

**TUGAS AKHIR**

**KETELITIAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK DALAM  
PENGALIHHRAGAMAN HUJAN MENJADI ALIRAN DI DAS  
MATA ALLO**



**OLEH :**

**NABILAH SHAHNAZ**

**D111 14 309**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2019**





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Jalan Poros Malino Km. 6 Gowa, 92171, Sulawesi Selatan  
☎ (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.  
<http://civil.eng.unhas.ac.id>. E-mail: [teknik@unhas.ac.id](mailto:teknik@unhas.ac.id)

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul : Ketelitian Hidrograf Satuan Sintetik dalam Pengaliragaman Hujan Menjadi Aliran di Aliran DAS Mata Allo

Disusun Oleh :

Nama : Nabilah Shahnaz

D111 14 309

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 25 Januari 2019

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T.

Nip. 196410201991031002

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T.

Nip 196703191992032010

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Sipil,



Prof. Dr. H.M. Wihardi Tiaronge, ST., M.Eng.

Nip. 196805292001121002

JTS-Unhas : ...../TA.02.14/2018



**KETELITIAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK  
DALAM PENGALIHRAHAMAN HUJAN  
MENJADI ALIRAN DI DAS MATA ALLO**

**Nabilah Shahnaz**

D111 14 309

Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jalan Poros Malino Km.7 Bontomarannu,92171 Gowa, Sulawesi Selatan

E-mail : [shahnaznabilah@yahoo.com](mailto:shahnaznabilah@yahoo.com)

**Dr.Eng.Ir. H. Farouk Maricar,M.T**

*Pembimbing 1*

*Fakultas Teknik Universitas*

*Hasanuddin*

*Jalan Poros Malino Km 6*

*Bontomarannu*

**Dr.Eng.Ir.Hj.Rita Tahir Lopa, M.T**

*Pembimbing 2*

*Fakultas Teknik Universitas*

*Hasanuddin*

*Jalan Poros Malino Km 6*

*Bontomarannu*

**ABSTRAK**

Daerah Aliran Sungai (DAS) ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air yang berasal dari hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Hidrograf satuan yaitu hidrograf limpasan yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi secara merata diseluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satuan waktu yang ditetapkan. DAS Mata Allo terletak di kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis parameter-parameter yang berpengaruh pada metode-metode hidrograf satuan sintetik sehingga dapat digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan dengan parameter yang sesuai dengan DAS Mata Allo. Data hujan, debit, dan karakteristik DAS diambil dari DAS Mata Allo. Pada penelitian ini digunakan metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu, Snyder dan Gama-I. Hasil debit banjir rancangan pada periode 2 tahun untuk HSS Nakayasu= 681,576 m<sup>3</sup>/det pada t= 8jam. HSS Gama-I= 927,836 m<sup>3</sup>/det pada t= 4jam dan untuk HSS Snyder= 1100,449m<sup>3</sup>/det pada t=14 jam. Untuk debit terukur pada DAS Mata Allo adalah 55,136 m<sup>3</sup>/det sedangkan persentase perbandingan debit rancangan dan Debit terukur yaitu 4.914,914%. Dengan membandingkan hasil perhitungan pada metode-metode tersebut maka menunjukkan adanya penyimpangan yang cukup besar. Hal ini terjadi karena perbedaan parameter yang digunakan dalam metode tersebut.

ci : Hidrograf satuan sintetik, Hidrograf satuan terukur, Nakayasu, Gama-



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Ketelitian Hidrograf Satuan Sintetik Dalam Pengalihragaman Hujan menjadi Aliran di DAS Mata Allo”**, yaitu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang telah dilakukan selama penyusunan laporan tugas akhir ini, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan laporan tugas akhir ini tidak jauh dari segala hambatan dan rintangan. Namun hal tersebut dapat diatasi berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. kepada Kedua Orang Tua atas doa, semangat, motivasi, kasih sayang, serta segala bentuk bantuan yang tak henti-hentinya serta keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
  2. Bapak Dr.Ir.Muhammad Arsyad Thaha ,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Haanuddin.
  3. Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge, S.T. M.Eng, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
  4. Bapak Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, Msc, Ph.D. Selaku pembimbing Akademik selama berkuliah difakultas teknik Jurusan Sipil.
  5. Bapak Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T selaku Dosen pembimbing 2 yang sudah seperti orang tua sendiri telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu ditengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
- Bapak-ibu staf dosen dan administrasi Prodi Sipil Fakultas Teknik universitas Hasanuddin.



7. Adek tersayang, Faldi Naviz Suardi yang selalu mendoakan, memberikan masukan dan dukungan. Semangat Berkuliah!
8. Sahabat saya “fvtzticFour” Larasati Mustika, Cimo Guntur dan Ayu Adriyani yang selalu ada, mendoakan dan tiada henti menyemangati.
9. Sahabat seperjuangan Irma, Lisa, Ocha, Hesti, ely, Opik, Fuah, Ummuh dan Trio Yatah yang tidak pernah berhenti menyemangati serta tempat berbagi cerita dan tawa.
10. Kordinator dan Sekertaris Angkatan, Alvin A.NH, Rizkyanto M.Taher yang selalu setia mendampingi dan sabar mendengarkan keluhan selama masa pengumpulan hingga sekarang.
11. Saudara-saudari se-PORTAL 2015, Sipil 2014 yang telah mengajarkan arti “Portal 2015” sesungguhnya. Persaudaraan yang sangat luar biasa. “Perjalanan panjang menyenangkan yang kita lalui, jadikan kenangan tersimpan bersama-sama”. Keep On fighting Till The End.
12. ADN, Mahasiswa Sampoerna dan Tim KKN yang selalu membuat hari-hari penuh tawa dan semangat.
13. Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas kesempatan berproses yang tidak akan terlupakan. ‘Kibarkan benderamu Seantero Nusantara’.
14. Tim Pengendali Air; Kak Agung, Kak Maya, Kak Rahma, Kak Azka, Kak Fian, Kak Fadil, Kak Widi, Wahid, Arif, zulham, Taufiq, Zul, Febri dan Pak Ahmad serta Jajaran Tim mukim yang selalu siap mendengarkan cerita dan derita dalam penyusunan Tugas akhir ini.
15. Serta pihak lain yang turut membantu penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, dengan bantuan doa dan semangat akhirnya saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.



is menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak luput dari segala dan kekurangan sehingga tidak menutup kemungkinan dalam tugas akhir dapat kekeliruan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu penulis akan a segala kritik dan saran yang sifatnya membangun. Tiada imbalan yang

dapat diberikan selain doa kepada Allah SWT, yang melimpahkan karuniaNya kepada kita semua. Amin. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Gowa, Desember 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>
A. Latar Belakang .....	i
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>
A. Analisa Hidrologi	
1. Pengertian Hidrologi.....	6
2. Analisa Distribusi Curah Hujan Wilayah.....	8
3. Analisa Curah Hujan Rancangan.....	12
4. Pemilihan Jenis Sebaran.....	13
B. Uji Kesesuaian Distribusi	
1. Uji Parameter Statistik.....	18
2. Uji Chi Kuadrat.....	18



3. Uji Smirnov Kolmogorov .....	19
C. Hidrograf Satuan Sintetik .....	21
1. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder.....	21
2. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	24
3. Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I.....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>
A. Lokasi Penelitian .....	29
B. Rancangan Penelitian .....	30
C. Diagram Alur Penelitian.....	33
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>
A. Analisis Hidrologi .....	34
1. Curah Hujan Rata-rata areal .....	34
2. Analisis Curah Hujan Rancangan .....	37
a. Uji Parameter Statistik.....	37
b. Uji Kesesuaian Chi Kuadrat .....	40
c. Uji Kesesuaian Smirnov Kolmogorov .....	41
3. Analisis Curah Hujan Efektif .....	42
4. Analisa Hujan Efektif Jam-jaman Data Terukur .....	43
5. Analisa Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik .....	44
a. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	44
b. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder .....	51
c. Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I .....	58
6. Perbandingan Model Hidrograf Metode Nakayasu, Snyder dan Gama-I .....	63
7. Analisa Lengkung Debit .....	64
a. Debit terukur Maksimum tahunan .....	65
b. Analisis Frekuensi Debit Terukur .....	66
c. Penentuan pola distribusi Frekuensi Debit Terukur .....	67
d. Analisis debit terukur Log pearson III .....	67





e. Uji Kesesuaian Chi Kuadrat .....	68
f. Uji Kesesuaian Smirnov Kolmogorov.....	68
g. Perbandingan Debit Terukur dan Debit Rancangan Hidrograf Satuan .....	69

## BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan .....	70
B. Saran .....	70

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1</b> Nilai Variabel Reduksi Gauss .....	14
<b>Tabel 2</b> Nilai K untuk Distribusi Log Normal.....	15
<b>Tabel 3</b> Nilai K untuk distribusi Log Pearson III .....	17
<b>Tabel 4</b> Pemilihan Jenis Distribusi.....	18
<b>Tabel 5</b> Nilai Kritis untuk Uji Kesesuaian Chi Kuadrat.....	19
<b>Tabel 6</b> Nilai D kritis untuk Uji Kesesuaian Smirnov Kolmogorov.....	20
<b>Tabel 7</b> Data Curah Hujan Tahunan Maksimum Rata-rata.....	35
<b>Tabel 8</b> Rekap Poligon Thiessen.....	36
<b>Tabel 9</b> Curah Hujan Maksimum Tahunan Poligon Thiessen .....	36
<b>Tabel 10</b> Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	38
<b>Tabel 11</b> Penentuan Jenis Distribusi.....	39
<b>Tabel 12</b> Analisis Curah Hujan Rancangan dengan Log Pearson III.....	40
<b>Tabel 13</b> Uji Kesesuaian Chi Kuadrat.....	41
<b>Tabel 14</b> Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov.....	42
<b>Tabel 15</b> Intensitas Curah Hujan.....	43
<b>Tabel 16</b> Distribusi Hujan Jam-jaman.....	43
<b>Tabel 17</b> Perhitungan HSS Nakayasu.....	46
<b>Tabel 18</b> Perhitungan HSS Nakayasu Periode 2 Tahun.....	48
<b>Tabel 19</b> Perhitungan HSS Snyder.....	53
Perhitungan HSS Snyder Periode 2 tahun.....	55
Perhitungan Gama 1.....	58



<b>Tabel 22</b> Hasil Perhitungan HSS Gama I .....	60
<b>Tabel 23</b> Perhitungan HSS Gama I periode 2 tahun.....	61
<b>Tabel 24</b> Perbandingan Debit Rancangan DAS Mata Allo.....	63
<b>Tabel 25</b> Data Tinggi Muka Air dan Debit sungai Mata Allo.....	64
<b>Tabel 26</b> Debit Terukur Maksimum Tahunan .....	65
<b>Tabel 27</b> Analisa Frekuensi Debit Banjir.....	66
<b>Tabel 28</b> Penentuan Jenis Sebaran .....	67
<b>Tabel 29</b> Analisa Debit Banjir Maksimum.....	67
<b>Tabel 30</b> Perhitungan Chi Kuadrat.....	68
<b>Tabel 31</b> Hasil Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov .....	69
<b>Tabel 32</b> Perbandingan Debit Rancangan dan Debit Terukur .....	69



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1</b> Siklus Hidrologi .....	8
<b>Gambar 2</b> Poligon Thiessen.....	10
<b>Gambar 3</b> Metode Isohyet.....	11
<b>Gambar 4</b> Model HSS Snyder.....	23
<b>Gambar 5</b> Model HSS Nakayasu .....	25
<b>Gambar 6</b> Model HSS Gama-I .....	26
<b>Gambar 7</b> Peta Lokasi Penelitian DAS Mata Allo .....	29
<b>Gambar 8</b> Peta Lokasi DAS Mata Allo.....	30
<b>Gambar 9</b> Sebaran Stasiun Curah Hujan DAS Mata Allo.....	34
<b>Gambar 10</b> Luas DAS Bagian Hulu DAS Mata Allo.....	35
<b>Gambar 11</b> Grafik HSS Nakayasu .....	50
<b>Gambar 12</b> Grafik HS Nakayasu Periode 2 Tahun.....	51
<b>Gambar 13</b> Grafik HSS Snyder.....	57
<b>Gambar 14</b> Grafik HS Snyder Periode 2 tahun.....	57
<b>Gambar 15</b> Skema HSS Gama-I .....	59
<b>Gambar 16</b> Grafik HSS Gama-I .....	62
<b>Gambar 17</b> Grafik HS Gama-I .....	62
<b>Gambar 18</b> Perbandingan Lengkung Debit Rancangan HS Nakayasu, Snyder dan Gama-I .....	63
<b>Gambar 19</b> Lengkung Debit.....	65



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam penerapan perencanaan dan pendirian bangunan air, hidrologi merupakan metode yang sangat diperlukan. Jika terdapat kota yang hendak menambah atau memperbaiki persediaan airnya, terlebih dahulu mencari sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) dipegunungan dan membuat taksiran mengenai kemampuannya untuk dapat menyediakan air. Selain itu pula harus dapat memprediksi tentang banjir yang mungkin saja bisa terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut (Wilson,1989). Sungai adalah badan air alamiah tempat mengalirnya air hujan dan air buangan menuju laut dan tempat bersemayamnya biotik dan abiotik (Rita Lopa, 2013). Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang menerima, menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut atau danau melalui satu sungai utama. Dengan demikian suatu DAS akan dipisahkan dari wilayah DAS lain di sekitarnya oleh batas alam (topografi) berupa punggung bukit atau gunung. Dengan demikian seluruh wilayah daratan habis berbagi ke dalam unit-unit Daerah Aliran Sungai (DAS) (Asdak, 1995).

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Akan tetapi apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luas DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh sampai dengan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi), dan juga penyebaran atau intensitas hujan (Asdak,

Debit banjir rancangan dapat ditetapkan dengan metode hidrograf dan metode hidrograf. Metode non hidrograf selain dapat menghasilkan debit puncak, juga



dapat memberikan informasi debit pada tiap-tiap rambatan waktu. Sedangkan metode non hidrograf hanya memberikan informasi debit puncak saja.

Hidrograf dapat diartikan sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan langsung (*direct runoff hydrograph*) yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi secara merata diseluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satuan waktu yang ditetapkan (Seyhan 1997). Hujan efektif yaitu sisa hujan dalam bentuk limpasan setelah dikurangi dengan evaporasi, intersepsi dan infiltrasi.

Dalam perencanaan di bidang sumber daya air khususnya bangunan air, seringkali diperlukan data debit banjir rencana yang realistis agar dapat direncanakan sebuah bangunan air yang mampu mengendalikan air baik debit, kecepatan aliran, dan ketinggian alirannya. Banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat dihitung dengan data debit banjir atau data hujan. Apabila data debit banjir tersedia cukup panjang (>20 tahun), debit banjir dapat langsung dihitung dengan metode analisis probabilitas. Sedangkan apabila data yang tersedia hanya berupa data hujan dan karakteristik DAS, salah satu metode yang disarankan adalah menghitung debit banjir dari data hujan maksimum harian rencana dengan superposisi hidrograf satuan.

Pada tahun 1932, L.K. Sherman mengenalkan konsep hidrograf satuan yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan dapat diperoleh jika terjadi rekaman data curah hujan jam-jaman yang tersebar merata serta data debit jam-jaman dengan kuantitas, kualitas dan kontinuitas yang baik dari DAS yang bersangkutan. Data hasil pengukuran tinggi muka air debit, hujan harian, dan hujan yang lebih pendek dengan kuantitas, kualitas dan kontinuitas yang baik yang tidak selalu tersedia di setiap DAS sehingga dikembangkan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf satuan tanpa menggunakan data tersebut.



Selama bertahun-tahun para ahli hidrologi mencoba untuk menghubungkan antara respon hidrologi suatu DAS dengan morfologi DAS dan struktur topografinya (Ajwad & Muzik, 2000). Metode ini dikenal dengan Hidrograf Satuan Sintetik. Penurunan hidrograf satuan sintetik yang didasarkan atas karakteristik dari suatu DAS.

Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan pengamatan (observasi) hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristiknya atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu. Metode hidrograf satuan sintetik yang saat ini umum digunakan di Indonesia antara lain adalah metode Snyder-SCS, Snyder-Alexeyev, Nakayasu, Gama-I, HSS,  $-\alpha\beta\gamma$  dan Limantara. Berdasarkan cara-cara untuk mendapatkan hidrograf satuan pengamatan, diperlukan serangkaian data antara lain data tinggi muka air (rekaman AWLR), data pengukuran debit, data hujan harian dan data hujan jam-jaman.

Berdasarkan uraian diatas, maka diteliti hidrograf Satuan Sintetik (HSS) dengan kondisi di daerah aliran Sungai Mata Allo dengan judul **“KETELITIAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK DALAM PENGALIRAGAMAN HUJAN MENJADI ALIRAN DI DAS MATA ALLO”**.

### **B. Rumusan Masalah**

- Bagaimana model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang paling sesuai dan mendekati hasil Analisis Frekuensi Data AWLR/Curve Debit pada DAS Mata Allo ?

### **C. Tujuan Penelitian**

- Menganalisis Hidrograf Satuan Sintetik untuk menghasilkan Debit Banjir Rancangan.

Studi kasus: Studi kasus akurasi hidrograf banjir di DAS Mata allo.



#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Dapat membantu pemerintah terkait yang menangani permasalahan debit puncak banjir di DAS Mata allo.
- Sebagai bahan acuan pembelajaran mengenai analisis Debit puncak banjir pada daerah aliran sungai.

#### **E. Batasan Masalah**

- Penggunaan data curah hujan 10 tahun terakhir untuk perhitungan debit banjir sungai Mata Allo .
- Penelitian berada di DAS Mata Allo kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.
- Curah hujan dianggap merata pada seluruh bagian wilayah DAS.
- Analisis distribusi yang digunakan merupakan distribusi frekuensi.
- Hidrograf satuan sintetik (HSS) yang digunakan untuk menganalisis DAS Mata Allo adalah HSS Snyder, HSS Nakayasu dan HSS Gama-I.
- Analisis perbandingan penggunaan model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang diterapkan dengan hasil analisis Frekuensi Data AWLR/Curve debit di DAS Mata allo

#### **F. Sistematika Penulisan**

Adapun tahapan sistematika penulisan tugas akhir ini :

##### **Bab I Pendahuluan**

Merupakan bingkai studi atau rancangan yang akan dilakukan meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembahasan masalah dan sistematika penulisan.

##### **Bab II Tinjauan Pustaka**

...i menguraikan teori yang berhubungan dengan penelitian agar dapat ...rikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dalam ...alisis masalah.





### **Bab III Metodologi Penelitian**

Bab ini merupakan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian.

### **Bab IV Analisa Data dan Pembahasan**

Bab ini merupakan analisa tentang permasalahan, evaluasi dan perhitungan terhadap masalah yang ada dilokasi penelitian serta mendeskripsikan lokasi penelitian.

### **Bab V Penutup**

Merupakan butir-butir kesimpulan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan. Kesimpulan juga disertai dengan rekomendasi saran yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya atau untuk penerapan hasil penelitian dilapangan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Analisa Hidrologi

##### 1. Pengertian Hidrologi

Hidrologi merupakan tahapan awal perencanaan suatu rancangan bangunan dalam suatu DAS untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi di daerah tersebut. Pada saat air hujan jatuh ke bumi, sebagian air jatuh langsung ke permukaan bumi dan ada juga yang terhambat oleh vegetasi (intersepsi). Intersepsi memiliki 3 macam, yaitu kehilangan intersepsi (*interception loss*), curahan tajuk (*through fall*) dan aliran batang (*stem flow*). Kehilangan intersepsi adalah air yang jatuh ke vegetasi tetapi belum sampai mencapai tanah sudah menguap. Curahan tajuk adalah air hujan yang tidak langsung jatuh ke bumi, tetapi terhambat oleh dedaunan terlebih dahulu. Aliran batang adalah air hujan yang jatuh ke vegetasi dan mengalir melalui batang vegetasi tersebut (Rahayu dkk,2009).

Air hujan yang terhambat vegetasi sebagian ada yang menguap lagi atau mengalami evaporasi ada juga yang kemudian jatuh ke permukaan tanah. Air hasil curahan tajuk ini mengalir dipermukaan dan berkumpul disuatu tempat menjadi suatu aliran permukaan (*run off*) seperti sungai, danau dan bendungan apabila kapasitas lengas tanah sudah maksimal yaitu tidak dapat menyerap air lagi. Dalam lengas tanah, ada zona aerasi yaitu zona transisi dimana air didistribusikan kebawah (infiltrasi) atau ke atas (air kapiler). Semakin besar infiltrasi, tanah akan semakin lembab dan setiap tanah memiliki perbedaan kapasitas penyimpanan dan pori-pori tanah berbeda-beda. Vegetasi mengalami fotosintesis pada saat siang hari dan mengalami transpirasi. Peristiwa berkumpulnya uap air diudara dari hasil evaporasi dan transpirasi disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi dikontrol oleh kondisi atmosfer dimuka bumi. Evaporasi membutuhkan peredaan tekanan diudara. Potensi transpirasi adalah kemampuan atmosfer memindahkan air dari permukaan ke udara dengan asumsi tidak ada batasan kapasitas (Rahayu dkk, 2009).

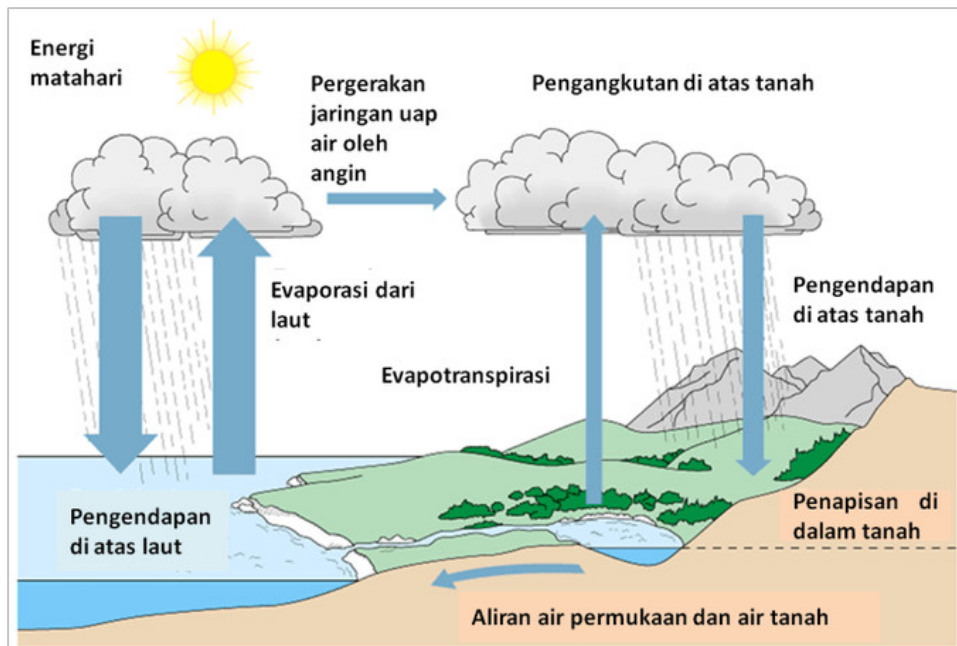


Air yang jatuh dipermukaan sebagian ada yang mengalami infiltrasi atau diserap oleh tanah. Kapasitas infiltrasi tergantung oleh tekstur, vegetasi, lengas tanah, kemiringan lereng dan waktu. Air tersebut memasuki celah-celah batuan yang renggang didalam bumi atau mengalami perkolasi untuk mengisi persediaan air tanah. Air tanah dapat muncul dipermukaan tanah karena air memiliki kapilaritas yang tinggi. Dalam air tanah ada zona penahan air (*aquifer*) yaitu menyediakan simpanan air yang besar yang mengatur siklus hidrologi dan berpengaruh pada aliran air. Air tanah juga dapat menyublai debit air sungai apabila jalur air tanah terputus oleh jalur sungai. Air tanah dapat berkurang apabila digunakan manusia untuk keperluan sehari-hari (Rahayu dkk,2009)

Selain itu, air yang langsung jatuh kepermukaan tanah langsung mengisi tampungan air (*channel storage*) contohnya sungai, danau dan bendungan lalu menjadi aliran permukaan. Tipe-tipe aliran adalah aliran diatas permukaan tanah (*overland flow*), aliran langsung dibawah permukaan (*sub surface storm flow*) dan aliran dasar (*base flow*). Aliran diatas permukaan tanah terjadi apabila ketika kapasitas presipitasi melebihi atas infiltrasi. Aliran langsung dibawah permukaan adalah air perkolasi yang bergerak diatas aliran air untuk pengukuran muka air. Tampungan air ini mengalami infiltrasi untuk mengisi persediaan air tanah apabila dasar suatu tampungan air jaraknya jauh dari tempat persediaan air tanah. Sebagian air pada tampungan air mengalami evaporasi kembali karea pengaruh panas matahari (Asdak,2010).

Air dibumi ini mengalami terus menerus sirkulasi-penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap keudara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju kepermukaan laut atau daratan. Sebelum tiba kepermukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dimana akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-permukaan tanah. Gambar 1 berikut merupakan gambar siklus hidrologi (Asdak, 2010).





**Gambar 1** Siklus Hidrologi

## 2. Analisa Distribusi Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan melakukan penakaran atau pencatatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan disuatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika didalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertetu dari angka-angka curah hujan dibeberapa titik pos penakar atau pencatat (Sostrodarsono dan Takeda 1987).

### a. Rata-rata Aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata (*arithmetic mean*) pengukuran hujan dipos penakar-penakar hujan didalam



$$\bar{d} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 \dots + p_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2.1)$$

Dimana  $d$  = tinggi curah hujan rata-rata,  $d_1, d_2, \dots, d_n$  = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ...,  $n$  dan  $n$  = banyak pos penakar. Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata diareal tersebut, dan hasil penakarannya masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos diseluruh areal (Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

#### b. Cara Poligon Thiessen

Metode poligon thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rerata kawasan. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan disekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan didaerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. Pembentukan poligon Thiessen adalah sebagai berikut :

- 1) Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan diluar DAS yang berdekatan.
- 2) Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga-segitiga, yang sebaiknya mempunyai sisi dengan panjang yang kira-kira sama.
- 3) Dibuat garis berat pada sisi-sisi segitiga seperti ditunjukkan dengan garis penuh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.
- 4) Garis-garis berat tersebut membentuk poligon yang mengelilingi tiap stasiun, yang mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon. Untuk stasiun yang berada

di luar batas DAS, garis batas DAS membentuk batas tertutup dari poligon. Untuk tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada didalam poligon.



- 6) Jumlah dari hitungan pada butir *e* untuk semua stasiun di bagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut, yang dalam bentuk matematik mempunyai bentuk berikut ini :

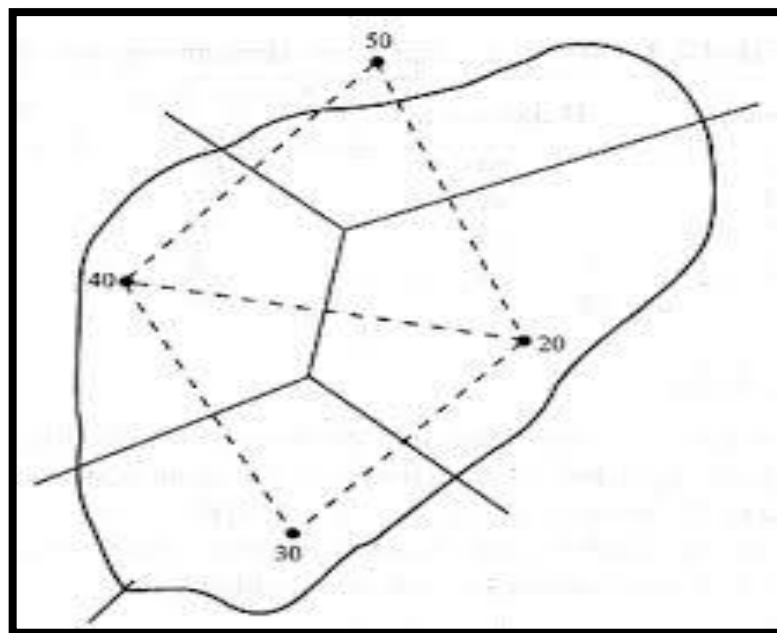
$$\bar{p} = \frac{A_1P_1+A_2P_2+A_3P_3+\dots+A_nP_n}{A_1+A_2+A_3+\dots+A_n} \quad (2.2)$$

dengan :

$\bar{p}$  = besar curah hujan rerata daerah (mm)

$P_1..P_n$  = besar hujan ditiap titik pengamatan (mm)

$A_1..A_n$  = luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengukuran (km<sup>2</sup>)

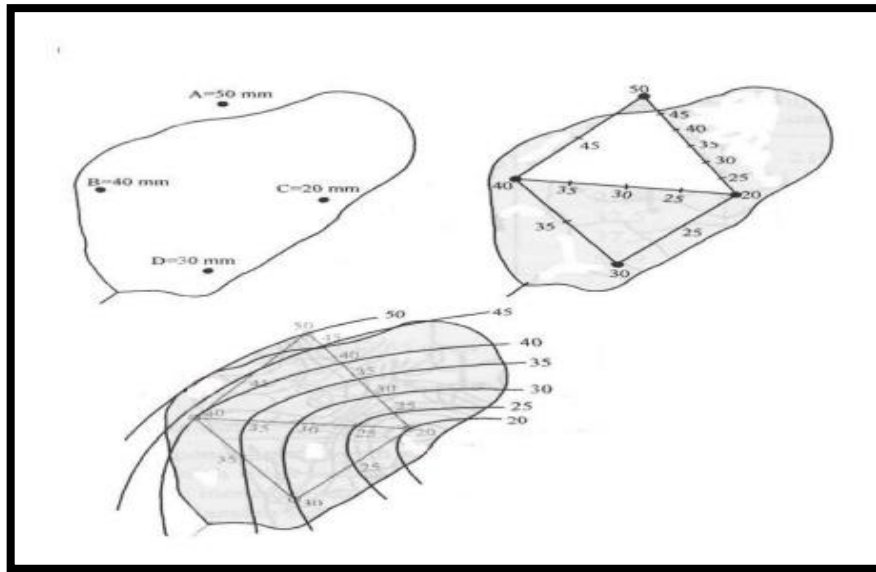


**Gambar 2** Poligon Thiessen (sumber : Triatmojo,2008)

- c. Cara Isoyet

Dalam hal ini kita harus menggambarkan dulu kontur dengan tinggi curah hujan yang sama (Isohyet), seperti terlihat pada gambar berikut :





**Gambar 3** Metode Isohyet

Kemudian luas bagian diantara garis kontur yang berdekatan diukur, dan nilai rata-ratanya dihitung sebagai berikut :

$$\bar{p} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2.3)$$

Atau

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{l_i + l_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.4)$$

Dimana  $d$  = tinggi curah hujan rata-rata areal,  $A$  = luas areal total =  $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$ ,  $d_0, d_1, \dots, d_n$  = curah hujan pada isohyet 0,1,2,...n. ini adalah cara yang paling teliti untuk mendapatkan hujan areal rata-rata, tetapi memerlukan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat yang memungkinkan untuk membuat Isohyet. Pada waktu menggambar garis-garis Isohyet sebaiknya juga memperhatikan bukti atau gunung terhadap distribusi hujan (Hujan Orografik) (Mason dan Takeda, 1987).



### 3. Analisa Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Sosrodarsono & Taked, 1997). Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi normal, distribusi Log Normal, distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada terlebih dahulu dilakukan pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin, 2004).

Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi, pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien Kemencengan, koefisien variasi dan pengukuran kurtosis (Soewarno, 1995). Persamaan yang digunakan dalam pengukuran dispersi tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Standar Deviasi (S), umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar dan varian. Varian dihitung sebagai nilai kuadrat dari deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai standar deviasi akan besar, tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka standar deviasi akan kecil.

Persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

- b) Koefisien Variasi (Cv), koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar Dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

Persamaan :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.6)$$



sien Kemencengan (Cs), adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat aksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Umumnya ukuran kemencengan takan dengan besarnya koefisien kemencengan.



Persamaan :

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (2.7)$$

d) Pengukuran Kurtosis (Ck) untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

Persamaan :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (2.8)$$

Dimana :

- S = Standar Deviasi
- Cv = koefisien variasi
- Cs = Koefisien Kemencengan
- Ck = Koefisien kurtosis
- n = jumlah data
- Xrt = rata-rata hitung
- Xi = titik tengah rata-rata hitung

#### 4. Pemilihan Jenis Sebaran

##### a. Distribusi Normal

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995)

$$X_T = X + k.Sk \quad (2.9)$$

Dimana :

X<sub>T</sub> = besaran dengan kala ulang tertentu

X = besaran rata-rata

S = simpangan baku (*standard deviation*)

K = faktor frekuensi



**Tabel 1** nilai variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K <sub>T</sub>
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: Soemarto,1999

#### b. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Log Normal dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno,1995):



$$\log X_T = \log X + k \cdot S_x \log X \quad (2.10)$$

dimana :

$\log X_T$  = Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$$\text{Log } X = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_i^n (\log x_i^2 - \log \sum_i^n x_i)}{n-1}$$

$$S_x \log X = \text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\log x_i^2 - \log \sum_i^n x_i)}{n-1}}$$

K = variabel Reduksi

**Tabel 2** Nilai K untuk distribusi Log normal

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K <sub>T</sub>
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,250	0,800	-0,84
3.	1,670	0,600	-0,25
4.	2,500	0,400	0,25
5.	2,000	0,500	0
6.	5,000	0,200	0,84
7.	10,000	0,100	1,28
8.	20,000	0,050	1,64
9.	50,000	0,020	2,05
10.	100,000	0,010	2,33

c. Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$X_T = X + K \cdot S_x \quad (2.11)$$

Dimana :

$X_T$  = Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun



$$X = \text{Harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_1^n x_i^2 - \sum_1^n x_i}{n-1}$$

K = variabel Reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi E.J, Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{YT - Y_n}{S_n} \quad (2.12)$$

Dimana :

YT = Variabel Reduksi sebagai fungsi dari periode ulang T tahun

$Y_n$  = variabel reduksi sebagai fungsi dari banyak data (N)

$S_n$  = standar deviasi sebagai fungsi dari banyak data (N)

#### d. Distribusi Log Pearson III

Untuk analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Log pearson III, dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto,1999):

$$\text{Log } X_T = \text{log } X + K \cdot S_1 \quad (2.13)$$

Dimana :

Log XT = Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$$\text{Log } X = \text{Harga rata-rata dari data, } \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \log x_i - \log X}{n-1}}$$

$$\text{Dengan periode T } C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log x)^3}{(n-1)(n-2) \cdot S_1^3} \quad (2.14)$$

Dimana :

$C_s$  = koefisien Kemencengan



**Tabel 3** Nilai K untuk distribusi Log pearson III

Koef Penyimpangan (CS)	Peluang (%)								
	99.01	50	20	10	5	4	2	1	0.5
	Return Period ; Tr (Tahun)								
	1.01	2	5	10	20	25	50	100	200
1.0	-1.5580	-0.1640	0.758	1.340	1.809	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.6600	-0.1480	0.769	1.339	1.792	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.7730	-0.1320	0.780	1.336	1.774	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.8060	-0.1160	0.790	1.333	1.756	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.8800	-0.0990	0.800	1.328	1.735	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.9550	-0.0830	0.803	1.323	1.714	1.910	2.231	2.686	3.041
0.4	-2.0290	-0.0660	0.816	1.317	1.692	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.1040	-0.0500	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.1780	-0.0330	0.830	1.301	1.646	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.2520	-0.0170	0.836	1.292	1.621	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.3260	0.0000	0.842	1.282	1.595	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.01	-2.4000	0.0170	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.02	-2.4720	0.0330	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.03	-2.5440	0.0500	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.04	-2.6150	0.0660	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.05	-2.6860	0.0830	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.06	-2.7550	0.0990	0.857	1.200	1.419	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.07	-2.8240	0.1160	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.08	-2.8910	0.1320	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.09	-2.9570	0.1480	0.854	1.147	1.320	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	-3.0220	0.1640	0.852	1.128	1.287	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.0220	0.1800	0.848	1.107	1.252	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.1490	0.1950	0.844	1.086	1.217	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.2110	0.2100	0.838	1.064	1.181	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.2710	0.2250	0.832	1.041	1.146	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.3300	0.2400	0.825	1.018	1.108	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.3880	0.2540	0.817	0.994	1.075	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.4440	0.2680	0.808	0.970	1.040	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.4990	0.2820	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.5530	0.2940	0.788	0.920	0.971	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	-3.6050	0.3070	0.777	0.895	0.938	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	-3.6560	0.3190	0.765	0.869	0.905	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.7050	0.3300	0.752	0.844	0.873	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.7530	0.3410	0.739	0.819	0.843	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.8000	0.3510	0.725	0.795	0.814	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	-3.8450	0.3600	0.711	0.771	0.786	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.8890	0.3680	0.696	0.747	0.758	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.9320	0.3760	0.681	0.724	0.733	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.9730	0.3840	0.666	0.702	0.709	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.0130	0.3900	0.651	0.681	0.682	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	-4.0510	0.3960	0.636	0.660	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667





$$Dk = n - 3 \quad (2.16)$$

dimana :

Dk = derajat kebebasan

n = banyaknya data

**Tabel 5** Nilai kritis untuk Uji keselarasan Chi Kuadrat

Percentage Points of the Chi-Square Distribution									
Degrees of Freedom	Probability of a larger value of $\chi^2$								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.455	5.348	7.84	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	4.255	6.346	9.04	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.490	5.071	7.344	10.22	13.36	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.899	8.343	11.39	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.940	4.865	6.737	9.342	12.55	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	7.584	10.341	13.70	17.28	19.68	24.72
12	3.571	5.226	6.304	8.438	11.340	14.85	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.042	9.299	12.340	15.98	19.81	22.36	27.69
14	4.660	6.571	7.790	10.165	13.339	17.12	21.06	23.68	29.14
15	5.229	7.261	8.547	11.037	14.339	18.25	22.31	25.00	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.912	15.338	19.37	23.54	26.30	32.00
17	6.408	8.672	10.085	12.792	16.338	20.49	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.390	10.865	13.675	17.338	21.60	25.99	28.87	34.80
19	7.633	10.117	11.651	14.562	18.338	22.72	27.20	30.14	36.19
20	8.260	10.851	12.443	15.452	19.337	23.83	28.41	31.41	37.57
22	9.542	12.338	14.041	17.240	21.337	26.04	30.81	33.92	40.29
24	10.856	13.848	15.659	19.037	23.337	28.24	33.20	36.42	42.98
26	12.198	15.379	17.292	20.843	25.336	30.43	35.56	38.89	45.64
28	13.565	16.928	18.939	22.657	27.336	32.62	37.92	41.34	48.28
30	14.953	18.493	20.599	24.478	29.336	34.80	40.26	43.77	50.89
40	22.164	26.509	29.051	33.660	39.335	45.62	51.80	55.76	63.69
50	27.707	34.764	37.689	42.942	49.335	56.33	63.17	67.50	76.15
60	37.485	43.188	46.459	52.294	59.335	66.98	74.40	79.08	88.38

### 3) Uji Smirnov Kolmogorov

Tahap-tahap pengujian Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut (Soewarno,1995) :

data dengan peluang agian empiris pada kertas probabilitas, dengan menggunakan persamaan Weibull :

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \quad (2.17)$$



Dimana :

m = Nomor urut dari kecil ke besar

n = Banyaknya data

- 2) Tarik garis dengan mengikuti persamaan:

$$\log X_T = \log X + G.S_d \quad (2.18)$$

Dari garis plotting diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris :

$$\Delta_{max} = P_e - P_t \quad (2.19)$$

Dimana :

$\Delta_{max}$  = Selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis

$P_e$  = peluang empiris

$P_t$  = Peluang Teoritis

- 3) Taraf Signifikan diambil 5% dari jumlah data (n), didapat  $\Delta_{cr}$ . Dari Tabel 6 Uji Smirnov-Kolmogorof, bila  $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$ , maka dapat diterima.

**Tabel 6** Nilai D Kritis untuk Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorof

Jumlah data	$\alpha$ derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
n	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n





### C. Hidrograf Satuan Sintetik

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linear dalam hidrologi (Soemarto,1999).

Didaerah dimana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan Sintetis (HSS) yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Berikut ini diberikan beberapa metode yang biasa digunakan menurunkan hidrograf banjir.

#### 1. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Dalam permulaan tahun 1938, F.F. Snyder dari Amerika Serikat telah mengembangkan rumus empiris dengan Koefisien-koefisien empiris yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran (Triadmodjo B, 2008).

Unsur-unsur hidrograf tersebut dihubungkan dengan :

- A = luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)
- L = Panjang aliran utama (km)
- LC = Jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan pelepasan (*outlet*) yang diukur sepanjang aliran utama.

Dengan unsur-unsur tersebut Snyder membuat rumus-rumusnya sebagai berikut :

$$t_p = Ct(L.Lc)^{0,3} \quad (2.20)$$

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \quad (2.21)$$

$$Q_p = 0,278 \frac{C_p.A}{t_p} \quad (2.22)$$

$$T_b = 5,0 (t_p + \frac{t_r}{2}) \quad (2.23)$$

Dimana :

$t_p$  = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak dalam jam



$t_e$  = Lama curah hujan efektif

$t_r$  = Lama standar curah hujan efektif

$Q_p$  = Debit maksimum total

$T_b$  = Waktu dasar hidrograf

Koefisien-koefisien  $C_t$  dan  $C_p$  harus ditentukan secara empiris, karena besarnya berubah-ubah antara daerah satu dengan daerah yang lainnya. Besarnya  $C_t = 0,9-3$  sedangkan  $C_p = 0,5 - 1,4$ .

Lamanya hujan efektif  $t_e = t_p / 5,5$  dimana nilai  $t_r$  diasumsikan. Jika  $t_e > t_r$  (asumsi) dilakukan koreksi terhadap  $t_p$ .

$$t_p' = t_p + 0,25 (t_e - t_r) \quad (2.24)$$

maka :

$$T_p = t_p' + \frac{t_r}{2} \quad (2.25)$$

Jika  $t_e < t_r$  (asumsi), maka :

$$T_p = t_p + \frac{t_r}{2} \quad (2.26)$$

Menentukan grafik hubungan antara  $Q_p$  dan  $t$  (UH) berdasarkan persamaan Alexseyev sebagai berikut :

$$Q_t = Y \cdot Q_p \quad (2.27)$$

Dimana :

$$Y = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \quad (2.28)$$

$$X = \frac{t}{T_p} \quad (2.29)$$



$$\alpha = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 \quad (2.30)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{h \cdot A} \quad (2.31)$$

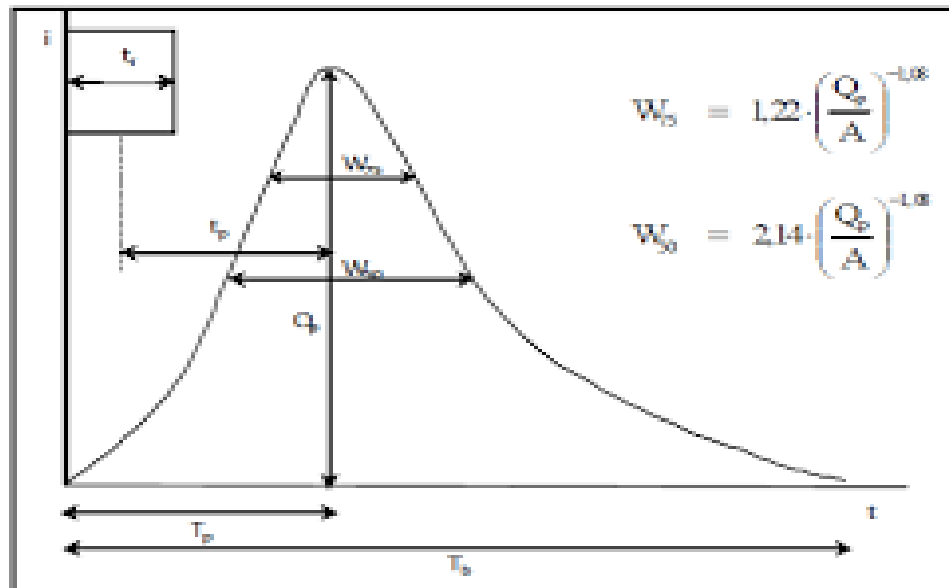
Dimana :

$Q_t$  = Debit dengan periode hidrograf

$Y$  = Perbandingan debit periode hidrograf dengan debit puncak

$X$  = Perbandingan waktu periode hidrograf dengan waktu puncak mencapai puncak banjir.

Setelah  $\lambda$  dan  $a$  dihitung, maka nilai  $y$  untuk masing-masing  $x$  dapat dihitung dengan membuat tabel, dari nilai-nilai tersebut diperoleh  $t = x \cdot T_p$  dan  $Q = y \cdot Q_p$ , selanjutnya dibuat grafik hidrograf satuan (Triadmojo B, 2008).



**Gambar 4** Bentuk umum Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder



## 2. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu. Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu adalah sebagai berikut (Soemarto,1999):

$$QP = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (2.32)$$

Dimana :

$Q_p$  = debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/det)

$C$  = Koefisien Limpasan

$A$  = luas daerah pengaliran sungai

$R_0$  = hujan satuan (mm)

$T_p$  = waktu permulaan hujan sampai puncak banjir

$$= T_g + 0.8 T_r \quad (2.33)$$

$T_g$  = waktu konsentrasi pada daerah aliran

$$= 0.4 + 0.058 L \text{ untuk panjang sungai } (L) > 15 \text{ km} \quad (2.34)$$

$$= 0.21 \times L^{0.27} \text{ untuk panjang sungai } (L) < 15 \text{ km} \quad (2.35)$$

$T_r$  = satuan waktu dari curah hujan

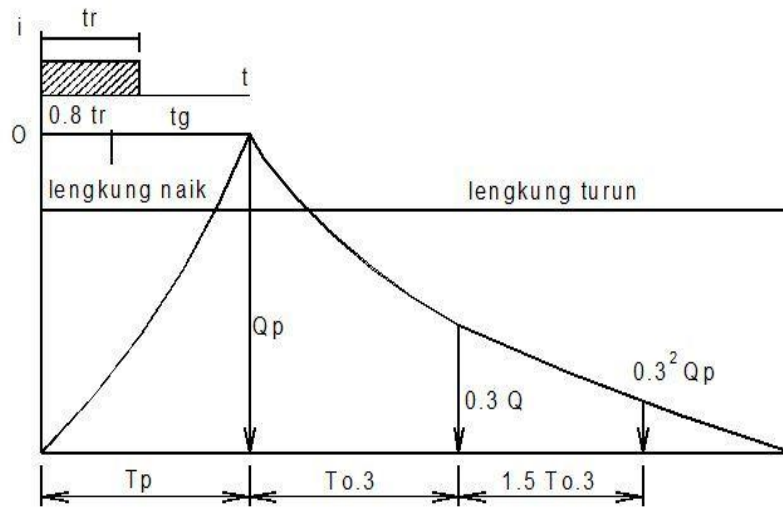
$$= (0,5 \text{ s/d } 1) \times T_g \quad (2.36)$$

$T_{0.3}$  = waktu dari puncak banjir sampai 0.3 kali debit puncak banjir

$$= a \times T_g \quad (2.37)$$

$a$  = Koefisien (1.5 s/d 3)





**Gambar 5** Model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu:

- a. Saat kurva,  $0 < t < T_p$

Maka : (2.38)

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} Q_p$$

- b. Saat kurva,  $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

Maka : (2.39)

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3 \frac{(t - T_p + 0,5 T_{0,3})}{1,5 \cdot T_{0,3}}$$

- c. Saat kurva,  $1,5 T_{0,3} > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

Maka : (2.40)

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3 \frac{(t - T_p + 1,5 \cdot T_{0,3})}{2,0 \cdot T_{0,3}}$$

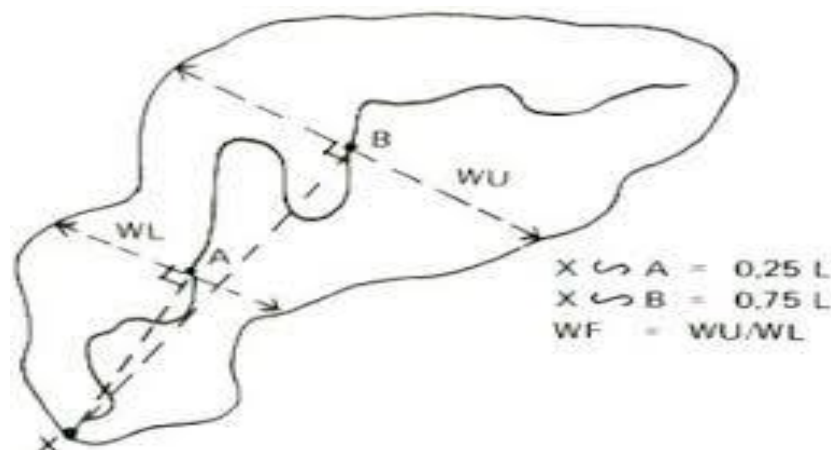


### 3. Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I

Kajian sifat dasar hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gamma-I adalah hasil penelitian 30 buah daerah aliran sungai di Pulau Jawa. Sifat-sifat daerah aliran sungai dalam metode HSS Gama-I adalah sebagai berikut (Sri Harto,1993):

- Faktor sumber (*Source Factor, SF*) adalah perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.
- Frekuensi sumber (*Source Frequency, SN*) ditetapkan sebagai perbandingan antara jumlah pangsa sungai semua tingkat.
- Faktor Simetri (*Symmetry Factor, SIM*), ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (*WF*) dengan luas relatif DAS sebelum hulu (*RUA*).
- Faktor Lebar (*Width Factor, WF*) adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik disungai yang berjarak  $\frac{3}{4} L$  dan lebar DAS yang diukur dari titik disungai yang berjarak  $\frac{1}{4}$  dari tempat pengukuran.
- Luas Relatif DPS sebelah hulu (*Relative Upper Catchmet Area*), yaitu perbandingan antara luas DS sebelah hulu garis yang ditarik terhadap garis yang menghubungkan titik tersebut dengan tempat pengukuran dengan luas DPS.

Jumlah pengukuran sungai (*Number of Junction, JN*) Gambar berikut merupakan model parameter karakteristik DAS Metode Gamm-I. Untuk  $X \sim A = 0,25 L$ ,  $X \sim B = 0,75 L$ , dan  $WF = WU/WL$ .



Gambar 6 Model Parameter Karakteristik DAS metode Gama-I



Rumus-rumus yang digunakan dalam metode Gama-I adalah sebagai berikut (Sri Harto,1993):

$$B = 1,5518N^{-0,14991}A^{-0,2725}SIM^{-0,0259}S^{-0,0733} \quad (2.41)$$

Dimana :

N = Jumlah stasiun hujan,

A = luas DAS (km<sup>2</sup>),

SIM = Faktor Simetri

S = landai sungai rata-rata,

B = koefisien Reduksi,

Menghitung waktu puncak HSS Gama-I ( $t_r$ ) dengan rumus berikut:

$$t_r = 0,43(L/100SF)^3 + 1,0665 SIM + 1,277 \quad (2.42)$$

Dimana :

$t_r$  = waktu naik (jam)

L = Panjang sungai Induk (km)

SF = Faktor sumber

SIM = Faktor Simetri

Menghitung debit puncak banjir HSS Gama-I ( $Q_p$ ) dengan rumus berikut:

$$Q_p = 0,1836^A 0,5884 JN^{0,238} 1tr^{-0,4008} \quad (2.43)$$

Dimana :

$Q_p$  = debit puncak (m<sup>3</sup>/det)

JN = Jumlah pertemuan sungai

Menghitung waktu dasar pada metode HSS Gama-I ( $t_b$ ) dengan rumus berikut :

$$t_b = 27,4132 t_r^{0,1457} S^{-0,986} SN^{0,7344} RUA^{0,2574} \quad (2.44)$$

Dimana :

S = Landai Sungai rata-rata

SN = frekuensi sumber

RUA = Luas Relatif DAS Sebelah Hulu (km<sup>2</sup>)

Ang koefisien tumpangan (K) pada metode ini dihitung dengan rumus :

$$K = 0,5671 A^{0,1798} S^{-0,1446} SF^{-0,10897} D^{0,0452} \quad (2.45)$$

Dimana :



K = Koefisien Tampungan (jam)

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

S = Landai sungai rata-rata

SF = Faktor sumber

D = Kerapatan jaringan kuras

Menghitung aliran dasar sungai dengan rumus :

$$Q_B = 0,4751 A^{0,6444} D^{0,9430} \quad (2.46)$$

Dimana :

Q<sub>B</sub> = Aliran dasar (m<sup>3</sup>/det)

A = luas DAS (km<sup>2</sup>)

D = kerapatan jaringan kuras





## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi Penelitian**

DAS Mata Allo terletak di wilayah Kabupaten Enrekang. Kordinat DAS Mata Allo yaitu  $03^{\circ} 33' 23''$  LS –  $119^{\circ} 46' 4 4''$  BT. Daerah Sub daerah aliran sungai (DAS) Mata allo termasuk bagian dari suatu wilayah sungai Saddang dan menjadi subjek dalam penelitian adalah DAS Saddang Sub DAS Mata allo dengan luas  $1104 \text{ km}^2$  dengan panjang sungai 74,5 km.

