



**ANALISIS PENGENDALIAN BANJIR ROB DI TEGALSARI
DENGAN OPTIMALISASI KOLAM RETENSI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Penyelesaian Studi Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

WAHYU AULIA RAHMAN

NPM.6519500049

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PACASAKTI TEGAL

2024

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “**Analisis Pengendalian Banjir Rob di Tegalsari dengan Optimalisasi Kolam Retensi**”.

Nama Penulis : Wahyu Aulia Rahman

NPM : 6519500049

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Hari : Kamis

Tanggal : 13 Juni 2024

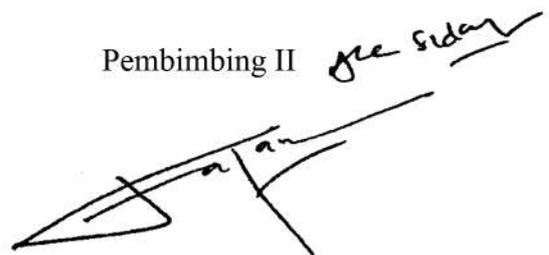
Pembimbing 1



Teguh Haris Santoso, ST.,MT.

NIPY. 2466451973

Pembimbing II



M. Fajar Nurwildani, MT

NIPY. 198506101978

HALAMAN PENGESAHAN

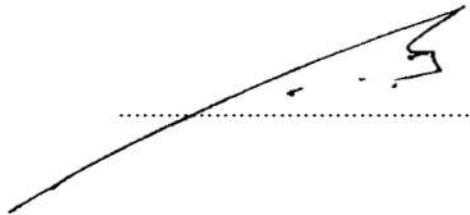
Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Kamis

Tanggal : 25 Juli 2024

Ketua Penguji :

Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T
NIPY. 126518101972



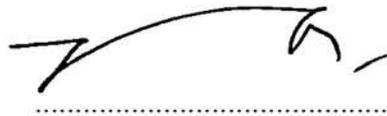
Penguji Utama :

Nadya Shafira Salsabila, S.T., M.T
NIPY. 30161841998



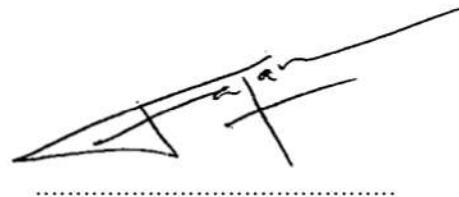
Penguji 1

Teguh Haris Santoso, S.T., M.T
NIPY. 2466451973



Penguji 2

M. Fajar Nurwildani, S.T., M.T
NIPY. 198506101978



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, ST., MT.
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan. Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Pengendalian Banjir Rob di Tegalsari dengan Optimalisasi Kolam Retensi**” ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, 27 Mei 2024



Wahyu Aulia Rahman

NPM. 6519500049

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Memulai dengan penuh keyakinan, Menjalankan dengan penuh keikhlasan, Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan.
2. Jangan ubah dirimu hanya agar mereka menyukaimu. Hebatkan dirimu agar mau tidak mau mereka harus menerimamu.
3. Selama ada niat dan keyakinan semua akan jadi mungkin.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Keluarga yang sangat aku sayangi
2. Seseorang yang aku sayangi dan aku cintai
3. Seluruh Dosen Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
4. Seluruh teman – teman dikampus dan diluar kampus
5. Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Tegal
6. Pembaca yang Budiman

ABSTRAK

Wahyu Aulia Rahman, 2024 “**Analisis Pengendalian Banjir Rob di Tegalsari dengan Optimalisasi Kolam Retensi**”. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2024.

Lokasi Kelurahan Tegalsari yang berada di pesisir pantai utara Pulau Jawa, menjadikannya lokasi yang sering terdampak bencana banjir akibat naiknya permukaan air laut atau Rob, contohnya di area Sungai Siwatu Jalan Bawal Barat RT 02 / Rw 3A dan Rt 08 / Rw 3 Kelurahan Tegalsari, Kecamatan Tegal Barat sering menjadi langganan banjir baik yang disebabkan oleh air Hujan atau karena rob. Banjir rob yang terjadi tingginya mencapai ± 15 cm sehingga sangat mengganggu aktivitas warga sekitar dikarenakan menimbulkan bau tidak sedap yang berasal dari tumpukan sampah dan limbah rumah tangga yang terbawa banjir rob ke permukaan, serta dapat mengganggu kesehatan warga sekitar.

Dalam menangani masalah tersebut maka Pemerintah Kota Tegal melakukan upaya untuk mengendalikan banjir rob dengan menggunakan Kolam Retensi Tegalsari. Namun kinerja dari kolam tersebut masih belum mampu untuk menangani masalah tersebut. Maka peneliti bertekad melakukan pengoptimalan Kolam Retensi Tegalsari guna mengendalikan Banjir rob. Dari hasil perhitungan kinerja Kolam Retensi, kapasitas yang harus ditampung Kolam Retensi selama 1 jam dengan debit limpasan kala ulang selama 5 tahun sebesar 849.492 m^3 , sedangkan daya tampung /Volume Kolam Retensi hanya sebesar 45.000 m^3 sehingga didapatkan Waktu maksimal kolam akan terisi penuh selama hujan deras selama 190,702 detik / ± 3 menit. Dalam pengoptimalan Kolam Retensi maka diperlukan penambahan volume Kolam Retensi sebesar 855.000 m^3 sehingga dalam perhitungan kinerja kolam retensi mampu menampung debit limpasan periode kala ulang 5 tahun selama 1 jam.

ABSTRACT

Wahyu Aulia Rahman, 2024 "**Analysis of Rob Flood Control in Tegalsari by Optimizing Retention Pools**". Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal 2024.

The location of Tegalsari Village, which is on the north coast of Java Island, makes it a location that is often affected by flood disasters due to rising sea water levels or Rob, for example in the Siwatu River area, Jalan Bawal Barat RT 02 / Rw 3A and Rt 08 / Rw 3 Tegalsari Village, District West Tegal is often prone to flooding, whether caused by rain or tidal waves. The tidal flood that occurred reached ± 15 cm in height, so it really disturbed the activities of local residents because it caused unpleasant odors coming from piles of rubbish and household waste carried by the tidal flood to the surface, and could disturb the health of local residents.

In dealing with this problem, the Tegal City Government is making efforts to control tidal flooding by using the Tegalsari Retention Pool. However, the performance of the pool is still not able to handle this problem. So researchers are determined to optimize the Tegalsari Retention Pond to control tidal flooding. From the calculation results of the performance of the Retention Pool, the capacity that must be accommodated by the Retention Pool for 1 hour with a 5 year return runoff discharge is 849,492 m³, while the capacity/Volume of the Retention Pool is only 45,000 m³ so that the maximum time the pool will be filled during heavy rain is obtained. for 190.702 seconds / ± 3 minutes. In optimizing the Retention Pool, it is necessary to increase the volume of the Retention Pool by 855,000 m³ so that in terms of performance calculations the retention pool is able to accommodate the runoff discharge from the 5 year return period for 1 hour.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah membrikan petunjuk, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ **Analisis Pengendalian Banjir Rob di Tegalsari dengan Optimalisasi Kolam Retensi** ”. Penyusun Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra H, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak Teguh Haris Santoso, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak M. Fajar Nurwildani, MT., selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai.

Akhir kata, penulis telah berusaha memeberikan hasil yang terbaik, kesalahan yang ada pada penelitian ini mohon izin diberikan masukan dan bimbingan yang membangun. Semoga penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca. Aamiin...

Tegal, 27 Mei 2024

Penulis

Wahyu Aulia Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Berlakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sitematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	
A. Landasan Teori.....	7

B. Tinjauan Pustaka	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Metode Penelitian.....	39
B. Waktu Dan Tempat Penelitian	39
C. Variabel Penelitian	41
D. Metode Pengolahan Data	42
E. Metode Analisa Data.....	43
F. Tahapan Analisis.....	44
G. Diagram Alur Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. HASIL PENELITIAN.....	46
B. PEMBAHASAN	73
BAB V PENUTUP	
A. KEIMPULAN	77
B. SARAN	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	40
Gambar 3.2 Lokasi Terdampak Genangan.....	41
Gambar 3.3 Kolam Retensi	41
Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian.....	45
Gambar 4.1 Grafik Data Kependudukan Kelurahan Tegalsari	48
Gambar 4.2 Grafik Massa Ganda.....	51
Gambar 4.3 Lengkungan Intensitas Hujan.....	62
Gambar 4.4 Potongan A-A Kolam Retensi.....	69
Gambar 4.5 Penampang Drainase Uditch Saluran 1	71
Gambar 4.6 Penampang Drainase Uditch Saluran 2.....	73
Gambar 4.7 Lokasi Genangan.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Parameter Genangan.....	13
Tabel 2.2 Kriteria Kerugian Ekonomi.....	14
Tabel 2.3 Kriteria Gangguan Sosial Dan Fasilitas Pemerintah.....	14
Tabel 2.4 Kriteria Kerugian Dan Gangguan Transportasi	15
Tabel 2.5 Kriteria Kerugian Pada Daerah Perumahan	15
Tabel 2.6 Kriteria Kerugian Hak Milik Pribadi	15
Tabel 2.7 Karakteristik Distribusi Frekuensi	22
Tabel 3.1 Tabel Grant Chart.....	40
Tabel 4.1 Data Kependudukan Kelurahan Tegalsari	47
Tabel 4.2 Hujan Bulanan Maksimum	48
Tabel 4. 3 Perhitungan Tes Konsentrasi Tegalsari.....	50
Tabel 4.4 Data Curah Hujan Bulanan	52
Tabel 4.5 Perhitungan Statistik	52
Tabel 4.6 Persyaratan Jenis Distribusi	54
Tabel 4.7 Perhitungan dengan Metode Log Person III	55
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan dengan Periode Ulang T	57
Tabel 4.9 Distribusi Gumbel.....	58
Tabel 4.10 Data Uji chi-kuadrat.....	59
Tabel 4.11 Uji Chi Kuadrat.....	60
Tabel 4.12 Periode Ulang Terpilih.....	61

Tabel 4.13 Waktu Periode Ulang Terpilih	62
Tabel 4.14 Debit Limpasan Kala Ulang.....	64
Tabel 4.15 Kondisi Saluran.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Kekasaran Manning.....	81
Lampiran 2 Nilai k Untuk Distribusi Log Pearson Tipe IIIs.....	82
Lampiran 3 Bagian – Bagian Kolam Retensi.....	83
Lampiran 4 Gambar Denah Kolam Retensi Tegalsari	85

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

V	= volume kolam
t	= waktu awal air masuk ke dalam inlet
t_0	= waktu air keluar dari outflow
Q_{in}	= debit inflow
Q_{out}	= debit outflow
X_T	= perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahunan,
\bar{X}	= nilai rata-rata hitung variat,
s	= deviasi standar nilai variat,
Y_T	= perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahunan,
z	= faktor frekuensi
\bar{Y}	= nilai rata-rata hitung variat,
s	= deviasi standar nilai variat,
K_T	= faktor frekuensi (tabel nilai K_T untuk distribusi log pearson III)
K	= faktor frekuensi,
Y_n	= reduced meanyang tergantung jumlah sampel/data n,
S_n	= reduced standard deviationyang juga tergantung pada jumlah sampel/data n,
Y_{T_r}	= reduced variate,

T_r	= kala ulang.
n	= jumlah data
\bar{x}	= rata-rata data hujan (mm)
S	= simpangan baku (standar deviasi)
x	= data hujan (mm)
I	= Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
t_c	= Waktu konsentrasi (jam)
R_{24}	= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
Q	= laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/detik$)
C	= koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)
I	= intensitas hujan (mm/jam)
A	= luas DAS (km^2)
Re	= bilangan Reynold
V	= kecepatan aliran (m/s)
L	= panjang karakteristik (m),
R	= jari-jari hidrolik saluran
ν	= kekentalan kinematika (m/s)
Fr	= bilangan Froude
V	= kecepatan rata-rata aliran (m/s)
g	= gaya gravitasi
h	= kedalaman hidrolik.

Q	= Debit banjir saluran (m^3/dt)
A	= Luas penampang basah (m^2)
V	= Kecepatan rata-rata (m/dt)
Qt	= Debit banjir maksimum ($m^3/detik$)
C	= Koefisien Pengaliran
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
A	= Luas areal aliran (m^2).
Q	= Debit yang lewat (m^3/dt)
b	= Lebar efektif saluran(m)
h	= Tinggi saluran (m)
k	= Tinggi energi kecepatan (m)
g	= Percepatan gravitasi (m/dt)
m	= Koefisien pengaliran

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang terdiri dari dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan, Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya dikelilingi oleh lautan. Di Indonesia pada saat musim hujan terjadi banyak wilayahnya terjadi bencana banjir, terutama bagi daerah yang wilayahnya dekat dengan pesisir pantai contohnya seperti di Kota Tegal.

Kota Tegal merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Tengah yang letak wilayahnya berada di pesisir pantai utara laut Jawa. Kota Tegal secara topografis merupakan daerah dataran rendah sehingga berpotensi terjadinya bencana yang disebabkan oleh air laut sangat tinggi, seperti banjir rob yang sering terjadi pada musim hujan. Wilayah – wilayah di Kota Tegal yang sering terjadi banjir rob yaitu, Kelurahan Tegalsari, Muarareja, Panggung, dan Kelurahan Mintaragen. Ketinggian air bisa mencapai ± 50 cm.

Banjir rob yang terjadi sangat berdampak pada kehidupan masyarakat sekitar yang terkena rob maupun masyarakat luar yang akan menuju daerah tersebut. Banjir akibat rob memiliki ketinggian yang berbeda tergantung pada kondisi alami dan fisik suatu daerah. Contohnya di daerah Kelurahan Tegalsari Kecamatan Tegal Barat tepatnya di Jalan

Bawal Barat RT 02 / Rw 3A dan Rt 08 / Rw 3 di area sungai Siwatu, banjir rob yang terjadi tingginya ± 15 cm, banjir rob yang terjadi berdampak pada kesehatan karena selain airnya yang kotor serta menimbulkan bau tidak sedap yang diakibatkan oleh sampah dan limbah rumah tangga, serta sangat mengganggu aktivitas warga yang berada di dekat sungai Siwatu. Meluapnya air sungai Siwatu dikarenakan naiknya volume air sungai yang disebabkan tidak lancarnya aliran air sungai karena tumpukan sampah yang menyumbat saluran serta karena tumpukan sedimen pada saluran drainase sehingga volume drainase menjadi berkurang.

Dalam menangani masalah yang terjadi pemerintah Kota Tegal memberikan upaya dengan membangun kolam retensi yang bertujuan untuk membantu mengendalikan air banjir baik yang disebabkan oleh air hujan atau air rob. Kolam retensi Tegalsari sebagai bangunan pengendali banjir yang terletak di Kelurahan Tegalsari, Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal. Kolam Retensi Tegalsari memiliki luas kolam tampungan 1 Ha, kedalaman 4,50 m dengan kapasitas pompa 4 x 1.000 lps. Pada kolam retensi ini terdapat saluran Siwatu sebagai saluran pembawa dan juga dapat difungsikan sebagai *long storage*.

Menurut DPRD Kota Tegal yang telah melaksanakan kunjungan pada hari Kamis 20 Februari 2020 dan diberitakan didalam harian Radar Tegal, menyatakan Kolam Retensi Tegalsari belum mampu mengatasi

banjir dan genangan di wilayah Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal (Radar Tegal 20 Februari 2020).

Sebagai upaya untuk mengetahui berhasil tidaknya Kolam Retensi Tegalsari dalam mengatasi permasalahan banjir dan genangan, di wilayah layanan sub sistem drainase Siwatu maka diperlukan kajian fungsi dan optimalisasi Kolam Retensi Tegalsari sebagai bangunan pengendali banjir dan genangan di wilayah Kecamatan Tegal Barat khususnya Kelurahan Tegasari.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mencari sebab permasalahan akibat banjir rob yang terjadi di wilayah Kelurahan Tegalsari Kecamatan Tegal Barat, khususnya di Jalan Bawal Barat RT 02 / Rw 3A dan Rt 08 / Rw 3 didekat area sungai Siwatu dengan mengoptimalkan kinerja kolam retensi Tegalsari sebagai pengendali banjir rob di daerah Tegalsari, serta mengetahui penyebab banjir rob yang terjadi, luas daerah yang tergenang banjir rob, dan mencari solusi untuk meminimalisir genangan banjir rob terjadi agar bisa cepat surut dengan memanfaatkan kolam retensi.

B. Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian yang penulis lakukan, maka penulis membuat batasan pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di Jalan Bawal Barat RT 02 / Rw 3A dan Rt 08 / Rw 3 dekat area sungai Siwatu Kelurahan Tegalsari Kecamatan Tegal Barat.
2. Data penelitian ini berdasarkan data curah hujan, data PSDA kolam retensi dan peta jaringan sungai Siwatu.
3. Penelitian ini dilakukan hanya untuk menganalisis optimalisasi pemanfaatan kolam retensi sebagai pengendali banjir rob.

C. Rumusan Masalah

Agar penelitian mempunyai suatu kejelasan dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang adalah:

1. Berapa luas daerah yang terdampak Banjir Rob?
2. Bagaimana kinerja Kolam Retensi Tegalsari dalam mengendalikan Banjir Rob?
3. Bagaimana optimalisasi kolam retensi dalam mengendalikan banjir rob?

D. Maksud dan Tujuan

Dengan memperhatikan latar belakang dan rumusan masalah, maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui luas daerah yang terdampak Banjir Rob.
2. Mengetahui kinerja kolam retensi Tegalsari sebagai pengendali banjir rob di wilayah Kelurahan Tegalsari.

3. Menemukan solusi pengoptimalan Kolam Retensi dalam mengendalikan Banjir Rob.

E. Manfaat

Manfaat penelitian yang penulis harapkan:

1. Dapat menjadi referensi Dinas PU Kota Tegal dalam mengendalikan banjir rob yang terjadi di sekitar Sungai Siwatu tepatnya di wilayah Rw 3 dan Rw 3A Jl. Bawal Barat, Kelurahan Tegalsari, Kecamatan Tegal Barat dengan mengoptimalkan fungsi Kolam Retensi Tegalsari.
2. Dapat menambahkan wawasan masyarakat sekitar tempat penelitian terhadap fungsi dari Kolam Retensi Tegalsari dalam mengendalikan banjir rob yang terjadi serta meningkatkan wawasan masyarakat dalam meminimalisir banjir rob akibat luapan sungai Siwatu dengan menjaga kebersihan sungai Siwatu.

F. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada skripsi ini secara menyeluruh, maka perlu dikemukakan sistematika penulisan yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi.

Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat Lata Belakang, Batasan Masalah, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan, Manfaat serta Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang Landasan Teori yang akan digunakan dan Tinjauan Pustaka yang berisi tentang penelitian – penelitian yang sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi Metode Penelitian, Waktu dan Tempat Penelitian, Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel, Metode Pengumpulan Data, Metode Analisis Data, dan Diagram Alur Penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi kondisi demografis, kondisi Hidrologi, hasil perhitungan curah hujan maksimum, hasil perhitungan persyaratan jenis distribusi, hasil perhitungan chi kuadrat, hasil perhitungan debit rencana, hasil perhitungan drainase baru, dan hasil perhitungan Kolam Retensi

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi Kesimpulan dan Saran dari hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Optimalisasi

Optimalisasi adalah usaha mamaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki, dengan demikian maka kesimpulan dari optimalisasi adalah sebagai upaya, proses, cara dan perbuatan untuk menggukan sumber – sumber yang dimiliki dalam rangka mencapai kondisi yang terbaik, paling menguntungkan dan paling diinginkan dalam batas – batas tertentu dan kriteria tertentu (Goyena 2019).

2. Sistem Drainase

Drainase adalah tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu (Suripin 2004). Sedangkan sistem drainase perkotaan adalah suatu kestuan sistem teknis dan non teknis dari sarana dan prasarana drainase perkotaan yang berfungsi mengelola atau mengendalikan air permukaan sehingga tidak merugikan masyarakat (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

3. Kolam Retensi

Kolam Retensi adalah kolam/waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu. Fungsinya untuk memotong puncak banjir yang terjadi dalam badan air/sungai. Kolam retensi merupakan suatu cekungan atau kolam yang dapat menampung 14 atau meresapkan air didalamnya, tergantung dari jenis bahan pelapis dinding dan dasar kolam. Kolam retensi dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu kolam alami dan kolam non alami

Kolam alami yaitu kolam retensi yang berupa cekungan atau lahan resapan yang sudah terdapat secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian. Pada umumnya perencanaan kolam jenis ini memadukan fungsi sebagai kolam penyimpanan air dan penggunaan oleh masyarakat dan kondisi lingkungan sekitarnya. Kolam jenis alami ini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan, juga dapat meresapkan pada lahan atau kolam yang pervious, misalnya lapangan sepak bola (yang tertutup oleh rumput), danau alami, seperti yang terdapat di taman rekreasi dan kolam rawa Kolam non alami yaitu kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan bahan material yang kaku, seperti beton. Pada kolam jenis ini air yang masuk ke dalam inlet harus dapat menampung air sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan sehingga dapat mengurangi debit banjir puncak (peak flow) pada saat

over flow, sehingga kolam berfungsi sebagai tempat mengurangi debit banjir dikarenakan adanya penambahan waktu konsentrasi air untuk mengalir dipermukaan. Kapasitas kolam retensi yang dapat menampung volume air pada saat debit banjir puncak, dihitung dengan persamaan umum seperti di bawah ini :

$$V = \int_{t_0}^t (Q_{in} - Q_{out}) dt \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan :

V = volume kolam

t = waktu awal air masuk ke dalam inlet

t_0 = waktu air keluar dari outflow

Q_{in} = debit inflow

Q_{out} = debit outflow

(Mentri Pekerjaan Umum 2016).

4. Bagian – Bagian Kolam Retensi

a. Saluran

Saluran adalah bagian bangunan sistem drainase yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan penerima air dan atau ke bangunan resapan buatan. Saluran terdiri dari saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran lingkungan (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

b. Bangunan Persilangan

Bangunan persilangan merupakan bangunan yang memotong/melintasi jalan. Bangunan ini terdiri dari jembatan, crossing jalan, takang air shipon dan gorong – gorong/box culvert (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

c. Tanggul

Tanggul banjir adalah konstruksi yang berfungsi untuk mencegah terjadinya limpasan air dari sungai/saluran ke wilayah permukiman. Tanggul banjir terdiri dari tanggul tanah, tanggul pasangan batu kali dan tanggul bteon bertulang atau kombinasi dari ketiganya (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

d. Bangunan Penangkap Pasir

Bangunan penangkap pasir adalah bangunan yang berfungsi untuk menangkap sedimen pada daerah tertentu yang alirannya banyak mengandung sedimen layang atau endapan dasar.

Bangunan ini direncanakan pada lokasi sebagai berikut (Metri Pkerjaan Umum 2014):

- 1) Sebelum inlet masuk ke kolam retensi
- 2) Sebelum inlet gorong – gorong
- 3) Sebelum inlet shipon

e. Pintu Air

Pintu Air adalah pintu/bangunan pelengkap yang berfungsi untuk mengatur debit, dan dapat dipasang diantaranya pada : inlet

shipon, inlet dan outlet kolam retensi, inlet stasiun pompa dan di ujung saluran yang berhubungan dengan badan air (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

f. Kolam Tampung

Kolam tampung merupakan bagian dari kolam retensi yang berfungsi untuk menampung air hujan/banjir yang kemudia akan dikurangi dengan menggunakan pompa untuk mencapai elevasi yang telah ditentukan (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

g. Stasiun Rumah Pompa

Stasiun rumah pompa merupakan tempat utama pengendalian drainase sistem kolam retensi, didalamnya terdapat rumah pompa, panel oprasional pompa, rumah jaga, dan gudang (Menteri Pkerjaan Umum 2014).

h. Saringan Sampah atau Trash Rack

Saringan sampah atau trash rack adalah salah satu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran (Mentri Pekerjaan Umum 2014).

5. Daerah Genangan

Daerah genangan adalah kawasan yang tergenang air akibat tidak berfungsinya sistem drainase yang mengganggu dan/atau merugikan aktivitas masyarakat(Menrtri Pekerjaan Umum 2016).

6. Banjir Rob

Banjir rob diartikan sebagai banjir yang disebabkan oleh meluapnya air pasang. Rob artinya pasang besar yang menyebabkan luapan air laut (KBBI 2022).

7. Parameter Penentuan Prioritas Penanganan Genangan

Parameter penentuan prioritas penanganan meliputi hal sebagai berikut:

- a. Parameter genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan, frekuensi genangan dalam satu tahun dan lama genangan terjadi. Kriteria parameter genangan seperti dalam Tabel 2.1.
- b. Parameter ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan. Kriteria kerugian/kerusakan ekonomi seperti dalam Tabel 2.2.
- c. Parameter gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan dan kerusakan fasilitas pemerintah. Kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah seperti dalam Tabel 2.3.
- d. Parameter kerugian dan gangguan transportasi. Kriteria kerugian dan gangguan transportasi seperti dalam Tabel 2.4.
- e. Parameter kerugian pada daerah perumahan, kriterianya seperti dalam Tabel 2.5.

- f. Parameter kerugian hak milik pribadi/rumah tangga, kriterianya seperti dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.1 Kriteria Parameter Genangan

No.	Parameter genangan	Nilai	Presentase nilai
1	Tinggi genangan:	35	
	- > 0,50 m		100
	- 0,30 m - 0,50 m		75
	- 0,20 m - < 0,30 m		50
	- 0,10 m - < 0,20 m		25
- < 0,10 m	0		
2	Luas genangan :	25	
	- > 8 ha		100
	- 4 - 8 ha		75
	- 2 - < 4 ha		50
	- 1 - < 2ha		25
- < 1ha	0		
3	Lamanya genangan :	20	
	> 8 jam		100
	4 - 8 jam		75
	2 - < 4 jam		50
	1 - 2 jam		25
< 1 jam	0		
4	Frekuensi genangan :	20	
	Sangat sering (10 kali/tahun)		100
	sering (6 kali/tahun)		75
	Kurang sering (3 kali/tahun)		50
	jarang (1 kali/tahun)		25
Tidak pernah	0		

Tabel 2.2 Kriteria Kerugian Ekonomi

No.	Parameter	Pengaruh/kerugian	Nilai
1	Jika genangan air/banjir terjadi pada daerah industri, daerah komersial dan daerah perkantoran padat	Tinggi	100
2	Jika genangan air/banjir terjadi di daerah industri dan daerah komersial yang kurang padat	Sedang	65
3	Jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah perumahan dan/atau daerah pertanian (dalam daerah perkotaan yang terbatas)	Kecil	30
4	Jika terjadi genangan pada daerah yang jarang penduduknya dan daerah yang tidak produktif	Sangat kecil	0

Tabel 2.3 Kriteria Gangguan Sosial Dan Fasilitas Pemerintah

No.	Parameter	Pengaruh/kerugian	Nilai
1	Jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang banyak pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Tinggi	100
2	Jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang sedikit pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sedang	65
3	Jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah terbatas	Kecil	30
4	Jika tidak ada fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sangat kecil	0

Tabel 2.4 Kriteria Kerugian Dan Gangguan Transportasi

No.	Parameter	Pengaruh/kerugian	Nilai
1	Jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang jaringan transportasinya padat	Tinggi	100
2	Jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang jaringan transportasinya kurang padat	Sedang	65
3	Jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang yang jaringan transportasinya terbatas	Kecil	30
4	Jika tidak ada jaringan jalan	Sangat kecil	0

Tabel 2.5 Kriteria Kerugian Pada Daerah Perumahan

No.	Parameter	Pengaruh/kerugian	Nilai
1	Jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan padat sekali	Tinggi	100
2	Jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan yang kurang padat	Sedang	65
3	Jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang hanya pada beberapa bangunan perumahan	Kecil	30
4	Jika ada perumahan pada daerah genangan air/banjir	Sangat kecil	0

Tabel 2.6 Kriteria Kerugian Hak Milik Pribadi

No.	Parameter	Pengaruh/kerugian	Nilai
1	Jika kerugian lebih dari 80% nilai milik pribadi	Tinggi	100
2	Jika kerugian 80% dari nilai milik pribadi	Sedang	65
3	Jika kerugian kurang dari 40% milik pribadi	Kecil	30
4	Tidak ada kerugian milik pribadi	Sangat kecil	0

Jumlah nilai dari keenam kriteria tersebut di atas berkisar antara 0 s/d 600. Nilai tertinggi merupakan kawasan dengan prioritas utama, makin rendah nilainya makin rendah pula prioritasnya.

8. Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung didalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum ada informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menentukan berbagai sifat dan besaran hidrauliknya. Demikian pula pada dasarnya bangunann-bangunan tersebut harus dirancang berdasar suatu patokan perancangan yang benar, yang diharapkan akan dapat menghasikan rancangan yang memuaskan. Pengertian memuaskan dalam hal ini adalah bahwa bangunan hidraulik tersebut harus dapat berfungsi baik struktural maupun fungsional dalam jangka waktu yang ditetapkan (Harto, 1993)

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan Curah Hujan Kawasan
- c. Distribusi Probabilitas dan Penentuan Distribusi Frekuensi
- d. Menganalisis Intensitas curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- e. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

9. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggungpunggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik /stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur, garis kontur digunakan sebagai penentuan suatu DAS untuk menentukan arah dari limpasan permukaan yang berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedang yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain disebelahnya (Triadmojdo, 2008).

10. Menentukan Curah Hujan Kawasan

Titik pengukuran dengan stasiun penakar diperkirakan pada suatu luasan hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik mana stasiun berada. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut. Dalam perhitungan hujan rata-rata daerah aliran sungai berapa metode yang sering digunakan: (Rahmawati et al., 2015).

- a. Metode Aritmatik baik digunakan untuk daerah datar dan penyebaran stasiun hujannya merata.
- b. Metode Polygon Thiessen baik digunakan untuk daerah yang stasiun hujannya tidak merata.
- c. Metode Isohiet baik digunakan untuk daerah pegunungan.

11. Distribusi Probabilitas

a. Distribusi Normal

Perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + z \cdot s \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat,
 z = faktor frekuensi dari distribusi normal (tabel z untuk distribusi normal), merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

b. Distribusi Log Normal

Jika $Y = \log X$, maka perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + z \cdot s \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat,

z = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

c. Distribusi Log-Person III

Jika $Y = \log X$, maka perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot s \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat,

K_T = faktor frekuensi (tabel nilai K_T untuk distribusi log pearson III), nilai K_T ini tergantung dari koefisien kemencengan (skewness) dan probabilitasnya.

d. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + s \cdot K \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode

ulang T-tahunan,

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat,

K = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau

Periode ulang dan tipe model matematik distribusi

peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = \frac{Y_{T_r} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

Y_n = reduced meanyang tergantung jumlah sampel/data n,

S_n = reduced standard deviationyang juga tergantung pada jumlah sampel/data n,

Y_{T_r} = reduced variate,

yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_{T_r} = - \ln \left(- \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \dots\dots\dots 2.7$$

Dengan T_r = kala ulang.

12. Penentuan Distribusi Frekuensi

Mengetahui data pantas dengan cara diuji penentuan ragam distribusi frekuensi didapat suatu sebaran tertentu dan tidak layak untuk sebaran lain. (Lashari et al. 2017).

Tabel 2.7 Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	$C_s = 0$ dan $C_k = 3$
Distribusi Log Normal	$C_s > 0$ dan $C_k > 3$
Distribusi Gumbel	$C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$
Distribusi Log-Person III	C_s antara 0 – 0,9

Ketentuan-ketentuan yang ada, yaitu:

- Menghitung parameter-parameter statistik C_s dan C_k , untuk menentukan macam analisis frekuensi yang dipakai.
- Koefisien kepencangan (C_s) :

$$C_s = \frac{n \sum (x - \bar{x})^{-3}}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots 2.8$$

- Koefisien kepuncangan (C_k) :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)S^4} \dots\dots 2.9$$

- Koefisien variasi (C_v) :

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots 2.10$$

e. Simpangan Baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.11$$

Ketrangan :

n = jumlah data

\bar{x} = rata-rata data hujan (mm)

S = simpangan baku (standar deviasi)

x = data hujan (mm)

13. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004)

Analisis intensitas curah hujan dihitung dengan metode Mononobe dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

14. Analisis Debit Banjir

Diperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) menggunakan beberapa metode. Ketersediaan data ditentukan di suatu lokasi dengan metode yang dipakai. Rumus metode rasional yang dipakai (Fachrizal dan Wesli, 2015).

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan :

Q = laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/detik$)

C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km^2)

15. Klasifikasi Aliran

Dalam mengklasifikasi sifat aliran pada saluran terbuka, dengan menggunakan beberapa parameter yang berdasarkan pada perubahan kedalaman aliran dengan mempertimbangkan fungsi waktu dan ruang.

- a. Berdasarkan fungsi waktu, aliran dapat diklasifikasikan sebagai:

- 1) Aliran permanen ("*steady flow*"), adalah suatu pengaliran pada suatu titik dalam penampang, besar debit, kecepatan, dan tekanan tidak berubah dengan waktu. ($dQ/dt = 0$, $dv/dt = 0$, $dp/dt = 0$), dan,
 - 2) Aliran tidak permanen ("*unsteady flow*"), adalah suatu pengaliran disuatu titik dalam penampang, besar debit, kecepatan, dan tekanan berubah dengan waktu. ($dQ/dt \neq 0$, $dv/dt \neq 0$, $dp/dt \neq 0$). Misalnya aliran pada gelombang banjir.
- b. Berdasarkan fungsi ruang, aliran dapat dibedakan sebagai :
- 1) Aliran seragam ("*uniform flow*") apabila kedalaman aliran disetiap tampang saluran adalah sama, dan,
 - 2) Aliran tidak seragam ("*ununiform flow*") apabila kedalaman aliran berubah sepanjang saluran.
- c. Aliran ini dapat berupa:
- 1) "*gradually varied flow*" apabila aliran berubah secara lambat pada jarak yang relatif panjang.
 - 2) "*rapidly varied flow*" apabila kedalaman aliran berubah secara cepat pada jarak yang relatif pendek.

16. Kondisi Aliran

Kondisi aliran ditentukan oleh kekentalan kinematik dan gaya inersianya. Aliran disebut laminar bila pengaruh kekentalan kinematiknya lebih besar dari gaya inersianya. Aliran disebut turbulen jika pengaruh gaya inersianya lebih besar dari pada kekentalan

kinematik zat cair tersebut. Pada aliran laminar partikel akan bergerak mengikuti pola aliran yang halus berupa garis aliran yang sejajar. Pada aliran turbulen, partikel air bergerak mengikuti pola aliran yang tidak menentu. Untuk menentukan kondisi suatu aliran termasuk aliran laminar atau turbulen, maka digunakan interval kesamaan yang disebut bilangan Reynold ("Reynold number").

$$Re = \frac{V \cdot R}{\nu} \dots\dots\dots 2.13$$

Keterangan :

Re = bilangan Reynold

V = kecepatan aliran (m/s)

L = panjang karakteristik (m),

pada saluran muka air babas $L = R$

R = jari-jari hidrolis saluran

ν = kekentalan kinematika (m²/s)

Untuk menentukan kondisi aliran kritis, super kritis, sub kritis digunakan interval kesamaan yang disebut bilangan Froude yang di definisikan sebagai:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan :

Fr = bilangan Froude

V = kecepatan rata-rata aliran (m/ s)

g = gaya gravitasi

h = kedalaman hidrolis.

Pada $Fr = 1$, maka aliran dinyatakan sebagai aliran kritis, sedangkan apabila $Fr < 1$, maka kondisi aliran disebut aliran sub kritis, dan disebut super kritis apabila $Fr > 1$.

Pada aliran sub kritis, kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan gelombang elementer, pada aliran ini disebut sebagai aliran mengalir. Sedangkan pada aliran super kritis, alirannya mempunyai kecepatan lebih besar dibanding dengan kecepatan rambatan gelombang elementer ($v = \sqrt{g \cdot h}$). (Budi Wignyosukanto, 1991).

17. Kapasitas Saluran

Kapasitas maksimum saluran dipakai untuk mengkaji dimensi penampang dengan perhitungan hidraulika. Debit maksimum yang akan dialirkan ditentukan dari dimensi eksisting atau yang direncanakan (Restiani dan Sabri, 2015).

Rumus kapasitas saluran yang digunakan :

$$Q = A.V \dots\dots\dots 2.15$$

Keterangan :

Q = Debit banjir saluran (m³/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

18. Perhitungan Kolam Retensi

a. Debit air yang masuk kolam (inflow)

Setelah didapat perhitungan analisa Intensitas curah hujan maka dapat dilakukan perhitungan debit banjir rencana (inflow). Metode yang digunakan adalah metode Rasional dengan formula sebagai berikut :

$$Q_t = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan :

Q_t = Debit banjir maksimum (m³/detik)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas areal aliran (m²).

b. Debit Air yang Keluar Kolam (Outflow)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan outflow ini adalah rumus Bundaschu :

$$Q = m \cdot b \cdot d \sqrt{g \cdot d} \dots\dots\dots 2.17$$

$$H = h + k \dots\dots\dots 2.18$$

$$d = \frac{2}{3} \times H \dots\dots\dots 2.19$$

Keterangan :

Q = Debit yang lewat (m³/dt)

b = Lebar efektif saluran(m)

h = Tinggi saluran (m)

k = Tinggi energi kecepatan (m)

g = Percepatan gravitasi (m/dt)

m = Koefisien pengaliran

c. Kinerja dan Kapasitas Tampung Kolam Retensi

Setelah debit air yang masuk kolam (inflow) dan debit air yang keluar kolam (outflow) didapat, maka kapasitas tampungan kolam dapat dihitung. Rumus yang dipakai dalam perhitungan kapasitas kolam ini adalah : Kapasitas tampungan kolam = air masuk (inflow) – air yang keluar (outflow).

B. Tinjauan Pustaka

1. **I Made Udiana et al.**, 2020 “ Perencanaan Kolam Retensi Untuk Mengatasi Banjir Di Kecamatan Oebobo Kota Kupang ” menyimpulkan :

- a. Besarnya debit rencana total ($Q_R = Q_{ICH} + Q_{AK}$) sebesar 6,391 m³/dtk, yang didapat dari total debit rencana akibat intensitas curah hujan (Q_{ICH}) sebesar 6,062 m³/dtk dan diperoleh debit rencana akibat air kotor penduduk (Q_{AK}) sebesar 0,329 m³/dtk.

- b. Debit rencana (Q_R) hasil perhitungan dibandingkan terhadap debit saluran lama/eksisting (Q_S) dan diketahui dari hasil, yaitu : $Q_R = 6,391 \text{ m}^3/\text{dtk} > Q_S = 6,070 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Dari hasil perbandingan, maka direncanakan kolam retensi untuk penampungan sementara debit banjir di setiap area mulai dari area O_1 sampai dengan area O_{16} sebanyak 22 buah.
- c. Dari 22 buah kolam retensi, didapat volume total kolam retensi sebesar $3.132,3536 \text{ m}^3$. Dari volume tersebut dibuat satu kolam retensi. Hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan menyatakan, maka dipilih tipe kolam retensi penampungan (storage) memanjang, dengan dimensi/ukuran, yaitu: lebar kolam (B_{kolam}) = 4,00 m dan kedalaman (D_{kolam}) = 1,50 m, maka didapat panjang kolam (L_{kolam}) = 522,00 m. Konstruksi kolam retensi sesuai hasil perhitungan dilengkapi dengan pembendungan, dimana tinggi bendung (P) = 1,50 m, panjang lantai muka (l_{mk}) = 14,00 m, panjang kolam olakan (l_{ko}) = 6,50 m dan lebar pintu pembilas (b_{pp}) = 0,60 m.
2. **Alexander Nugi Pramono at al.**, 2020 “Efektivitas Kolam Retensi Terhadap Pengendalian Banjir “ menyimpulkan :
- a. Hasil simulasi dengan periode ulang 10 tahunan menunjukkan debit puncak aliran yang masuk kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) melalui junction Pengapon (JPT.03) sebesar $3,595 \text{ m}^3 / \text{detik}$. Sedangkan debit puncak aliran yang masuk ke kolam retensi melalui junction Cendrawasih (JPT.07) sebesar $2,052 \text{ m}^3 / \text{detik}$. Untuk debit

puncak terbesar terjadi pada junction Bandarharjo (JPT.09) yakni sebesar 8,742 m³ /detik. Hal ini terjadi karena junction Bandarharjo (JPT.09) merupakan saluran yang menerima limpasan air yang cukup besar dari beberapa subcatchment yang cukup luas dan dengan prosentase daerah kedap air yang cukup besar.

- b. Dengan kondisi yang ada saat ini, Kolam retensi dan pompa Polder Tawang dinilai belum mampu mengatasi permasalahan banjir pada kawasan Kota Lama dan sekitarnya. Mengingat besarnya limpasan air yang terjadi saat turun hujan dan tidak diimbangi dengan sistem drainase perkotaan yang memadai sehingga terjadi banjir di beberapa wilayah kelurahan Tanjung Mas dan sekitarnya. Dengan periode ulang 25 tahunan daerah-daerah yang berdampak banjir meliputi wilayah Bandarharjo (JPT.09) dengan volume 14,83 x 10⁶ liter, Empu Tantular (JPT.11) dengan volume 3,78 x 10⁶ liter, dan Usman Janatin (JPT.14) dengan volume 36,126 x 10⁶ liter. Sehingga dalam kasus ini kinerja Kolam retensi dan pompa Polder Tawang belum efektif dalam pengendalian banjir di kawasan Kota Lama dan sekitarnya.
3. **Arieska Avianda Rachmayanie at al., 2021** “ Optimalisasi Pemanfaatan Kolam Retensi Sebagai Elemen Lanskap Berkelanjutan Pada Kawasan Pendidikan Perkotaan “ menyimpulkan :
 - a. Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kolam retensi pada Universitas Diponegoro saat ini kondisinya belum layak karena daya dukungnya tidak mampu untuk menampung

limpasan air dari drainase kawasan secara jangka panjang. Karena fungsi utama kolam retensi adalah sebagai bangunan air pengendali banjir kawasan, maka daya dukungnya harus mendukung untuk menampung limpasan air dari drainase kawasan, sehingga dampak kerusakan lingkungan di kemudian hari akibat banjir dapat diminimalisir.

- b. Untuk mengoptimalkan daya dukungnya, perlu dilakukan penambahan kapasitas sesuai prediksi curah hujan harian maksimum, penambahan volume saluran outlet yang menghubungkan ke sungai, serta penyediaan kolam sedimen untuk mengurangi kemungkinan pendangkalan kolam retensi akibat endapan lumpur atau tanah yang terbawa oleh limpasan air.
4. **Aisyah Madiana Ali et al.**, 2021 “Kajian Penanggulangan Banjir dengan Menggunakan Kolam Retensi (Studi Kasus Sungai Lamasi Kabupaten Luwu) “ menyimpulkan :
- a. Debit banjir kala 10 tahun dihitung dengan dua metode yaitu metode HSS Snyder dengan hasil $Q_{10} = 49.91 \text{ m}^3 / \text{dt}$ dan Metode HSS ITB2 sebesar $Q_{10} = 63.12 \text{ m}^3 / \text{dt}$ dan debit banjir yang dihitung berdasarkan data pengamatan tinggi permukaan air di sungai sebesar $Q_{10} = 64.79 \text{ m}^3 / \text{dt}$, sehingga yang digunakan dalam perencanaan kapasitas kolam adalah metode HSS ITB2.
 - b. Kapasitas kolam berdasar lengkung debit sebesar $2,301,434.23 \text{ m}^3$, pada elevasi tanggul + 10 m dan besarnya debit banjir dengan Q_{10}

sebesar 4,059,795.50 m³ , sehingga tanggul kolam dinaikkan ke + 11.50 m dengan tampungan 4,401,226.04 m³ , tinggi air dumuka pintu 7 m dan luas permukaan genangan 782,613.78 m².

5. **Henny Pratiwi Adi et al.**, 2021 “ Kajian Operasional Sistem Polder Untuk Penanganan Banjir Dan Rob Di Kawasan Genuk Semarang “ menyimpulkan :

- a. Kondisi banjir rob di Kawasan Kaligawe menimbulkan gangguan transportasi, aktivitas ekonomi, lingkungan Industri, Lingkungan Permukiman dan Lingkungan pendidikan serta fasilitas kesehatan, sehingga perlu secepatnya ditangani. Sistem Polder kali Sringin yang dibangun akan dapat berfungsi bila dilakukan berdasar pedoman yang valid dan mudah diterapkan. Penelitian ini menghasilkan simulasi kapasitas pompa berdasarkan luas catchment area, luas kolam retensi dan kondisi elevasi air di tampungan dan saluran. Kegiatan ini menghasilkan pedoman operasional sistem pompa di area Sringin yang diharapkan dapat dimanfaatkan oleh operator dan dipahami oleh pemangku kepentingan, serta masyarakat secara luas.

6. **Heru Gunawan Apriadi et al.**, 2021 “ Kajian Penanganan Banjir Dengan Sistem Pompa Di Sungai Bendung, Kota Palembang “ menyimpulkan :

- a. bahwa bangunan pengendali banjir dengan sistem pompa di DAS Sungai Bendung dapat mengurangi dampak banjir di kawasan DAS Sungai Bendung. Berdasarkan hasil pemodelan, Alternatif 4 dengan menggunakan sistem pompa di hulu dan hilir Sungai Bendung, dan

normalisasi Sungai Bendung memberikan hasil paling optimal yaitu luas genangan yang awalnya 1,93 km² menjadi 1,19 km², tinggi genangan maksimum yang awalnya 1,303 m menjadi 0,656 m, serta durasi genangan banjir di area hulu yang awalnya 19,11 jam menjadi 4,33 jam, area tengah yang awalnya 14,07 jam menjadi 3,5 jam, dan area hilir yang awalnya 8,49 jam menjadi 0 jam. Operasional pompa dapat diatur dengan pola operasi yang berbasis pada tinggi muka air yang telah disepakati bersama. Sistem pompa di DAS Sungai Bendung efektif untuk membantu penanggulangan dampak banjir khususnya di kawasan hilir DAS Sungai Bendung dengan membantu mempercepat waktu genangan di kawasan banjir.

7. **Christian Pradhana Putra et al.**, 2022 “ Perencanaan Kolam Retensi Dalam Penanganan Banjir Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur “ menyimpulkan :
 - a. Dari hasil analisa didapat debit banjir rencana dari kala ulang 10 tahun, yaitu 1109.597 m³/detik. Sedangkan Sungai Welang hanya mampu menampung debit sebesar 309.206 m³/detik. Maka perlu dilakukan Pembangunan Kolam Retensi sebagai alternatif pengendali banjir.
 - b. Sedangkan hasil analisa perencanaan pendimensian kolam retensi, didapat kolam retensi dapat menampung volume limpasan maksimum sebesar 5.818.791 m³. Dengan luas area 1.939.597 m² dengan kedalaman 3 m. Untuk dimensi pintu air dengan dimensi lebar 3 m,

tinggi bukaan pintu 1 m, dan tebal daun pintu sebesar 30 mm, akan di rencanakan menggunakan satu pintu air dengan tipe pintu air Gearbox Double. Saluran inflow direncanakan berbentuk trapesium dengan lebar atas 4 meter, lebar bawah 3 meter dan kedalaman 1 meter.

- c. Volume debit banjir pada sungai eksisting sebelum direncanakan kolam retensi menggunakan metode HSS Nakayasu dengan kala ulang 10 tahun adalah 1109.597 m³/detik dengan volume limpasan mencapai 12.888.136.79 m³. Setelah dilakukan perencanaan Kolam Retensi, volume limpasan berkurang menjadi 7.069.345.97 m³ atau dapat mengurangi sebesar 45.148% limpasan debit banjir sungai welang.
 - d. Dinding penahan tanah direncanakan menggunakan pasangan batu kali. Dengan dimensi, tinggi(H) = 4.5 meter, h = 3.5 meter, h' = 1 meter, A = 1 meter, b = 1,4 meter, a = 1 meter, Lebar Bawah (B) = 3.4 meter, lebar atas = 0.4 meter.
8. **Alfath Tawakkal et al.**, 2022 “ Pengembangan Kolam Retensi Dalam Upaya Mereduksi Banjir Kali Jeroan Kabupaten Madiun “ menyimpulkan :
- a. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa debit puncak yang dihasilkan Sungai Jeroan dengan luas DAS sebesar 314.84 km³ yaitu 461.20 m³/dt. Normalisasi direncanakan dengan b = 15 m, m = 1, h = 8 m di STA 276 hingga STA 232. Dan b = 20 m, m = 1, h = 8 m untuk DAS Jeroan Utama

dari STA 228 hingga STA 0 dalam upaya menanggulangi banjir Sungai Jeroan. Debit yang dapat ditampung Sungai Jeroan sebesar $179,73 \text{ m}^3/\text{dt}$, setelah dilakukan normalisasi pada STA 276 – STA 0, kemampuan Sungai Jeroan dalam menampung debit menjadi $226,82 \text{ m}^3/\text{dt}$ sehingga diperlukan penanganan lain yakni dengan kolam retensi.

- b. Kolam retensi yang direncanakan berjumlah 2 (dua) buah dengan debit banjir yang tereduksi setelah melewati kolam retensi 1 sebesar $45,25 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan debit banjir yang tereduksi setelah melewati kolam retensi 2 sebesar $34,91 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit yang tersisa adalah sebesar $381,04 \text{ m}^3/\text{dt}$ dari debit puncak sebesar $461,20 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan jumlah debit yang tereduksi adalah $80,16 \text{ m}^3/\text{dt}$ atau sebesar 17 %. Pintu air yang digunakan masing-masing berjumlah 2 (dua) unit, dengan $a = 1,5 \text{ m}$, $b = 7,5 \text{ m}$ untuk kolam 1 dan $a = 1,5 \text{ m}$, $b = 7 \text{ m}$ untuk kolam 2, dengan pola operasi selama 10 jam untuk kolam retensi 1 dan 9 jam untuk kolam retensi.
- c. Kolam retensi yang direncanakan masing-masing berkapasitas $839.310,12 \text{ m}^3$ dan luas daerah tangkapan air sebesar 111.908 m^2 untuk kolam retensi 1 yang terletak di STA 276, dan untuk kolam retensi 2 berkapasitas $535.096,03 \text{ m}^3$ dan luas daerah tangkapan air sebesar 76.442 m^2 untuk kolam retensi 2 yang terletak di STA 172. Debit kebutuhan irigasi dengan rencana luasan 1.500 Ha sebesar $0.527 \text{ m}^3/\text{dt}$.

9. **Teguh Haris Santoso et al.**, 2023 “ Penanganan Banjir Di Lingkungan Universitas Pancasakti Tegal Dengan Menggunakan Sistem Drainase U-Ditch Dan Box Culvert ” menyimpulkan :
- a. Pada perencanaan dimensi saluran drainase di lingkungan Universitas Pancasakti Tegal harus mempertimbangkan curah hujan dimana pada 11 tahun terakhir total rata-rata curah hujan di Kota Tegal 114,62 mm³. Dalam total rata-rata data curah hujan tersebut seharusnya saluran drainase di Universitas pancasakti tegal memiliki luas rata-rata 0,0518 m².
 - b. Penyebab banjir pada Universitas Pancasakti Tegal dapat dikarenakan drainase tidak mampu menampung limpasan debit air.
10. **Benson Limbong et al.**, 2024 “ Analisis Simulasi Swmm Untuk Pengelolaan Banjir Dengan Pemodelan Kolam Retensi: Studi Kasus Jangli-Tembalang, Kota Semarang “ menyimpulkan :
- c. Dari hasil simulasi model SWMM kondisi aktual tanpa kolam retensi, diketahui bahwa terjadi banjir dengan posisi yang sama dengan posisi banjir di lapangan, yaitu posisi node ‘J2’ dan saluran ‘Conduit 2’, dengan Q puncak J2: 0,445 m³ /detik, durasi banjir selama 59,4 menit dan volume total air banjir: 805 m³ . Pada saluran ‘Conduit 2’ diperoleh Q puncak: 0,726 m³ /detik dan kecepatan aliran maksimum: 2,27 m/detik. Untuk mengatasi banjir dilakukan pemodelan kolam retensi pada posisi banjir yaitu: node J2 - Conduit 2 dengan dimensi: (40x20x1,1)m³ . Hasil simulasi model SWMM dengan kolam retensi

menunjukkan Q puncak pada kolam retensi: 0,24 m³ /detik, volume maksimum air dalam kolam retensi: 712,61 m³ (lebih kecil dari volume total kolam 880 m³), kedalaman maksimal air di kolam 0,98m, yang mana lebih kecil dari kedalaman total kolam 1,1 m. Artinya sudah tidak terjadi overtopping air dari dalam kolam retensi dan kolam retensi dapat diandalkan untuk mencegah banjir pada lokasi tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode deskriptif, yaitu metode yang menjelaskan kondisi obyektif (sebenarnya) pada suatu keadaan yang menjadi obyek studi.

Persiapan penelitian ini dimulai dengan melihat langsung dan menganalisa kondisi di lapangan yang terjadi di daerah seperti : Kolam Retensi Tegalsari, saluran drainase sekitar sungai Siwatu, tempat terdampak genangan rob sekitar sungai Siwatu. Data primer merupakan kondisi eksisting kolam retensi dan kondisi wilayah sekitar. Data-data sekunder yang dibutuhkan seperti curah hujan, topografi, peta kontur didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Tegal.

B. Waktu dan Tempat

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada periode bulan Januari – bulan Juli 2024.

Tabel 3.1 Tabel Grant Chart

Kegiatan	Waktu (Bulan) 2024						
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
Penentuan Judul Proposal Skripsi							
Persiapan Penelitian							
Survey Lokasi Penelitian							
Pengumpulan Data							
Analisis Masalah							
Pembuatan Proposal Skripsi							
Bimbingan Proposal Skripsi							
Seminar Proposal Skripsi							
Pengolahan Data							
Penyusunan Skripsi							
Sidang Skripsi							

2. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Kelurahan Tegalsari , Kecamatan Tegal Barat (sekitar sungai Siwatu dan Kolam Retensi Tegalsari).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

(Sumber : Google Earth)



Gambar 3.2 Lokasi Terdampak Genangan

(Sumber : Foto Pribadi)



Gambar 3.3 Kolam Retensi

(Sumber : Foto Pribadi)

C. Variabel Penelitian

Variabel Penelitian adalah semua yang berbentuk apa saja yang ditetapkan peneliti dan dipelajari sehingga diperoleh informasi dari hal tersebut. Kemudian ditarik kesimpulan fenomena yang diamati dalam penelitian yaitu mengetahui tentang kondisi drainase yang terjadi dan fokus penelitian yang diamati di Kolam Retensi Tegalsari dan wilayah

sekitar sungai Siwatu Kelurahan Tegalsari, Kecamatan Tegal Barat sebagai berikut :

1. Kondisi drainase ekisting apakah sesuai dengan kriteria desain standart atau tidak.
2. Kondisi drainase yang berdampak genangan rob.
3. Kondisi drainase yang terjadi banyaknya sampah dalam saluran akan berdampak terhadap pendangkalan / penyempitan saluran.

D. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data – data yang mendukung dalam penelitian yaitu :

1. Survey Lapangan

Peninjauan langsung ke lokasi dilapangan dengan tujuan mengetahui kondisi terkini dari lokasi penelitian dan mengidentifikasi masalah serta melihat kemungkinan solusi yang diusulkan.

- a. Letak dan Kondisi Saluran Drainase
- b. Pola arah aliran air / sungai
- c. Genangan terjadi akibat air rob dan hujan

2. Pengumpulan Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dilapangan adalah :

- a. Melakukan pendataan langsung lokasi koordinat stasiun curah hujan yang berpengaruh pada daerah penelitian.
- b. Mengetahui kondisi sistem drainase yang telah ada pada lokasi penelitian.

- c. Mengetahui kondisi badan air penerima baik sungai, danau dan kolam retensi.
- d. Mengetahui sistem kerja pompa pada kolam retensi
- e. Mengetahui daya tampung kolam retensi dan saluran drainase pada lokasi penelitian.
- f. Melakukan peninjauan / observasi dilokasi tempat penelitian dan wawancara dilokasi serta adanya dokumentasi agar mempunyai data yang akurat.

3. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder didapat dari instansi yang diperlukan.

- a. Data curah hujan yang didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika Kota Tegal.
- b. Peta tanah, peta jaringan Drainase dan irigasi, Peta Geologi serta peta drainase kolam retensi.
- c. Data genangan banjir rob yang pernah terjadi di daerah penelitian.

E. Metode Analisis Data

Analisis yang digunakan dengan dua data pada penelitian ini yaitu dari data primer dan data sekunder melalui tahapan analisis hidrologi., sebagai berikut :

1. Analisis Primer

Analisis data primer mencakup :

- a. Analisis permasalahan drainase
- b. Analisis saluran drainase

- c. Analisis fungsi dan keadaan drainase
 - d. Analisis kolam retensi
2. Analisis Sekunder

Analisis data sekunder mencakup :

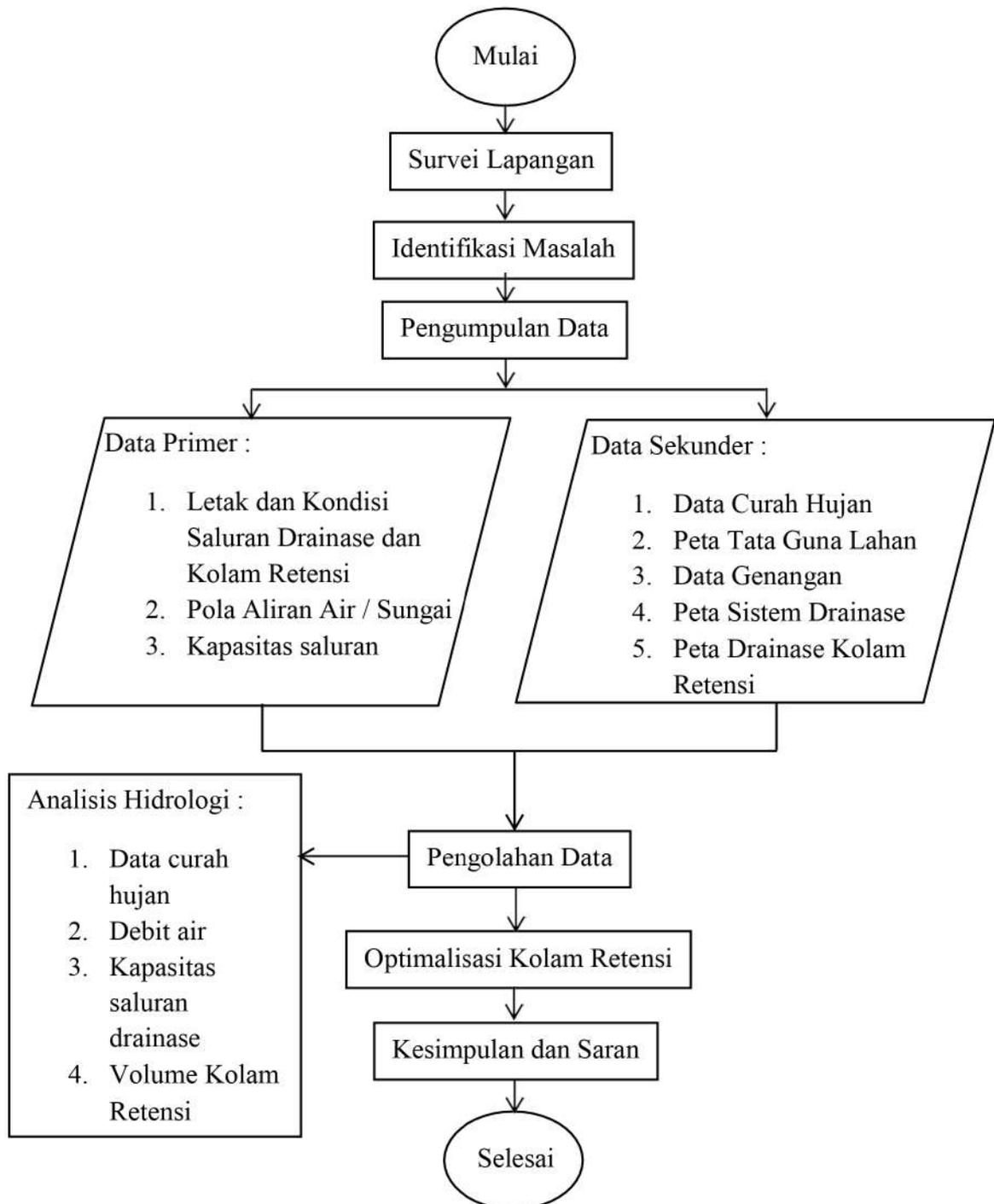
- a. Analisis data curah hujan
- b. Analisis debit banjir

F. Tahapan Analisis

Analisis yang digunakan adalah Analisis Hidrologi. Analisis Hidrologi adalah Analisis yang mempunyai aspek – aspek hidrologi dalam perencanaan sistem drainase, meliputi :

- a. Analisis penentuan Daerah aliran Sungai (DAS)
- b. Analisis curah hujan kawasan
- c. Analisis distribusi probabilitas serta penentuan distribusi frekuensi :
 - 1) Distribusi Normal
 - 2) Distribusi Log Normal
 - 3) Distribusi Log Person III
 - 4) Distribusi Gumbel
- d. Analisis intensitas curah hujan
- e. Analisis debit air
- f. Perhitungan Kola Retensi

G. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian