.189	2.270	186.096
10	0.1	-0.0529	2.146	1.282	0.0482	1.308	2.114	0.189	2.361	229.727
25	0.04	-0.0529	2.537	1.751	0.0482	1.847	2.114	0.189	2.463	290.458
50	0.02	-0.0529	2.797	2.054	0.0482	2.206	2.114	0.189	2.531	339.574
100	0.01	-0.0529	3.035	2.327	0.0482	2.538	2.114	0.189	2.594	392.358

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.3.3 Metode Log Normal Dua Parameter

Analisis distribusi curah hujan metode Log Normal Dua Parameter disajikan pada tabel IV-10 di bawah ini adalah bersumber dari hasil hitung:

Tabel IV-10 Uji Distribusi Curah Hujan DAS Rongkong

No.	CH (mm)	Urutan dari Kecil-besar (Xi)	$P = \frac{m}{N+1}$	$T = \frac{1}{P}$	Log (xi)
1	42.53	10.04	0.04	25.000	1.002
2	71.55	41.13	0.08	12.500	1.614
3	55.35	42.53	0.12	8.333	1.629
4	47.46	47.12	0.16	6.250	1.673
5	47.12	47.46	0.2	5.000	1.676
6	41.13	51.22	0.24	4.167	1.709
7	51.22	55.35	0.28	3.571	1.743
8	55.81	55.81	0.32	3.125	1.747
9	58.10	58.10	0.36	2.778	1.764
10	10.04	71.55	0.4	2.500	1.855
Jumlah $\Sigma$	=	480	Jumlah $\Sigma$	=	16.41
$\bar{X}$	=	48.0	Log $\bar{X}$	=	1.641
ST	=	38	S Log $\bar{X}$	=	0.387
CV	=	-0.0529			
N	=	10			

Sumber : Hasil Perhitungan

Tahapan perhitungan curah hujan rencana adalah sebagai berikut :

- Nilai rata-rata logaritma curah hujan :  $Log \bar{X} = 2.114$  mm
- Nilai standar deviasi rata-rata logaritma curah hujan :  $SLog \bar{X} = 0.189$
- Nilai curah hujan rencana :  $Log X_T = Log \bar{X} + k.SLog \bar{X}$

Nilai  $k$  diperoleh dari Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss *Tabel IV-11*

di bawah ini.

Tabel IV-11 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber : Bonnier, 1980 dalam Suripin, Buku Sistim Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, 2003, Hal. 37

Contoh Perhitungan digunakan untuk periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut :

$$\text{Log}X_2 = 2,114 + (0,000) \times 0,189 = 2,114 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{2,114} = 130.017 \text{ mm}$$

Selanjutnya hasil perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang berikutnya diperlihatkan pada Tabel IV-12.

Tabel IV-12 Hasil Analisis Curah Hujan Rencana DAS Rongkong

$T_T$ (tahun)	PT	$W_i$	$K_t$	$\text{Log}\bar{X}$	$S\text{Log}\bar{X}$	$\text{Log}X_T$	$X_t$
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(6)+((5)*(7))	(9)
2	0.5	1.177	0.000	2.114	0.189	2.114	130.017
5	0.2	1.794	0.841	2.114	0.189	2.273	187.477
10	0.1	2.146	1.282	2.114	0.189	2.356	227.142
25	0.04	2.537	1.751	2.114	0.189	2.445	278.573
50	0.02	2.797	2.054	2.114	0.189	2.502	317.838
100	0.01	3.035	2.327	2.114	0.189	2.554	357.934

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.4. Uji Chi Kuadrat

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Type III di atas akan memberikan hasil yang berbeda, sehingga diperlukan pengujian kesesuaian hasil. Uji kesesuaian dilakukan dengan metode Uji Chi-Kuadrat.

Tabel IV-13 Perhitungan Untuk Uji Chi Kuadrat

No.	Xi (mm/jam)	Urutan dari yg Besar-kecil (Xi)	Log Xi
1	122	350	2.544
2	145	233	2.367
3	110	209	2.320
4	233	207	2.315
5	350	187	2.271
6	140	180	2.255
7	95	147	2.167
8	143	146	2.164
9	187	145	2.162
10	109	144	2.157
11	120	143	2.154
12	146	140	2.146
13	115	127	2.104
14	127	122	2.088
15	207	120	2.079
16	180	115	2.059
17	209	110	2.041
18	93	109	2.036
19	147	98	1.993
20	77	95	1.978
21	41	93	1.970
22	75	77	1.885
23	98	75	1.873
24	144	41	1.609
Jumlah		<b>3411</b>	<b>94.399</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam menentukan jumlah kelas interval suatu data diperlukan pengujian normalisasi dengan Chi-kuadrat, dimana jumlah kelas untuk perhitungan di tetapkan seperti di bawah ini.

Contoh perhitungan uji chi kuadrat dengan Log Pearson Type III:

$$\text{Jumlah Kelas (G)} = 1 + 1.333 \text{ Ln } n$$

$$G = 1 + 1.333 \text{ Ln } n \text{ =====> } n = 24 \text{ data}$$

$$G = 1 + 1.333 \times 3.178 \text{ =====> } G = 5.23 \text{ dipakai 6 kelas}$$

$$E_i = \frac{n}{G} = \frac{24}{6.00} = 4$$

Tabel IV-14 Uji Chi Kuadrat Dengan Metode Log Pearson Type III

No	Kelas	Jumlah Data (O <sub>i</sub> )	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> – E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
1	2.544– 2.3883	1	4	-3	9
2	2.3882 – 2.2324	1	4	-3	9
3	2.2323 – 2.0765	13	4	9	81
4	2.0764 – 1.9206	6	4	2	4
5	1.9205 – 1.7647	2	4	-2	4
6	1.7646 – 1.6088	1	4	-3	9
Jumlah		24	24		116

Sumber : Hasil Perhitungan

**Prosedur uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut :**

1) Urutkan data pengamatan (Dari besar ke kecil,). Lihat tabel IV-12.

Kelompokkan data menjadi G sub-group yang masing-masing beranggotakan 6 data pengamatan Jumlahkan data pengamatan sebesar O<sub>i</sub> tiap-tiap group, lihat tabel IV-14.

2) Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$ , diambil nilai 4, untuk memperoleh derajat kebebasan seperti pada tabel III-4 halaman

3) Pada tiap sub-sub grup hitung nilai

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{116}{24} = 4,833$$

Tabel IV-15 Nilai kritis distribusi Chi-kuadrat (uji satu sisi)

dk	a derajat kepercayaan								
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005	
1	0,000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879	
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597	
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838	
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860	
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750	
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,549	
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278	
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955	
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589	
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188	
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757	
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,212	28,300	
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819	
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319	
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801	
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267	
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718	
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156	
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582	
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997	
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401	
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796	
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181	
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558	
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928	
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290	
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645	
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993	
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336	
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672	

4) Jumlah seluruh G sub-grup nilai  $(O_i - E_i)^2$  untuk menentukan nilai chi-

$E_i$

Kuadrat hitung. Lihat pada tabel IV-13 dengan nilai  $G = 6$

- 5) Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R = 2$  untuk distribusi normal dan binomial). Maka diperoleh  $dk = 6 - 2 - 1 = 3$  maka derajat kebebasan ( $dk$ ) = 3. Berdasarkan Tabel IV-15 Nilai kritis untuk Distribusi Chi-kuadrat untuk  $dk = 3$  dan  $\alpha = 0,05$  diperoleh nilai kritis = 7.815
- 6) Hasil analisis uji Chi-kuadrat pada Tabel IV-14 menghasilkan nilai  $4,833 < 7.815$  (DAS Rongkong), maka Metode Log Pearson Tipe III dapat diterima.

