

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI MUKTIHARJO KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh:**

**Anissa Aufa Azzahra  
NIM: 30202000032**

**Hesti Almaria Rivana  
NIM: 30202000086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI  
MUKTIHARJO KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG**



**Anissa Afa Azzahra**  
NIM: 30202000032



**Hesti Almaria Rivana**  
NIM: 30202000086

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 17 Juli 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ir. Moh. Faiqun Niam, MT., Ph.D  
NIDN: 0612106701
2. Ari Sentani, ST., M.Sc  
NIDN: 0613026601
3. Ir. Gata Dian Asfari, MT  
NIDN: 0610118101

Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung



**Muhamad Rusli Ahyar, ST, M.Eng**  
NIDN: 0625059102

## **BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

No: 04/A.2/SA-T/III/2024

Pada hari ini tanggal 05 Maret 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. Moh. Faiqun Niam, MT., Ph.D  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc  
Jabatan Akademik : Asisten Ahli  
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Anissa Aufa Azzahra  
NIM: 30202000032

Hesti Almaria Rivana  
NIM: 30202000086

Judul: Analisis Kapasitas Pompa Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Pedurungan

Semarang. Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	05/03/2024	
2	Seminar Proposal Pengumpulan	10/05/2024	ACC
3	data	26/05/2024	ACC
4	Analisis data	28/05/2024	ACC
5	Penyusunan laporan	06/06/2024	ACC
6	Selesai laporan	17/07/2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

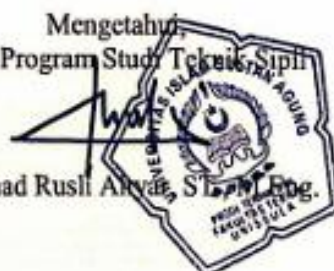
Ir. Moh. Faiqun Niam, MT., Ph.D

Dosen Pembimbing Pendamping

Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Arsyah, ST., Eng.



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Anissa Afa Azzahra

NIM : 30202000032

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

**“ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI MUKTIHARJO  
KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG”**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,

UNISSU

جامعة سلطان أبي جوح الإسلامية



Anissa Afa Azzahra

NIM: 30202000032

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Hesti Almaria Rivana

NIM : 30202000086

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

**"ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI MUKTIHARJO  
KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG"**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,

UNISSU  
جامعة ابي جعفر الإسلامية



Hesti Almaria Rivana

NIM: 30202000086

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Anissa Aufa Azzahra  
NIM : 30202000032  
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM  
RETENSI MUKTIHARJO KIDUL  
PEDURUNGAN SEMARANG

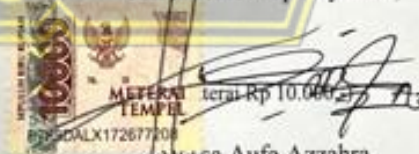
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Anissa Aufa Azzahra  
NIM: 30202000032

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Hesti Almaria Rivana  
NIM : 30202000086  
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM  
RETENSI MUKTIHARJO KIDUL  
PEDURUNGAN SEMARANG

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 17 Juli 2024  
Yang membuat pernyataan,



Hesti Almaria Rivana  
NIM: 30202000086

## MOTTO

“Kamu (Umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu)menyuruh berbuat yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang - orang fasik”

(Q.S. Ali Imran Ayat 110)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

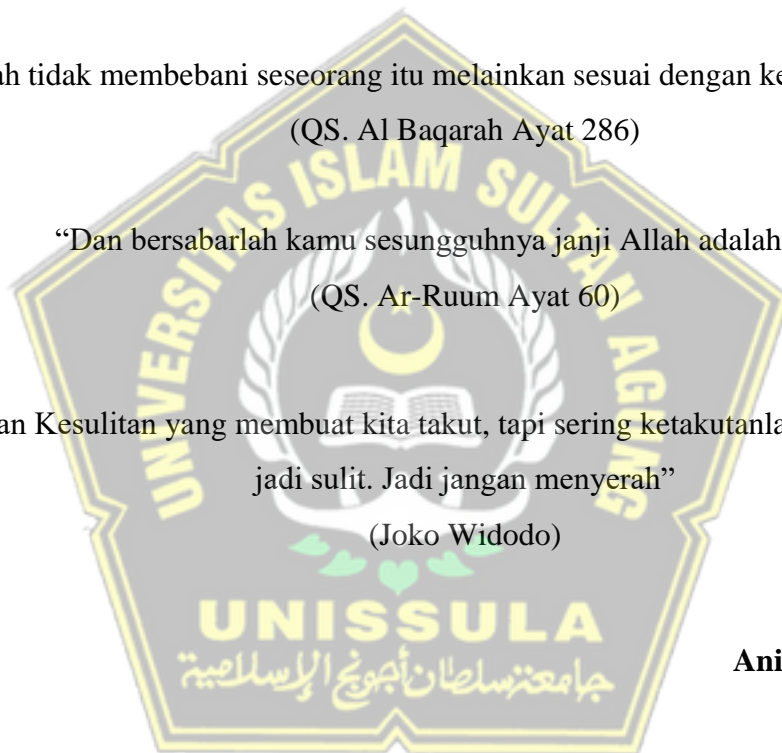
(QS. Al Baqarah Ayat 286)

“Dan bersabarlah kamu sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(QS. Ar-Ruum Ayat 60)

“Bukan Kesulitan yang membuat kita takut, tapi sering ketakutanlah yang membuat jadi sulit. Jadi jangan menyerah”

(Joko Widodo)



**Anissa Afa Azzahra**



## MOTTO

“Kamu (Umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu)menyuruh berbuat yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang - orang fasik”

(Q.S. Ali Imran Ayat 110)

Akan ada satu masalah dalam hidup seseorang merasakan satu persoalan , yang seakan-akan beban berat dipikul sampai merasa kesulitan dari ujung kepala sampai ujung kaki siapapun itu. Kalo ada yang sedang merasakan itu yakinlah kata Allah pada saat itu Allah sedang mengangkat derajatnya dan meningkatkan kualitas hidupnya untuk mencapai sesuatu istimewa yang belum diraih.

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan,maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan ), tetaplah bekerja keras ( untuk urusan yang lain ).”

UNISSULA  
(Q.S Al-Baqarah, 2: 286)

*“It’s fine to fake it until you make it, until you do, until it true”*

(Taylor Swift)

**Hesti Almaria Rivana**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Skripsi ini adalah hadiah kecil untuk kedua orang tua saya tercinta, Bapak Sutarto dan Ibu Endang Pujiati, yang selalu memberikan segenap kasih sayang, semangat, dukungan materil, pendidikan mental serta do'a disetiap langkah yang saya Lewati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Adik saya Hadijah Laksmi Reismawasti dan Alzena Ayesha Belvani yang selalu memberikan doa dan semangat.
3. Bapak Ir. Moch. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D. dan Bapak Ari Sentani, ST, M.Sc. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
4. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mengajarkan saya dan selalu memberikan motivasi, ilmu, serta arahan kepada saya.
5. Hesti Almaria Rivana selaku rekan yang telah berjuang dan bekerja keras bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Kepada orang paling istimewa dalam hidup saya, Alvin Noviyanto yang selalu menemani, memberikan perhatian, dukungan dan membantu saya dalam mengatasi semua tantangan di setiap proses pengerjaan skripsi ini.
7. Teman dekat saya yang selalu ada dan mau mendengar keluh kesah saya.
8. Diri saya sendiri yang telah bekerja keras dan mampu bertahan sampai detik ini untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman Fakultas Teknik Angkatan 2020, dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

**Anissa Aufa Azzahra**

**NIM: 30202000032**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang menjadi sebuah alasan utama saya untuk dapat bertahan dalam setiap proses yang saya jalani selama perkuliahan untuk ayah Lulik Krismanto dan Ibu Sri Umanah. Sebagai wujud jawaban dan tanggung jawab atas kepercayaan yang telah diamanatkan kepadaku serta atas cinta dan kasih sayangnya. Kesabaran yang tulus ikhlas membesarkan, merawat dan memberikan dukungan moral dan material serta selalu mendoakan ku selama menempuh pendidikan sehingga aku dapat menyelesaikan S1 di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Kebahagiaan dan rasa bangga kalian menjadi tujuan utama hidupku. Semoga Allah senantiasa memberi kesehatan dan memuliakan kalian baik dunia dan akhirat, Amiin.
2. Untuk saudara saya Maulidah Septiana, Kamila Riskia Vebbyana, dan Luthfan Al-Azam. yang telah memberikan support dan semangatnya sehingga saya bisa mencapai detik ini .
3. Bapak Ir. Moch Faiqun Ni'am, MT., Ph.D. dan Bapak Ari Sentani S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
4. Anissa Aufa Azzahra selaku rekan saya yang telah berjuang, bekerja keras bersama dan sabar dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Kepada kekasih saya dan juga teman main saya, Ungguh maghfullah yang senantiasa mendengarkan keluh kesah saya, terus memberikan dukungan, menemani, membantu saya, dan terimakasih sudah bekerja sama dengan baik yang tidak membuat saya merasa overthinking untuk menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.
6. Teman-teman Angkatan 2020 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

7. Diri saya sendiri yang telah bekerja keras dan mampu bertahan sampai detik ini untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat saya Ara Prana, Zahra, Vita dan teman – teman kos Teman dekat saya yang selalu ada dan mau mendengar keluh kesah saya.

**Hesti Almaria Rivana**

**NIM: 30202000086**



## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kapasitas Pompa Kolam Retensi Mukhtiharjo Kidul Pedurungan Semarang” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik;
3. Bapak Ir. Moch Faiqun Ni'am, MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Ibu Ir. Gata Dian Asfari, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan terkait hasil tugas akhir kami;

6. Teman-teman angkatan 2020 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyesuaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Juli 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO .....	ii
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
ABSTRAK.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Lokasi Kajian .....	2
1.6. Sistematika Penulisan Laporan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Kolam Retensi.....	5
2.1.1 Kolam retensi Tipe disamping Badan sungai .....	6
2.1.2 Kolam Retensi Tipe Long Storage.....	7
2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	7
2.3. Curah Hujan .....	8
2.3.1 Curah Hujan Daerah Rata-Rata Maksimum .....	9
2.4. Analisis Probabilitas Frekuensi .....	11
2.4.1 Metode Distribusi Normal .....	12
2.4.2 Metode Distribusi Log Normal .....	13
2.4.3 Metode Distribusi Log Person Type III.....	13
2.4.4 Metode Distribusi Gumbel .....	14
2.5. Hidrograf.....	14
2.6. Penelitian Terdahulu .....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Uraian Umum .....	20
3.2. Tahapan Persiapan .....	20

3.3. Lokasi Penelitian .....	20
3.4. Metode Pengumpulan Data .....	22
3.5. Analisis Hidrologi.....	22
3.5.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah Rata – Rata Maksimum.....	22
3.5.2 Analisis Frekuensi .....	22
3.5.3 Uji Kesesuaian Distribusi.....	23
3.5.4 uji Distribusi Probabilitas .....	23
3.5.5 Uji Sebaran Hujan .....	23
3.6. Hidrograf Satuan Sintetik .....	23
3.7. Diagram Alir.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1. Analisis Curah Hujan Perhitungan Uji Sebaran Hujan Dengan Metode Polygon Thiessen .....	26
4.2. Distribusi Sebaran Curah Hujan.....	29
4.3. Pengujian Kesesuaian Distribusi .....	32
4.3.1 Uji Kesesuaian Distribusi Dengan Metode Chi-Kuadrat .....	32
4.3.2 Uji Kesesuaian Distribusi dengan Metode Smirnov Kolmogorov .....	36
4.4. Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu .....	44
4.4.1 Perhitungan Rerata Hujan Dari Awal Sampe Jam Ke T.....	44
4.4.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif (Rn) .....	47
4.4.3 Hasil Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu .....	49
4.5. Analisa Menghitung Kolam Retensi Dan Kapasitas Pompa.....	61
BAB V KESIMPULAN.....	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	68
LAMPIRAN.....	70



## DAFTAR TABEL

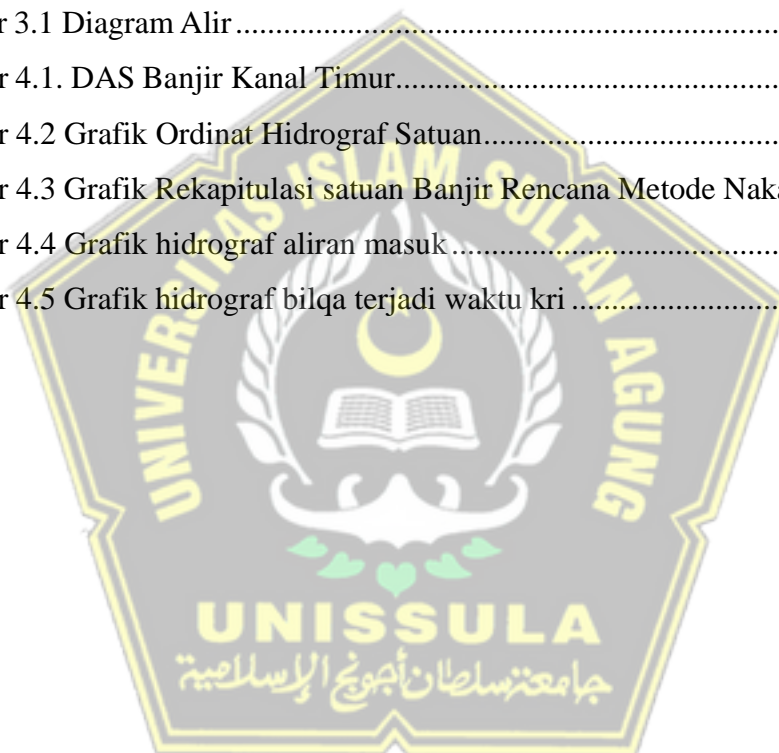
Tabel 2.1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi.....	12
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 4.1. Luas Pengaruh Pos Stasiun DAS Banjir Kanal Timur .....	27
Tabel 4.2. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata .....	28
Tabel 4.3. Parameter Statistik Curah Hujan .....	29
Tabel 4.4. Syarat Pemilihan Distribusi .....	30
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Nilai Cs Metode Log Pearson Type III.....	31
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log PearsonType III .....	32
Tabel 4.7. Urutan Data Hujan Maksimum Tahunan.....	33
Tabel 4.8. Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat .....	34
Tabel 4.9. Perhitungan Uji Chi Kuadrat .....	35
Tabel 4.10. Urutan Curah Hujan Maksimum Tahunan .....	36
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai S dan Cs .....	37
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Nilai Cs .....	39
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Uji Sminorv Kolmogorov .....	40
Tabel 4.14. Harga D Kritis Untuk Sminorv Kolmogorov Test .....	41
Tabel 4.15. Nilai Cs Untuk Nilai Positif .....	42
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Log Pearson Type III .....	44
Tabel 4.18 Nilai Rasio Hujan Harian Maksimum.....	47
Tabel 4.19 Tabel Koefisien Pengaliran.....	47
Tabel 4.20 Curah Hujan Rencana Efektif (Rn) .....	48
Tabel 4.21 Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman .....	48
Tabel 4.22 Ordinat Hidrograf Satuan.....	51
Tabel 2.23 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 2 Tahun .....	53
Tabel 2.24 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 5 Tahun .....	54
Tabel 2.25 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 10 Tahun .....	55
Tabel 2.26 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 25 Tahun .....	56
Tabel 2.27 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 50 Tahun .....	57

Tabel 2.28 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 100 Tahun .....	58
Tabel 2.29 Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 1000 Tahun .....	59
Tabel 2.30 Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir .....	60
Tabel 4.31 Kumulatif aliran masuk $Q_{in}$ dimensi $t_c$ .....	63
Tabel 4.32 Kumulatif volume aliran masuk $Q_{in}$ durasi $t_c$ .....	65
Tabel 4.33 Analisa volume kolam retensi dan keperluan pompa .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Kajian.....	3
Gambar 2.1 Kolam Retensi disamping Badan Sungai .....	6
Gambar 2.2 Kolam Retensi Tipe Long Storage .....	7
Gambar 2.3 Daerah Aliran Sungai Kanal Timur .....	8
Gambar 2.3 Metode Polygon Thiessen .....	10
Gambar 2.4 Metode Isohyet.....	11
Gambar 2.6 Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	25
Gambar 4.1. DAS Banjir Kanal Timur.....	26
Gambar 4.2 Grafik Ordinat Hidrograf Satuan.....	51
Gambar 4.3 Grafik Rekapitulasi satuan Banjir Rencana Metode Nakayasu.....	61
Gambar 4.4 Grafik hidrograf aliran masuk.....	63
Gambar 4.5 Grafik hidrograf bilqa terjadi waktu kri .....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - DAS Kanal Banjir Timur Metode Poligon Thiessen.....	70
Lampiran 2 - Data Curah Hujan Pucanggading .....	71
Lampiran 3 - Data Curah Hujan Karangroto.....	82
Lampiran 4 - Data Curah Hujan Simongan.....	93
Lampiran 5 – Grafik Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu .....	94
Lampiran 6 – Curah Hujan Maksimum Harian .....	95
Lampiran 7 – Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir.....	97



## **ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI MUKTIHARJO KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG**

### **ABSTRAK**

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum disungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit disungai sudah kembali normal. Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini meliputi Menghitung curah hujan maksimum, menganalisis debit puncak menggunakan metode Hidrograf satuan Sinterik (HSS) Nakayasu, menganalisis hidrolika volume kolam retensi.

Analisis dilakukan dengan menggunakan data curah hujan 3 pos stasiun hujan, dan analisis perhitungan menggunakan Metode HSS Nakayasu. Dalam menentukan debit banjir dilakukan analisis curah hujan dengan Metode Thiessen dan menentukan sebaran data curah hujan. Kemudian dilakukan uji distribusi probabilitas. Hasil dari analisis dengan menggunakan metode HSS Nakayasu yaitu debit kala ulang banjir pada waktu yang telah ditentukan.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen diperoleh curah hujan maksimum sebesar 107,973 mm, Berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode HSS Nakayasu diperoleh debit banjir puncak yaitu 12,963 m<sup>3</sup>/debit dengan waktu puncak sebesar 2,865 jam, Hasil analisa hidrolika volume kolam retensi yaitu Kapasitas pompa 5 m<sup>3</sup>/det, maka volume kolam retensinya didapat 301.680 m<sup>3</sup>, Kapasitas pompa 10 m<sup>3</sup>/det, maka volume kolam retensinya didapatkan 233.040 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** Kolam Retensi, Curah Hujan, Kapasitas Pompa

## **ANALYSIS OF RETENTION POND PUMP CAPACITY MUKTIHARJO KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG**

### **ABSTRACT**

*The basic concept of a retention pond is to accommodate the volume of water when the maximum discharge in the river comes, then slowly release it when the discharge in the river has returned to normal. The objectives of this Final Assignment include Calculating maximum rainfall, analyzing peak discharge using the Nakayasu Synchronous Unit Hydrograph (HSS) method, analyzing the hydraulics of the retention pond volume.*

*The analysis was conducted using rainfall data from 3 rain station posts, and the calculation analysis used the Nakayasu HSS Method. In determining the flood discharge, rainfall analysis was carried out using the Thiessen Method and determining the distribution of rainfall data. Then a probability distribution test was carried out. The results of the analysis using the Nakayasu HSS method were the flood return period discharge at a predetermined time.*

*The calculation results using the Thiessen Polygon Method obtained a maximum rainfall of 107.973 mm. Based on the calculation results using the Nakayasu HSS Method, the peak flood discharge was 12.963 m<sup>3</sup>/discharge with a peak time of 2.865 hours. The results of the hydraulic analysis of the retention pond volume were: The pump capacity was 5 m<sup>3</sup>/sec, so the retention pond volume was 301,680 m<sup>3</sup>, The pump capacity was 10 m<sup>3</sup>/sec, so the retention pond volume was 233,040 m<sup>3</sup>.*

***Keywords:*** Retention Pond, Rainfall, Pump Capacity

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Kemajuan ekonomi mendapat manfaat dari pesatnya aktivitas manusia di wilayah perkotaan. Di sisi lain, karena pembangunan tidak memperhatikan daya dukung lingkungan hidup, maka dapat menimbulkan permasalahan lingkungan hidup. Masalah Banjir, genangan air, dan turunnya permukaan air tanah menjadi penyebab utama. Secara geografis, keadaan wilayah Semarang secara garis besar dapat dicirikan berdasarkan faktor administratif, topografi, dan geologi. Kota Semarang merupakan ibu kota provinsi Jawa Tengah dan salah satu kota di wilayah Jawa Tengah.

Di beberapa wilayah di Indonesia, banjir merupakan masalah yang umum terjadi, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi seperti perkotaan. Banjir sendiri bisa disebabkan oleh beberapa faktor, baik alam maupun buatan.

Beberapa Kejadian banjir yang mengakibatkan terjadinya pengelolaan sampah yang tidak baik, curah hujan yang berkepanjangan, erosi tanah, dan faktor lainnya dapat menyumbat sumber air dan menyebabkan banjir. Banjir merupakan hal yang lumrah terjadi di Semarang. Masalah utama yang dihadapi hal ini mengkhawatirkan dengan terjadinya banjir berkepanjangan di Semarang. Selain itu, permasalahan sistem seperti menurunnya fungsi dan kapasitas drainase, meningkatnya beban drainase akibat konversi lahan.

Salah satu banyaknya wilayah di Semarang yang menjadi rawan banjir adalah Kelurahan Muktiharjo Kidul Kecamatan Pedurungan Semarang. Dampak terparah yang terjadi banjir di wilayah Muktiharjo kidul diakibatkan karena hujan deras pada sore hari sampai malam hari. Pada waktu semalam ketinggian air diantara 50-60 cm. Dan semakin parah setiap tahunnya di karenakan curah hujan yang tinggi dan disertai dengan adanya banjir kiriman dan banjir lokal yang menyebabkan genangan banjir di karenakan saluran drainase yang kurang baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Berapa curah hujan maksimum pada Sungai Tenggang?
2. Bagaimana hasil analisa debit puncak menggunakan metode Hidrograf Satuan sintetik (HSS) Nakayasu pada Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Pedurungan Semarang?
3. Bagaimana Analisa hidrolika volume kolam retensi?

## **1.3. Tujuan**

Penyusunan Tugas Akhir ini dengan tujuan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan maksimum
2. Menganalisa besarnya debit banjir puncak menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu pada Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Pedurungan Semarang
3. Menghitung volume Kolam Rentensi eksisting

## **1.4. Batasan Masalah**

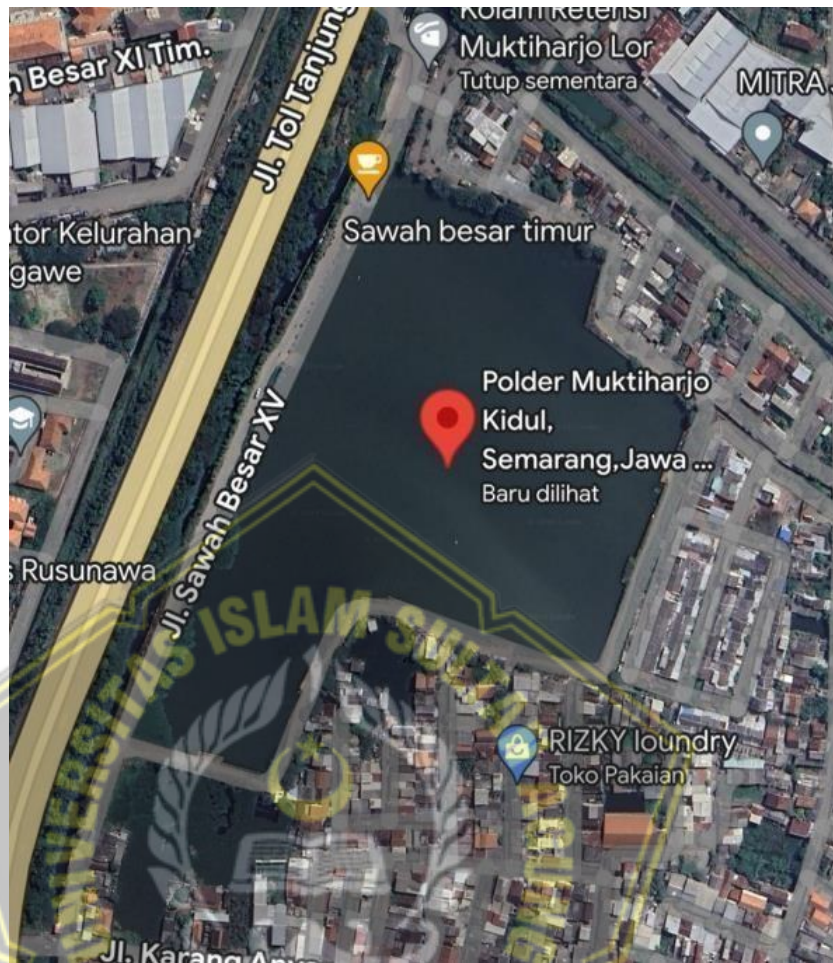
Pembahasan masalah dalam Tugas Akhir ini bertujuan , meliputi:

1. Kegiatan peninjauan dilakukan pada area Kolam Retensi di Muktiharjo KidulPedurungan Semarang
2. Menggunakan Metode Poligon Thiessen
3. Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

## **1.5. Lokasi Kajian**

Kami membahas Jl. Sawah Besar XV, Kelurahan Muktiharjo Kidul, Kecamatan Pedurungan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, sebagai tempat kajian tugas akhir ini. Peta lokasi kajian dapat dilihat pada Gambar 1.1





**Gambar 1.1 Lokasi Kajian**

(Sumber : Dokumen Supervisi Pembangunan Kolam Retensi Muktiharjo Kidul,2023)

## **1.6. Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima (5) Bab, antara lain sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan dari penyusunan Tugas Akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang teori, rumus dan semua yang dibutuhkan

penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir sesuai dengan judul yang telah ditentukan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode pengumpulan data, pengolahan data dan sistematika perencanaan yang akan digunakan.

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

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan dari penyusunan Tugas Akhir.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang menjawab tujuan yang telah ditulis dan saran yang dapat diberikan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kolam Retensi

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum disungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit disungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas besarnya puncak banjir yang ada disungai, sehingga potensi over topping yang mengakibatkan kegagalan tanggul dan luapan sungai tereduksi (Menurut Azwar Annas K, 2023)

Cekungan atau kolam yang mampu menampung atau menyerap air disebut kolam retensi. Kolam retensi ada dua (dua) kategori, yaitu: 1. Kolam Organik Kolam retensi yang berbentuk cekungan yang terbentuk secara alami disebut kolam alami, dapat digunakan apa adanya atau dengan modifikasi. 2. Kolam Buatan atau Kolam Non Alami Kolam retensi yang sengaja dibangun (dirancang) atau dibangun dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan disebut dengan kolam non alami (buatan).

Kolam retensi berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara air dari saluran drainase, sehingga membantu menurunkan puncak banjir. Kolam retensi yang sengaja dirancang dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya disebut kolam alami, atau alternatifnya kolam non alami. Sebaliknya, kolam alami adalah kolam retensi yang terbuat dari cekungan atau tangki resapan yang terbentuk secara alami yang dapat digunakan apa adanya atau dengan beberapa modifikasi. Kolam-kolam ini dilapisi dengan beton atau bahan kaku lainnya.

Kapasitas kolam retensi yang dapat menampung volume air pada saat debit banjir puncak, dihitung dengan persamaan umum seperti di bawah ini

$$V = \int_0^t (Q_{in} - Q_{out}) dt \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :  $V$  = volume kolam  
 $t$  = waktu awal air masuk ke dalam inlet  
 $t_0$  = waktu air keluar dari outflow  $Q_{in}$  = debit inflow

Terdapat beberapa jenis kolam retensi berdasarkan letak dan sisi penampungan air hujan dalam suatu wilayah, diantaranya:

### 2.1.1 Kolam retensi Tipe disamping Badan sungai

Kolam retensi, pintu masuk, bangunan pelimpah samping, pintu keluar, ambang bawah depan pintu keluar, penyaring sampah, dan kolam penampungan bahan tersuspensi merupakan komponen dari jenis kolam retensi yang berbatasan dengan badan sungai.

Aplikasi yang lebih luas ditujukan untuk kolam retensi semacam ini, khususnya di daerah dengan daratan yang luas. Hal ini penting karena, dengan menahan banyak air, lahan yang luas memungkinkan kolam retensi berfungsi dengan baik.

Keunggulan utama tipe ini adalah tidak mengganggu sistem aliran air saat ini ketika diterapkan. Artinya, pemasangan infrastruktur semacam ini tidak akan mengganggu aliran air di kawasan tersebut.



**Gambar 2.1 Kolam Retensi disamping Badan Sungai**  
(Sumber : Blogspot, 2016)

### 2.1.2 Kolam Retensi Tipe Long Storage

Kolam retensi penyimpanan jangka panjang, kadang-kadang disebut sebagai kolam retensi tipe Long Storage, adalah jenis kolam retensi khusus yang dibuat untuk menampung dan menampung air hujan untuk jangka waktu yang lama. Kolam retensi penyimpanan jangka panjang terutama digunakan untuk mengatasi masalah kekurangan air yang berkepanjangan, terutama di daerah dengan sumber air yang tidak menentu atau kekeringan musiman.



**Gambar 2.2 Kolam Retensi Tipe Long Storage**

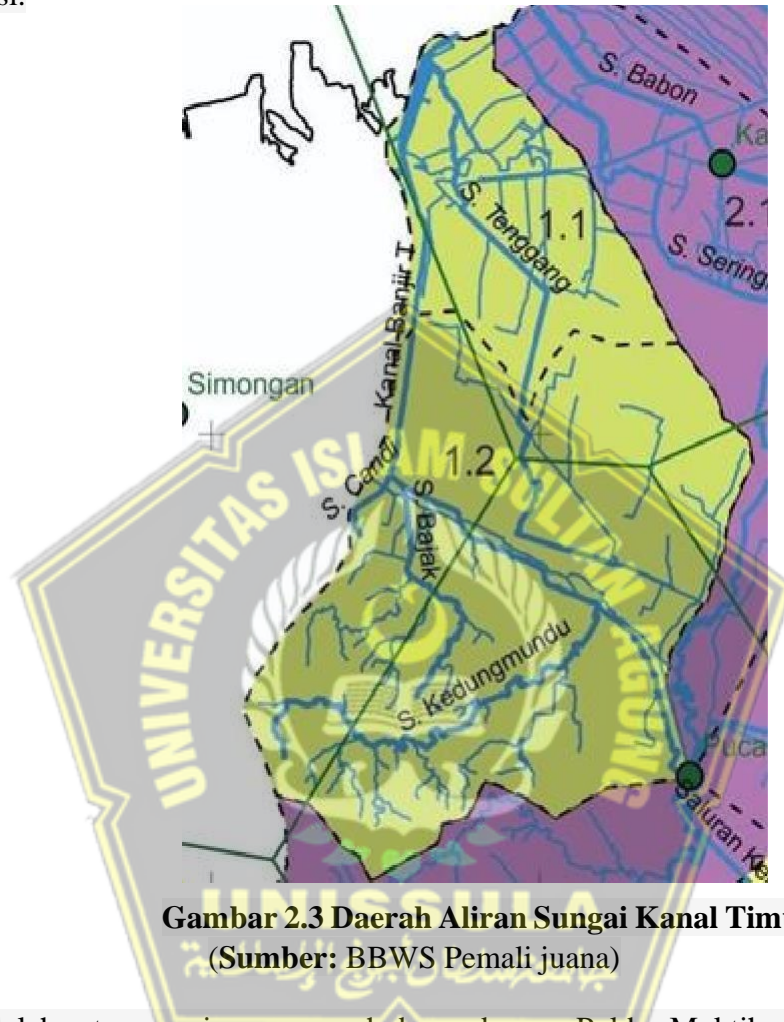
(Sumber : Blogspot 2016)

### 2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah di dataran tinggi yang dikelilingi oleh beberapa titik alam (DAS). Curah hujan yang turun di lokasi-lokasi tersebut dikumpulkan di waduk-waduk tersebut. Nantinya, sistem pengumpulan air hujan akan dialirkan melalui sungai dan berbagai daerah lainnya hingga mencapai laut. Air laut kemudian terus menguap hingga kembali menjadi hujan lagi atau siklus air berulang. Tentu saja tidak semua air hujan yang turun di sana akan berkumpul, mengalir ke sungai, dan berakhir di laut. Namun ada pula

yang merembes melalui penyerapan tanah atau infiltrasi ke dalam air tanah..

Faktor penting dalam menjaga kelembaban tanah di suatu wilayah adalah infiltrasi.



**Gambar 2.3 Daerah Aliran Sungai Kanal Timur**  
(Sumber: BBWS Pemali juana)

Salah satu sungai yang menghubungkan dengan Polder Muktiharjo Kidul ialah Sungai Tenggang dan Sungai Kanal Timur

### 2.3. Curah Hujan

Ibu kota provinsi Jawa Tengah, Semarang, terletak antara  $60^{\circ}58'00''$  LS dan  $70^{\circ}01'00''$  LU dan  $110^{\circ}25'30''$  BT hingga  $110^{\circ}37'00''$  BT. Kota Semarang mengalami dua musim hujan yang berbeda setiap tahunnya karena pola curah hujan monsunial. Pada akhir dan awal tahun, khususnya pada bulan Desember, Januari, dan Februari, terjadi curah hujan yang tinggi.

Data curah hujan dapat diklasifikasikan menjadi temporal atau deret waktu. Ketinggian curah hujan yang dinyatakan dalam milimeter, yang terakumulasi, tidak bocor, tidak mengalir, dan tidak menguap disebut curah hujan.

### 2.3.1 Curah Hujan Daerah Rata-Rata Maksimum

Peralatan pengukur curah hujan digunakan untuk memastikan curah hujan rata-rata maksimum di suatu wilayah sungai. Ketiga teknik ini dapat digunakan untuk menentukan jumlah curah hujan::

#### a. Metode Rerata Aljabar (Aritmatik)

Metode rerata aljabar adalah metode yang paling mudah untuk mengetahui curah hujan rata-rata suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada didalam DAS dan diluar DAS yang memiliki jarak berdekatan (Triatmodjo, 2008). M. Rumus perhitungan curah hujan rata-rata yaitu sebagai berikut:

$$R_n = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana **R<sub>n</sub>** merupakan rata-rata curah hujan, **P<sub>1</sub>**, **P<sub>2</sub>**, hingga **P<sub>n</sub>** merupakan stasiun atau pos-pos yang dilengkapi alat pengukur curah hujan, dan **n** merupakan banyaknya pos-pos stasiun. (Limantara, 2010 dalam Surya, 2020)

#### b. Metode Polygon Thiessen

Dalam metode *Polygon Thiessen*, curah hujan rata-rata dihitung dengan membuat poligon yang memotong garis penghubung dua stasiun hujan secara tegak lurus pada tengah-tengahnya. Metode ini memiliki bobot tertentu pada masing-masing stasiun sebagai fungsi jarak stasiun.

Ada tiga stasiun hujan di lokasi Kanal Banjir Timur, yaitu Stasiun Maritim, Stasiun Pucanggading, dan Stasiun Simongan. Setiap stasiun dihubungkan dengan garis-garis tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun lainnya, membentuk daerah pengaruh masing-masing stasiun.

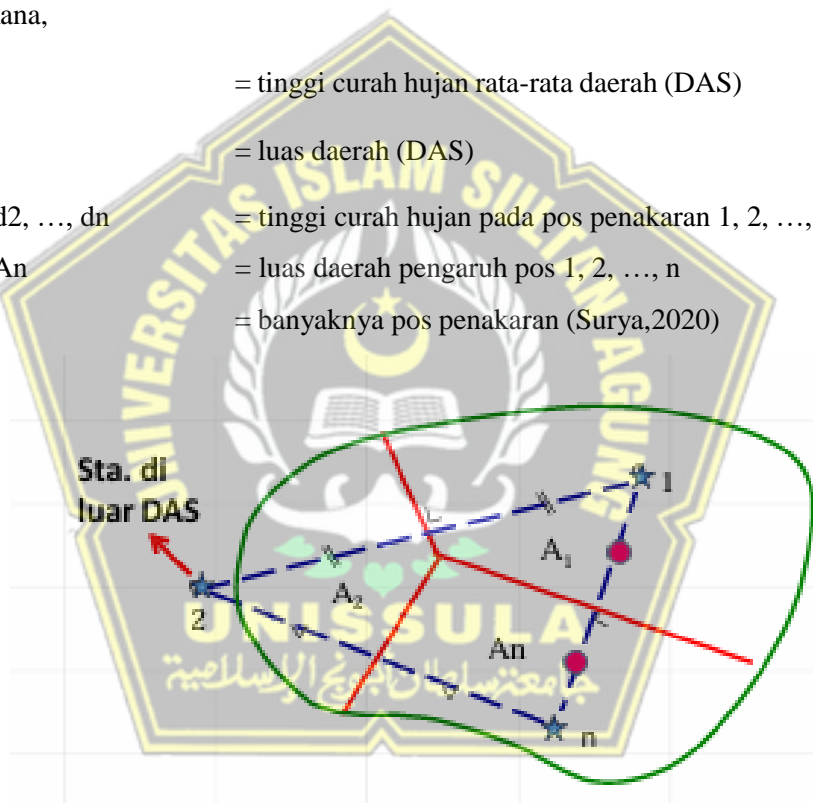
Metode ini digunakan untuk memperoleh luas daerah pengaruh dari tiap stasiun hujan.

Untuk perhitungan curah hujan dengan metode Thiessen digunakan persamaan (2.1) (Soemarto, 1999)

$$d = \frac{A_1d_1+A_2d_2+\dots+A_nd_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana,

- d = tinggi curah hujan rata-rata daerah (DAS)
- A = luas daerah (DAS)
- d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, ..., d<sub>n</sub> = tinggi curah hujan pada pos penakaran 1, 2, ..., n
- A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>n</sub> = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n
- n = banyaknya pos penakaran (Surya,2020)



**Gambar 2.3 Metode Polygon Thiessen**

(Sumber : Mata kuliah BAD)

**c. Metode Isohyet**

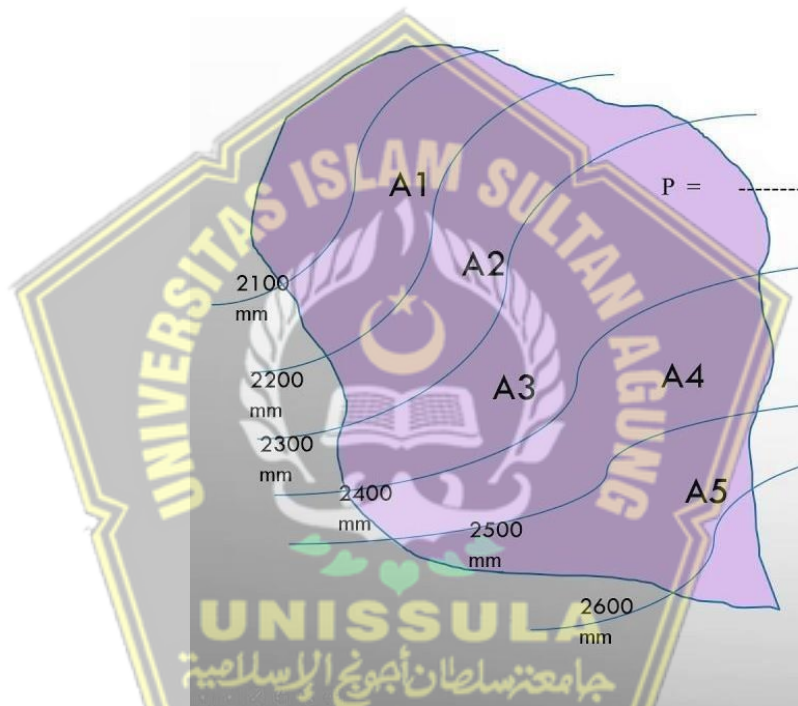
Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Metode isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rerata di suatu daerah, tetapi cara ini membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibandingkan dengan metode lainnya (Akmal, 2010).



$$d = \frac{A_1 \frac{d_0+d_1}{2} + A_2 \frac{d_1+d_2}{2} + \dots + A_n \frac{d_n+d_{n+1}}{2}}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- d1 = tinggi curah hujan rata-rata daerah (DAS)
- A = Luas daerah (DAS)
- d0, d, ..., dn = Tinggi curah hujan pada isohyet 1, 2, ..., n
- A1, A2, ..., An = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyetn
- n = banyaknya pos penakar (Surya, 2020)



**Gambar 2.4 Metode Isohyet**

(Sumber : Blogspot 2020)

#### 2.4. Analisis Probabilitas Frekuensi

Dengan menggunakan distribusi probabilitas sebagai dasar, analisis frekuensi berupaya menentukan hubungan antara besaran maksimum atau minimum suatu peristiwa ekstrem dan frekuensinya. Hubungan antara besarnya kejadian ekstrem dan frekuensinya

atau peluang kejadiannya adalah berbanding terbalik. Dengan kata lain dirumuskan :

$$X = \frac{1}{P} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan Rumus :

X = besarnya suatu kejadian

P = frekuensi atau peluang suatu kejadian

Ada beberapa jenis sebaran yang dapat dilakukan untuk menganalisis curah hujan rangsan yaitu Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, dan Gumbel. (Sudarmin, 2017) Metode tersebut mempunyai syarat – syarat yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	Cs ≈ 0 Ck = 3
2	Log Normal	Cs ≈ 3 Cv + Cv <sup>2</sup> = 3Ck = 5,383
3	Log Perason Type III	Cs ≠ 0
4	Gumbel	Cs ≤ 1,14 Ck ≤ 5,40

Berikut ini penjelasan pada sebaran yang banyak digunakan dalam hidrologi:

#### 2.4.1 Metode Distribusi Normal

Metode ini banyak digunakan untuk mengalisis frekuensi curah hujan, analisis statistic dari distribusi curah hujan tahunan, dan debit rata – rata tahunan. Rumus perhitungannya yaitu sebagai berikut: (Sudarmin, 2017)

$$X_t = X + k S \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan Rumus :

$X_t$  = curah hujan rencana (mm/hari)

$X$  = curah hujan maksimum rata – rata (mm/hari)

### 2.4.2 Metode Distribusi Log Normal

Menurut Soemarno, 1995 dalam Sudarmin, 2017 Metode distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari metode distribusi normal, dengan menggabungkan varian  $X$  menjadi logaritmik varian  $X$ . Rumus perhitungan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } x + K_t.S \dots\dots\dots (2.6)$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan Rumus:

$X_t$  = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang  $T$  tahun (mm/hari)

$$S = \text{standar deviasi} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (X_i - X)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

$X_i$  = curah hujan rata – rata (mm/hari)

$K_t$  = standar variable untuk periode ulang  $T$  tahun

### 2.4.3 Metode Distribusi Log Person Type III

Metode ini merupakan hasil transformasi dari Metode distribusi Pearson Type III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Rumus – rumusnya sebagai berikut: (Sumarto, 1999 dalam Sudarmin, 2017)

$$\text{Nilai rata – rata: } \text{Log } x = \sqrt{\text{Log } X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\text{Standar deviasi: } S = \sqrt{\frac{\sum (\text{log } X - \text{log } x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Koefisien Kemencengan: } CS = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)S^4} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^3 \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Koefisien Kurtosis: } CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^4 \dots\dots\dots (2.12)$$

Logaritma curah hujan dengan waktu balik dihitung dengan rumus:

$$X_t = X + K.S \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan Rumus:

$X_t$  = logaritma curah hujan dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

$X$  = nilai rata – rata

$S$  = standar deviasi

$N$  = jumlah pengamatan

$C_s$  = koefisien kemencengan

#### 2.4.4 Metode Distribusi Gumbel

Metode distribusi Gumbel biasanya digunakan untuk analisis limpasan permukaan dan frekuensi banjir pada suatu DAS. Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Metode Distribusi Gumbel dilakukan dengan rumus – rumus berikut:

$$X_T = \bar{X} + S \times K \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan Rumus:

$X_T$  = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$  = nilai rata – rata dari data hujan (X)

$S$  = standar deviasi dari data hujan (X)

$K$  = faktor Frekuensi Gumbel

#### 2.5. Hidrograf

Salah satu teknik hidrologi yang paling populer untuk memperkirakan jumlah banjir dalam aliran sungai yang disebabkan oleh hujan di suatu daerah aliran sungai adalah hidrograf (DAS). Sedangkan pengertian hidrograf adalah penyajian secara grafis hubungan salah satu unsur aliran misalnya debit (Q) terhadap waktu (t).

Hidrograf limpasan yang dihasilkan oleh curah hujan efektif yang jatuh di seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan intensitas konstan selama jangka waktu tertentu disebut hidrograf satuan. Biasanya hidrograf satuan ini dianggap

sebagai hidrograf tipikal suatu daerah aliran sungai (DAS).

Menurut Sherman (1932) dalam Aurdin (2014), daerah aliran sungai (DAS) mempunyai ciri khas yang menunjukkan sifat respon suatu daerah Aliran sungai (DAS) ke masukan tertentu. Tanggapannya sangat mendalam Konsep model hidrologi satuan lazim disebut dengan hidrograf satuan. Data diperlukan untuk memperoleh hasil perhitungan hidrograf kasus banjir yaitusebagai berikut:

- 1) Perekaman Ketinggian Air Otomatis (AWLR).
- 2) Pengukuran debit yang memadai
- 3) Data hujan reguler (manual)
- 4) Data hujan otomatis

Jika tidak cukup tersedia data hujan dan data debit maka penurunan hidrograf satuan suatu DAS dilakukan dengan cara sintetis. Hasilnya disebut dengan Hidrograf Satuan sintesis (HSS). HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama. Dalam penulisan ini akan menggunakan metode HSS Nakayasu. Nakayasu (1950) telah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan sebagai berikut:

- 1) Waktu kelambatan (time lag,  $t_g$ ), rumusnya:

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L; \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km} \dots \dots \dots (2.16)$$

- 2) Debit puncak HSS dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{(0,3 \times t_p \times t_{0,3})} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan Rumus:

$t_g$  = Waktu kelambatan (jam)

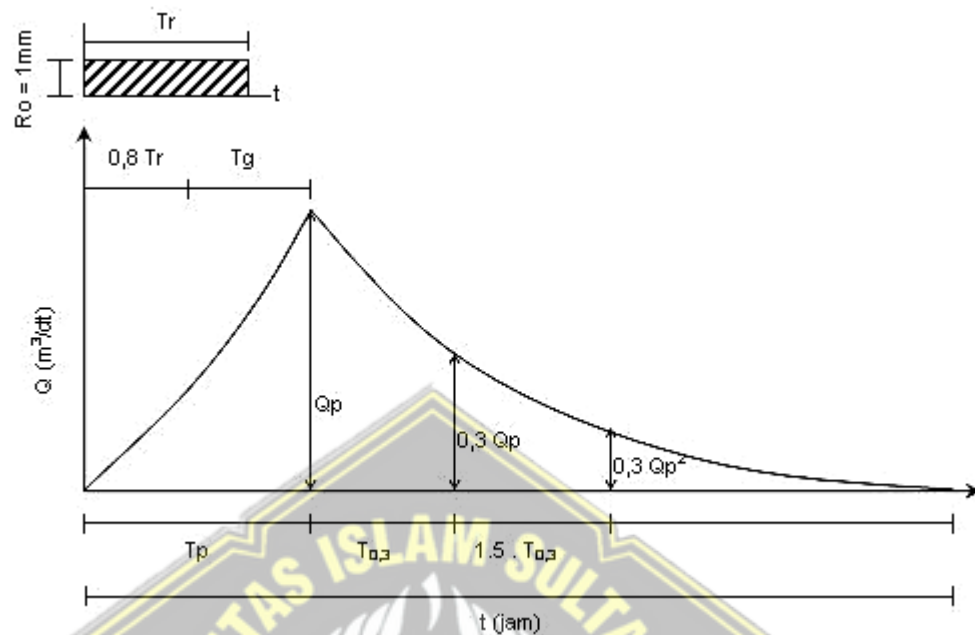
L = panjang sungai (km)

$t_{0,3}$  = waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)

$t_p$  = Waktu puncak (jam)

$Q_p$  = debit puncak ( $m^3/det$ )A = luas DPS ( $km^2$ )

$R_0$  = satuan kedalaman hujan (mm)



**Gambar 2.6 Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu**  
(Sumber : Ery Suhartanto, 2018)

## 2.6. Penelitian Terdahulu

Studi-studi sebelumnya menjadi landasan penting dalam menjalankan penelitian, sehingga dapat digunakan dalam mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait Analisis Revitalisasi Kolam Retensi sebagai upaya pengendali banjir rob, perbedaan dari kelima penelitian sebelumnya dengan penelitian yang saat ini sedang di kerjakan adalah lokasi penelitian yang menganalisis banjir pada sungai Tenggang dan juga menganalisa kemampuan dari sungai Tenggang dalam menampung debit banjir pada kondisi sebelum dan sesudah penambahan sistem kolam retensi ini.

**Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu**

No	Judul	Penelitian dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banir pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian	Syofyan. Z (2022)	Menganalisis aliran sungai di Kabupaten Dharmasraya, Menghitung Volume Kolan Retensi, Mengembangkan Kolam Retensi dimasa yang akan datang	Penentuan daerah banjir menggunakan ArcGIS 10.3, Penentuan SubDAS menggunakan ArcSWAT	Untuk kolam retensi di wilayah DAS Batang Pangian diperlukan volume sebesar 35.620 m <sup>3</sup> untuk efikasi >75% dan memerlukan waktu 1,63 jam untuk mencapai volume maksimal. Masih banyak lahan yang dapat digunakan di DAS Batang Pangian untuk perencanaan kolam retensi, sehingga kedepannya dapat digunakan untuk pengembangan kolam retensi, asalkan kapasitasnya satu. Retensi yang tidak memadai
2	Analisis Volume Tampungan Kolam Retensi DAS Deli Sebagai Salah Satu Upaya Pengendalian Banjir Kota Medan	Asril Zevri (2017)	Menghitung curah hujan harian. Menganalisis hujan tahunan. Menghitung volumekolam retensi.	Analisa Curah Hujan harian Rata – Rata Kawasan. Uji Distribusi Curah Hujan Kala Ulang	pada debit kapasitas penampang sungai pada peringatan 100 tahun DAS Deli-Titi Kuning. Debit banjir berulang: Q <sub>100</sub> = 548,66 m <sup>3</sup> /detik untuk DAS Deli-Titi Kuning 100 tahun; Q <sub>kapasitas</sub> = 160 m <sup>3</sup> /detik untuk penampang kapasitas debit sungai; Hal ini menghasilkan debit kolam retensi sebesar 388,66 m <sup>3</sup> /detik, dengan periode puncak banjir kembali ke waktu yang ditentukan. biasanya berlangsung dalam 6,13 jam. Potensi kapasitas tampung kolam retensi adalah 8.600.000 m <sup>3</sup> , sehingga rencana dimensi kolam retensi memerlukan lahan seluas 215 Ha dengan kedalaman rata-rata 4 meter.

3	Perencanaan Kolam Retensi Untuk Mengatasi Banjir Di Kecamatan Oebobo Kota Kupang	I Made Udiana, Ruslan Ra mang, Partogi H. Simatupang, Rosmiyati A. Bella (2020)	Menghitung besarnya debit banjir maksimum dari intensitas curah hujan (QICH) dengan menggunakan Rumus Rasional. Menghitung besarnya debit air kotor (QAK). Menghitung besarnya debit rencana akibat debit intensitas curah hujan dan debit air kotor ( $QR = QICH + QAK$ ). Menghitung besarnya debit saluran lama/eksisting ( $QS = A.V$ ). Membuat perbandingan QR dengan QS.	Menghitung curah hujan rerata daerah dengan menggunakan Metode Rata – Rata Aljabar. Menghitung curah hujan rencana dengan berbagai kala ulang menggunakan Metode Gumbel Tipe I dan Log Pearson Tipe III. c. Melakukan pengujian terhadap perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan Uji Kecocokan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.	Besarnya debit rencana total ( $QR=QICH + QAK$ ) sebesar 6,391 m <sup>3</sup> /dtk, yang didapat dari total debit rencana akibat intensitas curah hujan (QICH) sebesar 6,062 m <sup>3</sup> /dtk dan diperoleh debit rencana akibat air kotor penduduk (QAK) sebesar 0,329 m <sup>3</sup> /dtk. Besarnya debit saluran lama/eksisting (QS) diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan, dimana diperoleh debit total yang terjadi sebesar 6,070 m <sup>3</sup> /dtk
4	Perhitungan Volume Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang Berdasarkan Data Curah Hujan Harian Maksimum Kawasan kali Tenggang	Yohanes Sandy Setiadi, Wisnu Suharto, Diah Setiati (2021)	Untuk mengantisipasi banjir di perumahan tlogosari sekitarnya, maka Dikembangkan suatu sistem drainase berupa Kolam Retensi atau Embung	Metode Gembul dan Log Pearson III	Dari perhitungan diatas maka ditarikKesimpulan untuk merencanakan kapasitas kolam retensi berdasarkan data Curah Hujan Maksimum daerah sungai Tenggang harus di bangun kolam retensi yang dapat menampung debit air minimal 189.438 m <sup>3</sup>
5	Analisis Perencanaan Lahan Kolam Retensi Di Kelurahan Tipes Kota Surakarta	Nicky Lauda Jalu Pradana, Siti Qomariyah, Suyanto	Menghitung dan menganalisis hujan rata rata maksimum	Metode Deskriptif Kuantitatif	Intensitas hujan harian yang terjadi di DAS Kali Premulung dengan kala ulang 10 tahunan sebesar 16,536 mm/jam lihat pada tabel 4.22. Hasil perhitungan debit banjir rencana pada kala



		(2017)			ulang 10 tahunan yang terjadi di lokasi perencanaan dengan nilai koefisien aliran DAS Kali Premulung ( $C$ ) 0,3797 sebesar 120,866 m <sup>3</sup> /detik. adalah 6.000 m <sup>2</sup> dan luas lahan untuk kantor pengelolaan adalah 1.900 m <sup>2</sup> sebesar 7.900 m <sup>2</sup>
--	--	--------	--	--	---



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Uraian Umum**

Kajian ini di fokuskan pada kolam muktiharjo kidul yang berada di kecamatan pedurungan. Metodologi artikel ini melibatkan penghitungan dengan menggunakan data curah hujan selama sepuluh tahun. Selanjutnya dilakukan penelitian untuk mengetahui rata-rata maksimum curah hujan dan debit banjir. Lingkup kegiatan pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan
2. Pengumpulan Data
3. Studi Pustaka
4. Analisis
5. Kesimpulan dan Saran

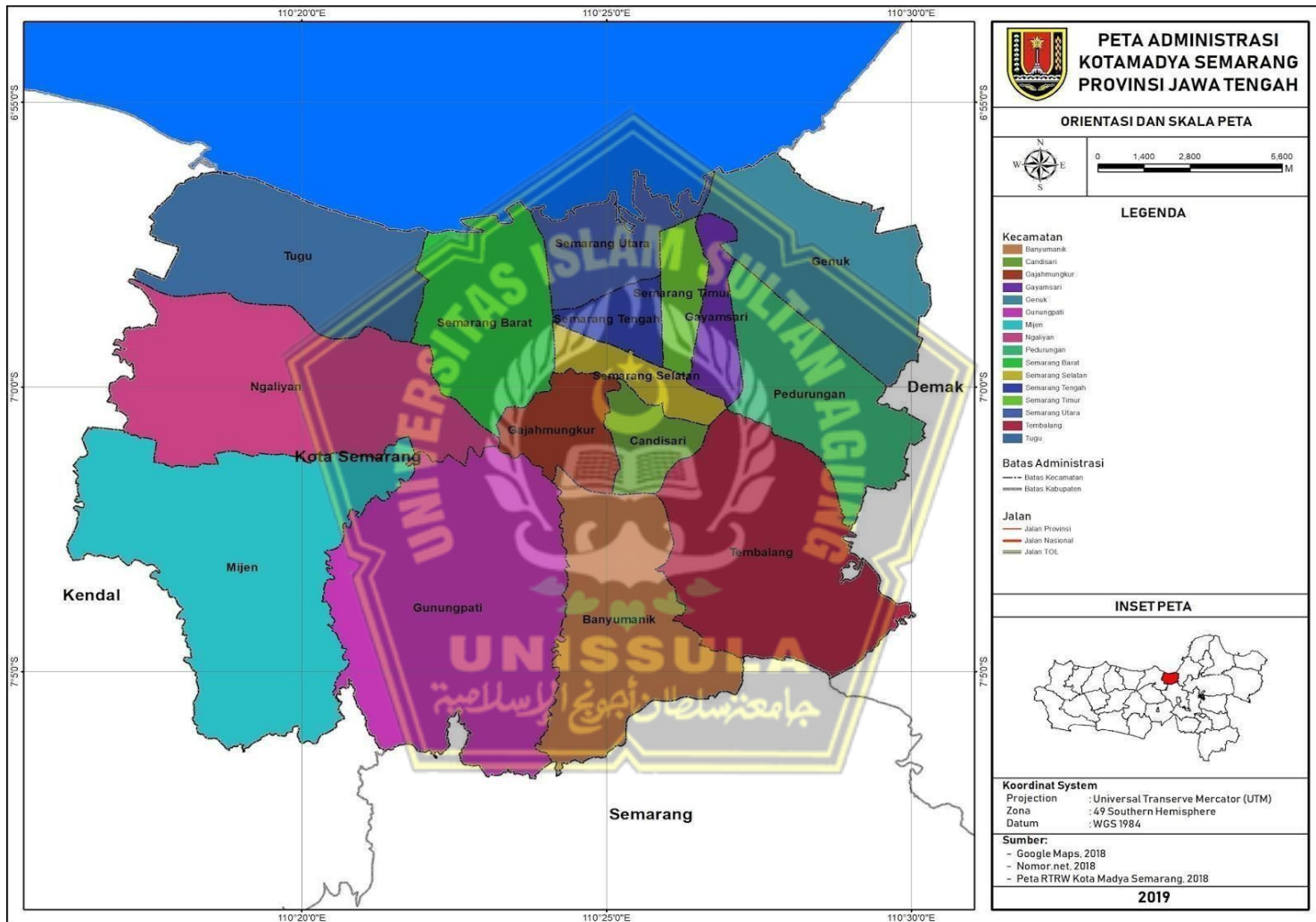
#### **3.2. Tahapan Persiapan**

Tahapan persiapan adalah serangkaian kegiatan awal sebelum memulai pengumpulan dan pengelolaan data. Dalam tahapan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya:

1. Faktor mengenai masalah yang akan dibahas
2. Menentukan dan mencari kebutuhan data
3. Survey ke lokasi Kolam Retensi Muktiharjo Kidul

#### **3.3. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian adalah tempat atau objek untuk diadakan suatu penelitian. Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Muktiharjo Kidul, Kecamatan Pedurungan, Semarang Provinsi Jawa Tengah.



### **3.4. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan langkah yang paling utama dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data (Sugiyono 2019). Penelitian tentang analisis Revitalisasi Kolam Retensi dalam mengantisipasi debit mengaktifkan Kolam Retensi menggunakan pendekatan secara kuantitatif dengan teknik pengumpulan data primer seperti survey langsung di lapangan dan data sekunder seperti data curah hujan dan data teknis DAS. Pengumpulan data sekunder pada penulisan ini diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWS) Semarang dan Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Penata Ruang Provinsi Jawa Tengah (PUSDATARU), data sekunder yang digunakan yaitu:

1. Peta DAS Banjir Kanal Timur
2. Peta Stasiun Hujan
3. Data Teknis Kolam Retensi Muktiharjo Kidul
4. Data Hujan Harian Maksimum

### **3.5. Analisis Hidrologi**

Pada Tugas Akhir ini akan menggunakan Metode Polygon Thiessen dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu yang bertujuan untuk menganalisis curah hujan dan debit banjir.

#### **3.5.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah Rata – Rata Maksimum**

Menghitung curah hujan daerah rata – rata maksimum dengan menggunakan Metode Rerata Aljabar (aritmatik). Metode ini merupakan metode yang paling sederhana untuk menghitung rerata curah hujan di suatu daerah.

#### **3.5.2 Analisis Frekuensi**

Frekuensi hujan merupakan bagian dari data hujan yang harus dianalisis dengan teliti untuk mengetahui curah hujan maksimum. Ada beberapa jenis

sebaran yang dapat dilakukan untuk menganalisis, pada perhitungan ini menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Tipe III ini, beberapa jenis distribusi dapat dianalisis.

### **3.5.3 Uji Kesesuaian Distribusi**

Tujuan dari uji distribusi probabilitas yaitu untuk mengetahui apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua metode pengujian distribusi probabilitas yaitu metode pengujian *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorov* (Kamiana, 2011).

### **3.5.4 uji Distribusi Probabilitas**

Uji probabilitas merupakan salah satu cara untuk mengetahui persamaan probabilitas yang dipilih apakah dapat mewakili distribusi sampel data analisis.

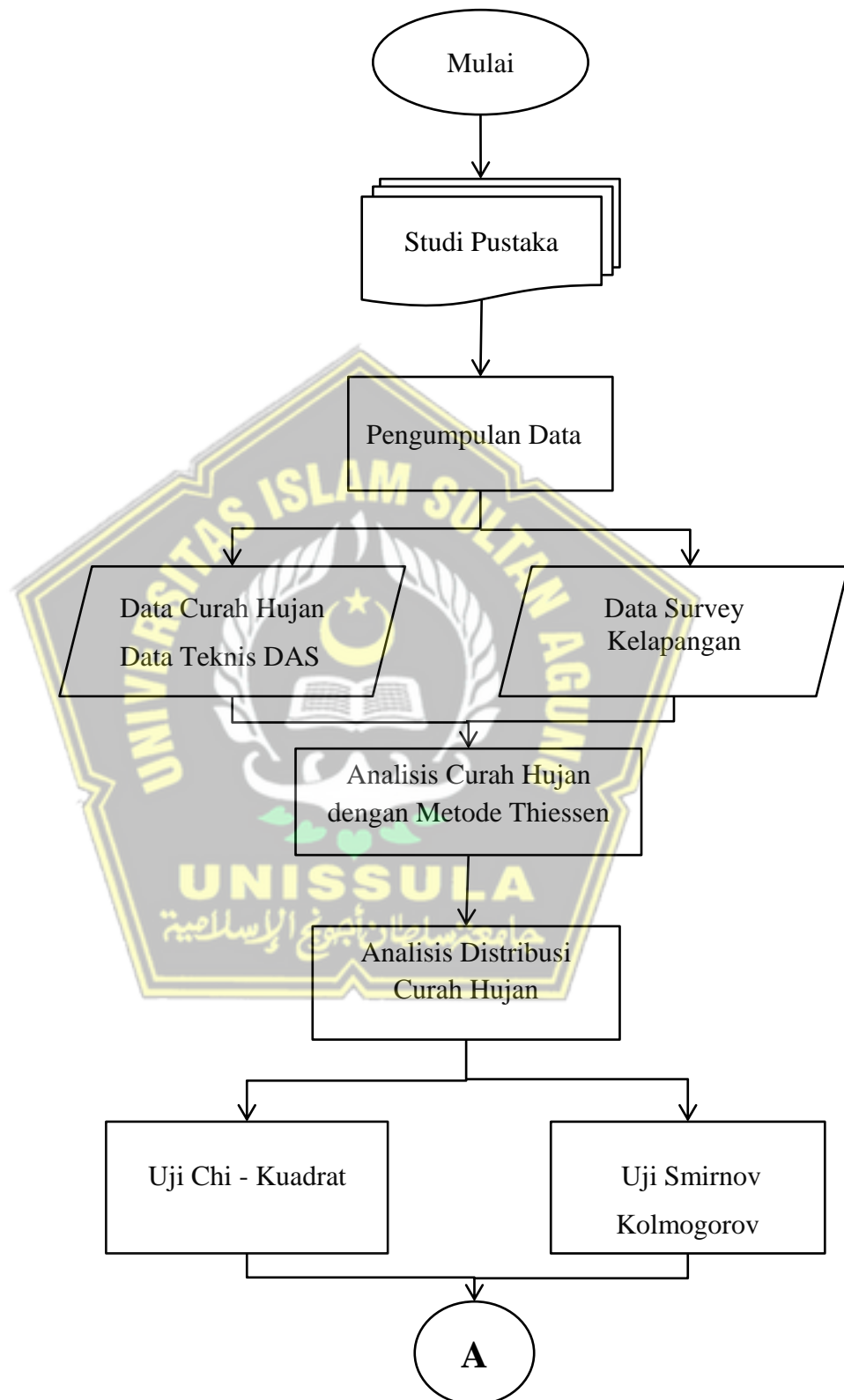
### **3.5.5 Uji Sebaran Hujan**

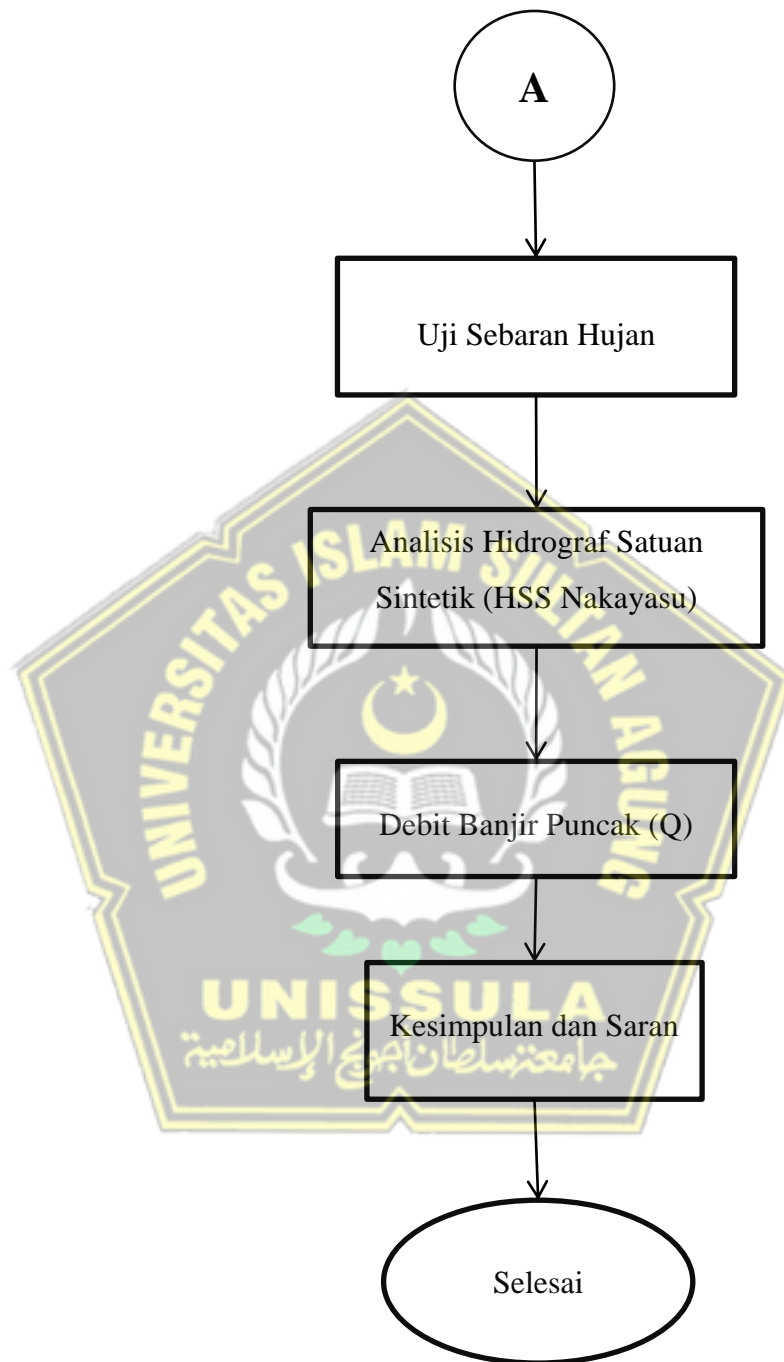
Uji sebaran hujan atau juga disebut pola distribusi hujan yaitu uji sebaran hujan yang dimana pencatatan hujan biasanya dilakukan dengan suatu interval waktu tertentu, dimanapada umumnya dilakukan dalam satuan waktu harian, jam-jaman atau menit.

### **3.6. Hidrograf Satuan Sintetik**

Hidrograf Satuan Sintetik suatu DAS merupakan suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh satu satuan volume hujan yang efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Hidrograf juga merupakan penghubung antara waktu dan aliran, baik berupa kedalaman aliran maupun debit aliran. Data hidrograf aliran sangat berguna dalam perencanaan sumber air dan perencanaan perkiraan banjir. Metode yang digunakan yaitu Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, data yang digunakan dalam metode ini yaitu data banjir besaran tahunan.

### 3.7. Diagram Alir



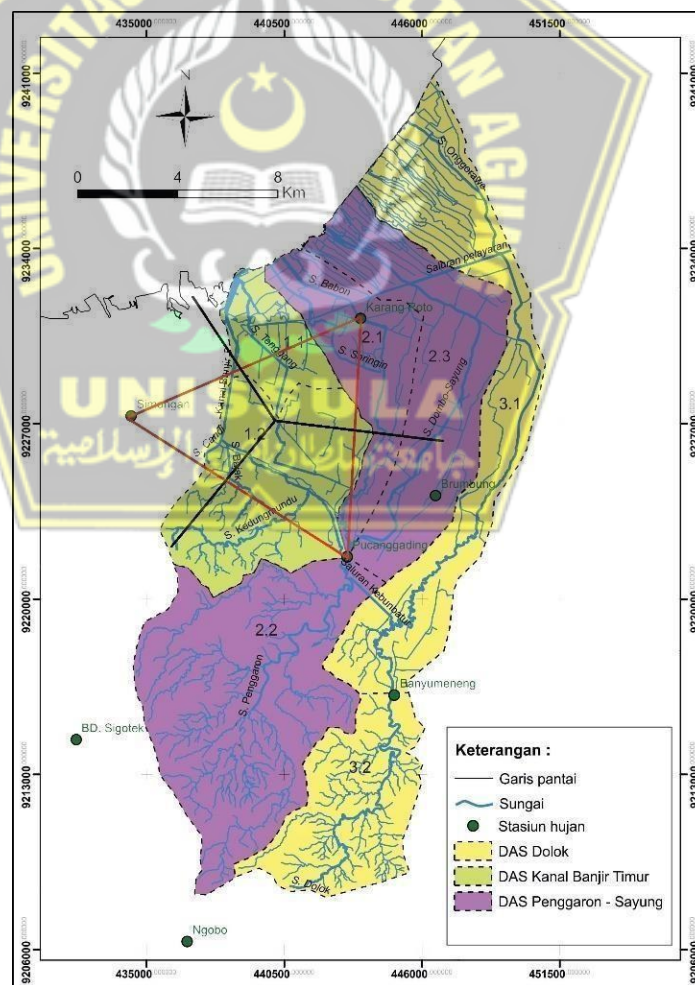


**Gambar 3.1 Diagram Alir**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Curah Hujan Perhitungan Uji Sebaran Hujan Dengan Metode Polygon Thiessen

Hujan rencana merupakan hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensi hujan, disini metode yang di gunakan untuk menghitung hujan rencana yaitu metode Polygon Thiessen. Pada Metode perhitungan Polygon Thiessen ini diperhitungkan nilai curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.



**Gambar 4.1. DAS Banjir Kanal Timur**



**Tabel 4.1.** Luas Pengaruh Pos Stasiun DAS Banjir Kanal Timur

STASIUN	LUAS PENGARUH CURAH HUJAN (KM2)
sta.karangroto	10,080
sta.pucanggading	28,520
sta.simonga	16,420
total area	55,020

a. Contoh Perhitungan:

$$d = \frac{A1d1 + A2d2 \dots + Andn}{A1 + A2 + \dots + An}$$

$$d = \frac{28,52 + 10,08.135 + 16,42.111}{55,020}$$

$$d = 1,00004471101$$

$$d = 104,51$$

- Curah hujan rata-rata maksimum tahun 2014

$$d = \frac{A1d1 + A2d2 + \dots + Andn}{A1d1 + A2d2 + \dots + An}$$

$$d = \frac{28,52.106 + 10,08.135 + 16,42.125}{55,020}$$

$$d = 116,98$$

- Curah hujan rata-rata maksimum tahun 2015

$$d = \frac{A1d1 + A2d2 + \dots + Andn}{A1 + A2 + \dots + An}$$

$$d = \frac{28,52.105 + 10,08.85 + 16,42.177}{55,020}$$

$$d = 122,82$$

- Curah hujan rata-rata maksimum tahun 2016

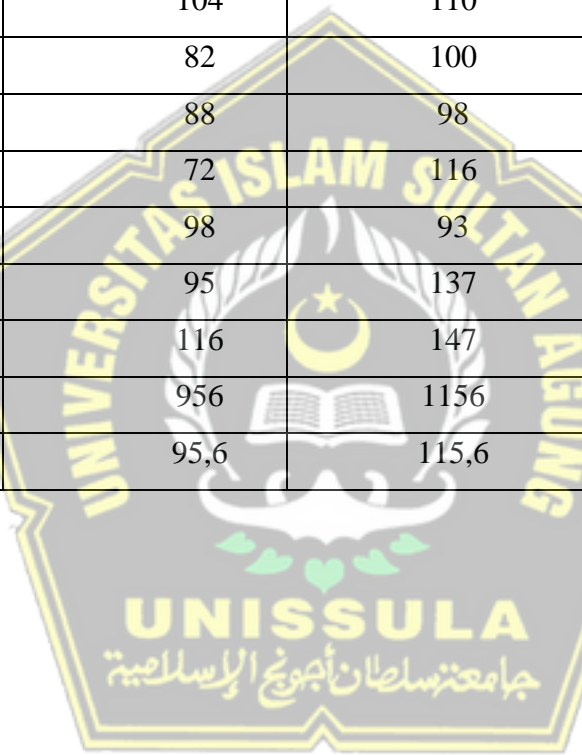
$$d = \frac{A1d1 + A2d2 + \dots + Andn}{A1 + A2 + \dots + An}$$

$$d = \frac{28,52.104 + 10,08.110 + 16,42.98}{55,020}$$

$$d = 103,31$$

**Tabel 4.2.** Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

No	Tahun	Pos Pucang Gading	Pos Karang Roto	Pos Simongan	Rata-Rata
1	2013	90	135	111	104,51
2	2014	106	135	125	116,98
3	2015	105	85	177	122,82
4	2016	104	110	98	103,31
5	2017	82	100	126	98,43
6	2018	88	98	123	100,28
7	2019	72	116	105	89,91
8	2020	98	93	114	101,86
9	2021	95	137	173,5	126,12
10	2022	116	147	95,3	115,50
Jumlah		956	1156	1247,8	1079,73
Rata-Rata		95,6	115,6	124,78	107,973



## 4.2. Distribusi Sebaran Curah Hujan

Tabel 4.3. Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	Rmax (Xi)	(Xi - X)	(Xi-X)2	(Xi-X)3	(Xi-X)4
1	2013	104,51	-3,46	11,98	-41,46	143,50
2	2014	116,98	9,01	81,19	731,62	6592,45
3	2015	122,82	14,85	220,55	3275,31	48640,98
4	2016	103,31	-4,66	21,75	-101,45	473,15
5	2017	98,43	-9,54	91,08	-869,23	8295,54
6	2018	100,28	-7,70	59,22	-455,67	3506,47
7	2019	89,91	-18,06	326,27	-5893,47	106453,97
8	2020	101,86	-6,11	37,38	-228,50	1396,93
9	2021	126,12	18,15	329,40	5978,47	108505,88
10	2022	115,50	7,53	56,69	426,83	3213,68
Jumlah		1079,725118		1235,51	2822,44	287222,55
X		107,9725118		123,55	282,24	28722,26

Pengukuran Dispersi:

a. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - x)^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{1235,51}{9}}$$

$$S = 11,717$$

b. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{x}$$

$$Cv = \frac{11,717}{107,972}$$

$$Cv = 0,109$$

c. Koefisien Kemiringan/Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{(10-1)(10-2)(11,717)^3} \times 2822,44$$

$$Cs = 0,244$$

d. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^4$$

$$Ck = \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)(11,717)^4} \times 287222,55$$

$$Ck = 3,024$$

Dari parameter statistik, langkah selanjutnya dapat melakukan pemilihan jenis analisis frekuensi dengan membandingkan hasil perhitungan dengan persyaratan yang ada. Dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.4. Syarat Pemilihan Distribusi**

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	Cs = 0,244	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	Ck = 3,024	
2	Gumbel Tipe 1	Cs = 1.1396	Cs = 0,244	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4002	Ck = 3,024	
3	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv = 0.641	Cs = 0,244	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3 = 3.740	Ck = 3,024	
4	Log Pearson III	Cs ≠ 0	Cs = 0,244	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran yang menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat ialah menggunakan distribusi Log Pearson Type III.

**Tabel 4.5.** Hasil Perhitungan Nilai Cs Metode Log Pearson Type III

Kala Ulang	Nilai Cs		
	0,3	0,244	0,4
2	-0,05	-0,041	-0,066
5	0,824	0,829	0,816
10	1,309	1,304	1,317
25	1,849	1,832	1,880
50	2,211	2,183	2,261
100	2,544	2,504	2,615
500	2,856	2,804	2,949
1000	3,525	3,443	3,670

a. Menghitung Curah Hujan Rencana ( $R_n$ )

Contoh perhitungan untuk Periode Ulang 2 tahun:

$$X_t = X + Kt \times S_x$$

$$X_t = 107,973 + (-0,041) \times 11,4739$$

$$X_t = 107,502$$

Contoh perhitungan untuk Periode Ulang 5 tahun:

$$X_t = X + Kt \times S_x$$

$$X_t = 107,973 + 0,829 \times 11,4739$$

$$X_t = 117,485$$

**Tabel 4.6.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log PearsonType III

<b>T</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>X</b>	<b>Kt</b>	<b>Hujan Rencana (Xt)(mm)</b>
2	50%	11,7166	107,973	-0,041	107,492
5	20%	11,7166	107,973	0,829	117,680
10	10%	11,7166	107,973	1,304	123,257
25	4%	11,7166	107,973	1,832	129,432
50	5%	11,7166	107,973	2,183	133,548
100	1%	11,7166	107,973	2,504	137,311
1000	0,10%	11,7166	107,973	3,443	148,317

### 4.3. Pengujian Kesesuaian Distribusi

Metode yang digunakan untuk menguji konsistensi distribusi secara analitis yaitu menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Sminov Kolmogorov.

#### 4.3.1 Uji Kesesuaian Distribusi Dengan Metode Chi-Kuadrat

Langkah untuk menguji kesesuaian distribusi dengan menggunakan metode Chi- Kuadrat sebagai berikut:

- a. Mengurutkan data hujan maksimum tahunan dari yang terkecil hingga terbesar

**Tabel 4.7.** Urutan Data Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	R max
1	2019	89,91
2	2017	98,43
3	2018	100,28
4	2020	101,86
5	2016	103,31
6	2013	104,51
7	2022	115,50
8	2014	116,98
9	2015	122,82
10	2021	126,12
Jumlah		1079,725118
X		107,9725118
Jumlah Data		10

- a. Menentukan jumlah kelas (G)

$$G = 1 + 3,322 \log(n)$$

$$G = 1 + 3,322 \log(10)$$

$$G = 4,322$$

$$G = 4$$

- b. Mencari nilai Ik

$$R(\text{selisih}) = R_{\text{max terbesar}} - R_{\text{max terkecil}}$$

$$R(\text{selisih}) = 126,12 - 89,91$$

$$R(\text{selisih}) = 36,21$$

$$IK = \frac{R}{n}$$

$$IK = \frac{36,21}{10}$$

$$IK = 3,621$$

c. Mencarai nilai sebaran analitis (Ei)

$$Ei = \frac{n}{G}$$

$$Ei = \frac{10}{G4}$$

$$Ei = 2,5$$

$$Ei \times IK = 2,5 \times 3,621 = 9,053$$

d. Mencari nilai derajat kebebasan

$$DK = G - (R + 1)$$

(R = 2 untuk distribusi Log Person Type III)

$$DK = 4 - (2 + 1)$$

$$DK = 1$$

e. Derajat kepercayaan = 5%

f. X<sup>2</sup> tabel = 3,841 (Dari tabel 4.8)

**Tabel 4.8.** Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat

Lampiran 6. Nilai Kritis untuk 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	0.00004	0.00016	0.00098	0.00039	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	3.391	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	18.548
7	0.989	1.259	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.533	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	26.217	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

(Sumber : Soewarno, 1995)



a. Perhitungan Untuk Batas Nilai Tiap Kelas:

$$P1 = R_{\max} \text{ terkecil} + (E_i \times IK)$$

$$= 89,91 + 9,053$$

$$= 98,963$$

$$P2 = P1 + (E_i \times IK)$$

$$= 98,963 + 9,03$$

$$= 108,061$$

$$P3 = P2 + (E_i \times IK)$$

$$= 108,061 + 9,053$$

$$= 117,069$$

$$P4 = P4 + (E_i \times IK)$$

$$= 117,069 + 9,053$$

$$= 126,122$$

**Tabel 4.9.** Perhitungan Uji Chi Kuadrat

Batas Nilai Tiap Kelas	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> / E <sub>i</sub>
x < 98,963	2,5	2	-0,5	0,25	0,1
98,963 < X ≤ 108,016	2,5	2	-0,5	0,25	0,1
108,016 < X ≤ 117,069	2,5	5	2,5	6,25	2,5
117,069 < X ≤ 126,122	2,5	1	-1,5	2,25	0,9
Jumlah		10	0	9	3,6

b. Korelasi Hasil Uji Kecocokan Syarat:

$$X^2 \text{ hitung} < X^2 \text{ tabel}$$

$$3,6 < 3,841 \text{ (OKE)}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi-Square ( $X^2$ ) hitung = 3,6. Batas kritis nilai Chi-Square untuk Dk = 1 dengan derajat kepercayaan 5% dari tabel Chi-Square didapatkan nilai ( $X^2$ ) kritis = 3,841. Sehingga nilai ( $X^2$ ) hitung lebih kecil dari ( $X^2$ ) kritis yaitu  $3,6 < 3,841$  maka distribusi Log Pearson III dapat diterima.

### 4.3.2 Uji Kesesuaian Distribusi dengan Metode Smirnov Kolmogorov

Langkah Pengujian dengan menggunakan metode sminov Kolmogorov sebagai berikut:

- a. Mengurutkan data dari yang terbesar ke terkecil untuk menghitung nilai standar deviasi (S) dan koefisien skewness (Cs) dan rata-rata (Xrt). Yang diambil dari perhitungan pengukuran dispersi

**Tabel 4.10.** Urutan Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	R max
1	2021	126,12
2	2015	122,82
3	2014	116,98
4	2022	115,50
5	2013	104,51
6	2016	103,31
7	2020	101,86
8	2018	100,28
9	2017	98,43
10	2019	89,91
Jumlah		1079,725118
Xrt		107,9725118
S		11,72
Cs		0,244
Jumlah Data		10

- b. Mencari nilai log dari curah hujan maksimum per tahun, rata-rata, standard deviasi dan koefisien skewness

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\log X_i (2021) &= \log(126,12) \\ &= 2,101\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log X_i (2015) &= \log(122,82) \\ &= 2,089\end{aligned}$$

Standar Deviasi (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{0,020}{9}}$$

$$S = 0,047$$

Koefisien Kemiringan/Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{(10-1)(10-2)(0,046)^3} \times 0,0001$$

$$Cs = 0,080$$

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai S dan Cs

m	(Rmax) Xi Max-Min	Log Xi	(Xi-X)	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>
1	126,12	2,101	0,070	0,005	0,0003
2	122,82	2,089	0,058	0,003	0,0002
3	116,98	2,068	0,037	0,001	0,0001
4	115,5	2,063	0,032	0,001	0,0000
5	104,51	2,019	-0,012	0,000	0,0000
6	103,31	2,014	-0,017	0,000	0,0000
7	101,86	2,008	-0,023	0,001	0,0000
8	100,28	2,001	-0,030	0,001	0,0000
9	98,43	1,993	-0,038	0,001	-0,0001
10	89,91	1,954	-0,077	0,006	-0,0005
Jumlah	1079,72	20,310	0,000	0,020	0,0001
Xrt	107,972	2,031	0,000	0,002	0,00001
S	11,72	-	-	0,047	-
Cs	0,244	-	-	-	0,080

- c. Mencari nilai peluang empiris ( $P_e$ ),  $F(t)$ , peluang teoritis ( $P_t$ ) dan  $\Delta P$  maksimum pertahun

Contoh perhitungan:

**Peluang Empiris ( $P_e$ )**

$$\begin{aligned} R_{max}(2021) &= \text{Urutan } R_{max} / (n + 1) \\ &= 1 / (1 + 10) \\ &= 0,091 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{max}(2015) &= \text{Urutan } R_{max} / (n + 1) \\ &= 1 / (10 + 1) \\ &= 0,182 \end{aligned}$$

Menghitung Nilai  $F(t)$

$$F(t)1 = \frac{\log Xi - X_{rt}}{S}$$

$$F(t)1 = \frac{2,101 - 2,031}{0,047}$$

$$F(t)1 = 1,48$$

$$F(t)2 = \frac{\log Xi - X_{rt}}{S}$$

$$F(t)2 = \frac{2,089 - 2,031}{0,047}$$

$$F(t)2 = 1,24$$

**Peluang Teoritis ( $P_t$ )**

Mencari nilai  $C_s$  (1,190) dengan kala ulang 1.01, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 1000 menggunakan interpolasi. Nilai  $C_s$  (0,1) dan  $C_s$  (0,2) dapat dilihat pada tabel 4.9.

**Tabel 4.12.** Hasil Perhitungan Nilai Cs

Kala Ulang	Nilai Cs		
	0,1	0,2	0,080
1,01	-2,252	-2,175	-2,267
2	-0,017	-0,033	-0,014
5	0,836	0,83	0,837
10	1,292	1,301	1,290
25	1,785	1,818	1,778
50	2,107	2,159	2,097
100	2,4	2,472	2,386
500	2,67	2,763	2,651
1000	3,235	3,38	3,206

Nilai peluang teoritis ( $P_t$ ) dihitung dengan interpolasi nilai  $F(t)$  terhadap nilai  $C_s$  (0,080) pada kala ulang. Contoh perhitungan:

- $P_t(1) = 0,019$  didapatkan dari nilai  $F_t(1) = 1,48$  diantara nilai  $C_s$  kala ulang 10 tahun dan 25 tahun
- $P_t(2) = 0,064$  didapatkan dari nilai  $F_t(2) = 1,24$  diantara nilai  $C_s$  kala ulang 10 tahun dan 25 tahun
- 

**Menghitung  $\Delta P$  Maksimum**

$$\begin{aligned}\Delta P(1) &= |P_e - P_t| \\ &= |0,091 - 0,019| \\ &= 0,072\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta P(2) &= |P_e - P_t| \\ &= |0,182 - 0,064| \\ &= 0,118\end{aligned}$$

**Tabel 4.13.** Hasil Perhitungan Uji Sminorv Kolmogorov

No	(Rmax) Xi Max-Min	Log Xi	Pe (Peluang Empiris)	F(t)	Pt(Xi)	$\Delta P = I_{Pe} - P_{tl}$ (%)
1	126,12	2,101	0,091	1,48	0,019	7,172
2	122,82	2,089	0,182	1,24	0,064	11,763
3	116,98	2,068	0,273	0,79	0,048	22,441
4	115,5	2,063	0,364	0,67	0,044	31,947
5	104,51	2,019	0,455	-0,25	0,012	44,296
6	103,31	2,014	0,545	-0,36	0,008	53,763
7	101,86	2,008	0,636	-0,49	0,018	61,845
8	100,28	2,001	0,727	-0,63	0,017	71,000
9	98,43	1,993	0,818	-0,81	0,017	80,166
10	89,91	1,954	0,909	-1,64	0,013	89,625
Jumlah	1079,72	20,310	5,000	$\Delta_{max}$ (%)		89,625
Xrt	107,972	2,031				
S	11,72	0,047				
Cs	0,244	0,080				

d. Korelasi hasil uji kecocokan

Nilai  $\Delta$  maks tabel harus lebih kecil dari  $\Delta$  kritis. Distribusi terbaik adalah yang memberikan nilai  $\Delta$  maks tabel paling kecil. Dari hasil plotting data diperoleh:

$$n = 10$$

$$a = 5\%$$

$$\Delta_{kritis} = 41 \text{ (dapat dari Tabel 4.14)}$$

$$\Delta \text{ max tabel} = 89,625$$

Syarat:

$$\Delta \text{ max tabel} < \Delta \text{ kritis}$$

$$89,625 < 41$$

Dari hasil perhitungan diatas,  $\Delta$  max tabel yang lebih besar daripada  $\Delta$  kritis sehingga hasilnya tidak memenuhi syarat.

**Tabel 4.14.** Harga D Kritis Untuk Sminorv Kolmogorov Test

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	0,3	0,34	0,4
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	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	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

**Tabel 4.15.** Nilai Cs Untuk Nilai Positif

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Percent Chance											
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.250
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	4.680
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	4.965
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	5.250
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	5.525
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	5.785
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	6.055
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454	6.200
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	6.333
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	6.467
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	6.730
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	4.783	6.860
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	6.990
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	7.120
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250

Sumber : CD Soemarto, Hidrologi Teknik



Tabel 4.16. Nilai Cs Untuk Nilai Negatif

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Percent Chance											
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	1.713
-1.2	-3.149	-1.190	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	1.545
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.318	1.351	1.373
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155	1.205
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044	1.065
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949	0.955
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	0.874
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	0.838
-2.5	-3.845	-2.012	-1.290	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	0.775
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741	0.748
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	0.722
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690	0.695
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : CD Soemarto, Hidrologi Teknik

#### 4.4. Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

##### 4.4.1 Perhitungan Rerata Hujan Dari Awal Sampe Jam Ke T

Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman dan Rasio Hujan Harian pada Kala Ulang 2 Tahun

**Tabel 4.17** Hasil Perhitungan Log Pearson Type III

T	P	S	X	Kt	Hujan Rencana (Xt)(mm)
2	50%	18,692	88,732	-0,041	87,966
5	20%	18,692	88,732	0,829	104,218
10	10%	18,692	88,732	1,304	113,116
25	4%	18,692	88,732	1,832	122,967
50	5%	18,692	88,732	2,183	129,534
100	1%	18,692	88,732	2,504	135,538
1000	0,10%	18,692	88,732	3,443	153,096

a. Jam ke-1

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{R_{24}}{t}\right) \times \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = 0,585 R_{24}$$

$$R_T = T \times R_t - (T - 1) \times R_{(T-1)}$$

$$R_T = 1 \times 0,585 - (1 - 1) \times (1 - 1)$$

$$R_T = 0,585$$

$$R_n = C \times R_{24}$$

$$R_n = 0,7 \times 87,966$$

$$R_n = 61,576 \text{ mm}$$

$$R_e = R_t \times R_n$$

$$R_e = 0,585 \times 61,576$$

$$R_e = 36,021 \text{ mm}$$

b. Jam ke-2

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{R_{24}}{t}\right) x \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{1}{5}\right) x \left(\frac{5}{2}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = 0,368 R_{24}$$

$$R_T = T \times R_t - (T - 1) \times R(T-1)$$

$$R_T = 2 \times 0,368 - (2 - 1) \times 0,585$$

$$R_T = 0,152$$

$$R_n = C \times R_{24}$$

$$R_n = 0,7 \times 104,218$$

$$R_n = 72,953 \text{ mm}$$

$$R_e = R_t \times R_n$$

$$R_e = 0,368 \times 72,953$$

$$R_e = 26,847 \text{ mm}$$

c. Jam ke-3

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{R_{24}}{t}\right) x \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{1}{5}\right) x \left(\frac{5}{3}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = 0,281 R_{24}$$

$$R_T = T \times R_t - (T - 1) \times R(T-1)$$

$$R_T = 3 \times 0,281 - (3 - 1) \times 0,368$$

$$R_T = 0,107$$

$$R_n = C \times R_{24}$$

$$R_n = 0,7 \times 113,116$$

$$R_n = 79,181 \text{ mm}$$

$$R_e = R_t \times R_n$$

$$R_e = 0,281 \times 79,181$$

$$R_e = 22,25 \text{ mm}$$

d. Jam ke-4

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{R^{24}}{t}\right) \times \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{5}{4}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = 0,232 R_{24}$$

$$RT = T \times R_t - (T - 1) \times R(T-1)$$

$$RT = 4 \times 0,232 - (4 - 1) \times 0,281$$

$$RT = 0,085$$

$$R_n = C \times R_{24}$$

$$R_n = 0,7 \times 122,967$$

$$R_n = 86,078 \text{ mm}$$

$$R_e = R_t \times R_n$$

$$R_e = 0,232 \times 86,078$$

$$R_e = 19,97 \text{ mm}$$

e. Jam ke-5

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{R^{24}}{t}\right) \times \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = \left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{5}{5}\right)^{2/3}$$

$$\text{Intensitas (I) atau } R_t = 0,200 R_{24}$$

$$RT = T \times R_t - (T - 1) \times R(T-1)$$

$$RT = 5 \times 0,2 - (5 - 1) \times 0,232$$

$$RT = 0,072$$

$$R_n = C \times R_{24}$$

$$R_n = 0,7 \times 129,534$$

$$R_n = 90,674 \text{ mm}$$

$$R_e = R_t \times R_n$$

$$R_e = 0,085 \times 90,602$$

$$R_e = 7,701 \text{ mm}$$

**Tabel 4.18** Nilai Rasio Hujan Harian Maksimum

Waktu Hujan (Jam)	1	2	3	4	5
Rasio/RT	0,585	0,152	0,107	0,085	0,072

#### 4.4.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif (Rn)

Nilai C di ambil 0,70 (Tabel 4.19) karena DAS terletak di daerah pegunungan tersier.

**Tabel 4.19** Tabel Koefisien Pengaliran

Daerah pegunungan yang curam	0.75 - 0.90
Daerah pegunungan tersier	0.70 - 0.80
Daerah bergelombang dan hutan	0.50 - 0.75
Daerah dataran yang ditanami	0.45 - 0.60
Persawahan yang diairi	0.70 - 0.80
Sungai didaerah pegunungan	0.75 - 0.85
Sungai kecil di daerah dataran	0.45 - 0.75
Sungai yang besar dengan wilayah pengaliran yang lebih dari seperduanya terdiri dari dataran	0.50 - 0.75

Contoh perhitungan hujan efektif (Rn) untuk periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} R_n &= C \times R \\ &= 0,7 \times 87,966 \\ &= 61,58 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam Tabel 4.17

**Tabel 4.20** Curah Hujan Rencana Efektif (Rn)

Periode Ulang (Th)		2	5	10	25	50	100	1000
Koefisien Pengaliran	<b>C</b>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Curah Hujan Rencana	<b>R</b>	87,97	104,22	113,12	122,97	129,53	135,54	153,10
Curah Hujan Rencana Efektif (Rn)	<b>Rn</b>	61,58	72,95	79,18	86,08	90,67	94,88	107,17

Contoh perhitungan distribusi hujan efektif jam-jaman untuk periode ulang 2 tahun :

$$\begin{aligned}
 RT &= 0,585 \times Rn \\
 &= 0,585 \times 61,58 \\
 &= 36,024 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam Tabel 4.23

**Tabel 4.21** Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman

Periode Ulang	Rn	Rasio Sebaran Hujan (RT)				
		0,585	0,152	0,107	0,085	0,072
2	61,58	36,01	9,36	6,57	5,23	4,41
5	72,95	42,66	11,09	7,78	6,19	5,23
10	79,18	46,31	12,04	8,44	6,72	5,68
25	86,08	50,34	13,08	9,18	7,31	6,17
50	90,67	53,03	13,78	9,67	7,70	6,50
100	94,88	55,48	14,42	10,12	8,05	6,80
1000	107,17	62,67	16,29	11,43	9,10	7,68
PMF	340,59	199,18	51,77	36,32	28,91	24,41

#### 4.4.3 Hasil Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

$$\begin{aligned}\text{Luas DAS (A)} &= 54,7 \text{ km}^2 \\ \text{Panjang Sungai (L)} &= 12,17 \text{ km} \\ \text{C (Koefisien Pengaliran)} &= 0,7 \\ \text{R}_0 &= 1 \text{ mm (Hujan satuan)}\end{aligned}$$

Waktu Kelambatan ( $T_g$ ) untuk  $L < 15$  km

$$\begin{aligned}T_g &= 0,4 + 0,058 \times L \\ &= 0,4 + 0,058 \times 12,17 \\ &= 1,10586 \text{ jam}\end{aligned}$$

Waktu Durasi Hujan ( $T_r$ )

$$\begin{aligned}T_r &= 0,5 T_g \text{ s/d } 1,0 T_g \\ &= 1,0 \times 1,10586 \\ &= 1,10586 \text{ jam}\end{aligned}$$

Waktu Puncak ( $T_p$ )

$$\begin{aligned}T_p &= T_g + 0,8 \times T_r \\ &= 1,10586 + 0,8 \times 1,10586 \\ &= 1,99 \text{ jam}\end{aligned}$$

Koefisien  $\alpha$

$$\alpha = 1,5 - 3,0$$

nilai  $\alpha$

$$= 2$$

Waktu Saat 0.3 Kali Debit Puncak ( $T_{0.3}$ )

$$\begin{aligned}T_{0.3} &= \alpha \times T_g \\ &= 2 \times 1,10586 \\ &= 2,212 \text{ jam}\end{aligned}$$

Satuan Kedalaman Hujan

$$(\text{Ro})R_0 = 1 \text{ mm}$$

### Debit Puncak Hidrograf

$$Q_{maks} = \frac{1}{3,6} x A x \frac{Ro}{(0,3 x T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_{maks} = \frac{1}{3,6} x 54,7 x \frac{1}{(0,3 x 1,99 + 2,212)}$$

$$Q_{maks} = 5,409 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$T_p + T_{0,3} = 1,99 + 2,212$$

$$= 4,202$$

$$T_p + T_{0,3} + 1,5 x T_{0,3} = 1,99 + 2,212 + 1,5 x 2,212$$

$$= 7,52$$

$$T_p + T_{0,3} + 1,5 x T_{0,3} + 2 T_{0,3} = 1,99 + 2,212 + 1,5 x 2,212 + 2 x 2,212$$

$$= 11,943$$

Persamaan Hidrograf Satuan Untuk Kurva Naik

$$0 < t < T_p \rightarrow 0 \leq t \leq 1,99$$

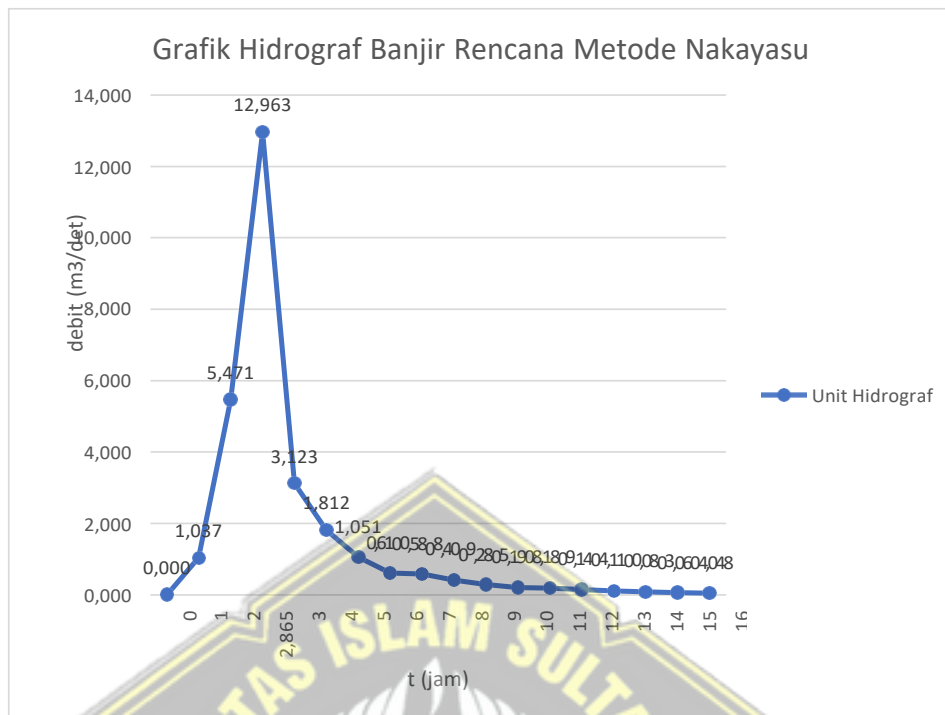
Persamaan Hidrograf Satuan Untuk Kurva Turun

$$\text{Nilai} = T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3}) \rightarrow 1,99 \leq t \leq 4,202$$

$$\text{Nilai} = (T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) \rightarrow 4,202 \leq t \leq 7,52$$

$$\text{Nilai} = 1,5 T_{0,3} > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) \rightarrow 7,52 \leq t \leq 11,943$$





**Gambar 4.2 Grafik Ordinat Hidrograf Satuan**

**Tabel 4.22 Ordinat Hidrograf Satuan**

Time	Rumus	Unit Hidrograf (q)
		m <sup>3</sup> /dt/mm
0	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$	0,000
1		1,037
2		5,471
2,865		12,963
3		3,123
4		1,812
5	$Q_p \cdot 0.3^{((t-T_p)/T_{0.3})}$	1,051
6		0,610
7		0,588
8	$Q_p \cdot 0.3^{((t-T_p+0.5 \cdot T_{0.3})/(1.5 \cdot T_{0.3}))}$	0,409
9		0,285
10		0,198
11	$Q_p \cdot 0.3^{((t-T_p+1.5 \cdot T_{0.3})/(2 \cdot T_{0.3}))}$	0,189
12		0,144
13		0,110
14		0,083
15		0,064
16		0,048

Dari tabel ordinat hidrograf satuan, debit puncak terjadi pada puncak terjadi pada waktu 2,865 jam, dengan unit hidrograf sebesar 12,963 m<sup>3</sup>/detik/mm

Perhitungan debit banjir rencana untuk hujan jam – jaman dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dihitung dengan prinsip superposisi. Contoh perhitungan untuk hujan jam-jaman periode 2 tahun :

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= R_{n1} \times HS_1 \\
 Q_2 &= R_{n1} \times HS_2 + R_{n2} \times HS_1 \\
 Q_3 &= R_{n1} \times HS_3 + R_{n2} \times HS_2 + R_{n1} \times HS_1 \\
 Q_n &= R_{n1} \times HS_n + R_{n2} \times HS_{(n-1)} + \dots + R_{n1} \times HS_1 \\
 Q_1 &= R_{n1} \times HS_1 \\
 &= 36,01 \times 1,037 \\
 &= 37,342 \\
 Q_2 &= R_{n1} \times HS_2 + R_{n2} \times HS_1 \\
 &= 36,01 \times 1,037 + 9,36 \times 5,471 \\
 &= 88,55
 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.23 sampai Tabel 4.30.

**Tabel 2.23** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 2 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
	(m <sup>3</sup> /dt/mm)	1	2	3	4	5	
		36,01	9,36	6,57	5,23	4,41	
0	0,000	0					0
1	1,037	37,328	0,000				37,328
2	5,471	197,020	9,702	0,000			206,722
3	12,963	466,807	51,210	6,806	0,000		524,822
4	3,123	112,441	121,333	35,922	5,418	0,000	275,115
5	1,812	65,240	29,226	85,112	28,598	4,576	212,751
6	1,051	37,853	16,957	20,501	67,758	24,150	167,219
7	0,610	21,963	9,839	11,895	16,321	57,219	117,236
8	0,588	21,171	5,709	6,902	9,470	13,782	57,034
9	0,409	14,728	5,503	4,004	5,494	7,997	37,726
10	0,285	10,245	3,828	3,860	3,188	4,640	25,761
11	0,198	7,127	2,663	2,685	3,073	2,692	18,241
12	0,189	6,799	1,853	1,868	2,138	2,595	15,252
13	0,144	5,179	1,767	1,300	1,487	1,805	11,538
14	0,110	3,945	1,346	1,240	1,035	1,256	8,821
15	0,083	3,005	1,025	0,944	0,987	0,874	6,835
16	0,064	2,289	0,781	0,719	0,752	0,833	5,374
17	0,048	1,743	0,595	0,548	0,573	0,635	4,094
18	0,000	0,000	0,453	0,417	0,436	0,484	1,790
19	0,000	0,000	0,000	0,318	0,332	0,368	1,018
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,253	0,281	0,534
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,214	0,214
<b>Jumlah</b>							<b>1735,426</b>

**Tabel 2.24** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 5 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf (m <sup>3</sup> /dt/mm)	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
		1	2	3	4	5	
		42,66	11,09	7,78	6,19	4,41	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	44,225	0,000				44,225
2	5,471	233,422	11,495	0,000			244,917
3	12,963	553,055	60,671	8,063	0,000		621,789
4	3,123	133,216	143,751	42,559	6,419	0,000	325,945
5	1,812	77,294	34,626	100,838	33,881	4,576	251,214
6	1,051	44,847	20,090	24,289	80,277	24,150	193,652
7	0,610	26,021	11,657	14,093	19,336	57,219	128,325
8	0,588	25,083	6,763	8,177	11,219	13,782	65,025
9	0,409	17,449	6,520	4,744	6,510	7,997	43,219
10	0,285	12,138	4,535	4,573	3,777	4,640	29,664
11	0,198	8,444	3,155	3,181	3,641	2,692	21,113
12	0,189	8,055	2,195	2,213	2,533	2,595	17,591
13	0,144	6,136	2,094	1,540	1,762	1,805	13,336
14	0,110	4,674	1,595	1,469	1,226	1,256	10,219
15	0,083	3,560	1,215	1,119	1,169	0,874	7,936
16	0,064	2,712	0,925	0,852	0,891	0,833	6,213
17	0,048	2,066	0,705	0,649	0,678	0,635	4,733
18	0,000	0,000	0,537	0,494	0,517	0,484	2,032
19	0,000	0,000	0,000	0,377	0,394	0,368	1,139
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,300	0,281	0,580
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,214	0,214
Jumlah							2033,081

**Tabel 2.25** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 10 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m3/det)
	(m3/dt/mm)	1	2	3	4	5	
		46,31	12,04	8,44	6,72	5,68	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	48,001	0,000				48,001
2	5,471	253,349	12,476	0,000			265,825
3	12,963	600,270	65,851	8,752	0,000		674,872
4	3,123	144,589	156,023	46,193	6,967	0,000	353,772
5	1,812	83,892	37,582	109,446	36,774	5,884	273,578
6	1,051	48,675	21,805	26,363	87,130	31,054	215,028
7	0,610	28,242	12,652	15,296	20,987	73,578	150,755
8	0,588	27,224	7,341	8,875	12,177	17,723	73,340
9	0,409	18,939	7,076	5,149	7,065	10,283	48,512
10	0,285	13,175	4,923	4,964	4,099	5,966	33,127
11	0,198	9,165	3,424	3,453	3,952	3,462	23,456
12	0,189	8,743	2,382	2,402	2,749	3,337	19,613
13	0,144	6,660	2,272	1,671	1,912	2,321	14,837
14	0,110	5,073	1,731	1,594	1,330	1,615	11,343
15	0,083	3,864	1,318	1,214	1,269	1,123	8,789
16	0,064	2,943	1,004	0,925	0,967	1,072	6,911
17	0,048	2,242	0,765	0,705	0,736	0,816	5,264
18	0,000	0,000	0,583	0,537	0,561	0,622	2,302
19	0,000	0,000	0,000	0,409	0,427	0,474	1,310
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,325	0,361	0,686
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,275	0,275
Jumlah							2231,595

**Tabel 2.26** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 25 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
	(m <sup>3</sup> /dt/mm)	1	2	3	4	5	
		50,34	13,08	9,18	7,31	6,17	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	52,181	0,000				52,181
2	5,471	275,414	13,563	0,000			288,977
3	12,963	652,550	71,586	9,514	0,000		733,650
4	3,123	157,182	169,611	50,216	7,574	0,000	384,583
5	1,812	91,199	40,855	118,978	39,977	6,396	297,405
6	1,051	52,915	23,704	28,659	94,719	33,759	233,755
7	0,610	30,702	13,754	16,628	22,815	79,986	163,885
8	0,588	29,595	7,980	9,648	13,238	19,267	79,727
9	0,409	20,588	7,692	5,598	7,681	11,179	52,738
10	0,285	14,322	5,351	5,396	4,456	6,486	36,012
11	0,198	9,963	3,723	3,754	4,296	3,763	25,499
12	0,189	9,504	2,590	2,611	2,988	3,628	21,321
13	0,144	7,240	2,470	1,817	2,079	2,524	16,129
14	0,110	5,514	1,882	1,733	1,446	1,756	12,331
15	0,083	4,200	1,433	1,320	1,380	1,221	9,555
16	0,064	3,200	1,092	1,005	1,051	1,165	7,513
17	0,048	2,437	0,832	0,766	0,800	0,887	5,722
18	0,000	0,000	0,633	0,583	0,610	0,676	2,502
19	0,000	0,000	0,000	0,444	0,464	0,515	1,424
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,354	0,392	0,746
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,299	0,299
Jumlah							2425,954

**Tabel 2.27** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 50 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
	(m <sup>3</sup> /dt/mm)	1	2	3	4	5	
		53,03	13,78	9,67	7,70	6,50	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	54,968	0,000				54,968
2	5,471	290,122	14,287	0,000			304,409
3	12,963	687,397	75,409	10,022	0,000		772,828
4	3,123	165,575	178,669	52,897	7,979	0,000	405,120
5	1,812	96,069	43,036	125,332	42,112	6,738	313,287
6	1,051	55,740	24,970	30,189	99,777	35,562	246,238
7	0,610	32,341	14,488	17,516	24,033	84,258	172,637
8	0,588	31,176	8,406	10,163	13,945	20,295	83,985
9	0,409	21,687	8,103	5,897	8,091	11,776	55,554
10	0,285	15,087	5,637	5,684	4,694	6,832	37,935
11	0,198	10,495	3,921	3,954	4,525	3,964	26,860
12	0,189	10,012	2,728	2,751	3,148	3,821	22,460
13	0,144	7,626	2,602	1,914	2,190	2,658	16,990
14	0,110	5,809	1,982	1,825	1,523	1,849	12,989
15	0,083	4,425	1,510	1,390	1,453	1,286	10,065
16	0,064	3,370	1,150	1,059	1,107	1,227	7,914
17	0,048	2,567	0,876	0,807	0,843	0,935	6,028
18	0,000	0,000	0,667	0,615	0,642	0,712	2,636
19	0,000	0,000	0,000	0,468	0,489	0,542	1,500
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,373	0,413	0,786
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,315	0,315
Jumlah							2555,503

**Tabel 2.28** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 100 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m3/det)
	(m3/dt/mm)	1	2	3	4	5	
		55,48	14,42	10,12	8,05	6,80	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	57,515	0,000				57,515
2	5,471	303,568	14,949	0,000			318,518
3	12,963	719,256	78,904	10,487	0,000		808,646
4	3,123	173,249	186,950	55,349	8,348	0,000	423,896
5	1,812	100,521	45,031	131,141	44,063	7,050	327,807
6	1,051	58,324	26,128	31,588	104,401	37,210	257,651
7	0,610	33,840	15,160	18,328	25,147	88,163	180,638
8	0,588	32,621	8,796	10,634	14,591	21,236	87,877
9	0,409	22,693	8,479	6,170	8,466	12,321	58,129
10	0,285	15,786	5,898	5,948	4,912	7,149	39,693
11	0,198	10,982	4,103	4,138	4,735	4,148	28,105
12	0,189	10,476	2,854	2,878	3,294	3,998	23,501
13	0,144	7,980	2,723	2,002	2,291	2,782	17,778
14	0,110	6,078	2,074	1,910	1,594	1,935	13,591
15	0,083	4,630	1,580	1,455	1,521	1,346	10,531
16	0,064	3,527	1,203	1,108	1,158	1,284	8,281
17	0,048	2,686	0,917	0,844	0,882	0,978	6,307
18	0,000	0,000	0,698	0,643	0,672	0,745	2,758
19	0,000	0,000	0,000	0,490	0,512	0,568	1,569
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,390	0,432	0,822
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,329	0,329
Jumlah							2673,943

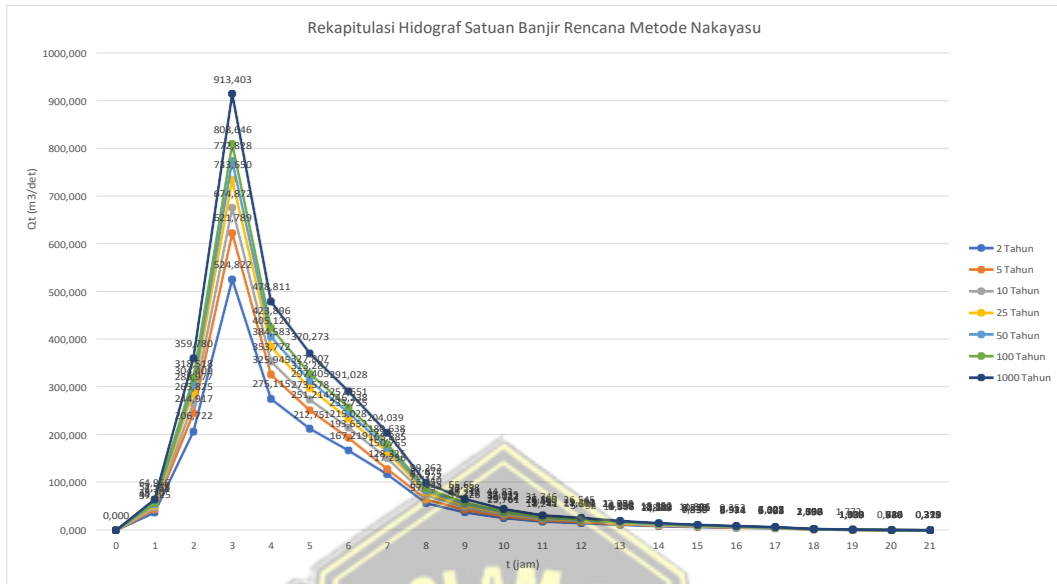


**Tabel 2.29** Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 1000 Tahun

t (jam)	Unit Hidrograf (m <sup>3</sup> /dt/mm)	Curah Hujan Jam Jaman(mm/jam)					Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
		1	2	3	4	5	
		62,67	16,29	11,43	9,10	7,68	
0	0,000	0,000					0,000
1	1,037	64,966	0,000				64,966
2	5,471	342,894	16,886	0,000			359,780
3	12,963	812,432	89,125	11,845	0,000		913,403
4	3,123	195,693	211,168	62,519	9,430	0,000	478,811
5	1,812	113,544	50,865	148,130	49,772	7,963	370,273
6	1,051	65,879	29,512	35,680	117,926	42,030	291,028
7	0,610	38,224	17,123	20,702	28,405	99,584	204,039
8	0,588	36,847	9,935	12,012	16,481	23,987	99,262
9	0,409	25,632	9,577	6,969	9,562	13,918	65,659
10	0,285	17,831	6,662	6,718	5,548	8,075	44,835
11	0,198	12,404	4,635	4,674	5,348	4,685	31,746
12	0,189	11,833	3,224	3,251	3,721	4,516	26,545
13	0,144	9,013	3,076	2,262	2,588	3,142	20,081
14	0,110	6,866	2,343	2,157	1,801	2,186	15,352
15	0,083	5,230	1,785	1,643	1,718	1,520	11,896
16	0,064	3,983	1,359	1,252	1,308	1,450	9,353
17	0,048	3,034	1,035	0,954	0,997	1,105	7,125
18	0,000	0,000	0,789	0,726	0,759	0,842	3,116
19	0,000	0,000	0,000	0,553	0,578	0,641	1,772
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,440	0,488	0,929
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,372	0,372
Jumlah							3020,341

**Tabel 2.30** Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir

t (jam)	Debit (Q) Periode Ulang (m <sup>3</sup> /detik)						
	2	5	10	25	50	100	1000
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	37,328	44,225	48,001	52,181	54,968	57,515	64,966
2	206,722	244,917	265,825	288,977	304,409	318,518	359,780
3	524,822	621,789	674,872	733,650	772,828	808,646	913,403
4	275,115	325,945	353,772	384,583	405,120	423,896	478,811
5	212,751	251,214	273,578	297,405	313,287	327,807	370,273
6	167,219	193,652	215,028	233,755	246,238	257,651	291,028
7	117,236	128,325	150,755	163,885	172,637	180,638	204,039
8	57,034	65,025	73,340	79,727	83,985	87,877	99,262
9	37,726	43,219	48,512	52,738	55,554	58,129	65,659
10	25,761	29,664	33,127	36,012	37,935	39,693	44,835
11	18,241	21,113	23,456	25,499	26,860	28,105	31,746
12	15,252	17,591	19,613	21,321	22,460	23,501	26,545
13	11,538	13,336	14,837	16,129	16,990	17,778	20,081
14	8,821	10,219	11,343	12,331	12,989	13,591	15,352
15	6,835	7,936	8,789	9,555	10,065	10,531	11,896
16	5,374	6,213	6,911	7,513	7,914	8,281	9,353
17	4,094	4,733	5,264	5,722	6,028	6,307	7,125
18	1,790	2,032	2,302	2,502	2,636	2,758	3,116
19	1,018	1,139	1,310	1,424	1,500	1,569	1,772
20	0,534	0,580	0,686	0,746	0,786	0,822	0,929
21	0,214	0,214	0,275	0,299	0,315	0,329	0,372



**Gambar 4.3** Grafik Rekapitulasi satuan Banjir Rencana Metode Nakayasu

Grafik diatas merupakan rekapitulasi hidrograf satuan banjir rencana metode nakayasu, dengan debit puncak terjadi pada jam ke 3, dengan debit banjir pada kala ulang 2 tahun sebesar 524,822 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 5 tahun sebesar 621,789 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 10 tahun sebesar 674,872 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 25 tahun sebesar 733,650 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 50 tahun sebesar 772,828 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 100 tahun sebesar 808,646 m<sup>3</sup>/detik, pada kala ulang 1000 tahun sebesar 913,403 m<sup>3</sup>/detik.

#### 4.5. Analisa Menghitung Kolam Retensi Dan Kapasitas Pompa

Analisa debit banjir saluran drainase hujan periode ulang 10 tahun dengan dataperencanaan sebagai berikut :

Luas catchment area (A) = 400 Ha = 4 km<sup>2</sup>

Koefisien Pengaliran (C) = 0,7

Waktu awal (t<sub>0</sub>) = 10 Menit

Panjang saluran (L) = 5400 m

Kecepatan rata – rata (V) = 1,5 m/det

Hujan rencana kala ulang 10 tahunan (R<sub>i</sub>) = 123,257 mm/hari (lihat tabel 4.3)

Penyelesaian :

1. Waktu Pengaliran sepanjang saluran

$$t_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{5400}{60 \times 1.5} = 60 \text{ Menit}$$

2. Waktu Konsentrasi

$$T_c = t_0 + t_d = 10 + 60 = 70 \text{ Menit}$$

3. Waktu Koefisien penyimpangan :

$$C_s = \frac{2 t_c}{2 t_c + t_d} = \frac{2 \times 70}{(2 \times 70) + 60} = 0,7$$

4. Intensitas hujan :

$$I_t = \frac{Rt}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_t = \frac{123,257}{24} \times \left(\frac{24}{70 \times 60}\right)^{2/3}$$

$$I_t = 38,5 \text{ mm/jam}$$

5. Debit air yang masuk :

$$Q_{in} = 0,278 C \times C_s \times I \times A$$

$$Q_{in} = 0,278 \times 0,7 \times 0,7 \times 38,5 \times 4$$

$$Q_{in} = 21 \text{ m}^3/\text{det}$$

Penyelesaian volume dan kapasitas pompaData yang digunakan :

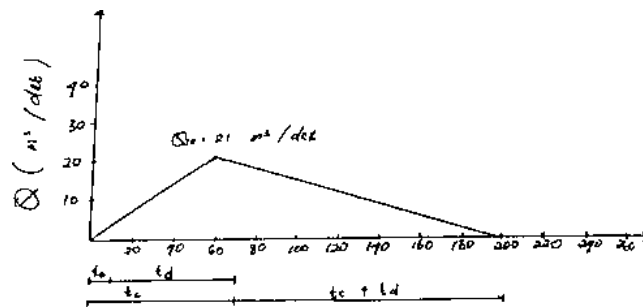
$$T_d = 60 \text{ menit}$$

$$T_c = 70 \text{ menit}$$

$$R_{10 \text{ tahun}} = 123,257 \text{ mm/hari}$$

$$Q_{in} = 21 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari data tersebut akan diperoleh hidrograf sebagai berikut :



**Gambar 4.4 Grafik hidrograf aliran masuk**

Maka akan di dapat perhitungan sebagai berikut :

**Tabel 4.31** Kumulatif aliran masuk  $Q_{in}$  dimensi  $t_c$

Kumulatif Waktu (Menit)	Aliran Masuk (m3/det)	Rata - Rata Aliran Masuk (m3/det)	At	Volume (m3)	Kumulatif Volume 1 (m3)
0	0.00	0.00	1200	0.00	0.00
10	4	2	1200	2400	2400
20	7	5	1200	6000	8400
30	10,5	7,5	1200	9000	17400
40	14	12	1200	14400	31800
50	17,5	15,5	1200	18600	50400
60	21	19	1200	22800	73200
70	19	17	1200	20400	93600
80	17,5	15,5	1200	18600	112200
90	16	14	1200	16800	129000
100	15	13	1200	15600	144600
110	13	11	1200	13200	157800
120	12	10	1200	12000	169800
130	10	8	1200	9600	179400
140	9	7	1200	8400	187800
150	8	6	1200	7200	195000
160	6	4	1200	4800	199800
170	4	2	1200	2400	202200
180	3	1	1200	1200	203400
190	2	0	1200	0	203400

200	0	0	1200	0	203400
210	0	0	1200	0	203400
220	0	0	1200	0	203400
230	0	0	1200	0	203400
240	0	0	1200	0	203400
250	0	0	1200	0	203400
260	0	0	1200	0	203400

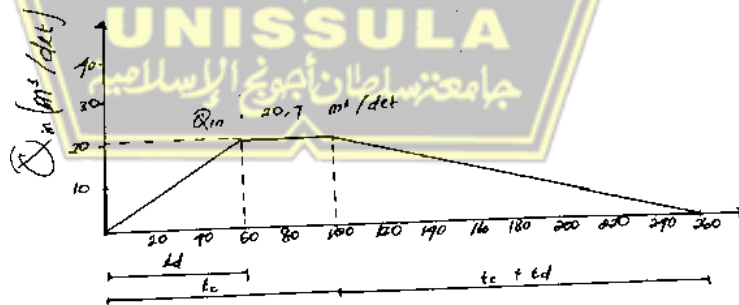
Perhitungan kapasitas inflow, kritis dengan mencoba (*trial & error*)

model hidrograf kondisi kolam retensi kritis  $t_c > t$

$$C_s = \frac{2 t c}{2 t c + t d} = \frac{2 \times 100}{(2 \times 100) + 60} = 0,76$$

$$\begin{aligned} Q_{in} &= 0,278 \cdot C \cdot C_s \cdot i \cdot A \\ &= 0,278 \times 0,7 \times 0,76 \times 35 \times 4 \\ &= 20,7 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Untuk hidrograf aliran masuknya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



**Gambar 4.5** Grafik hidrograf bilqa terjadi waktu kri

Hitung kumulatif volume aliran masuknya dari grafik hidrograf diatas, hasilnya seperti terlihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.32** Kumulatif volume aliran masuk  $Q_{in}$  durasi  $t_c$ 

Kumulatif Waktu (Menit)	Aliran Masuk (m <sup>3</sup> /det)	Rata - Rata Aliran Masuk (m <sup>3</sup> /det)	At	Volume (m <sup>3</sup> )	Kumulatif Volume 2 (m <sup>3</sup> )
0	0,00	0,00	1200	0,00	0,00
10	4	2	1200	2400	2400
20	7,5	5,5	1200	6600	9000
30	10,5	7,5	1200	9000	18000
40	14	12	1200	14400	32400
50	17	15	1200	18000	50400
60	20,7	18,7	1200	22440	72840
70	20,7	20,7	1200	24840	97680
80	20,7	20,7	1200	24840	122520
90	20,7	20,7	1200	24840	147360
100	20,7	20,7	1200	24840	172200
110	19	19,85	1200	23820	196020
120	18	18,85	1200	22620	218640
130	16,5	17,35	1200	20820	239460
140	15,5	16,35	1200	19620	259080
150	14,5	15,35	1200	18420	277500
160	13	13,85	1200	16620	294120
170	12	12,85	1200	15420	309540
180	10,5	11,35	1200	13620	323160
190	9	9,85	1200	11820	334980
200	8	8,85	1200	10620	345600
210	6,5	7,35	1200	8820	354420
220	5	5,85	1200	7020	361440
230	4	4,85	1200	5820	367260
240	3	3,85	1200	4620	371880
250	1,5	2,35	1200	2820	374700
260	0	0,85	1200	1020	375720

Tentukan volume kolam retensi dan kapasitas pompanya Dicoba dengan menggunakan kapasitas pompa 5 m<sup>3</sup>/det dan 10 m<sup>3</sup>/det.

**Tabel 4.33** Analisa volume kolam retensi dan keperluan pompa

Kumulatif Waktu (menit)	Kumulatif Volume 2 (m <sup>3</sup> )	Volume Kumulatif Pompa		Volume Kolam Retensi	
		5 m <sup>3</sup> /det	10 m <sup>3</sup> /det	5 m <sup>3</sup> /det	10 m <sup>3</sup> /det
0	0.00	0	0	0	0
10	2400	1.200	2400	1.200	0
20	9000	4.200	8.400	4.800	600
30	18000	7.200	14.400	10.800	3.600
40	32400	10.200	20.400	22.200	12.000
50	50400	13.200	26.400	37.200	24.000
60	72840	16.200	32.400	56.640	40.440
70	97680	19.200	38.400	78.480	59.280
80	122520	22.200	44.400	100.320	78.120
90	147360	25.200	50.400	122.160	96.960
100	172200	28.200	56.400	144.000	115.800
110	196020	31.200	62.400	164.820	133.620
120	218640	34.200	68.400	184.440	150.240
130	239460	37.200	74.400	202.260	165.060
140	259080	40.200	80.400	218.880	178.680
150	277500	43.200	86.400	234.300	191.100
160	294120	46.200	92.400	247.920	201.720
170	309540	49.200	98.400	260.340	211.140
180	323160	52.200	104.400	270.960	218.760
190	334980	55.200	110.400	279.780	224.580
200	345600	58.200	116.400	287.400	229.200
210	354420	61.200	122.400	293.220	232.020
220	361440	64.200	128.400	297.240	233.040
230	367260	67.200	134.400	300.060	232.860
240	371880	70.200	140.400	301.680	231.480
250	374700	73.200	146.400	301.500	228.300
260	375720	76.200	152.400	299.520	223.320

Dari data tabel di atas di hasilkan volume kolam retensi sebagai berikut :

- Kapasitas pompa 5 m<sup>3</sup>/det, maka volumer kolam retensinya didapat 301.680 m<sup>3</sup>
- Kapasitas pompa 10 m<sup>3</sup>/det, maka volume kolam retensinya didapatkan 233.040 m<sup>3</sup>



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan, pembahasan dan analisis data, peneliti dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen diperoleh curah hujan maksimum sebesar 107,973 mm
2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode HSS Nakayasu diperoleh debit banjir puncak yaitu 12,963 m<sup>3</sup>/debit dengan waktu puncak sebesar 2,865 jam
3. Hasil analisa hidrolika volume kolam retensi yaitu
  - a. Kapasitas pompa 5 m<sup>3</sup>/det, maka volume kolam retensinya didapat 301.680 m<sup>3</sup>
  - b. Kapasitas pompa 10 m<sup>3</sup>/det, maka volume kolam retensinya didapatkan 233.040 m<sup>3</sup>

#### **5.2. Saran**

1. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bisa mempertimbangkan variasi yang lain.
2. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bisa menghitung pasang surut air laut

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvie Cinta Damayanti<sup>1)</sup>, Lily Montarcih Limantara<sup>2)</sup>, Riyanto Harihowo<sup>3)</sup>.  
*Analisis Debit Banjir Rencana*. Departemen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Analisi Hidrograf Aliran Daerah Sungai Keduang Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis*. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Anik Sarminingsih. *Departemen Teknik Lingkungan Hidup, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.
- Asril Zevri. (2017). Analisis Volume Tampung Kolam Retensi DAS Deli Sebagai Salah Satu Upaya Pengendalian Banjir Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara*
- Badan Meteorologi Klimatologi dan geofisika (BMKG) Kota Semarang.
- Craig, R. F., & Soepandji, B. S. (1991). Mekanika tanah. *Erlangga. Jakarta*, 1-40.
- Yulistiyanto, B. (2019). *Metode Numerik Aplikasi Untuk Teknik Sipil*. UGM PRESS.
- Dewi Handayani. (2012). Metode Thiessen Polygon Untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu Pada Wilayah Yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*
- Erman Mawardi. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi Alfabeta: Dipl. AIT Bandung*.2007
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Air, Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana. 2020. Program Mutu Konsultan Supervisi Pembangunan Bendungan Jragung Kab. Semarang. Semarang: Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. Modul Perhitungan Hidrologi Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.

- Kencana, M. R. B. (2020, 30 Oktober). *Penggunaan Aspal Buton untuk Jalan*. Liputan6. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4395477/penggunaan-aspal-buton-untuk-jalan-nasional-capai-793-km>
- Krisnayanti Denik S, dkk. (2020). Perbandingan debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, Gama I dan Limantara pada DAS Raknomo. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1-14.
- Muhammad Iqbal Tias Pratomo<sup>1)</sup>, Sobriyah<sup>2)</sup>, Agus Hari Wahyudi<sup>3)</sup>. Nasional, B. S. (2015). SNI 1729-2015: Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, 289.
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Prosiding Semnastek*.
- Surya Anjaya Putra Adi. (2020). Penelusuran Banjir Pada Waduk Semantok Kabupaten Nganjuk Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Jember. Jawa Timur. Syaifullah M. Dzalim. 2014.
- Tasya Dyta arzita<sup>1)</sup>, Nurhayati<sup>2)</sup>, Danang Gunarto<sup>3)</sup>. *Perhitungan Curah Hujan Efektif*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak
- Validasi Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(2), 109-118
- Yohanes Sandy Setiada, Wisnu Suharto, Diah Setiati. Perhitungan volume kolam retensi Mukhtiharjo kidul Semarang Berdasarkan Data Curah Hujan Harian Maksimum Kawasan Kali Tenggang
- Zuliana Fitriyanti. (2015). Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Debit Banjir Di Wilayah DAS Sungai Karang Mumus