

LAPORAN PENELITIAN



REKOMENDASI PENAMBAHAN VOLUME KOLAM RETENSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR DI DESA SUSUKANKECAMATAN UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

Tim Penelitian:

Ketua:

Ratih Pujiastuti, ST., MT.

NIDN. 0623068302

Anggota:

Ir. Totok Apriyanto, MT.

NIDN. 0019046101

Anita Khairul

NIM. 19210011

Diyah Fatmawati

NIM. 19210013

UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
(UNDARIS)
UNGERAN
2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Rekomendasi Penambahan Volume Kolam Retensi Untuk Pengendalian Banjir di Desa Susukan Kec. Ungaran Timur, Kab. Semarang

Pelaksana :

Ketua:

- a. Nama Lengkap : Ratih Pujiastuti, ST., MT.
- b. NIDN : 0623068302
- c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- d. Program Studi : Teknik Sipil
- e. Fakultas : Teknik, UNDARIS
- f. Nomor HP : 085743401773

Anggota 1:

- a. Nama Lengkap : Ir. Totok Apriyanto, MT.
- b. NIDN : 0019046101
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Teknik Sipil
- e. Fakultas : Teknik, UNDARIS

Anggota 2:

- a. Nama Lengkap : Anita Khairul
- b. NIM : 19210011

Anggota 3:

- a. Nama Lengkap : Diyah Fatmawati
- b. NIM : 19210013

Lama Penelitian : Maret 2023 – September 2023


Biaya Penelitian : Rp. 8.000.000,-

Sumber Dana : Mandiri

Ungaran, September 2023

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik
UNDARIS



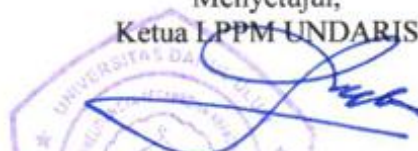

Abdullah, ST., MT.
NIDN. 0606119601

Ketua Tim Penelitian



Ratih Pujiastuti, ST., MT
NIDN. 0623068302

Menyetujui,
Ketua LPPM-UNDARIS


Drs. Soetomo, M.Pd
NIDN. 001096002

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang terjadi di suatu kawasan akibat ketidakmampuan saluran atau banyak dialiri oleh sungai alam. Dalam mengatasi permasalahan banjir yang terjadi di Kelurahan Susukan Kecamatan Susukan Kecamatan Ungaran Timur Pemerintah Kabupaten Semarang telah melakukan penanganan dengan melakukan pembangunan kolam retensi. Penelitian ini bertujuan untuk mereview desain kolam tersebut.

Pada penelitian ini diperlukan data topografi, data pencatatan curah hujan dan data tanah geoteknik. Adapun analisa yang dilakukan antara lain delinasi daerah aliran sungai (DAS), analisa hidrologi yang meliputi curah hujan DAS, debit banjir rencana, flood routing dan perhitungan stabilitas bangunan pelimpah.

Dari hasil analisa hidrologi diperoleh nilai debit banjir dengan metode hidrograf satuan gamma I kala ulang 5 tahun sebesar $21,53 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dalam penelusuran banjir didapat nilai outflow sebesar $21,11 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan tinggi limpahan sebesar 1,65 m. Rekomendasi desain pelimpah berupa ambang type ogee dengan lebar 5 m, sedang panjang 9 m.

Kata Kunci: *Kolam Retensi, Debit Banjir, Penelusuran Banjir*

ABSTRACT

Floods are natural disasters that occur in an area due to the inability of drainage channels or many rivers, in overcoming the flooding problem that occurred a problem that occurred in Susukan Village, Susukan District, East Ungaran District, the Semarang Regency Government has taken action by constructing a retention pond. This research aims to review design of the retention pond.

This research required topographic data, rainfall recording data and geotechnical soil data. The analysis carried out catchment area (DAS) delineation, hydrological analysis which includes watershed rainfall, planned flood discharge, flood routing and calculating the stability of the spillway building.

From the results of the hydrological analysis, the flood discharge value obtained using the gamma I unit hydrograph method for a 5-year return period was 21,53 m³/second. In flood investigations, an outflow value of 21.11 m³/second was obtained with an overflow height of 1,65 m. The recommended design is an ogee type threshold with a width is 5 m, a length is 9 m.

Keywords: *Retention Pond, Flood Discharge, Flood Routing*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Penelitian ini dengan judul ” Rekomendasi Penambahan Volume Kolam Retensi Untuk Pengendalian Banjir di Desa Susukan Kec. Ungaran Timur, Kab. Semarang”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi desain untuk penambahan volume guna pengendalian banjir pada kolam retensi di Desa Susukan Kab. Semarang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan ini, yaitu kepada:

1. Rektor UNDARIS Ungaran
2. Ketua LPPM UNDARIS
3. Dekan Fakultas Teknik UNDARIS
4. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran dan tersusunnya laporan ini.

Kami menyadari laporan ini masih banyak kekurangan. Untuk itu masukan berupa kritik dan saran kami harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Ungaran, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	2
ABSTRACT	3
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Penelitian.....	3
BAB II STUDI PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Banjir	5
2.2 Kolam Detensi Dan Retensi.....	6
2.3 Analisis Hidrologi.....	8
2.3.1 Daerah aliran sungai (DAS).....	8
2.3.2 Curah Hujan Area.....	9
2.3.3 Analisis Frekuensi	13
2.3.4 Debit Banjir Rencana.....	16
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Pengumpulan Data	21
3.2 Metode Analisis	21
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN	23
4.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)	23
4.2 Data Teknis Kolam Retensi	23
4.3 Penentuan Luas Pengaruh Stasiun Hujan	24
4.4 Analisis Curah Hujan.....	25
4.4.1 Analisis Curah Hujan Area	25

4.4.2	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana	26
4.4.3	Intensitas Curah Hujan	26
4.5	Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	27
4.5.1	Debit Banjir Rencana Metode HSS Gamma I.....	27
4.6	Flood Routing	31
4.6.1	Flood Routing Eksisting	31
4.6.2	Flood Routing Rencana	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Kondisi Persawahan Kampung Pulo Saat Banjir	2
Gambar 1-2. Kolam Retensi Susukan	2
Gambar 1-3. Lokasi Kolam Retensi Susukan.....	4
Gambar 2-1. Kolam retensi tipe di samping badan sungai.....	6
Gambar 2-2. Kolam retensi tipe di dalam badan sungai	6
Gambar 2-3. Kolam retensi tipe storage memanjang	6
Gambar 2-3. Sistem polder dengan pompa dan kolam di samping sungai.....	7
Gambar 2-3. sistem polder dengan pompa dan kolam di dalam badan sungai.....	7
Gambar 2-3. Sistem polder dengan pompa dan kolam tipe storage memanjang.....	7
Gambar 2-7. Poligon <i>Thiessen</i> (Soemarto, 1999)	11
Gambar 2-8. Metode Isohyet (Soemarto, 1999).....	12
Gambar 3-1. Bagan alir penelitian	22
Gambar 4-1. DAS Kolam Retensi Susukan.....	24
Gambar 4-2. Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS	25
Gambar 2-3. Sketsa Penentuan Ordo, Pertemuan Sungai, Penentuan W_i dan W_u	29
Gambar 4-4. Grafik Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Gamma I.....	30
Gambar 4-5. Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan.....	30
Gambar 4-6. Hubungan antara S dan H Eksisting.....	31
Gambar 4-7. Hubungan antara O dan α_2 Eksisting	32
Gambar 4-8. Hubungan antara S dan H Redesain.....	34
Gambar 4-9. Hubungan antara O dan α_2 Redesain.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Koefisien pengaliran (C) (Loebis, 1987)	17
Tabel 4-1. Tabel Curah Hujan Maksimum Tahunan	26
Tabel 4-2. Distribusi Sebaran Metode Log Person III.....	26
Tabel 4-3. Intensitas Curah Hujan	27
Tabel 4-4. Unit Resesi Hidrograf	29
Tabel 4-5. Hubungan antar tinggi peluapan (head, H), O, S Eksisting	31
Tabel 4-6. Hitungan Flood Routing Kolam Retensi Eksisting.....	32
Tabel 4-7. Hubungan antar tinggi peluapan (head, H), O, S Redesain	33
Tabel 4-8. Hitungan Flood Routing Kolam Retensi Redesain	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan bencana alam yang terjadi di suatu kawasan akibat ketidakmampuan saluran atau sungai. Bencana banjir mengakibatkan kerugian bagi masyarakat pada banyak sektor seperti kesehatan, ekonomi dan transportasi. Kejadian banjir yang menggenangi areal persawahan, dapat menyebabkan turunnya produktivitas lahan. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap tingkat ekonomi masyarakat khususnya petani.

Pada wilayah persawahan Kampung Pulo Kelurahan Susukan merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi banjir khususnya saat musim penghujan. Secara administratif wilayah ini masuk ke Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang. Kejadian banjir pada wilayah ini dikarenakan ketika musim penghujan menerima aliran air dengan debit yang cukup besar sehingga terjadi luapan pada saluran dan sungai. Topografi pada daerah hulu yang curam serta semakin berkurangnya daerah resapan air di wilayah tersebut memicu daerah ini menjadi langganan terendam banjir.

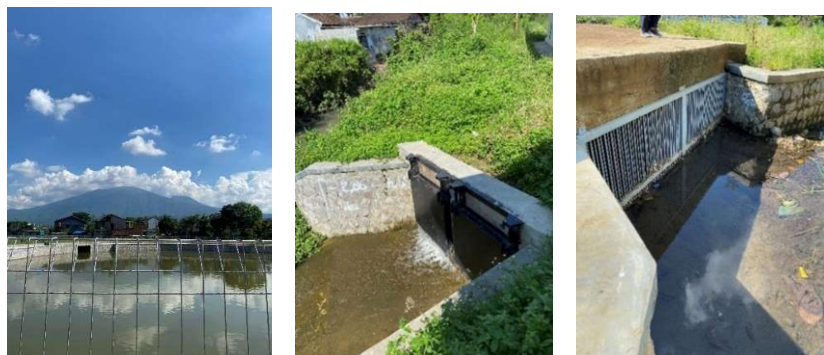
Berdasarkan data kualitatif dari masyarakat di sekitar Kampung Pulo Susukan bahwa ketika debit air cukup besar, ketinggian banjir mencapai 80 cm atau 10 cm di atas badan jalan sehingga merendam seluruh persawahan. Sebagai contoh pada tanggal 30 Maret 2010 banjir merendam kawasan persawahan Kampung Pulo dilansir dari data kuantitatif bidang sumber daya air Kabupaten Semarang dapat dilihat pada Gambar 1. 1 Kondisi persawahan Kampung Pulo saat banjir. Genangan banjir menyebabkan tanaman porak – poranda dan menimbulkan kerugian bagi petani. Hal tersebut sangat memprihatinkan mengingat pada wilayah tersebut merupakan persawahan yang luas, akibat dari banjir tersebut menyebabkan petani rugi dan gagal panen. Banjir juga berpengaruh terhadap Dusun Pulo yang menjadi terisolir karena lokasinya yang berada di tengah persawahan.



Gambar 1-1. Kondisi Persawahan Kampung Pulo Saat Banjir

Sumber : Dokumentasi 2010 Bidang Sumber Daya Air Kabupaten Semarang

Dalam mengatasi permasalahan banjir yang terjadi di wilayah persawahan Kampung Pulo Kelurahan Susukan Kecamatan Ungaran Timur, Pemerintah Kabupaten Semarang telah melakukan penanganan dengan melakukan pembangunan kolam retensi. Kolam Retensi Susukan Ungaran Timur sebagai bangunan pengendali banjir di area persawahan Kampung Pulo Dusun Mojo Kelurahan Susukan Kecamatan Ungaran Timur. Kolam retensi selesai dibangun pada bulan desember tahun 2022. Sistem Kolam Retensi Susukan Ungaran Timur terdiri dari kolam retensi atau kolam tampung dengan luas 3500 m² dengan kedalaman 3,5m dan kapasitas tampungan 24.000 m³. Luas daerah tangkapan kolam ini mencapai 20.16 km². Kolam ini dilengkapi dengan rumah pompa dengan luas 2 x 6 m dan Pompa Air Kubota RD 150 tenaga 15 Hp/2400 dengan jumlah 1 unit. Fungsi pompa hanya digunakan untuk pengurasan kolam, tidak untuk operasional saat banjir. Pada saat banjir, air limpahan dari kolam dikeluarkan melewati *box culvert* dengan ukuran 1x1m.



Gambar 1-2. Kolam Retensi Susukan

Melihat ukuran bangunan pelimpah existing yang ada, jika dibandingkan dengan volume kolam dan luasan daerah tangkapannya dikhawatirkan bangunan tersebut tidak mampu menampung air limpahan pada saat banjir. Jika terjadi hal tersebut, air akan

melimpastanggul dan meluap ke sekitar kolam retensi. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan peninjauan ulang khususnya pada penelusuran banjir di kolam guna menentukan dimensi bangunan pelimpah yang sesuai.

1.2 Maksud dan Tujuan

a. Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan optimalisasi Kolam Retensi Susukan Ungaran Timur dalam mengatasi banjir di wilayah persawahan Kampung Pulo Dusun Mojo Kelurahan Susukan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang.

b. Tujuan

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung Curah Hujan,
- b. Menghitung Debit Banjir,
- c. Analisis Penelusuran Banjir,
- d. Rekomendasi Desain.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berapakah debit aliran air yang dapat ditampung pada kolam retensi?
- b. Bagaimana optimalisasi kolam retensi Kelurahan Susukan dalam mengatasi banjir di wilayah Ungaran Timur?

1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Data topografi diambil dari BIG (Badan Informasi Geospasial) berupa peta rupa bumi skala 1 : 25.000 dengan kontur per 12,5 m,
- b. Debit banjir dianalisa dengan metode hidrograf satuan sintetik gamma I.

1.5 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini kolam retensi terletak di Jl. Brigjen Katamso, Mojo, Kelurahan Susukan, Kecamatan Ungaran Timur. Kolam retensi sebagai bangunan pengendali banjir di wilayah Kelurahan Susukan, berdiri di tanah seluas 6.000 m² dengan luas kolam retensi

3.000 m² yang dapat menampung air sebanyak 24.000 m³.



Gambar 1-3. Lokasi Kolam Retensi Susukan

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Pengertian Banjir

Banjir terjadi ketika curah hujan dan limpasan melebihi kapasitas alur sungai untuk mengangkut debit aliran yang meningkat. (Arsyad, 2006) menjelaskan bahwa banjir yang menggenangi kawasan perkotaan atau pedesaan maupun pertanian pada musim hujan terjadi sebagai akibat tidak tertampungnya aliran permukaan yaitu air yang mengalir di permukaan tanah oleh sungai dan saluran air lainnya. Di Indonesia, pada kota-kota besarnya hampir semuanya berada di dataran banjir, antara lain seperti Jakarta, Semarang, Surabaya, Bandung.

Banjir terjadi akibat tingginya curah hujan yang turun, sedangkan drainase internal tidak mampu mengalirkan air dengan baik. Karena itu perlu untuk dilakukan manajemen air dengan baik dan terintegrasi mulai dari kawasan hulu sampai hilir. Di Kabupaten Semarang, sungai dan kanal digunakan sebagai media tampungan air (*long storage*), saluran pembawa (*conveyor drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Namun seiring dengan pertumbuhan penduduk dan semakin luasnya permukiman, lahan rawa, sungai dan kanal yang berfungsi sebagai kawasan tampungan air semakin berkurang dan menyusut. Meningkatnya kewaspadaan terhadap permasalahan banjir di area persawahan Kampung Pulo Dusun Mojo Kelurahan Susukan Kabupaten Semarang kini dapat teratasi dengan dibangunnya Kolam Retensi Susukan Ungaran Timur.

Strategi dalam penanganan banjir di area persawahan Kampung Pulo Dusun Mojo Kelurahan Susukan Kabupaten Semarang yaitu dengan penggunaan air yang jatuh ke tanah seefisien mungkin dan pengaturan waktu aliran yang tepat, sehingga tidak terjadi banjir yang merusak pada musim hujan dan terdapat air pada musim kemarau. Konsep dasar pengembangan drainase berkelanjutan yaitu dengan meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian serta memperbaiki dan konservasi lingkungan (Suripin, 2004).

Seiring dengan selesainya pembangunan kolam retensi susukan ungaran timur pada tahun 2022, maka perlu dilaksanakan evaluasi terhadap keberadaan bangunan tersebut, apakah sudah berfungsi baik dalam mengatasi banjir, kegiatan operasi dan pemeliharaan yang telah dilaksanakan apakah sudah berjalan sesuai prosedur, supaya

fungsi dari kolam retensi dapat berlangsung lama.

2.2 Kolam Detensi Dan Retensi

Tipe kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon ada 2 (dua) tipe yaitu:

1. Kolam retensi terletak di samping badan saluran atau sungai



Gambar 2-1. Kolam retensi tipe di samping badan sungai

2. Kolam retensi terletak di dalam badan sungai



Gambar 2-2. Kolam retensi tipe di dalam badan sungai

3. Kolam retensi tipe storage memanjang



Gambar 2-3. Kolam retensi tipe storage memanjang

Alternatif Tipe Polder, Antara Lain:

- 1) Sistem polder dengan pompa dan kolam di samping badan saluran atau sungai



Gambar 2-4. Sistem polder dengan pompa dan kolam di samping sungai

- 2) Sistem polder dengan pompa dan kolam di dalam badan saluran atau sungai



Gambar 2-5. sistem polder dengan pompa dan kolam di dalam badan sungai

- 3) Sistem polder dengan pompa dan kolam tipe storage memanjang



Gambar 2-6. Sistem polder dengan pompa dan kolam tipe storage memanjang

1. Stasiun Rumah Pompa

Stasiun rumah pompa merupakan tempat utama pengendalian drainase sistem polder dan kolam retensi, didalamnya terdapat rumah pompa, pompa, panel operasional pompa, rumah jaga, dan gudang (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

2. Saringan sampah atau *Trash Rack*

Saringan sampah atau *Trash Rack* adalah suatu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

2.3 Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi, seperti besarnya curah hujan, temperature, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu. Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan Sebagian data hidrologi yang dikumpulkan (Soewarno, 1995).

Langkah-langkah analisis hidrologi sebagai berikut:

- a. Menentukan luas daerah aliran sungai (DAS)
- b. Menentukan hujan kawasan
- c. Menentukan distribusi probabilitas untuk analisis frekuensi
- d. Menentukan curah hujan rencana periode ulang T tahun
- e. Menghitung debit banjir rencana untuk periode ulang T tahun

2.3.1 Daerah aliran sungai (DAS)

Daerah aliran sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Dalam skala luasan kecil DAS disebut *Cathment Area* adalah suatu wilayah daratan

yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama dan akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut.

2.3.2 Curah Hujan Area

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan/ penelitian pembuatan embung. Ketetapan dalam memilih lokasi dan peralatan baik curah hujan maupun debit merupakan faktor yang menentukan kualitas data yang diperoleh. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) pada waktu yang sama (Sosrodarsono dan Takeda, 1993).

Data hujan yang digunakan direncanakan selama 11 tahun sejak Tahun 1999 hingga Tahun 2009 (data terlampir). Menurut data dari BMKG Stasiun Klimatologi Semarang, untuk daerah peta DAS dipilih tiga stasiun hujan yaitu Stasiun Gunung Pati (No Sta. 46), Stasiun Susukan (No Sta. 64) dan Stasiun Pagersari (No Sta. 70a).

Curah hujan wilayah ini dapat diperhitungkan dengan beberapa cara, antara lain :

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan yang didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos penakar hujan di dalam areal tersebut. Jadi cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal (Soemarto, 1999).

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

di mana :

\bar{d} = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

d_1, d_2, d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n (mm)

n = banyaknya pos penakar

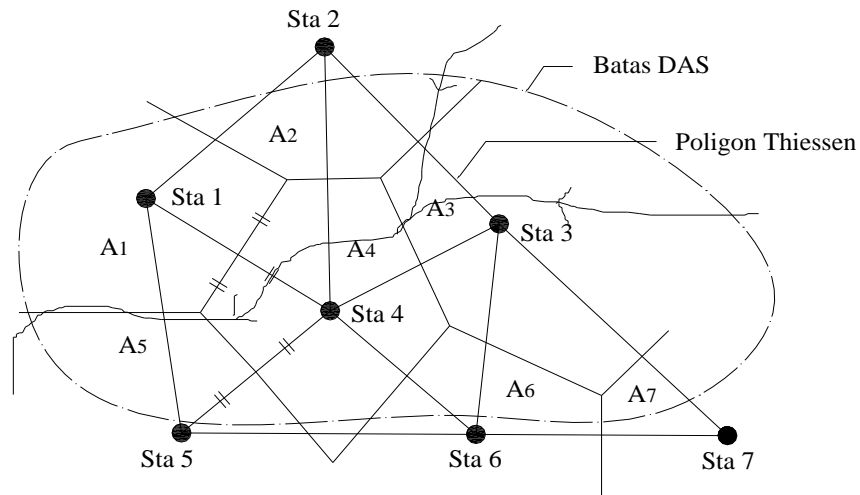
2. Metode Poligon Thiessen

Cara ini berdasar rata-rata timbang (*weighted average*). Metode ini sering digunakan pada analisis hidrologi karena lebih teliti dan obyektif dibanding metode lainnya, dan dapat digunakan pada daerah yang memiliki titik pengamatan yang tidak merata. Cara ini adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobotan atau Koefisien *Thiessen*. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya Koefisien *Thiessen* tergantung dari luas daerah pengaruh stasiun hujan yang dibatasi oleh poligon-poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung stasiun. Setelah luas pengaruh tiap-tiap stasiun didapat, maka Koefisien *Thiessen* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini dan diilustrasikan pada Gambar 2.1 (Soemarto, 1999).

$$C = \frac{A_i}{A_{total}}$$
$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

di mana :

- C = Koefisien *Thiessen*
A_i = Luas pengaruh dari stasiun pengamatan i (km²)
A = Luas total dari DAS (km²)
 \bar{R} = Curah hujan rata-rata (mm)
R₁, R₂, ..., R_n = Curah hujan pada setiap titik stasiun hujan (mm)
n = Banyaknya stasiun hujan



Gambar 2-7. Poligon *Thiessen* (Soemarto, 1999)

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada metode ini adalah sebagai berikut :

- Jumlah stasiun pengamatan minimal tiga buah stasiun;
- Penambahan stasiun akan mengubah seluruh jaringan;
- Topografi daerah tidak diperhitungkan dan stasiun hujan tidak tersebar merata.

3. Metode Rata-Rata Isohyet

Dengan cara ini, kita dapat menggambar dulu kontur tinggi hujan yang sama (*isohyet*). Kemudian luas bagian diantara *isohyet-isohyet* yang berdekatan diukur, dan nilai rata-rata dihitung sebagai nilai rata-rata timbang nilai kontur, kemudian dikalikan dengan masing-masing *isohyets*. Hasilnya dipindahkan dan dibagi dengan total daerah, maka akan didapat curah hujan areal yang dicari, seperti ditulis pada persamaan di bawah ini (Soemarto, 1999).

$$\bar{R} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} A_1 + \frac{R_3 + R_4}{2} A_2 + \dots + \frac{R_n + R_{n-1}}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

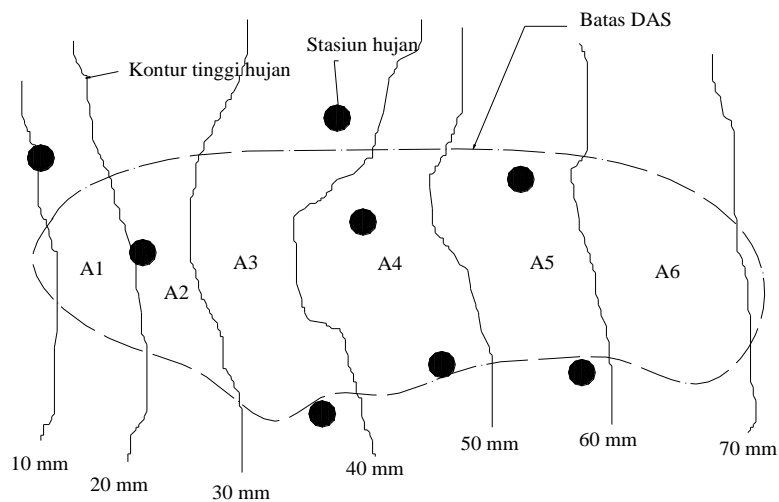
dimana :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di garis *Isohyet* (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian yang dibatasi oleh *Isohyet-Isohyet* (km²)

Metode *Isohyet* adalah cara yang paling teliti untuk mendapatkan hujan areal rata-rata, tetapi memerlukan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat yang memungkinkan untuk membuat *isohyet*. Pada saat menggambar garis-garis *isohyet*, sebaiknya juga memperhatikan pengaruh bukit atau gunung terhadap distribusi hujan (hujan *orografik*). Untuk lebih jelasnya mengenai metode ini dapat diilustrasikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2-8. Metode Isohyet (Soemarto, 1999)

Dalam analisis curah hujan diperlukan data lengkap dalam arti kualitas dan panjang periode data. Data curah hujan umumnya ada yang hilang dikarenakan sesuatu hal atau dianggap kurang panjang jangka waktu pencatatannya. Untuk melengkapi data yang hilang atau rusak diperlukan data dari stasiun lain yang memiliki data lengkap dan diusahakan letak stasiunnya paling dekat dengan stasiun yang hilang datanya. Untuk perhitungan data yang hilang digunakan rumus yaitu (Soemarto, 1999).

$$R_x = \frac{1}{n} \left(\frac{\bar{R}_x}{R_A} R_A + \frac{\bar{R}_x}{R_B} R_B + \dots + \frac{\bar{R}_x}{R_N} R_N \right)$$

dimana :

R_x = Curah hujan di stasiun x yang akan dilengkapi (mm)

\bar{R}_x = Curah hujan rata-rata di stasiun x (mm)

R_A, R_B, \dots, R_N = Curah hujan di sta A, sta B, sampai sta N (mm)

$\bar{R}_A, \bar{R}_B, \dots, \bar{R}_N$ = Curah hujan rata-rata sta A, sta B, sampai sta N (mm)

n = Jumlah stasiun yang menjadi acuan

2.3.3 Analisis Frekuensi

Penentuan jenis metode akan digunakan untuk analisis frekuensi dilakukan dengan beberapa asumsi sebagai berikut :

- Metode Gumbel Tipe I
- Metode Log Pearson Tipe III
- Metode Log Normal
- Metode Normal

1. Metode Gumbel Tipe I

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan Metode Gumbel Tipe I digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n}(Y_T - Y_n)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Hubungan antara periode ulang T dengan Y_T dapat dihitung dengan rumus (Soemarto, 1999) :

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right]$$

dimana :

X_T = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun (mm)

\bar{X} = Nilai rata-rata hujan (mm)

S = Deviasi standar (simpangan baku)

Y_T = Nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, seperti dituliskan pada Tabel 2.3

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat (*reduce mean*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1

S_n = Deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standart deviation*) nilainya tergantung dari jumlah data (n)

2. Metode Log Pearson Tipe III

Metode Log Pearson III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan

merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$Y = \bar{Y} + K.S$$

di mana :

Y = Nilai logaritmik dari X atau log X

X = Curah hujan (mm)

\bar{Y} = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log-Pearson Tipe III, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.4

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.
2. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut :

$$\overline{\log(X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n}$$

dimana :

$\overline{\log(X)}$ = Harga rata-rata logaritmik

n = Jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap tahun (R_{24} maks) (mm)

3. Menghitung harga deviasi standarnya (Sd) dengan rumus berikut :

$$Sd \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^2}{n-1}}$$

dimana :

Sd = Deviasi standar

4. Menghitung koefisien *skewness* (Cs) dengan rumus :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

dimana :

C_s = Koefisien *skewness*

5. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$\text{Log}(X_T) = \overline{\log(X)} + K \cdot S_d$$

dimana :

X_T = Curah hujan rencana periode ulang T tahun (mm)

K = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s yang didapat
(Tabel 2.4)

6. Menghitung koefisien kurtosis (C_k) dengan rumus :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4}$$

dimana :

C_k = Koefisien kurtosis

7. Menghitung koefisien variasi (C_v) dengan rumus :

$$C_v = \frac{S_d}{\overline{\log(X)}}$$

dimana :

C_v = Koefisien variasi

S_d = Deviasi standar

3. Metode Log Normal

Metode log normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$X_T = \bar{X} + Kt \cdot S$$

dimana :

X_T = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang T tahun.

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar Deviasi data hujan maksimum tahunan

Kt = *Standard Variable* untuk periode ulang T tahun yang besarnya diberikan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.5

4. Metode Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga disttibusi Gauss.

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

dimana :

X_T = Besarnya curah hujan dengan periode ulang T tahun.

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

Sd = Standar Deviasi data hujan maksimum

Kt = Standard Variable untuk periode ulang 1 tahun

2.3.4 Debit Banjir Rencana

Untuk mencari debit banjir rencana dapat digunakan beberapa metode diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode ini paling banyak dikembangkan sehingga didapat beberapa rumus diantaranya sebagai berikut (Subarkah, 1980) yaitu :

1. Metode Rasional

Rumus yang dipakai yaitu :

$$Q_t = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} = 0,278.C.I.A$$

$$R = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$T_c = \frac{L}{W}$$

$$W = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6}$$

dimana :

Q_t = Laju aliran permukaan (debit) banjir puncak (m^3/dtk)

C = Koefisien pengaliran atau limpasan

R = Intensitas hujan selama 1 jam (mm/jam)

A = Luas DAS

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai (km)

H = Beda tinggi (km)

W = Kecepatan perambatan banjir (km/jam)

Koefisien pengaliran/ *run off* (C) tergantung dari faktor-faktor daerah pengalirannya, seperti jenis tanah, kemiringan, vegetasi, luas, bentuk daerah pengaliran sungai (Loebis, 1987).

Tabel 2-1. Koefisien pengaliran (C) (Loebis, 1987)

Type Daerah Aliran		Harga C
Perumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0,05-0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah pasir, curam 7%	0,15-0,20
	Tanah gemuk, datar 2%	0,13-0,17
	Tanah gemuk rata-rata 2-7%	0,18-0,22
	Tanah gemuk, curam 7%	0,25-0,35
Business	Daerah kota lama	0,75-0,95
	Daerah pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Daerah "single family"	0,30-0,50
	"multi unit"terpisah-pisah	0,40-0,60
	"multi unit"tertutup	0,60-0,75
	"sub urban"	0,25-0,40
	daerah rumah-rumah apartemen	0,50-0,70
Industri	Daerah ringan	0,50-0,80
	Daerah berat	0,60-0,90
Pertamanan		0,10-0,25
Tempat bermain		0,20-0,35
Halaman kereta api		0,20-0,40

2. Metode Der Weduwen

Perhitungan debit banjir dengan Metode *Der Weduwen* digunakan untuk luas DAS $\leq 100 \text{ km}^2$ dan $t = 1/6$ jam sampai 12 jam digunakan rumus (Loebis, 1987) :

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n A$$

$$t = 0,25LQ_t^{-0,125} I^{-0,25}$$

$$\beta = \frac{120 + ((t + 1)(t + 9))A}{120 + A}$$

$$q_n = \frac{R_n}{240} \frac{67,65}{t + 1,45}$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q_n + 7}$$

dimana :

Qt = Debit banjir rencana (m³/det)

Rn = Curah hujan maksimum (mm/hari)

α = Koefisien pengaliran atau limpasan (*run off*) air hujan

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = Debit persatuan luas (m³/det.km²)

t = Waktu konsentrasi (jam)

A = Luas DAS sampai 100 km² (km²)

L = Panjang sungai (km)

I = Gradien sungai atau medan

3. Metode Haspers

Untuk menghitung besarnya debit dengan metode Haspers digunakan persamaan sebagai berikut (Loebis, 1987) :

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

Koefisien Run Off (α)

$$\alpha = \frac{1 + 0.012f^{0.7}}{1 + 0.75f^{0.7}}$$

Koefisien Reduksi (β)

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3.7 \times 10^{-0.4t}}{t^2 + 15} \times \frac{f^{3/4}}{12}$$

Waktu konsentrasi (t)

$$t = 0.1 L^{0.8} I^{0.3}$$

Intensitas Hujan

- Untuk $t < 2$ jam

$$Rt = \frac{tR24}{t + 1 - 0.0008 \cdot (260 - R24)(2 - t)^2}$$

- Untuk $2 \text{ jam} \leq t \leq 19 \text{ jam}$

$$R_t = \frac{tR_{24}}{t+1}$$

- Untuk $19 \text{ jam} \leq t \leq 30 \text{ jam}$

$$R_t = 0.707R_{24}\sqrt{t+1}$$

dimana t dalam jam dan R_t, R_{24} (mm)

dimana :

Q_t = Debit banjir rencana dengan periode T tahun (m^3/det)

α = Koefisien pengaliran (tergantung daerah lokasi embung)

β = Koefisien reduksi

q_n = Debit persatuan luas ($\text{m}^3/\text{det} \cdot \text{km}^2$)

A = Luas DAS (km^2)

R_t = Curah hujan maksimum untuk periode ulang T tahun (mm)

T = Waktu konsentrasi (jam)

I = Kemiringan sungai

H = Perbedaan tinggi terjauh DAS terhadap titik yang ditinjau (km)

Debit per satuan luas (q_n)

$$q_n = \frac{Rn}{3,6 \cdot t}$$

dimana :

t = Waktu konsentrasi (jam)

Rn = Curah hujan maksimum (mm/hari)

q_n = Debit persatuan luas ($\text{m}^3/\text{Km}^2/\text{det}$)

Adapun langkah-langkah dalam menghitung debit puncaknya adalah sebagai berikut (Loebis, 1987) :

- Menentukan besarnya curah hujan sehari (R_h rencana) untuk periode ulang rencana yang dipilih.
- Menentukan koefisien *run off* untuk daerah aliran sungai.
- Menghitung luas daerah pengaliran, panjang sungai dan gradien sungai untuk DAS.

- d. Menghitung nilai waktu konsentrasi, koefisien reduksi, intensitas hujan, debit per satuan luas dan debit rencana.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Pengumpulan Data

Setiap perencanaan akan membutuhkan data-data pendukung baik data primer maupun data sekunder (Soedibyo, 1993). Dalam Review Desain Kolam Retensi Untuk Pengendalian Banjir Di Desa Susukan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang ini data yang dikumpulkan adalah :

1. Peta Topografi

Data ini digunakan untuk menentukan elevasi dan tata letak lokasi dimana kolam retensi didirikan. Untuk keperluan ini diperlukan peta topografi dengan skala 1 :

25.000 dengan kontur per 12,5 m. Peta ini didapat dari Indonesia Geospatial Portal, yang dapat diakses pada <https://tanahair.indonesia.go.id>.

2. Data Curah Hujan

Data ini berupa data curah hujan sepanjang 10 Tahun (misal 2012-2022).

Data curahhujan digunakan untuk :

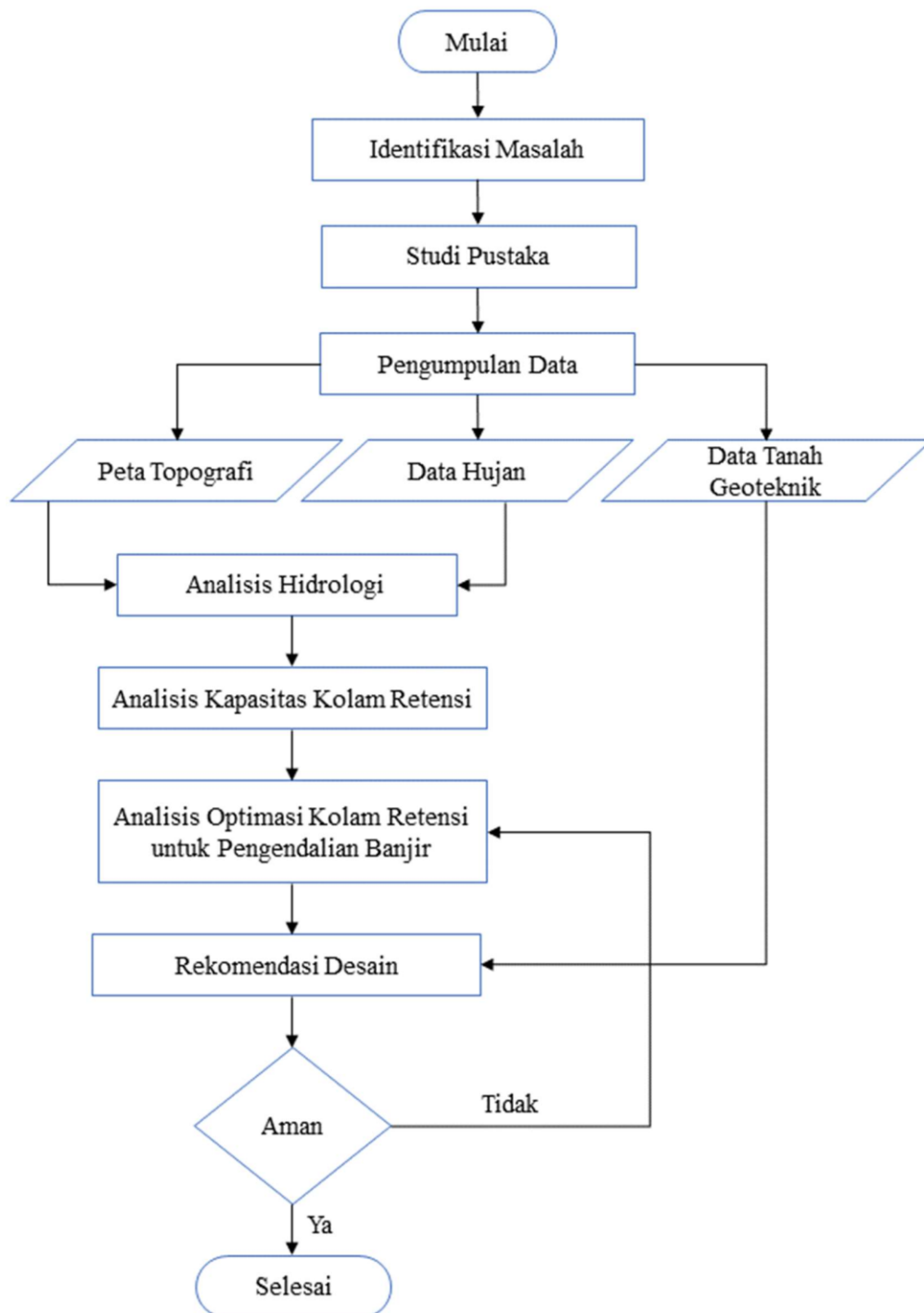
- Perhitungan Hujan Rancangan,
- Perhitungan Debit Banjir Rencana.

3. Data Geoteknik Tanah

Data ini berupa data tegangan tanah dari hasil uji sondir yang dilakukan oleh Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Semarang.

3.2 Metode Analisis

1. Analisa curah hujan rencana
2. Debit banjir rencana
3. Penelusuran banjir
4. Desain pelimpah kolam retensi



Gambar 3-1. Bagan alir penelitian

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dari lokasi Kolam Retensi dapat ditentukan batas daerah aliran sungai dengan melihat titik hulu sungai dan menarik garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kontur tertinggi sebelah kiri dan kanan sungai yang ditinjau (Soemarto, 1999).

Penempatan Daerah Aliran Sungai (DAS) pada daerah Kolam Retensi dilakukan berdasarkan pada peta rupa bumi skala 1 : 25.000 yang dikeluarkan oleh BIG (Badan Informasi Geospasial). Perhitungan luasan DAS ini diukur dengan menggunakan program *Autocad*. Luas DAS Kolam Retensi dapat dilihat pada Gambar 4. 1 DAS Kolam Retensi Susukan

4.2 Data Teknis Kolam Retensi

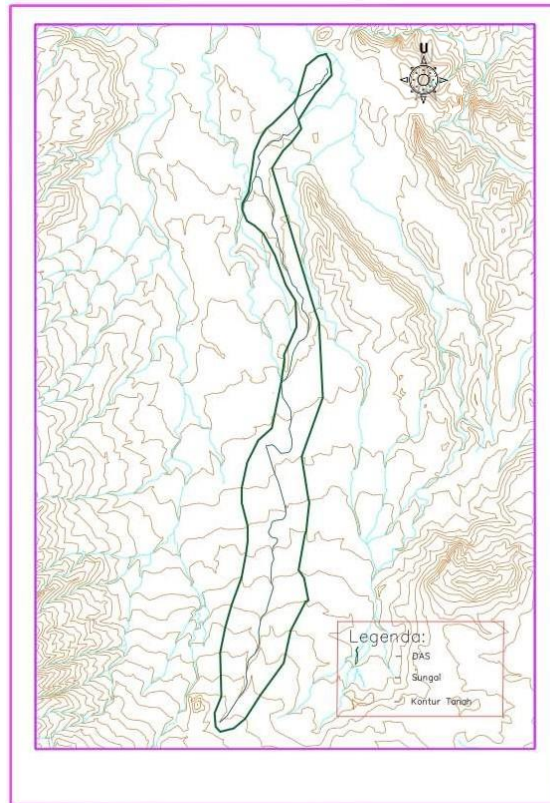
Elevasi dasar kolam = + 306,9

Elevasi tanggul = + 310,4

Luas permukaan = 3535,81 m²

Volume tampungan = 24221,28 m³

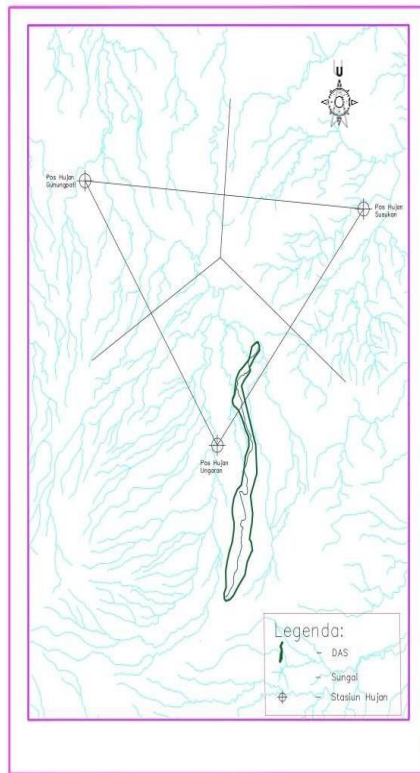




Gambar 4-1. DAS Kolam Retensi Susukan

4.3 Penentuan Luas Pengaruh Stasiun Hujan

Stasiun hujan yang masuk pada lokasi DAS berjumlah tiga buah stasiun yaitu Sta. Ungaran, Sta. Susukan dan Sta. Gunung Pati. Penentuan luas pengaruh stasiun hujan dengan Metode Poligon *Thiessen* karena kondisi topografi dan jumlah stasiun memenuhi syarat. Dari tiga stasiun tersebut masing-masing dihubungkan untuk memperoleh luas daerah pengaruh pada tiap stasiun. Di mana masing-masing stasiun memperoleh luas daerah yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun. Pengaruh daerah pada tiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 4. 2 Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS diketahui bahwa pos hujan berpengaruh pada lokasi studi adalah pos hujan Ungaran.



Gambar 4-2. Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS

4.4 Analisis Curah Hujan

4.4.1 Analisis Curah Hujan Area

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (*catchment area*) tersebut, yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum dari Sta. Ungaran.

Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode *Thiessen* seperti Persamaan (2.3) Bab II. Cara yang ditempuh untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata DAS dengan metode ini adalah dengan cara menentukan hujan harian maksimum pada tahun tertentu disalah satu pos hujan dan dilanjutkan untuk pos hujan yang lain pada bulan dan tahun yang sama. Dari ketiga pos hujan tersebut dihitung jumlahnya, yang nilai curah hujannya maksimum diambil sebagai curah hujan areal DAS. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4. 1 Tabel Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tabel 4-1. Tabel Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)	Keterangan
1	1997	152	02 Januari 1997
2	1999	125	21 September 1999
3	2000	138	11 Desember 2000
4	2001	80	20 Maret 2001
5	2003	80	22 April 2003
6	2006	67	05 Januari 2006
7	2018	93	26 Desember 2018
8	2019	104,3	28 Desember 2019
9	2020	179,2	31 Mei 2020
10	2021	107	12 November 2021

4.4.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan Metode Poligon Thiessen di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan tahunan maksimum guna menentukan debit banjir rencana. Dari hasil analisis diketahui bahwa distribusi frekuensi yang cocok untuk DAS Embung Susukan adalah Log Pearson Tipe III. Adapun curah hujan untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut.

Tabel 4-2. Distribusi Sebaran Metode Log Person III

No	Periode	Log Xrt	Sd	Cs	k	$Y = \text{Log Xrt} + \frac{k}{\text{Sd Log Xrt}}$	$X = 10^Y$
1	2	2,032	0,056	1,961	-0,302	1,998	99,502
2	5	2,032			0,616	2,102	126,401
3	10	2,032			1,305	2,180	151,292
4	25	2,032			2,214	2,283	191,741
5	50	2,032			2,899	2,360	229,265
6	100	2,032			3,584	2,438	274,076
7	200	2,032			4,268	2,515	327,596
8	1000	2,032			5,861	2,696	496,207

4.4.3 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan Metode Mononobe dengan mengacupada persamaan (2.25) pada Bab II. Hasil perhitungan intensitas curah hujan disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4-3. Intensitas Curah Hujan

Waktu	Intensitas Curah Hujan (I)					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	99,50	126,40	151,29	191,74	229,26	274,08
t	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	17,25	21,91	26,23	33,24	39,74	47,51
2	10,87	13,80	16,52	20,94	25,04	29,93
3	8,29	10,53	12,61	15,98	19,11	22,84
4	6,84	8,70	10,41	13,19	15,77	18,85
5	5,90	7,49	8,97	11,37	13,59	16,25
6	5,22	6,64	7,94	10,07	12,04	14,39
7	4,71	5,99	7,17	9,08	10,86	12,98
8	4,31	5,48	6,56	8,31	9,94	11,88
9	3,99	5,06	6,06	7,68	9,18	10,98
10	3,72	4,72	5,65	7,16	8,56	10,24
11	3,49	4,43	5,30	6,72	8,03	9,61
12	3,29	4,18	5,00	6,34	7,58	9,06
13	3,12	3,96	4,74	6,01	7,19	8,59
14	2,97	3,77	4,51	5,72	6,84	8,18
15	2,84	3,60	4,31	5,46	6,53	7,81
16	2,72	3,45	4,13	5,23	6,26	7,48
17	2,61	3,31	3,97	5,03	6,01	7,19
18	2,51	3,19	3,82	4,84	5,79	6,92
19	2,42	3,08	3,68	4,67	5,58	6,67
20	2,34	2,97	3,56	4,51	5,39	6,45
21	2,27	2,88	3,45	4,37	5,22	6,24
22	2,20	2,79	3,34	4,23	5,06	6,05
23	2,13	2,71	3,24	4,11	4,91	5,87
24	2,07	2,63	3,15	3,99	4,78	5,71

4.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung atau memperkirakan besarnya debit banjir yang akan terjadi dalam berbagai periode ulang dengan hasil yang baik dapat dilakukan dengan analisis data aliran dari sungai yang bersangkutan. Oleh karena data aliran yang bersangkutan tidak tersedia maka dalam perhitungan debit banjir akan digunakan metode yaitu : Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I

4.5.1 Debit Banjir Rencana Metode HSS Gamma I

Perhitungan hidrograf satuan sintetik gamma I menggunakan persamaan pada Bab II dengan langkah – langkah :

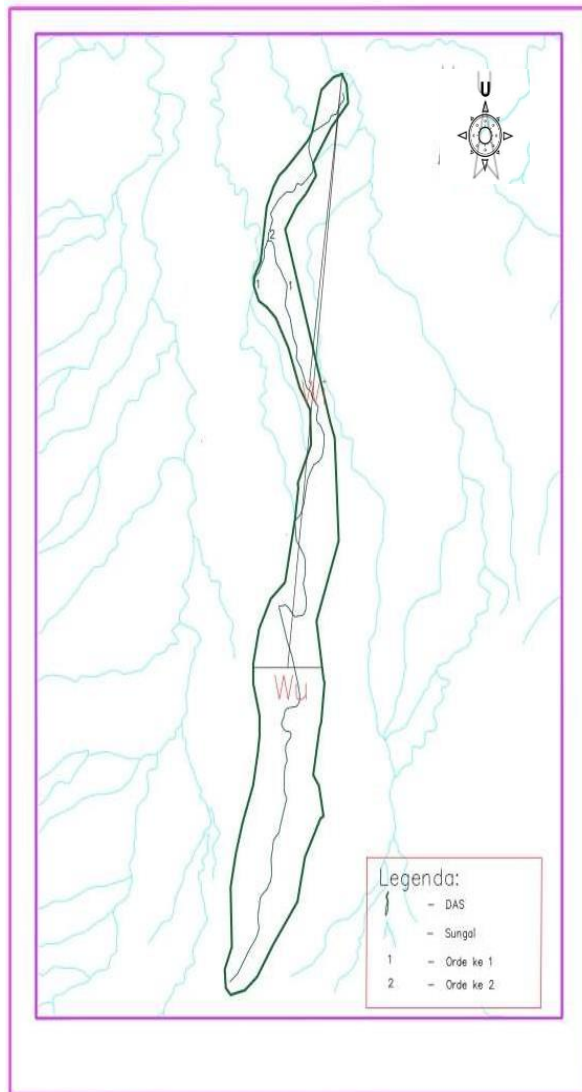
Menentukan data yang digunakan dalam perhitungan Hidrograf Sintetik Gamma I Luas

DAS Sungai	= 20,1551 km ²
Panjang sungai utama (L)	= 2,32 km
Panjang sungai tingkat satu (L1)	= 17,32 km
Panjang sungai semua tingkat	= 19,64 km
Jumlah sungai tingkat satu (N1)	= 4
Jumlah sungai semua tingkat	= 6
Jumlah pertemuan sungai (JN)	= 4
Kelandaian sungai	= 0,0754

Faktor lebar (WF) adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik berjarak

$\frac{3}{4}$ L dengan lebar DAS yang diukur dari titik yang berjarak $\frac{1}{4}$ L dari tempat pengukuran(WF).

Wu	= 5,6 km
Wi	= 1,8 km

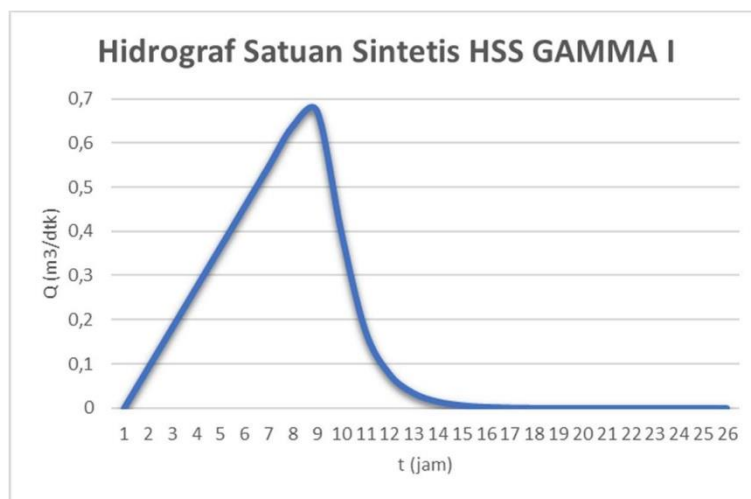


Gambar 4-3. Sketsa Penentuan Ordo, Pertemuan Sungai, Penentuan Wi dan Wu

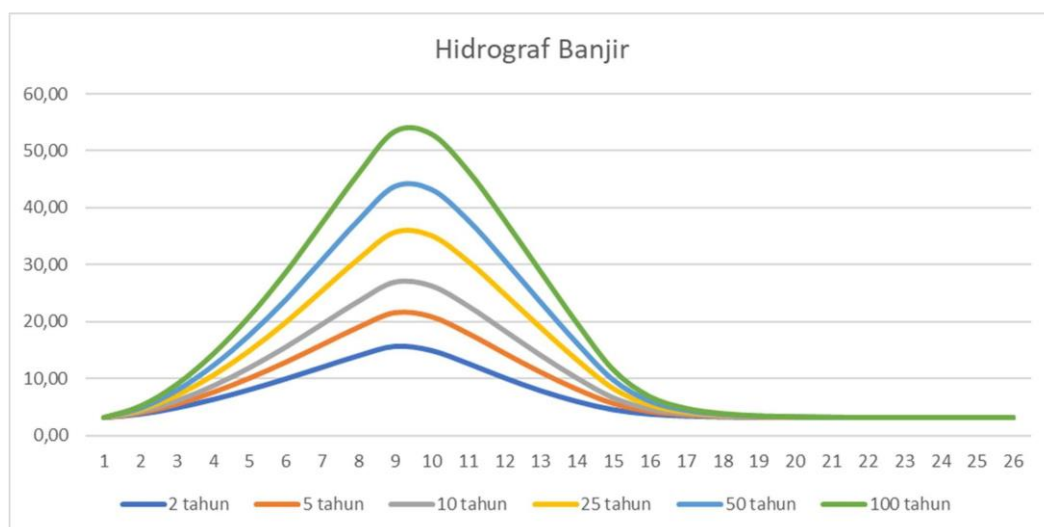
Tabel 4-4. Unit Resesi Hidrograf

t (jam)	k	t'-t- 7,36	t'/k	e	Qp	Qt
0	0	0	0	0	0	0
1	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,091191
2	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,182383
3	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,273574
4	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,364765
5	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,455957
6	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,547148
7	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,638339
7,37	1,22	0	0	2,718	0,6719	0,671950
8	1,22	0,63	0,52	2,718	0,6719	0,400483
9	1,22	1,63	1,34	2,718	0,6719	0,176458
10	1,22	2,63	2,16	2,718	0,6719	0,077750
11	1,22	3,63	2,98	2,718	0,6719	0,034257
12	1,22	4,63	3,80	2,718	0,6719	0,015094

t (jam)	k	t'=t- 7,36	t'/k	e	Qp	Qt
13	1,22	5,63	4,62	2,718	0,6719	0,006651
14	1,22	6,63	5,44	2,718	0,6719	0,002930
15	1,22	7,63	6,26	2,718	0,6719	0,001291
16	1,22	8,63	7,07	2,718	0,6719	0,000569
17	1,22	9,63	7,89	2,718	0,6719	0,000251
18	1,22	10,63	8,71	2,718	0,6719	0,000110
19	1,22	11,63	9,53	2,718	0,6719	0,000049
20	1,22	12,63	10,35	2,718	0,6719	0,000021
21	1,22	13,63	11,17	2,718	0,6719	0,000009
22	1,22	14,63	11,99	2,718	0,6719	0,000004
23	1,22	15,63	12,81	2,718	0,6719	0,000002
24	1,22	16,63	13,63	2,718	0,6719	0,000001



Gambar 4-4. Grafik Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Gamma I



Gambar 4-5. Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana metode HSS Gamma I digunakan periode ulang 5 tahunan.

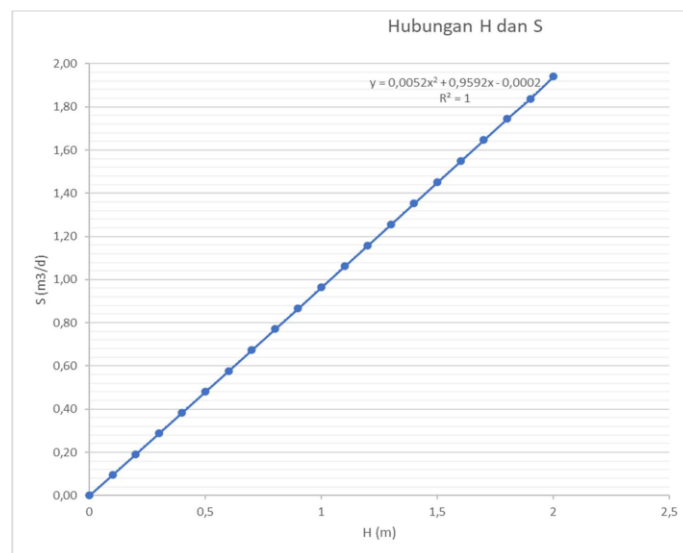
4.6 Flood Routing

Penelusuran banjir dilakukan untuk kondisi existing dan kondisi rencana / rekomendasi desain.

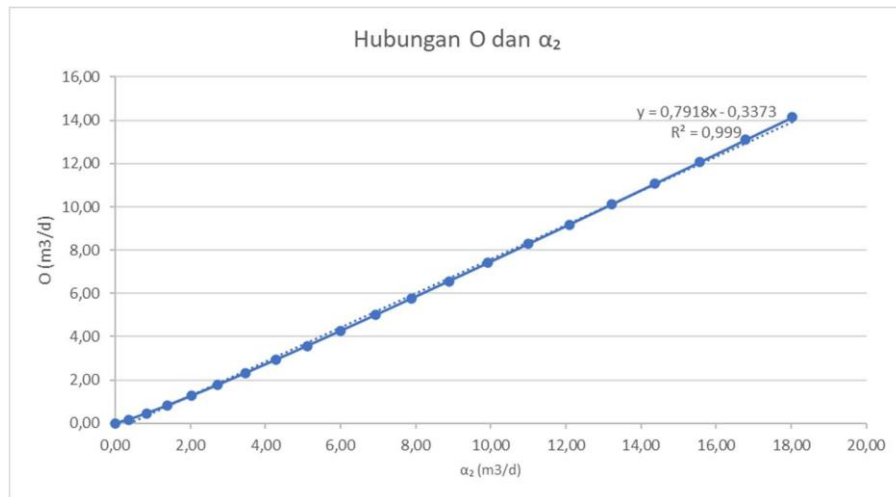
4.6.1 Flood Routing Eksisting

Tabel 4-5. Hubungan antar tinggi peluapan (head, H), O, S Eksisting

Elevasi (m)	Head (m)	O (m ³ /d)	Luas A (m ²)	S (m ³)	S (m ³ /d)	a ₂ (m ³ /d)
308,4	0	0,00	3449,49	0,00	0,00	0,00
308,5	0,1	0,16	3453,78	345,16	0,10	0,35
308,6	0,2	0,45	3458,08	690,76	0,19	0,83
308,7	0,3	0,82	3462,37	1036,78	0,29	1,40
308,8	0,4	1,26	3466,67	1383,23	0,38	2,03
308,9	0,5	1,77	3470,97	1730,12	0,48	2,73
309	0,6	2,32	3475,28	2077,43	0,58	3,48
309,1	0,7	2,93	3479,59	2425,18	0,67	4,28
309,2	0,8	3,58	3483,90	2773,35	0,77	5,12
309,3	0,9	4,27	3488,21	3118,36	0,87	6,00
309,4	1	5,00	3492,52	3471,01	0,96	6,93
309,5	1,1	5,77	3496,84	3820,48	1,06	7,89
309,6	1,2	6,57	3501,16	4170,39	1,16	8,89
309,7	1,3	7,41	3505,48	4520,73	1,26	9,92
309,8	1,4	8,28	3509,81	4871,51	1,35	10,99
309,9	1,5	9,19	3514,13	5222,72	1,45	12,09
310	1,6	10,12	3518,46	5574,36	1,55	13,22
310,1	1,7	11,08	3522,79	5926,44	1,65	14,38
310,2	1,8	12,07	3527,13	6278,96	1,74	15,56
310,3	1,9	13,09	3531,47	6631,91	1,84	16,77
310,4	2	14,14	3535,81	6985,30	1,94	18,02



Gambar 4-6. Hubungan antara S dan H Eksisting



Gambar 4-7. Hubungan antara O dan α_2 Eksisting

Tabel 4-6. Hitungan Flood Routing Kolam Retensi Eksisting

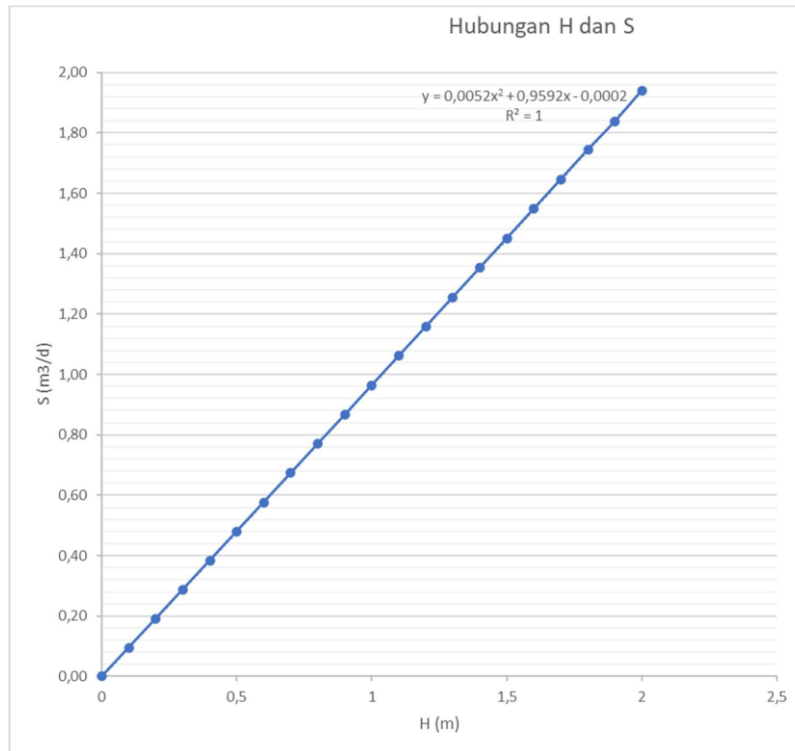
1	2	3	4	5	6	7
Waktu	I	S	β_1	α_2	O	H
	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	$I_1+I_2+\beta_1$	m/dt	$H^{3/2}=O/(Cd^* B)$
0	3,21	0,72	-1,78	2,26	3,21	0,74
1	4,04	0,83	-2,34	5,48	4,00	0,86
2	5,56	1,02	-3,38	7,26	5,42	1,05
3	7,62	1,26	-4,91	9,80	7,42	1,30
4	10,09	1,51	-6,77	12,80	9,80	1,57
5	12,89	1,78	-8,93	16,21	12,50	1,84
6	15,94	2,06	-11,31	19,90	15,42	2,12
7	19,00	2,31	-13,75	23,63	18,37	2,38
7,368	21,53	2,52	-15,82	26,78	20,86	2,59
8	20,84	2,51	-15,67	26,54	20,68	2,58
9	17,95	2,28	-13,41	23,12	17,97	2,35
10	14,50	1,99	-10,75	19,04	14,74	2,06
11	11,17	1,68	-8,10	14,91	11,47	1,74
12	8,18	1,38	-5,79	11,24	8,56	1,43
13	5,69	1,10	-3,86	8,07	6,05	1,14
14	4,30	0,90	-2,72	6,13	4,52	0,93
15	3,69	0,81	-2,23	5,28	3,84	0,84
16	3,42	0,76	-2,01	4,89	3,53	0,79
17	3,31	0,75	-1,91	4,72	3,40	0,77
18	3,25	0,74	-1,87	4,65	3,34	0,76
19	3,23	0,73	-1,85	4,61	3,32	0,76
20	3,22	0,73	-1,84	4,60	3,30	0,76
21	3,22	0,73	-1,84	4,59	3,30	0,76
22	3,21	0,73	-1,84	4,59	3,30	0,76
23	3,21	0,73	-1,84	4,59	3,30	0,76
24	3,21	0,73	-1,84	4,59	3,30	0,76

Berdasarkan hasil perhitungan Flood routing kondisi eksisting di dapat bahwa tinggi muka air banjir tertinggi adalah 2,59 m dengan elevasi 310,99 m. Sedangkan data eksisting kolam, tinggi tanggul hanya 2 m dengan elevasi 310,4 atau dapat dikatakan bahwa debit banjir pada kondisi eksisting melimpas. Sehingga di rekomendasikan desain pelimpah dengan mengubah lebar pelimpah menjadi 5 m.

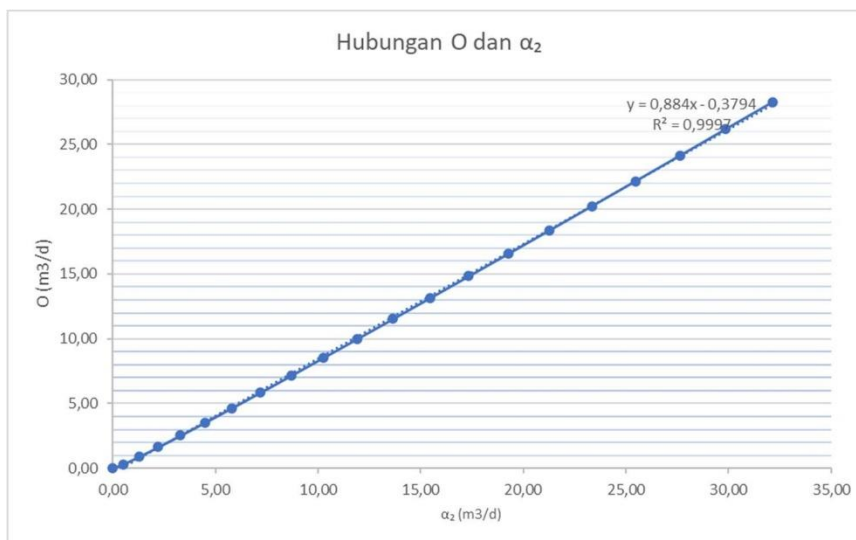
4.6.2 Flood Routing Rencana

Tabel 4-7. Hubungan antar tinggi peluapan (head, H), O, S Redesain

Elevasi (m)	Head (m)	O (m ³ /d)	Luas A (m ²)	S (m ³)	S (m ³ /d)	α_2 (m ³ /d)
308,4	0	0,00	3449,49	0,00	0,00	0,00
308,5	0,1	0,32	3453,78	345,16	0,10	0,51
308,6	0,2	0,89	3458,08	690,76	0,19	1,28
308,7	0,3	1,64	3462,37	1036,78	0,29	2,22
308,8	0,4	2,53	3466,67	1383,23	0,38	3,30
308,9	0,5	3,54	3470,97	1730,12	0,48	4,50
309	0,6	4,65	3475,28	2077,43	0,58	5,80
309,1	0,7	5,86	3479,59	2425,18	0,67	7,20
309,2	0,8	7,16	3483,90	2773,35	0,77	8,70
309,3	0,9	8,54	3480,21	3118,36	0,87	10,27
309,4	1	10,00	3492,52	3471,01	0,96	11,93
309,5	1,1	11,54	3496,84	3820,48	1,06	13,66
309,6	1,2	13,15	3501,16	4170,39	1,16	15,46
309,7	1,3	14,82	3505,48	4520,73	1,26	17,33
309,8	1,4	16,57	3509,81	4871,51	1,35	19,27
309,9	1,5	18,37	3514,13	5222,72	1,45	21,27
310	1,6	20,24	3518,46	5574,36	1,55	23,34
310,1	1,7	22,17	3522,79	5926,44	1,65	25,46
310,2	1,8	24,15	3527,13	6278,96	1,74	27,64
310,3	1,9	26,19	3513,47	6614,81	1,84	29,86
310,4	2	28,28	3535,81	6985,30	1,94	32,16



Gambar 4-8. Hubungan antara S dan H Redesain



Gambar 4-9. Hubungan antara O dan α_2 Redesain

Tabel 4-8. Hitungan Flood Routing Kolam Retensi Redesain

1	2	3	4	5	6	7
Waktu	I	S	β_1	α_2	O	H
	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	I ₁ +I ₂ + β_1	m ³ /dt	H ^{3/2} =O/(Cd*B)
0	3,21	0,45	-2,31	1,73	3,21	0,47
1	4,04	0,52	-2,95	4,94	3,99	0,54
2	5,56	0,65	-4,21	6,65	5,50	0,67
3	7,62	0,80	-5,95	8,97	7,55	0,83
4	10,09	0,97	-8,08	11,76	10,01	1,00
5	12,89	1,09	-9,81	14,90	11,99	1,13
6	15,94	1,30	-13,03	19,02	15,64	1,35
7	19,00	1,44	-15,31	21,91	18,19	1,49
7,37	21,53	1,59	-17,93	25,22	21,11	1,65
8	20,84	1,56	-17,31	24,44	20,42	1,61
9	17,95	1,42	-14,97	21,48	17,81	1,47
10	14,50	1,22	-11,82	17,48	14,27	1,27
11	11,17	1,08	-9,69	13,84	11,85	1,12
12	8,18	0,84	-6,47	9,65	8,15	0,87
13	5,69	0,70	-4,77	7,40	6,16	0,72
14	4,30	0,54	-3,16	5,23	4,24	0,56
15	3,69	0,51	-2,87	4,84	3,90	0,53
16	3,42	0,47	-2,44	4,24	3,37	0,48
17	3,31	0,47	-2,47	4,29	3,41	0,49
18	3,25	0,45	-2,33	4,09	3,23	0,47
19	3,23	0,46	-2,38	4,16	3,30	0,48
20	3,22	0,45	-2,32	4,07	3,22	0,47
21	3,22	0,46	-2,35	4,12	3,26	0,47
22	3,21	0,45	-2,32	4,08	3,23	0,47
23	3,21	0,45	-2,34	4,10	3,25	0,47
24	3,21	0,45	-2,33	4,09	3,23	0,47

Berdasarkan hasil perhitungan Flood routing redesain dapat bahwa tinggi muka air tertinggi adalah 1,65 m dengan elevasi 310,05 m. Dengan mengubah lebar pelimpah menjadi 5 m dapat menanggulangi debit banjir puncak yang melimpas pada tanggul kolam retensi dan terdapat tinggi jagaan sebesar 0,35 m.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa hidrologi didapat curah hujan rencana menggunakan metode LogPerson III kala ulang 5 tahun adalah 126,4 mm.
2. Berdasarkan Analisa hidrologi didapat debit banjir kala ulang 5 tahun adalah $21,53\text{m}^3/\text{dtk}$ pada jam ke 7,37.
3. Berdasarkan hasil analisa rekomendasi desain untuk Embung Susukan adalah sebagai berikut :
 - a. Lebar total pelimpah adalah 5 m,
 - b. Panjang total pelimpah adalah 9 m.
4. Berdasarkan hasil perhitungan flood routing redesain dapat disimpulkan bahwa dengan mengubah lebar pelimpah menjadi 5 m dapat menanggulangi debit banjir puncak yang melimpas pada tanggul kolam retensi dan terdapat tinggi jagaan sebesar 0,35 m

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian maka penulis bermaksud memberikan saran terkait tinjauan perencanaan ulang kolam retensi susukan adalah sebagai berikut :

1. Selanjutnya perlu memperoleh lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan permasalahan kolam retensi, agar hasil penelitian dapat lebih baik dan lebih lengkap lagi.
2. Perlu dilakukan pengukuran debit saluran drainase permukiman yang ada disekitar untuk memperoleh data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

<https://www.facebook.com/.1582245862019315/posts/>

<https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/agri-sarana/21317-Kolam-Retensi-Susunan-Hadir-Petani-Bebas-Banjir>

- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah Dan Air*. Cudworth, A. G. (1989). *Flood Hydrology Manual*. Hardiyatmo, H. C. (2006). *Mekanika tanah I*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *JDIH - Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum PUPR*.
- Loebis, J. (1987). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*.
- S. Hindarko. (2000). *Drainase Perkotaan (Seri Lingkungan Hidup), Edisi Kedua - PokjaAMPL : Air Minum dan Penyehatan Lingkungan*.
- Soediby. (1993). *Teknik bendungan / oleh Soediby / OPAC Perpustakaan Nasional RI*.
- Soemarto, C. D. . (1999). *Hidrologi teknik oleh C.D. Soemarto*. Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi : aplikasi metode statistik untuk analisa data; jilid 1*. Bandung : Nova, [1995].
- Sosrodarsono, S. (1981). *Bendungan type urugan / editor, Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda / OPAC Perpustakaan Nasional RI*.
- Standar perencanaan irigasi : kriteria perencanaan bagian bangunan utama (KP-02). (2013). *Lokasi: Standar perencanaan irigasi : kriteria perencanaan bagian bangunan utama (KP-02)*.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*.
- Suherman, H. E. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. UPI JICA.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan / Suripin / OPAC*

Perpustakaan Nasional RI.

Suyono, Sosrodarsono dan Kensaku, T. (1987). *Hidrologi untuk pengairan / editor,*
Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda | OPAC Perpustakaan Nasional RI.

Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi terapan / Bambang Triatmodjo.*

DAFTAR PUSTAKA

- Achsan, Bisri, M., & Suharyanto, E. (2015). Analisis Kecenderungan Sedimentasi Waduk Bili-bili dalam Upaya Keberlanjutan Usia Guna Waduk. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6(1), 30–36.
- Diansari, R. (2014). Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Suspended Load) pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi – Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, Vol 2*.
- Lewis, S. E., Bainbridge, Z. T., Kuhnert, P. M., Sherman, B. S., Henderson, B., Dougall, C., Cooper, M., & Brodie, J. E. (2013). Calculating sediment trapping efficiencies for reservoirs in tropical settings: A case study from the Burdekin Falls Dam, NE Australia. *Water Resources Research*, 49(2), 1017–1029. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20117>
- Meyer-Peter, E., & Muller, R. (1948). Formulas for Bed-Load Transport. *IAHSR 2nd Meeting, Stockholm*.
- Mulu, A., & Dwarakish, G. S. (2015). Different Approach for Using Trap Efficiency for Estimation of Reservoir Sedimentation. An Overview. *Aquatic Procedia*, 847–852.
- Pamuji, A., Sobriyah, S., & Ikhsan, C. (2017). The Prediction of Wonogiri Dam's Service Life Using Point Integrated Sampling. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(6), 1–4. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i6.3235>
- Setyono, E. (2013). Kajian Distribusi Sedimentasi Waduk Wonorejo, Tulungagung-Jawa Timur. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 9(2). <https://doi.org/10.22219/jmts.v9i2.1199>
- Setyono, E., & Ismijayanti, D. (1992). *Prediksi Beban Sedimentasi Waduk Selorejo Menggunakan Debit Ekstrapolasi Dengan Rantai Markov*. 13, 37–44.
- Suripin, S. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi.
- United States of Bureau of Reclamation. (1987). *Design of Small Dams*. A Water Resources Technical Publication.
- Utomo, P., & Febriani, P. (2022). Penentuan Tingkat Akurasi Beberapa Metode Prediksi Efisiensi Tangkapan (Trap Efficiency) Sedimen di Waduk Mrica. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(3), 248. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.248-258.2021>



YAYASAN UNRARIS KABUPATEN SEMARANG
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT

Jl. TentaraPelajar No. 13 Telp (024) 6923180, Fax. (024) 76911689 Ungaran Timur 50514
Website : undaris.ac.id email : info@undaris.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor: 033/AII/III/2023

Ketua LPPM Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS)
Ungaran, dengan ini memberikan tugas kepada:

Nama	NIDN / NIM	Jabatan Fungsional	Pangkat / Golongan
Ratih Pujiastuti, ST., MT (Ketua)	0019046101	Asisten Ahli	Penata Tk.I / IIIb
Nurwakhid	18210003	-	-
Muhamad Irvan	18210011	-	-

Instansi : Undaris Ungaran
Tugas : Melakukan Penelitian Tentang " Rekomendasi
Penambahan Volume Kolam Retensi Untuk Pengendalian
Banjir di Desa Susukan Kec. Ungaran Timur, Kab.
Semarang ".
Hari / Tanggal : Senin, 6 Maret 2023
Pukul : 09.00 WIB – Selesai
Tempat : Kab. Semarang

Demikian untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan menyampaikan laporan setelah
selesai melaksanakan tugas.

Ungaran, 5 Maret 2023

a.n. Ketua
Sekretaris,

Yogi Ageng Sri Legowo, S.Pd., M.Pd
NIDN. 0624069201



Mengetahui
Telah melaksanakan tugas sebagaimana mestinya