Jadi Distribusi curah hujan yang akan dipakai untuk analisis selanjutnya adalah nilai curah hujan rencana yang diperoleh dari Metode Log Pearson Tipe III

#### 4.5 Evapotranspirasi

Contoh Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman Modifikasi

Bulan Januari 1999 :

- Temperatur rata-rata ( $T$ ) = 26,72 °C
- Kecepatan Angin ( $u$ ) = 3,04 km/hr
- Fungsi dari kecepatan angin  $f(u)$   
 $f(u) = 0,27 (1+U/100) = 0,27 \times (1 + 3.04/100) = 0.28$
- Penyinaran matahari ( $n/N$ ) = 21.69 %
- Kelembaban Relatif (RH) = 95.89%
- Tekanan uap jenuh ( $e_a$ )

$$ea = 35,1 \text{ (Tabel IV-16)}$$

Tabel IV-16 Tekanan Uap Jenuh (ea)

Temperatur (°C)	ea (mbar)		Temperatur (°C)	ea (mbar)
0.0	6.1		20.0	23.4
1.0	6.6		21.0	24.9
2.0	7.1		22.0	26.4
3.0	7.6		23.0	28.1
4.0	8.1		24.0	29.8
5.0	8.7		25.0	31.7
6.0	9.3		26.0	33.6
7.0	10.0		27.0	35.7
8.0	10.7		28.0	37.8
9.0	11.5		29.0	40.1
10.0	12.3		30.0	42.4
11.0	13.1		31.0	44.9
12.0	14.0		32.0	47.6
13.0	15.0		33.0	50.3
14.0	16.1		34.0	53.2
15.0	17.0		35.0	56.2
16.0	18.2		36.0	59.4
17.0	19.4		37.0	62.8
18.0	20.6		38.0	66.3
19.0	22.0		39.0	69.9

- Tekanan uap aktual (ed)

$$ed = ea \times RH/100 = 35.1 \times 95,89/100 = 33,65$$

- Selisih tekanan uap jenuh dengan tekanan uap aktual

$$ea - ed = 35,1 - 33,65 = 1.44 \text{ mm/bar}$$

- Faktor bobot (W) yang dipengaruhi temperatur dan ketinggian lokasi stasiun

$$W = 0,77 \text{ (Tabel IV-17)}$$

Tabel IV-17 Faktor bobot yang dipengaruhi temperatur dan ketinggian lokasi Stasiun

Temperatur (°C)	W di altitude (m)					
	0	500	1000	2000	3000	4000
2	0.43	0.44	0.46	0.49	0.52	0.54
4	0.46	0.48	0.49	0.52	0.55	0.58
6	0.49	0.51	0.52	0.55	0.58	0.61
8	0.52	0.54	0.55	0.58	0.61	0.64
10	0.55	0.57	0.58	0.61	0.64	0.66
12	0.58	0.6	0.61	0.64	0.66	0.69
14	0.61	0.62	0.64	0.66	0.69	0.71
16	0.64	0.65	0.66	0.69	0.71	0.73
18	0.66	0.67	0.69	0.71	0.73	0.75
20	0.68	0.7	0.71	0.73	0.75	0.77
22	0.71	0.72	0.73	0.75	0.77	0.79
24	0.73	0.74	0.75	0.77	0.79	0.81
26	0.75	0.76	0.77	0.79	0.81	0.82
28	0.77	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84
30	0.78	0.79	0.8	0.82	0.84	0.85
32	0.8	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
34	0.82	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87
36	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.89
38	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.9
40	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.9

- Faktor bobot  $1 - w = 1 - 0,77 = 0,23$
- Penyinaran radiasi matahari teoritis ( $R_a$ )  
 $R_a = 17.7 \text{ mm/hr}$  (Tabel IV-18)
- Penyinaran radiasi matahari yang dikorekso ( $R_s$ )  
 $R_s = (0.25 + 0.5 n/N) \times R_a = 5,61 \text{ mm/hari}$
- Radiasi gelombang pendek yang diserap bumi ( $R_{ns}$ )  
 $R_{ns} = (1 - 0.25) \times R_s = 4,21 \text{ mm/hr}$

Tabel IV-18 Penyinaran radiasi mata hari teoriis dipengaruhi oleh lokasi

### Stasiun (mm/hr)

Northern Hemisphere												Lat	Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50.0	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48.0	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46.0	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44.0	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42.0	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40.0	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38.0	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36.0	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34.0	17.9	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32.0	17.9	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30.0	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28.0	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26.0	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24.0	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22.0	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.3	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20.0	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18.0	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16.0	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14.0	16.7	16.4	15.2	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12.0	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10.0	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8.0	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6.0	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4.0	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.9	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2.0	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0.0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

- Faktor koreksi akibat temperatur  $f(T) = 16,1$  (Tabel IV-19)

- Faktor koreksi akibat tekanan air (ed)

$$f(ed) = 0.34 - 0,044 \times \sqrt{ed} = 0,10$$

- Faktore penyinaran matahari

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9(n/N) = 0.30$$

- Radiasi gelombang panjang yang dipancarkan (Rn1)

Tabel IV-19 Faktor koreksi akibat temperatur

Temperature (°C)	f(T)
0.0	11.0
2.0	11.4
4.0	11.7
6.0	12.0
8.0	12.4
10.0	12.7
12.0	13.1
14.0	13.5
16.0	13.8
18.0	14.2
20.0	14.6
22.0	15.0
24.0	15.4
26.0	15.9
28.0	16.3
30.0	16.7
32.0	17.2
34.0	17.7
36.0	18.1

$$Rn1 = f(T) \times f(ed) \times f(n/N) = 0.48 \text{ mm/hr}$$

- Radiasi netto (Rn)

$$Rn = Rns - Rn1 = 4.61 - 0.48 = 4.13 \text{ mm/hr}$$

- C faktor koreksi iklim (C) = 1,06

- Evapotranspirasi potensial harian (Eto)

$$Eto = C [ w \times Rn + (1 - w) \times f(u) \times (ea - ed) ]$$

$$= 1,06 \times ( 0,77 \times 4,13 + ( 1 - 0,77 ) \times 0,28 \times 1.44 )$$

$$= 3,47 \text{ mm/hr}$$

- Evapotranspirasi potensial bulanan = (Eto) x 30 = 104.1 mm/bln

Tabel IV-20 Perhitungan Evapotranspirasi

No	Uraian	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	Temp. Rata-rata bln	: C	26.72	24.84	24.79	24.65	24.08	23.83	23.12	22.71	22.79	23.9	24.49	24.93
2	Kec. Angin	km/hr	3.04	7.47	7.34	12.71	17.4	8.19	9.21	9.00	12.54	8.72	11.26	3.2
3	f(u)		0.28	0.29	0.29	0.30	0.32	0.29	0.29	0.29	0.30	0.29	0.30	0.28
4	Penyinaran Matahari	%	21.69	19.43	49.35	38.81	38	35.4	40.6	56.6	64.44	43.26	33.31	23.8
5	Kelemb. Relatif	%	95.89	95.56	94.82	94.26	96.86	95.26	94.42	94.8	94.29	95.06	95.2	95.6
6	ea	mbar	35.10	31.30	31.30	31.13	30.00	29.50	28.30	27.60	27.80	29.60	30.70	31.50
7	ed	mbar	33.66	30.01	30.01	29.85	28.77	28.29	27.14	26.47	26.66	28.38	29.44	30.21
8	ea-ed	mbar	1.44	1.29	1.29	1.28	1.23	1.21	1.16	1.13	1.14	1.22	1.26	1.29
9	w	m	0.76	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.73	0.74	0.74
10	1-w	1	0.24	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
11	Ra	mm/hr	17.700	16.500	14.500	12.200	10.200	9.100	9.800	11.400	13.500	15.600	17.100	17.900
12	Rs	mm/hr	6.168	5.893	7.348	5.539	4.692	4.068	4.733	6.418	8.130	7.586	7.294	6.784
13	Rns	mm/hr	4.687	4.361	5.437	4.099	3.425	2.969	3.408	4.621	5.853	5.538	5.398	5.020
14	f(t)		16.100	15.600	15.600	15.600	15.400	15.300	15.200	15.200	15.200	15.400	15.200	15.600
15	f(ed)		0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
16	f(n/N)		0.295	0.275	0.544	0.449	0.442	0.419	0.465	0.609	0.680	0.489	0.400	0.314
17	Rn1	mm/hr	0.475	0.429	0.849	0.701	0.681	0.640	0.707	0.926	1.034	0.754	0.608	0.490
18	Rn	mm/hr	4.212	3.932	4.589	3.398	2.744	2.329	2.701	3.695	4.820	4.784	4.790	4.530
19	C		1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
20	Eto	mm/hr	3.4953	3.1871	3.702	2.7729	2.2355	1.9035	2.1629	2.919	3.7815	3.8044	3.8616	3.6528
	Evapo. Aktual (Epc)	mm/hr	104.86	95.614	111.26	83.187	67.266	57.125	64.888	87.565	113.45	114.13	115.85	129.58

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.6 Distribusi Hujan

Untuk memperkirakan banyaknya aliran /debit yang tertinggi yang lebih mendekati kenyataan didasarkan pada curah hujan Jam-Jaman. Untuk itu perlu ditaksir pola hujan tiap jam dari data hujan harian tersebut. Dalam daerah pengaliran di Indonesia diambil selang 5 – 7 jam. Untuk daerah penelitian sesuai dengan karakteristik hujan di Kota Sinjai diambil waktu hujan selama 5 jam.

Untuk menaksir pola distribusi curah hujan (*Distribution of Rainfall*) jam-jaman dilakukan analisa sebagai berikut :

a. Analisa rata-rata hujan sampai jam ke T, menggunakan persamaan

2.26

$$R_1 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right)\left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = 0,585R_{24} \qquad R_4 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right)\left(\frac{5}{4}\right)^{2/3} = 0,232R_{24}$$

$$R_2 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right)\left(\frac{5}{2}\right)^{2/3} = 0,368R_{24} \qquad R_5 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right)\left(\frac{5}{5}\right)^{2/3} = 0,200R_{24}$$

$$R_3 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right)\left(\frac{5}{3}\right)^{2/3} = 0,281R_{24}$$

b. Analisa curah hujan pada jam ke-T, menggunakan persamaan 2.27

$$R_I = 1 \times R_t - (1 - 1) \times R_{(1-1)} = 0,5858R_{24}$$

$$R_{II} = 2 \times R_t - (2 - 1) \times R_{(2-1)} = 0,1510R_{24}$$

$$R_{III} = 3 \times R_t - (3 - 1) \times R_{(3-1)} = 0,1065R_{24}$$

$$R_{IV} = 4 \times R_t - (4 - 1) \times R_{(4-1)} = 0,0851R_{24}$$

$$R_V = 5 \times R_t - (5 - 1) \times R_{(5-1)} = 0,5858R_{24}$$

Untuk  $R_{24} = 100\%$  didapat hubungan waktu hujan dan rasio jam ke-T

Tabel IV-21 Hubungan waktu hujan dan rasio jam ke-T

Waktu Hujan (Jam)	Rasio (%)
1	0.585
2	0.152
3	0.107
4	0.085
5	0.072

c. Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

Hujan efektif adalah bagian dari hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct runoff*). Limpasan langsung ini terdiri atas limpasan permukaan (*surface runoff*) dan *interflow* (air yang masuk ke dalam lapisan tipis di bawah permukaan tanah dengan permeabilitas rendah, yang keluar lagi ke tempat yang lebih rendah dan berubah menjadi limpasan permukaan).

Perhitungan distribusi curah hujan efektif jam-jaman untuk DAS Rongkong disajikan pada tabel IV-22, sebagai berikut :

Tabel IV - 22 Perhitungan hujan efektif jam-jaman DAS Rongkong

Waktu (Jam)	Rasio	Hujan Efektif Jam-jaman					
		T = 2 Thn	T = 5 Thn	T = 10 Thn	T = 25 Thn	T = 50 Thn	T = 100 Thn
1	0.585	45.63	65.81	79.71	97.79	111.55	125.62
2	0.152	11.86	17.10	20.71	25.41	28.98	32.64
3	0.107	8.35	12.04	14.58	17.89	20.40	22.98
4	0.085	6.63	9.56	11.58	14.21	16.21	18.25
5	0.072	5.62	8.10	9.81	12.04	13.73	15.46
<b>Hujan Efektif</b>		<b>78</b>	<b>112.5</b>	<b>136.26</b>	<b>167.16</b>	<b>190.68</b>	<b>214.74</b>
<b>Koef. Pengaliran</b>		<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
<b>Hujan Rancangan</b>		<b>130</b>	<b>187.5</b>	<b>227.1</b>	<b>278.6</b>	<b>317.8</b>	<b>357.9</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

d. Aliran Dasar

Untuk memperoleh debit banjir rencana yang dikehendaki dilakukan dengan menjumlahkan debit aliran dasar (*base flow*) dengan hidrograf aliran. Aliran dasar dapat dihitung dengan pendekatan rumus :

$$Q_b = 0,4751 \times A^{0,6444} \times D^{0,9430}$$

Dimana :

$Q_b$  : Aliran dasar (*base flow*) ( $m^3/s$ )

$A$  : Luas Daerah Aliran Sungai =  $1.651 \text{ km}^2$

$L$  : Panjang sungai (338 km)

$D$  : Kerapatan Jaringan Sungai ( $\text{km}/\text{km}^2$ )

Aliran dasar untuk DAS Rongkong (Sub DAS 1)

$$Q_b = 0,4751 \times 1.651^{0,6444} \times (338/1.651)^{0,9430}$$

$$Q_b = 12,605 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### 4.7 Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit aliran di sungai atau saluran yang besarnya ditentukan berdasarkan periode ulang atau kala ulang tertentu. Pertimbangan teknis dalam perhitungan banjir rencana adalah pemilihan koefisien dan aliran dasar yang terkait erat dengan kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh pada DAS tersebut.

Analisis ini dilakukan pada seluruh Sub DAS yang nantinya akan dipakai sebagai kondisi batas dalam analisis selanjutnya. Data Sub DAS dapat dilihat pada tabel 4.26 dan gambar 4.2. Pembagian dan pemberian nama Sub DAS pada analisis ini dilakukan dengan pendekatan topografi sehingga lebih mendekati kondisi eksisting di lapangan. Pemberian Nama Sub DAS dengan angka dimaksudkan sebagai penyederhana untuk memudahkan proses analisis selanjutnya.

Tabel IV – 23 Data Sub DAS Rongkong

No	Nama Sub DAS	Luas Sub DAS Km <sup>2</sup>	Panjang Sungai Km
<b>A. DAS Rongkong Hulu</b>			
1	Binuang	440	38.25
2	Malillin	76	11.61
3	Rassasisi	51	12.63
4	Marampa	38	21.43
5	Rongkong Hulu	209	56.39
6	Toa	12	8.57
7	Owasa	19	8.57
8	Mehujung	21	10.67
<b>B. Rongkong Hilir</b>			
1	Mamea	7	4.98
2	Nase	27	12.12
3	Bunto	11	7.51
4	Paku	137	23.81
5	Makawa	262	35.42
6	Rongkong Hilir	166	44.24
7	Bolongan	128	26.6
8	Minangale	47	15.22
<b>Total</b>		<b>1651</b>	<b>338.02</b>

Sumber : BWS III Sulawesi

#### 4.7.1 Analisis Debit Banjir Rencana Berdasarkan Hidrograf Sintetik

Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan melihat hubungan banjir yang akan terjadi dengan distribusi curah hujan selama 5 jam untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Perhitungan hidrograf banjir yang digunakan dalam kajian ini adalah dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, Snyder, metode sintetik Hasper dan Log Person III.

#### 4.7.2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dilakukan sebagai berikut, sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana DAS Rongkong dengan periode ulang 2 tahun disajikan pada tahapan di bawah ini

#### 3. Unit Hidrograf :

##### a. Menentukan $T_p$ , $T_{0,3}$ dan $Q_p$

$$\bullet T_g = 0,4 + 0,058 \times L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times 100,6 = 6,235 \text{ jam}$$

$$\bullet T_r = 0,75 \times T_g = 0,75 \times 6,235 = 4,676 \text{ jam}$$

$$\bullet T_p = T_g + 0,8 \times T_r = 6,235 + 0,8 \times 4,676 = 9,976 \text{ jam}$$

$$\bullet \alpha = (0,47 \times (A \times L)^{0,25}) / T_g = 1,10 \quad \text{diambil } 1,50$$

$$\bullet T_{0,3} = \alpha \times T_g = 1,5 \times 6,235 = 9,353 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \bullet T_b &= T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} + 2 T_{0,3} \\ &= 9,976 + 9,353 + 1,5 \times 9,353 + 2 \times 9,353 = 50,23 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{Hujan Satuan } (R_o) = 1 \text{ mm}$$

$$\bullet Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} = \frac{375 \times 1}{3,6(0,3 \times 9,976 + 9,353)} = 8,44 \text{ m}^3/\text{detik}$$

##### b. Menentukan keadaan kurva sebagai berikut

e) Keadaan Kurva Naik, dengan  $0 < Q_a < Q_p$

$$Q_a = Q_p \cdot \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} = 8,44 \times \left( \frac{t}{9,976} \right)^{2,4}$$

f) Keadaan kurva turun dengan  $Q_d > 0,3 Q_p$

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)} = 8,44 \times 0,3^{\left(\frac{t-9,976}{9,353}\right)}$$

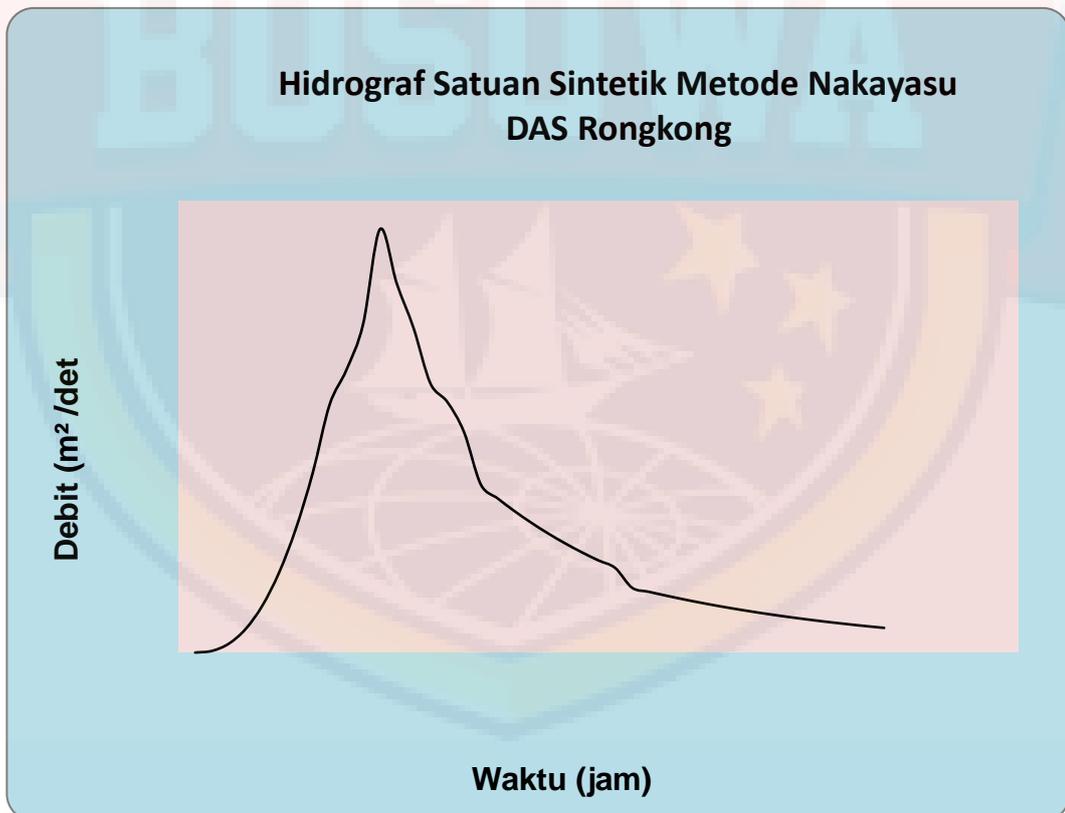
g) Keadaan Kurva Turun  $0.3 Q_p > Q_d > 0.3^2 Q_p$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}\right)} = 8,44 \times 0,3^{\left(\frac{t-7,451+0,5 \times 9,353}{1,5 \times 9,353}\right)}$$

h) Keadaan Kurva Turun  $0.3^2 Q_p > Q_d$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}\right)} = 8,44 \times 0,3^{\left(\frac{t-9,976+1,5 \times 9,353}{2 \times 9,353}\right)}$$

Perhitungan nilai "Q" untuk setiap perubahan tenggang waktu "t" pada setiap kondisi kurva diperlihatkan pada Tabel IV-24 dan gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hdrograf Satuan Sitetik Metode Nakayasu DAS Rongkong

Tabel IV-24 Analisis Hidrograf Sintetik Nakayasu pada DAS Rongkong

Waktu (Jam)	$\left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$	$0,3^{\left[\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right]}$	$0,3^{\left[\frac{t-T_p+(0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}\right]}$	$0,3^{\left[\frac{t-T_p+(1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}\right]}$	Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /dt)	Ket.
----------------	------------------------------------	--	--	--	---	------

0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Qa
1.00	0.0336	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0336	
2.00	0.1775	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1775	
3.00	0.4698	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4698	
4.00	0.9370	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9370	
5.00	1.6007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6007	
6.00	2.4794	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4794	
7.00	3.5894	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.5894	
8.00	4.9454	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.9454	
8.45	5.6395	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.6395	
9.00	6.5609	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.5609	
10.00	8.4486	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8.4486	
11.00	0.0000	7.3626	0.0000	0.0000	7.3626	Qd1	
12.00	0.0000	6.4733	0.0000	0.0000	6.4733		
13.45	0.0000	5.3711	0.0000	0.0000	5.3711		
14.00	0.0000	5.0040	0.0000	0.0000	5.0040		
15.00	0.0000	4.3996	0.0000	0.0000	4.3996		
16.00	0.0000	0.0000	3.3533	0.0000	3.3533	Qd2	
17.00	0.0000	0.0000	3.0775	0.0000	3.0775		
18.00	0.0000	0.0000	2.8244	0.0000	2.8244		
19.00	0.0000	0.0000	2.5922	0.0000	2.5922		
20.00	0.0000	0.0000	2.3790	0.0000	2.3790		
21.00	0.0000	0.0000	2.1833	0.0000	2.1833		
22.00	0.0000	0.0000	2.0038	0.0000	2.0038		
23.00	0.0000	0.0000	1.8390	0.0000	1.8390		
24.00	0.0000	0.0000	1.6878	0.0000	1.6878		
25.00	0.0000	0.0000	0.0000	1.2947	1.2947	Qd3	
26.00	0.0000	0.0000	0.0000	1.2140	1.2140		
27.00	0.0000	0.0000	0.0000	1.1383	1.1383		
28.00	0.0000	0.0000	0.0000	1.0673	1.0673		
29.00	0.0000	0.0000	0.0000	1.0008	1.0008		
30.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.9384	0.9384		
31.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.8799	0.8799		
32.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.8251	0.8251		
33.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.7736	0.7736		
34.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.7254	0.7254		
35.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.6802	0.6802		
36.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.6378	0.6378		
37.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.5980	0.5980		
38.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.5608	0.5608		
39.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.5258	0.5258		
40.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.4930	0.4930		

Sumber : Perhitungan

## 2. Hidrograf Debit Banjir Rencana

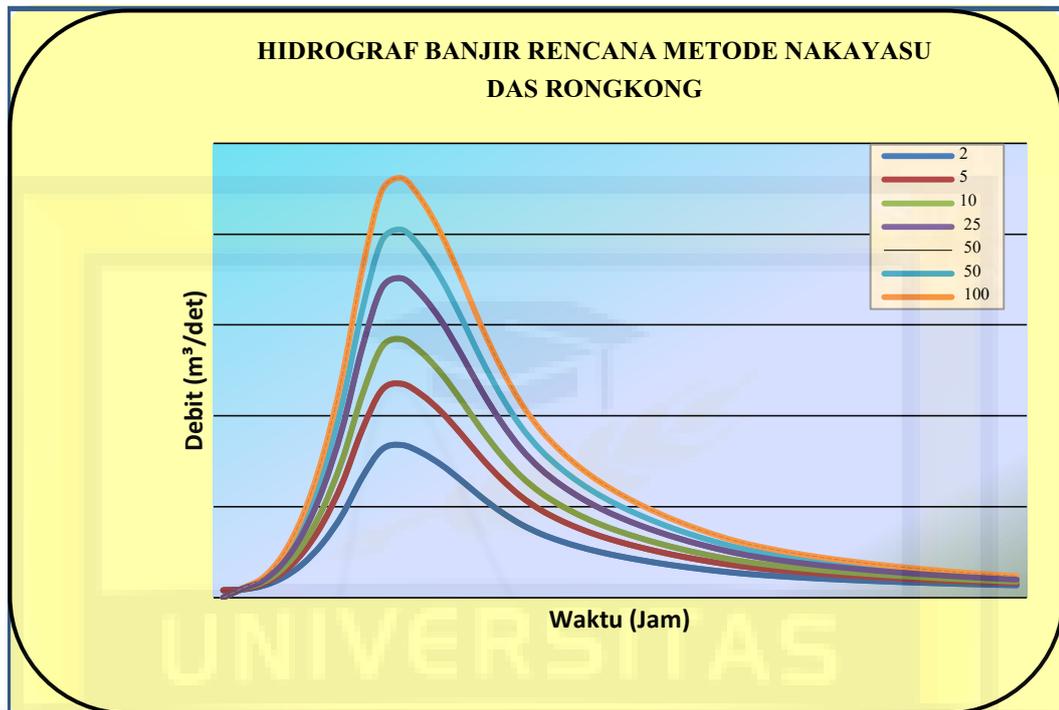
Hidrograf debit banjir rencana diperoleh dengan mengalikan hidrograf satuan dengan hujan efektif tiap jam dan menggunakan penjumlahan secara superposisi. Perhitungan hidrograf debit banjir rencana DAS Rongkong untuk setiap periode ulang. Rekapitulasi nilai debit banjir rencana untuk setiap periode ulang diperlihatkan pada Tabel

IV - 25, dan hidrograf debit banjir rencana diperlihatkan pada Gambar

4.3,

Tabel IV – 25 . Rekapitulasi nilai debit banjir rencana Nakayasu DAS Rangkong

T (Jam)	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Q (m <sup>3</sup> /dt)					
0	40.07	40.07	40.07	40.07	40.07	40.07
1	44.49	46.35	47.71	49.56	51.04	52.61
2	64.53	74.85	82.35	92.60	100.81	109.51
3	108.62	137.53	158.56	187.29	210.29	234.67
4	184.04	244.74	288.91	349.25	397.55	448.76
5	297.42	405.94	484.90	592.76	679.09	770.63
6	454.53	629.30	756.46	930.18	1069.22	1216.64
7	659.78	921.09	1111.23	1370.98	1578.87	1799.30
8	815.00	1141.76	1379.52	1704.33	1964.29	2239.93
9	839.33	1176.35	1421.57	1756.58	2024.70	2309.00
10	796.80	1115.89	1348.07	1665.25	1919.11	2188.28
11	729.84	1020.69	1232.33	1521.44	1752.84	1998.19
12	644.51	899.38	1084.83	1338.19	1540.95	1755.95
13	553.37	769.81	927.30	1142.45	1314.64	1497.22
14	472.10	654.27	786.83	967.91	1112.84	1266.51
15	403.70	557.03	668.59	821.01	942.99	1072.33
16	351.04	482.16	577.57	707.91	812.23	922.84
17	310.74	424.87	507.92	621.37	712.17	808.44
18	277.60	377.76	450.64	550.20	629.88	714.37
19	249.97	338.47	402.87	490.85	561.26	635.92
20	226.70	305.40	362.66	440.89	503.50	569.88
21	206.44	276.60	327.64	397.38	453.19	512.37
22	188.38	250.92	296.43	358.59	408.35	461.10
23	172.28	228.03	268.60	324.02	368.37	415.40
24	157.93	207.63	243.79	293.19	332.73	374.65
25	145.14	189.44	221.68	265.71	300.96	338.33
26	133.85	173.40	202.17	241.48	272.94	306.30
27	124.98	160.78	186.83	222.42	250.90	281.10
28	117.28	149.83	173.52	205.88	231.78	259.24
29	110.52	140.22	161.84	191.37	215.00	240.05
30	104.54	131.73	151.51	178.53	200.16	223.09
31	99.22	124.16	142.31	167.10	186.94	207.98
32	94.34	117.22	133.86	156.61	174.81	194.11
33	89.85	110.85	126.12	146.99	163.69	181.39
34	85.74	105.00	119.01	138.16	153.48	169.72
35	81.97	99.64	112.50	130.06	144.11	159.02
36	78.51	94.72	106.52	122.63	135.52	149.20
37	75.34	90.21	101.03	115.81	127.64	140.18
38	72.43	86.07	96.00	109.56	120.41	131.92
39	69.75	82.27	91.38	103.82	113.78	124.33
40	67.30	78.79	87.14	98.56	107.69	117.38
Maks	839.33	1176.35	1421.57	1756.58	2024.70	2309.00



Gambar 4.3 Hidrograf Banjir Rencana DAS Rongkong

#### 4.7.3. Metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder

Sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana DAS Rongkong dengan periode ulang 2 tahun, tahapan Analisis sebagai berikut :

A. Data yang diketahui dari DAS Rongkong :

- Luas DAS Rongkong ( A ) : 1.650 km<sup>2</sup>
- Panjang sungai ( L ) : 338 km
- Kemiringan DAS : 23,12%
- Jarak antara pusat DAS : 34,15 km  
dengan Outlet yang ditinjau
- *Base Flow* ( Q<sub>b</sub> ) : 40,07 m<sup>3</sup>/det

B. Analisis :

$$C_t = \frac{0,6}{\sqrt{S}} = 1,25$$

$$C_p = 0,9 - 1,4 = \text{diambil } 0,9$$

- Standar Durasi Hujan netto ( $t_r$ ) = 1 jam

- *Time Lag* ( $t_p$ )

$$T_p = C_t(L \times L_c)^{0,3} = 13,057 \text{ jam}$$

- Lamanya Durasi Hujan Efektif ( $t_e$ )

$$t_e = t_p/5,5 = 2,37 \text{ jam}$$

- *Time Paek* ( $T_p$ )  $\rightarrow t_r < t_e$

$$t'_p = t_p + 0,25(t_r - t_e) = 12,71 \text{ jam}$$

$$TP = t'_p + 0,5 = 13,21 \text{ jam}$$

- Puncak hidrograf satuan ( $Q_p$ )

$$q_p = 0,278 \times (C_p/T_p) = 0,019 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{km}^2$$

$$Q_p = q_p \times A = 8,83 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\lambda = (Q_p \times T_p)/(h \times A) = 0,9007$$

$$a = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 = 1,247$$

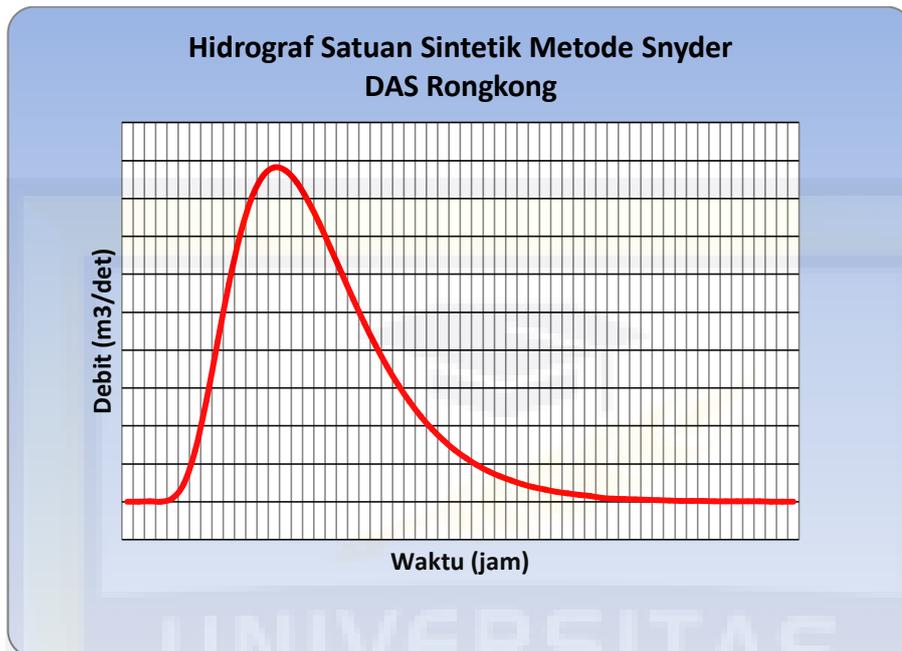
- Koordinat Snyder

$$X = t/T_p \quad Y = 10^{-a((1-X)^2)/X} \quad Q = Q_p \times Y$$

Selanjutnya perhitungan nilai "Q" untuk setiap perubahan tenggang waktu "t" pada setiap kondisi kurva diperlihatkan pada tabel IV – 26 gambar 4.4.

Tabel IV - 26 Analisis hidrograf satuan sintetik Snyder DAS Rongkong

Waktu (Jam)	$x = \left( \frac{t}{T_p} \right)$	$(1 - X)^2$	$\frac{(1 - X)^2}{X}$	$-a \times \frac{(1 - X)^2}{X}$	Y	Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /dt)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
1.00	0.076	0.854	11.289	-14.072	0.000	0.00
2.00	0.151	0.720	4.758	-5.931	0.000	0.00
3.00	0.227	0.597	2.631	-3.280	0.001	0.00
4.00	0.303	0.486	1.606	-2.002	0.010	0.09
5.00	0.378	0.386	1.021	-1.273	0.053	0.47
6.00	0.454	0.298	0.656	-0.818	0.152	1.34
7.00	0.530	0.221	0.417	-0.520	0.302	2.66
8.00	0.605	0.156	0.257	-0.320	0.478	4.22
9.00	0.681	0.102	0.149	-0.186	0.652	5.75
10.00	0.757	0.059	0.078	-0.097	0.799	7.05
11.00	0.833	0.028	0.034	-0.042	0.908	8.01
12.00	0.908	0.008	0.009	-0.012	0.974	8.59
13.00	0.984	0.000	0.000	0.000	0.999	8.82
14.00	1.060	0.004	0.003	-0.004	0.990	8.74
15.00	1.135	0.018	0.016	-0.020	0.955	8.43
16.00	1.211	0.044	0.037	-0.046	0.900	7.94
17.00	1.287	0.082	0.064	-0.080	0.833	7.35
18.00	1.362	0.131	0.096	-0.120	0.758	6.69
19.00	1.438	0.192	0.133	-0.166	0.682	6.02
20.00	1.514	0.264	0.174	-0.217	0.606	5.35
21.00	1.589	0.347	0.219	-0.272	0.534	4.71
22.00	1.665	0.442	0.266	-0.331	0.467	4.12
23.00	1.741	0.549	0.315	-0.393	0.405	3.57
24.00	1.816	0.666	0.367	-0.457	0.349	3.08
25.00	1.892	0.796	0.421	-0.524	0.299	2.64
26.00	1.968	0.937	0.476	-0.593	0.255	2.25
27.00	2.043	1.089	0.533	-0.664	0.217	1.91
28.00	2.119	1.252	0.591	-0.737	0.183	1.62
29.00	2.195	1.428	0.650	-0.811	0.155	1.36
30.00	2.270	1.614	0.711	-0.886	0.130	1.15
31.00	2.346	1.812	0.772	-0.963	0.109	0.96
32.00	2.422	2.022	0.835	-1.041	0.091	0.80
33.00	2.498	2.243	0.898	-1.119	0.076	0.67
34.00	2.573	2.475	0.962	-1.199	0.063	0.56
35.00	2.649	2.719	1.026	-1.279	0.053	0.46
36.00	2.725	2.974	1.092	-1.361	0.044	0.38
37.00	2.800	3.241	1.157	-1.443	0.036	0.32
38.00	2.876	3.519	1.224	-1.525	0.030	0.26
39.00	2.952	3.809	1.290	-1.609	0.025	0.22
40.00	3.027	4.110	1.358	-1.692	0.020	0.18
41.00	3.103	4.423	1.425	-1.777	0.017	0.15
42.00	3.179	4.747	1.493	-1.861	0.014	0.12
43.00	3.254	5.082	1.562	-1.947	0.011	0.10
44.00	3.330	5.429	1.630	-2.032	0.009	0.08
45.00	3.406	5.788	1.699	-2.118	0.008	0.07
46.00	3.481	6.157	1.769	-2.205	0.006	0.06
47.00	3.557	6.539	1.838	-2.291	0.005	0.05
48.00	3.633	6.931	1.908	-2.378	0.004	0.04
49.00	3.708	7.336	1.978	-2.466	0.003	0.03
50.00	3.784	7.751	2.048	-2.553	0.003	0.02
51.00	3.860	8.179	2.119	-2.641	0.002	0.02
52.00	3.936	8.617	2.190	-2.729	0.002	0.02
53.00	4.011	9.067	2.260	-2.818	0.002	0.01
54.00	4.087	9.529	2.332	-2.906	0.001	0.01
55.00	4.163	10.002	2.403	-2.995	0.001	0.01
56.00	4.238	10.486	2.474	-3.084	0.001	0.01
57.00	4.314	10.982	2.546	-3.173	0.001	0.01
58.00	4.390	11.489	2.617	-3.263	0.001	0.00
59.00	4.465	12.008	2.689	-3.352	0.000	0.00
60.00	4.541	12.538	2.761	-3.442	0.000	0.00



Gambar 4.4 Hirograf Satuan Sintetik Metode Snyder DAS Rongkong

### C. Hidrograf Debit Banjir Rencana

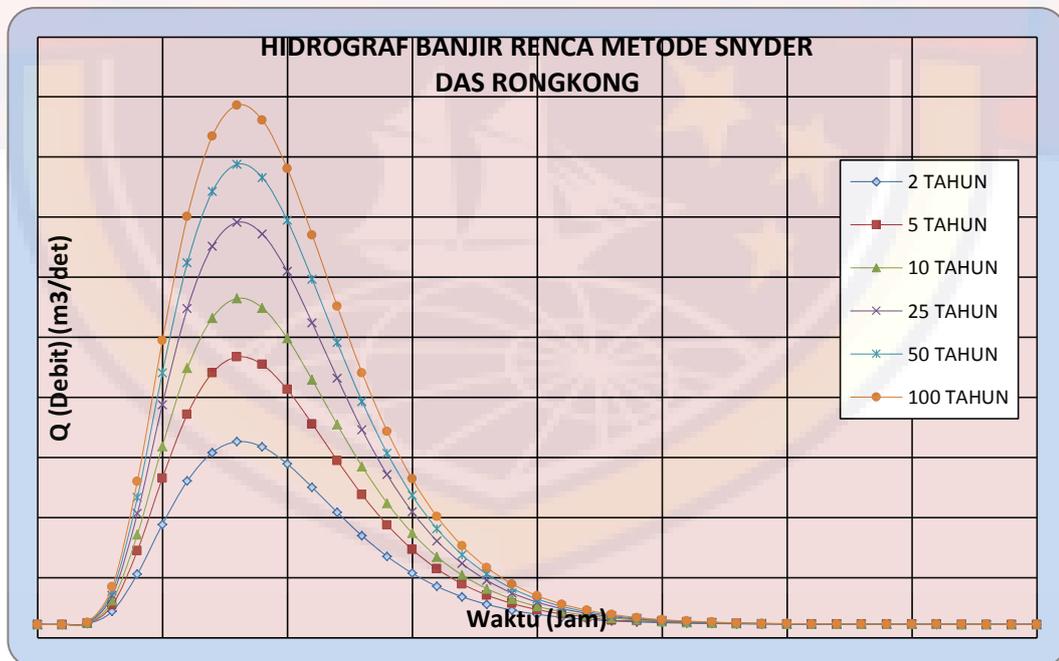
Hidrograf debit banjir rencana diperoleh dengan mengalikan hidrograf satuan dengan hujan efektif tiap jam dan menggunakan penjumlahan secara superposisi. Perhitungan hidrograf debit banjir rencana DAS Rongkong untuk setiap periode ulang diperlihatkan pada Rekapitulasi nilai debit banjir rencana untuk setiap periode ulang diperlihatkan pada Tabel IV - 27 hidrograf debit banjir rencana diperlihatkan pada Gambar 4.5.

Tabel IV - 27 Rekapitulasi nilai debit banjir rencana DAS Rongkong

T (Jam)	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Q (m <sup>3</sup> /dtk)					
0	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
1	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
2	11.73	11.99	12.18	12.41	12.59	12.78
3	22.22	27.35	30.89	35.50	39.00	42.60
4	53.02	72.43	85.84	103.28	116.59	130.14
5	94.23	132.75	159.36	193.96	220.37	247.27
6	130.38	185.96	224.20	273.95	311.91	350.58
7	154.12	220.42	266.20	325.76	371.20	417.49
<b>8</b>	<b>163.17</b>	<b>233.65</b>	<b>282.34</b>	<b>345.66</b>	<b>393.98</b>	<b>443.19</b>
9	158.82	227.29	274.58	336.09	383.03	430.84
10	144.62	206.51	249.26	304.85	347.28	390.49
11	125.15	178.00	214.51	261.99	298.22	335.13
12	104.31	147.51	177.34	216.15	245.76	275.92
13	84.72	118.83	142.39	173.04	196.42	220.24
14	67.71	93.93	112.05	135.60	153.58	171.89
15	53.72	73.45	87.08	104.81	118.34	132.12
16	42.64	57.24	67.33	80.44	90.45	100.65
17	34.13	44.78	52.14	61.71	69.01	76.45
18	27.73	35.41	40.72	47.62	52.89	58.26
19	23.00	28.49	32.28	37.22	40.98	44.81
20	19.55	23.45	26.13	29.63	32.30	35.02
21	17.07	19.81	21.70	24.17	26.05	27.96
22	15.30	17.22	18.54	20.27	21.58	22.92
23	14.04	14.38	16.30	17.50	18.42	19.35
24	13.16	14.09	14.73	15.56	16.20	16.84
25	12.54	13.18	13.62	14.20	14.62	15.09
26	12.11	12.55	12.86	13.25	13.56	13.87
27	11.81	12.12	12.33	12.60	12.81	13.02
28	11.61	11.81	11.96	12.14	12.29	12.43
29	11.46	11.61	11.70	11.83	11.93	12.03
30	11.37	11.46	11.53	11.62	11.68	11.75
31	11.30	11.37	11.41	11.47	11.52	11.56
32	11.25	11.30	11.33	11.37	11.40	11.43
33	11.22	11.25	11.28	11.30	11.32	11.34
34	11.20	11.22	11.24	11.26	11.27	11.28
35	11.19	11.20	11.21	11.22	11.23	11.24
36	11.18	11.19	11.19	11.20	11.21	11.22
37	11.17	11.18	11.18	11.19	11.19	11.20
38	11.17	11.17	11.17	11.18	11.18	11.18
39	11.16	11.17	11.17	11.17	11.17	11.18
40	11.16	11.17	11.17	11.17	11.17	11.17
41	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.17
42	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
43	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
44	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
45	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
46	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
47	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
48	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
49	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16

50	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
51	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
52	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
53	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
54	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
55	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
56	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
57	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
58	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
59	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
60	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
61	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
62	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
63	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
64	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
65	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
66	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
67	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
68	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
69	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
70	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
71	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
72	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
<b>Max</b>	<b>2,136.88</b>	<b>2,749.33</b>	<b>3,173.88</b>	<b>3,724.78</b>	<b>4,145.14</b>	<b>4,573.38</b>

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.5 Hidrograf debit banjir rencana Metode UHS Snyder

#### 4.7.4 Analisa Debit Banjir Berdasarkan Metode Sintetis Empiris

##### Hasper

Analisis debit banjir rencana dengan metode sintetis empiris

Hasper dihitung dengan bentuk persamaan 2.66 – 2.76 yaitu :

$$Q_T = \alpha * \beta * qn * A$$

Dimana :  $\alpha$  : Koefisien pengaliran

$\beta$  : Koefisien reduksi

$q$  : Intensitas hujan yang diperhitungkan ( $m^3/detik/km^2$ )

$A$  : Luas DAS ( $km^2$ )

$Q_T$  : Debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu

( $m^3/detik$ )

Data DAS Rongkong :

- Luas DAS (A) : 1.650 Km<sup>2</sup>
- Panjang Sungai (L) : 338 Km
- Beda tinggi ( $\Delta H$ ) : 2.500 m

Parameter-parameter lain yang harus didapatkan dihitung sebagai

berikut :

- Kemiringan Sungai :

$$S = \frac{\Delta H}{0,9L} = \frac{2500}{0,9 \times 115000} = 0,024$$

- Koefisien Pengaliran

$$\alpha = \frac{1 + 0,012A^{0,7}}{1 + 0,075A^{0,7}} = \frac{1 + 0,012 \times 1650^{0,7}}{1 + 0,075 \times 1650^{0,7}} = 0,218$$

- Waktu konsentrasi

$$t = 0,1LS^{-0,3} = 0,1 \times 115 \times 0,024^{-0,3} = 8,276 \text{ jam}$$

Untuk 2 jam < t < 19 jam, maka :

$$r = \frac{t \times R_n}{t+1} = \frac{8,726R_n}{9,726} = 0,892R_n$$

- Koefisien reduksi

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,7 \times 10^{-0,4t}}{t^2 + 15} \times \frac{A^{0,75}}{12} = 1 + \frac{8,276 + 3,7 \times 10^{-0,4 \times 8,276}}{8,276^2 + 15} \times \frac{1560^{0,75}}{12} = 1,829$$

$$\beta = \frac{1}{3,05} = 0,328$$

- Intensitas hujan dengan periode ulang :

$$qn = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{r}{3,6 \times 8,276} = \frac{r}{29,792}$$

- Debit banjir rencana

$$Q = \alpha \times \beta \times qn \times A = 0,218 \times 0,328 \times \frac{r}{29,792} \times 1650 = 3,960r$$

$$Q_T = 2,469 \times 0,892R_n$$

- Untuk periode ulang 2 tahun, maka

$$Q_2 = 2,469 \times 0,892 \times 130,017 = 286,459 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk periode ulang yang lain di buat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel IV - 27 Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan Metode Hasper DAS Rongkong

No	Periode Ulang (T)	Rn (mm)	Q <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> /det)
1	2	130.017	286,459
2	5	187.477	412,889
3	10	227.142	500.245
4	25	278.573	613.414
5	50	317.838	699.989
6	100	357.934	788.295

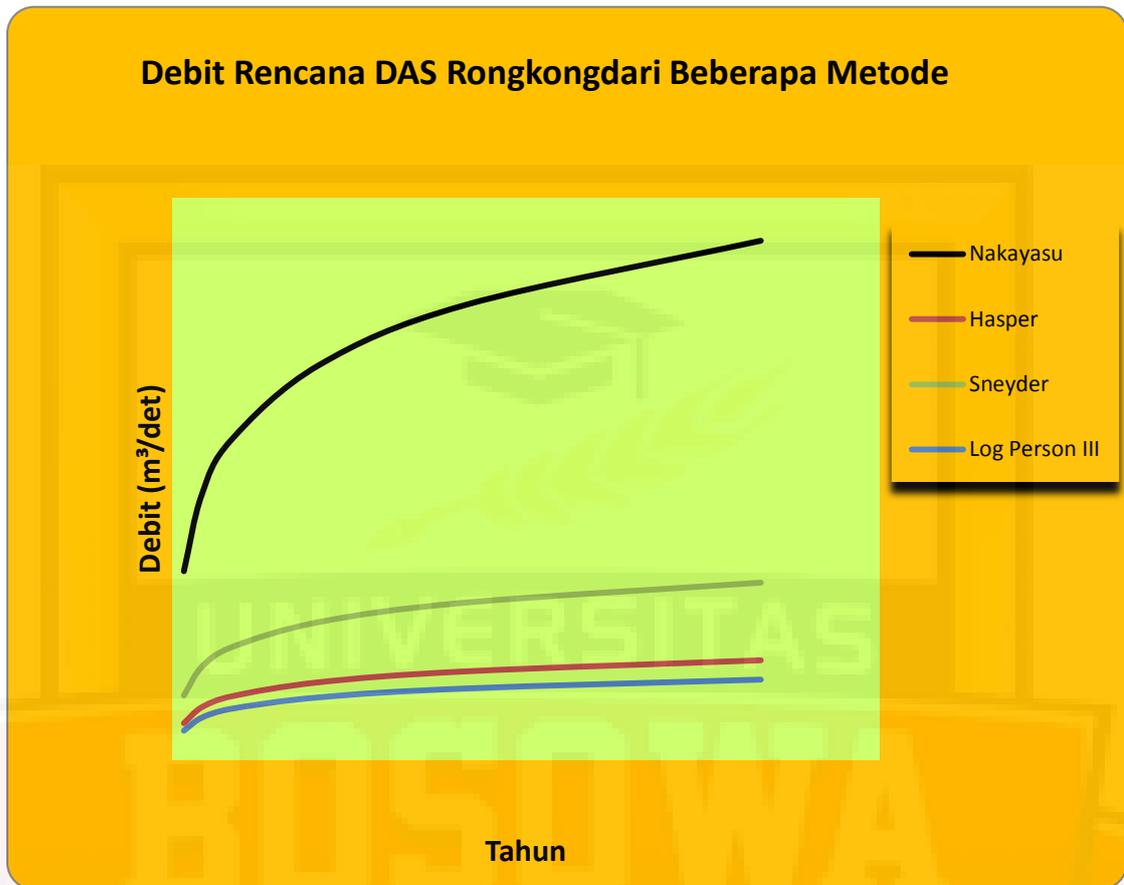
#### 4.7.5 Pemilihan Debit Banjir Rencana

Resume dari debit banjir rencana dari beberapa metode ditampilkan pada tabel IV-28 dan gambar 4.6 dibawah ini :

Tabel IV-28 Resume hasil perhitungan debit banjir rencana dengan beberapa metode pada DAS Rongkong

Tr (Tahun)	Peluang Pr (%)	Debit Rencana (m <sup>3</sup> /det)			
		Nakayasu	Snyder	Hasper	Log. Person III
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2 0	50 0	839.3	163.2	286.5	130.0
5 0	20 0	1176.4	233.7	412.9	187.5
10 0	10 0	1421.6	282.3	500.2	227.1
25 0	4 0	1756.6	345.7	613.4	278.6
50 0	2 0	2024.7	394.0	700.0	317.8
100 0	1 0	2309.0	443.2	788.3	357.3

Hasil Perhitungan



Gambar 4.6 Debit rencana DAS Rongkong dari beberapa metode

Dari beberapa metode yang telah dianalisis, maka dipilih debit banjir dengan Metode UHS Snyder, dengan pertimbangannya, dalam kaitan dengan hidrograf dimana *Input* adalah hujan efektif, Prosesnya adalah karakteristik hujan dan karakteristik DAS serta *Out Put* berupa hidrograf, metode Snyder lebih banyak memasukan unsur parameter DAS (luas DAS, panjang sungai, titik berat sungai, koefisien pengaliran, kemiringan DAS), sehingga debit banjir yang dihasilkan dengan metode UHS Snyder dianggap mendekati kondisi yang sesungguhnya, yaitu dengan periode Banjir 25 tahun diperoleh 345,7 m<sup>3</sup>/det.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa :

1. Dari beberapa metode yang telah dianalisis, maka dipilih debit banjir dengan Metode Snyder, dengan pertimbangannya, dalam kaitan dengan hidrograf dimana *Input* adalah hujan efektif.
2. Hasil analisa  $Q_{25}$  tahun diperoleh dengan Metode Snyder hanya mampu mengalirkan debit sebesar  $224,12 \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan debit puncak di outlet sungai sebesar  $345,7 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
3. Dalam mengatasi Banjir 25 tahunan, diperlukan penanggulangan dengan menggunakan Tanggul Tanah.

#### 5.2. Saran

Menurut hasil penelitian penulis menyarankan untuk penggunaan pemilihan struktur pada sungai Rongkong pada tanggul sungai dengan menggunakan struktur tanggul tanah, dan manajemen penanggulangan banjir perlu dilakukan Sistem pengendalian banjir dengan menggunakan metode Struktur dan Metode Non-Struktur.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, Metode, 2002 *Spesifikasi dan Tata Cara (NSPM Kimpraswil)* Edisi Pertama, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta,

Anonimus, 2009, *Laporan Akhir*, Pekerjaan DED DAS Rongkong, Departemen Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan-Jeneberang, Makassar,

Anonimus, Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991, *Tentang Sungai*

J.K. Robert, 2002, *Hidrolika Terapan*, Andy, Yogyakarta

J.K. Robert, 2013, *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*, Andy, Yogyakarta

Sumarto, 1986, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya

Suyono Sosrodarsono, 1993, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta

Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andy, Yogyakarta,

Ven Te Chow, 1985, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta