

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Banjir adalah bencana alam yang sering terjadi di banyak kota dalam skala yang berbeda dimana air dengan jumlah yang berlebih berada di daratan yang biasanya kering. Peristiwa banjir merupakan masalah yang perlu dikaji secara berkelanjutan untuk ditemukan solusinya agar tidak menimbulkan gangguan atau kerugian terhadap kepentingan manusia. Dengan memasuki musim penghujan yang ditandai tingginya curah hujan, hampir diseluruh wilayah Bekasi yang berdataran rendah menjadi daerah genangan.

Curah hujan di wilayah Kecamatan Jatiasih Bekasi yang tinggi dan sulit untuk membuang air limpasan hujan dengan cepat, sehingga sering merupakan langganan genangan air. Kecamatan Jatiasih dilewati oleh 2 (dua) aliran sungai, yaitu Kali Cikeas dan Kali Bekasi. Hal tersebut yang merupakan penyebab di wilayah Kecamatan Jatiasih menjadi kawasan rawan banjir data banjir pada Kecamatan Jatiasih terdapat pada lampiran halaman 63

Sungai Bekasi merupakan sungai yang paling berpotensi memberikan dampak banjir pada Perumahan Pondok Gede Permai ketika air sungai meluap karena sungai Bekasi berbatasan dengan Perumahan Pondok Gede Permai dan Sungai Bekasi merupakan sungai yang alirannya berasal dari sungai Cikeas dan Cileungsi.

Salah satu dampak yang terjadi akibatnya derasnya arus dari sungai Cikeas dan Cileungsi yang masuk ke sungai Bekasi adalah terjadinya banjir pada Perumahan Pondok Gede Permai. Kondisi ini akan menimbulkan dampak besar,

bila secara bersamaan terjadi hujan besar di daerah hulu sungai yang mengakibatkan meluapnya air sungai. Genangan banjir yang terjadi disebabkan karena kapasitas sungai dan tanggul yang ada tidak mampu menampung debit yang ada,



Gambar 1.1 Banjir yang terjadi di pondok gede permai (foto : Abdullah M surja)

Menyimak situasi daerah banjir di wilayah Pondok Gede Permai dan sekitarnya, maka perlu dilakukan perhitungan kapasitas tampung sungai Bekasi di Perumahan Pondok Gede Permai. Penulis memilih lokasi pada perumahan Pondok Gede Permai karena rumah penulis berada pada perumahan tersebut.

## 1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah yang mempengaruhi aliran Sungai Bekasi?
2. Berapa besar debit banjir rencana Sungai Bekasi pada periode 2-25 tahun periode waktu sesuai dengan standar metode menghitung design flood?
3. Berapa besar kapasitas Sungai Bekasi dalam menampung debit banjir?

4. Berapa besar kapasitas Sungai Bekasi yang berada di perumahan Pondok Gede Permai dalam menampung debit banjir ?

### **1.3 Pembatasan masalah**

Untuk mendapatkan data yang akurat serta menghindari salah penafsiran dalam mengambil kesimpulan atau hasil penelitian, maka pembatasan masalah sangatlah perlu.

Dari berbagai identifikasi yang telah disebutkan di atas, penelitian ini dibatasi hanya :

1. Daerah studi hanya Sungai Bekasi yang berada pada perumahan Pondok Gede Permai
2. Penelitian hanya menghitung kapasitas tampungan debit banjir pada Sungai Bekasi yang berada di Pondok Gede Permai.
3. Penelitian hanya menghitung debit banjir dengan kala ulang 25 tahun sesuai dengan standar metode menghitung design flood

### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas maka secara spesifik masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

Apakah Sungai Bekasi yang berada di Perumahan Pondok Gede Permai mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 25 tahun sesuai dengan standar metode menghitung design flood

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas tampungan Sungai Bekasi yang berada di Pondok Gede Permai.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Perencanaan ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

1. Masukan untuk Tata Air Dinas Bina Marga Kota Bekasi dan Pemerintah Pusat dalam pemecahan masalah banjir.
2. Referensi bagi mahasiswa diharapkan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya dan bagi penulis sendiri sebagai aplikasi ilmu yang didapat di bangku kuliah sekaligus untuk menambah ilmu pengetahuan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisa**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia analisa adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Tahap analisis dilakukan setelah tahap perencanaan dan sebelum tahap desain. Tahapan –tahapan dari menganalisa adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah
2. Mengumpulkan fakta
3. Menganalisis fakta
4. Membuat hasil laporan

#### **2.2 Sungai**

Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi sebagai tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai (Sosrodarsono, 1984). Segangkan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2008).

#### **2.3 Kapasitas**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia kapasitas merupakan ruang yang tersedia atau daya tampung, dalam penelitian ini maka yang dimaksud dengan

kapasitas adalah kemampuan sungai dalam menampung dan mengalirkan air dalam jumlah (debit) tertentu.

Kapasitas drainase yang tidak memadai baik disebabkan oleh perubahan tata guna lahan maupun berkurangnya tanaman/vegetasi serta tindakan manusia mengakibatkan pengurangan kapasitas sungai sesuai perencanaan yang dibuat. Hal tersebut dapat menyebabkan banjir dan menimbulkan kerugian bagi masyarakat setempat.

Terdapat beberapa penyebab banjir terkait kapasitas drainase yang disebabkan oleh alam maupun manusia, (Kodatie, 2013) antara lain sebagai berikut:

1. Perubahan tata guna lahan

Akibat perubahan tata guna lahan, terjadi erosi yang berakibat sedimentasi .masuk ke sungai atau saluran sehingga daya tampung berkurang. Penutup lahan vegetatif yang rapat (misal: semak-semak, rumput) merupakan panahan laju erosi yang tinggi.

2. Sampah

Sungai atau drainase yang tersumbat akan mengakibatkan daya tampung saluran berkurang sehingga air melimpas keluar.

3. Kawasan kumuh sepanjang sungai

Kawasan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai dapat menghambat dan mengurangi daya tampung sungai.

## **2.4 Analisis Hidrologi**

Hal yang terpenting dalam perhitungan kapasitas Sungai Bekasi adalah analisa hidrologi yang diperlukan untuk uji konsistensi data, berfungsi untuk mengetahui

apakah data curah hujan tersebut layak digunakan dalam suatu perhitungan kapasitas sungai Bekasi. Data-data yang diharapkan merupakan data yang ideal, dimana data tersebut merupakan data yang cukup panjang dan dapat dipercaya. Tetapi dalam kegiatannya sering terjadi data yang kurang lengkap, hal ini dikarenakan antara lain oleh kerusakan alat, kelalaian petugas dan sebagainya. Apabila ditemui adanya beberapa bagian data yang hilang atau kosong, maka sebelum dianalisis data tersebut dapat diperkirakan terlebih dahulu dengan menggunakan *Norma Ratio Methode*. (Soemarto,1995)

$$r = \frac{1}{n} \left[ \frac{Anx}{Ana} \cdot da + \frac{Anx}{Anb} \cdot db + \frac{Anx}{Anc} \cdot dc \right]$$

Keterangan :

r = data curah hujan yang hilang (mm)

n = jumlah stasiun penakar hujan

Anx = Curah hujan rata – rata setahun di pos yang hilang (mm)

Ana, Anb, Anc = curah hujan rata – rata di pos lain (mm)

da, db, dc = curah hujan pada bulan yang hilang pada pos lain (mm).

#### **2.4.1 Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air (DTA))**

Untuk mendapatkan hasil dari curah hujan wilayah digunakan beberapa metode perhitungan sebagai dasar perhitungan curah hujan kawasan ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan yaitu : 1. Rata-rata aljabar, 2. Polygon Thiessen, 3. Ishoyet. (Suripin, 2004).

##### **2.4.1.1 Rata rata Aljabar**

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan.

Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. (Suripin, 2004)

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

Keterangan :

$P_1 P_2 \dots P_n$  = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan

$n$  = banyaknya pos penakar hujan

#### 2.4.1.2 Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang. Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidak seragaman jarak. Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas  $500-5000 \text{ km}^2$ . (Suripin, 2004).

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Keterangan

$P_1 P_2 \dots P_n$  = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan

$A_1 A_2 \dots A_n$  = luas areal poligon l

$n$  = Banyaknya pos penakar hujan

#### 2.4.1.3 Metode Ishoyet

Metode ini merupakan yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan keamanan. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. (Suripin, 2004)

$$p = \frac{A_1 \left( \frac{P_1 P_2}{2} \right) + A_2 \left( \frac{P_2 P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left( \frac{P_{n-1} P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}}$$



#### 2.4.1.4 Cara memilih Metode

Pemilihan metode mana yang cocok dipakai dengan suatu DAS dapat ditentukan dengan fakto-faktor berikut (Suripin 2004):

1. Jaring-jaring pos penakar hujan
  - Jumlah pos penakar hujan cukup : Metode isohyet, Thiessen atau rata rata aljabar
  - Pos penakar hujan Terbatas : Metode rata-rata aljabar atau Thiessen
2. Luas DAS
  - DAS besar  $> 5000 \text{ km}^2$  : Metode Rata-rata Aljabar
  - DAS sedang  $500 - 5000 \text{ km}^2$  : Metode Thiessen
  - DAS kecil  $< 500 \text{ km}^2$  : Metode Ishoyet

#### 2.4.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi diperlukan dari data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan dimasa lalu. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah : 1. Distribusi Gumbel, 2. Distribusi Log Person III, 3. Distribusi Normal, dan 4. Distribusi Log-Normal (Suripin, 2004).

##### 2.4.2.1 Distribusi Gumbel

Rumus yang digunakan untuk menghitung Distribusi Gumbel adalah sebagai

berikut (suripin 2004) :

$$X = \bar{X} + s \cdot K$$

Faktor probabilitas K untuk harga harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Keterangan :

$\bar{X}$  = harga rata – rata sampel

S = *standar deviasi* sampel

$Y_n$  = *reduced mean* yang tergantung dari jumlah sampel/data n

$S_n$  = *reduced standard deviation* yang tergantung dari jumlah sampel/data n

$Y_{Tr}$  = *reduced variate*

Nilai untuk  $Y_{Tr}$ ,  $Y_n$ , dan  $S_n$  dapat dilihat pada lampiran

#### 2.4.2.2 Distribusi Log Person III

Salah satu distribusi yang dikembangkan Person adalah Log Person Type III. Tiga Parameter penting dalam Log Person III, yaitu (i) harga rata-rata, (ii) simpangan baku, dan (iii) Koefisien Kemencengan. Jika koefisien kemencengan sama dengan nol maka distribusi kembali ke distribusi Log Normal. (Suripin 2004).

Berikut ini adalah langkah – langkah penggunaan distribusi log person III :

- a. Ubah data dalam bentuk logaritma  $X = \text{Log } X$
- b. Hitung harga rata – rata,  $\text{Log } X = \text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log xi}{n}$
- c. Harga simpangan baku  $S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5}$

d. Hitung koefisien kemencengan ,  $G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$

e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot s$$

Nilai  $K_T$  adalah variable standar untuk  $X$  yang besarnya tergantung koefisien kemencengan. Tabel untuk nilai  $K_T$  dapat dilihat dalam lampiran.

### 2.4.2.3 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga dengan distribusi Gauss.

Rumus yang digunakan untuk menghitung analisa frekuensi dengan metode Distribusi Normal adalah sebagai berikut (Suripin 2014) :

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

Rata – rata curah hujan :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Simpangan baku :

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5}$$

Keterangan :

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahunan

$\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan

$S$  = deviasi standard nilai variat

$K_T$  = faktor frekuensi

Nilai faktor frekuensi  $K_T$  umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan. Faktor frekuensi  $K_T$  dapat dilihat dalam lampiran.

#### 2.4.2.4 Distribusi Log Normal

Rumus yang digunakan menghitung analisa frekuensi dengan metode Log Normal adalah sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S$$

Rata – rata curah hujan :

$$Y = \text{Log } \bar{X}$$

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

Simpangan baku :

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5}$$

Di mana :

$Y_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang T – tahunan

Y = nilai rata – rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

$K_T$  = faktor frekuensi

Niai faktor frekuensi  $K_T$  pada metode ini sama juga metode distribusi normal.

#### 2.4.3 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variable hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut dengan pengukuran dispersi. Adapun cara pengukuran dispersi meliputi Deviasi Standar (S), Koefisien Skewness (Cs), Pengukuran *Kurtosis* (Ck), dan

Koefisien Variasi (Cv) (Soewarno, 1995)

#### 2.4.3.1 Deviasi Standar

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar dan Varian. Varian dihitung sebagai nilai kuadrat dari deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai standar deviasi akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka deviasi standar akan kecil berikut merupakan rumus untuk deviasi standar (Soewarno, 1995)

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

Keterangan

$X_i$  = nilai varian

$X_{rt}$  = nilai rata-rata

$n$  = jumlah data

#### 2.4.3.2 Koefisien Skewness ( $C_s$ )

Koefisien Skewness (kemencengan) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Umumnya ukuran kemencengan dinyatakan dengan besarnya koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*). (Soewarno, 1995)

$$C_s = \frac{n \sum(X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Keterangan

$X_i$  = nilai varian

$X_{rt}$  = nilai rata-rata

$n$  = jumlah data

### 2.4.3.3 Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

Pengukuran kurtosis bertujuan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis dapat dirumuskan sebagai berikut: (Soewarno, 1995)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Keterangan

$X_i$  = nilai varian

$\bar{X}$  = nilai rata-rata

$n$  = jumlah data

### 2.4.3.4 Koefisien Variasi ( $C_v$ )

Koefisien variasi ( *variation coefficient* ) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dirumuskan sebagai berikut (Soewarno, 1995)

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}}$$

Keterangan

$X_i$  = nilai varian

$\bar{X}$  = nilai rata-rata

$n$  = jumlah data

Setelah melakukan pengukuran dispersi maka untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan data maka dilakukan dengan cara mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing masing jenis distribusi. Tabel parameter statistik yang digunakan untuk menentukan jenis distribusi dapat dilihat pada tabel

berikut ini (Triatmodjo, 2014)

**Tabel 2.1 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi**

Distribusi	Persyaratan
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
Log Person III	Selain nilai diatas ( $C_s \neq 0$ ) ( $C_k \neq 0$ )

Sumber: Bambang, Triatmodjo, Hidrologi Terapan, Yogyakarta Beta Offset :2014

#### 2.4.4 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang digunakan adalah uji chi-kuadrat. (Suripin, 2004)

Uji kesesuaian Chi\_Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan ujian ini menggunakan parameter  $\chi^2$ , yang dapat dihitung dengan rumus berikut. (Suripin, 2004).

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

dimana :

$\chi_h^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung.

G = jumlah sub kelompok

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

### 2.4.5 Periode Ulang

Periode ulang adalah besaran tertentu yang kemungkinan terjadi pada suatu periode ulang, karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan besar mempunyai periode ulang tertentu, salah satu tujuan dalam analisis hidrologi adalah menentukan periode ulang dari suatu kejadian hidrologi.

**Tabel 2.2 Periode Ulang yang Disyaratkan**

Bangunan / Saluran Drainase	Periode Ulang
Sungai besar/Saluran primer	25 Tahun
Sungai Kecil	10 Tahun
Saluran sekunder	10 Tahun
Saluran tersier	
Pemukiman-	1 Tahun
Bangunan / Saluran Drainase	Periode Ulang
- Industri	2 Tahun
- Komersial	2 Tahun
Gorong-gorong	10 Tahun
Gorong-gorong jalan tol	25 Tahun
Saluran drainase jalan	5 Tahun

Sumber Departemen Pekerjaan Umum, Standar Metode Menghitung Design Flood Jakarta: Badan penerbit PU. 1990.

### 2.4.6 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 periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Karena data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan



metode Mononobe yaitu. (Suripin, 2004):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = intensitas hujan ( mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum harian selama 24jam (mm)

#### **2.4.7 Memperkirakan Laju Aliran Puncak**

Ada beberapa metode untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir). Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Ada beberapa metode yang sering digunakan dalam menghitung atau memperkirakan besarnya debit rencana. Secara umum, metode yang umum dipakai adalah metode yang umum dipakai adalah Metode Rasional dan metode Hidrograf banjir. (Suripin, 2004). Pada penelitian ini debit banjir dihitung dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu.

##### **2.3.7.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu**

Hidrograf adalah suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara tinggi permukaan air atau debit terhadap waktu (Linsley 1996). HSS Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari parameter daerah pengaliran tersebut. Parameter yang diperlukan untuk menganalisa menggunakan HSS Nakayasu adalah:

1. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*),  $T_p$ .

2. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*),  $T_g$ .
3. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*), TB.
4. Luas daerah pengaliran (*Catchment Area*), A.
5. Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).L

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam menganalisa menggunakan HSS Nakayasu adalah (C.D. Soemarto, 1999).

#### 1 Debit puncak banjir

$$Q_P = \frac{A \cdot R_o}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

Keterangan :

$Q_P$  = Debit puncak banjir ( $m^3$ / detik)

$R_o$  = hujan satuan (mm)

$T_P$  = tenggang waktu (*time log*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$  = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

#### 2 Rumus penunjang

$$T_P = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$t_g$  dihitung dengan rumus

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ Jika } L < 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 L \text{ untuk } L \geq 15 \text{ km}$$

Keterangan:

$T_p$  = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak

$t_g$  = waktu konsentrasi hujan

$L$  = panjang sungai utama

$t_r$  = satuan waktu dari curah hujan (jam) yang besarnya  $0,5t_g - t_g$ .

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut (C.D. Soemarto, 1999).

1. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_a = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad 8I9$$

2. Pada kurva turun ( $T_p < t < (T_p + T_{0,3})$ )

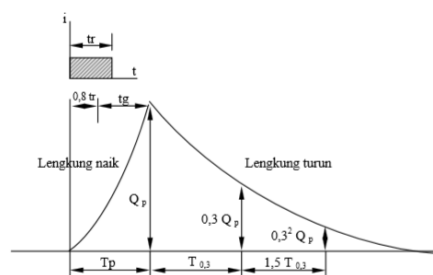
$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

3. Pada kurva turun ( $(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 0,5 T_{0,3})$ )

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})]}{2 T_{0,3}}}$$

4. Pada kurva turun ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$ )

$$Q_{d3} = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2 T_{0,3}}}$$



**Gambart 2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu**

## 2.4 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kapasitas tampungan debit

banjir. Dalam penelitian ini analisa menggunakan persamaan Manning. Perhitungan debit menggunakan rumus Manning karena mempunyai rumus yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan (Sosrodarsono, 2003)

- Persamaan untuk kecepatan aliran adalah:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} S^{1/2}$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran rata-rata

n = koefisien kekasaran

$R = \frac{A}{P}$  (m) = jari jari hidrolis

S = kemiringan hidrolis

- Persamaan untuk debit yang diukur

$$Q = A \cdot v$$

Keterangan :

Q = Debit yang diukur

A= Luas penampang melintang air ( $m^2$ )

v= Kecepatan aliran rata-ratan (m/det)

Untuk nilai n pada rumus Manning dipengaruhi oleh kekasaran dan jenis saluran. Nilai kekasaran ini dikenal dengan istilah koefisien kekasaran Manning. Nilai n dapat dilihat pada lampiran

## 2.5 Penelitian Relevan

Sebelum penelitian ini dilakukan, terdapat penelitian yang sudah terlebih dahulu mengkaji perencanaan tanggul antara lain:

1. Rika Datiswila (2015) Analisis Kapasitas Tampung Kanal Banjir Timur Ruas Cipinang-Weir I Akibat Penambahan Debit Air Sudetan Sungai Ciliwung

Penelitiannya menghasilkan bahwa Kanal Banjir Timur dapat menampung dan mengalirkan debit dari keempat sungai (Sungai Cipinang, Sungai Sunter, Sungai Buaran dan Sungai Jatikramat) serta Sudetan Sungai Ciliwung-Kanal Banjir Timur. Hal ini dikarenakan  $Q_s = 802,227 \text{ m}^3/\text{detik}$  lebih besar daripada  $Q_r = 521,660 \text{ m}^3/\text{detik}$

2. Evi Rahmawati (2015) Universitas Negeri Surabaya, judul Analisa Kapasitas Tampung Pada Sungai Pucang Kabupaten Sidoarjo Dalam Menampung Debit Banjir.

Penelitiannya menghasilkan bahwa debit banjir eksisting sungai pucang pada kondisi maksimal didapat dari hasil perhitungan sebesar  $Q_2 = 89,94 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_5 = 113,60 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{10} = 128,45 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{25} = 146,34 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{50} = 159,20 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Hasil simulasi aliran dengan perhitungan menggunakan persamaan Manning di dapat  $Q_{eks} < Q_{sal}$  maka kapasitas tampungan aman

## 2.6 Kerangka Berpikir

Bencana banjir yang terjadi setidaknya dipengaruhi oleh tiga yaitu faktor hujan, faktor perubahan tata guna lahan, dan faktor kesalahan perencanaan pembangunan di alur sungai. Banjir yang terjadi di Pondok Gede Permai umumnya dari tahun ketahun semakin besar sejalan dengan perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan semakin sempitnya lahan resapan. Hal ini juga diperkuat dengan lokasi perumahan tersebut berbatasan langsung dengan

sungai Bekasi..

Sungai Bekasi merupakan sungai yang berpotensi memberikan dampak banjir pada Perumahan Pondok Gede Permai, karena letaknya di belakang Perumahan Pondok Gede Permai. Sungai Bekasi merupakan pertemuan sungai Cikeas dengan Cilengsi yang berada di belakang Perumahan Pondok Gede Permai banjir yang terjadi pada Perumahan Pondok Gede Permai dapat di analisis dengan menganalisa kapasitas Sungai Bekasi di Perumahan Pondok Gede Permai yang berfungsi untuk menahan limpasan air berlebihan. Apabila debit air mencapai keadaan maksimum maka air akan melimpah masuk ke perumahan tersebut.

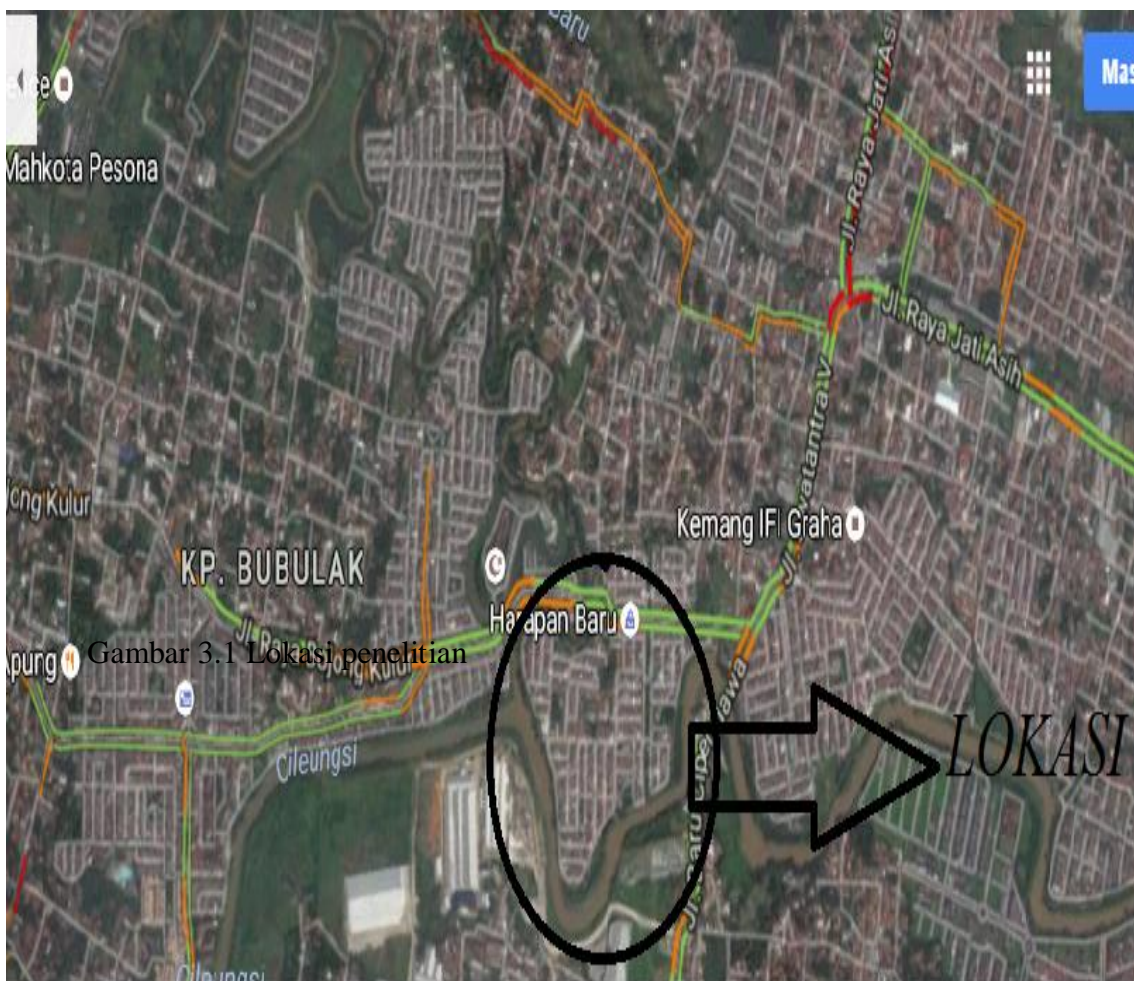
Menganalisa kapasitas Sungai Bekasi dapat dilihat dari debit banjir rencana dan aliran yang direncanakan, maka diperhitungkan dan dianalisa mengenai besarnya intensitas curah hujan maksimum yang ada pada daerah tersebut sehingga dengan diketahui besarnya debit rencana dari aliran air yang direncanakan apakah perlu ditinggikan tanggul tersebut yang sesuai dengan kapasitas Sungai Bekasi. Dengan menganalisa kapasitas Sungai Bekasi di Pondok Gede Permai, diharapkan banjir yang diakibatkan oleh melimpasnya air dari sungai bekasi tanggul dapat diatasi.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Perencanaan dilakukan pada sungai Bekasi yang berada di perumahan Pondok Gede Permai. Sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada September - Desember 2016.



**Gambar 3.1. Tempat dan Lokasi Penelitian** (sumber : Google Map)

#### 3.2 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam melakukan pengambilan data hingga pemilihan dari alternatif solusi yang ada untuk permasalahan di perumahan Pondok Gede

Permai Pengumpulan data yang diperlukan, antara lain :

1. Studi Kepustakaan

Untuk penelitian terhadap literature, dokumen, arsip serta bacaan yang ada hubungannya dengan obyek penelitian

2. Penelitian Lapangan dan Observasi

Mengadakan penelitian dengan obyek dengan melaksanakan observasi lapangan. Data yang diperoleh disesuaikan dengan kebutuhan maka perlu dilakukan inventarisasi data yaitu dengan mendapatkan data lapangan dari

- a. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), untuk mendapatkan data curah hujan
- b. Dinas Bina Marga dan Tata Air Kota Bekasi, untuk memperoleh data lapangan.

### 3.3 Teknik Analisis Data

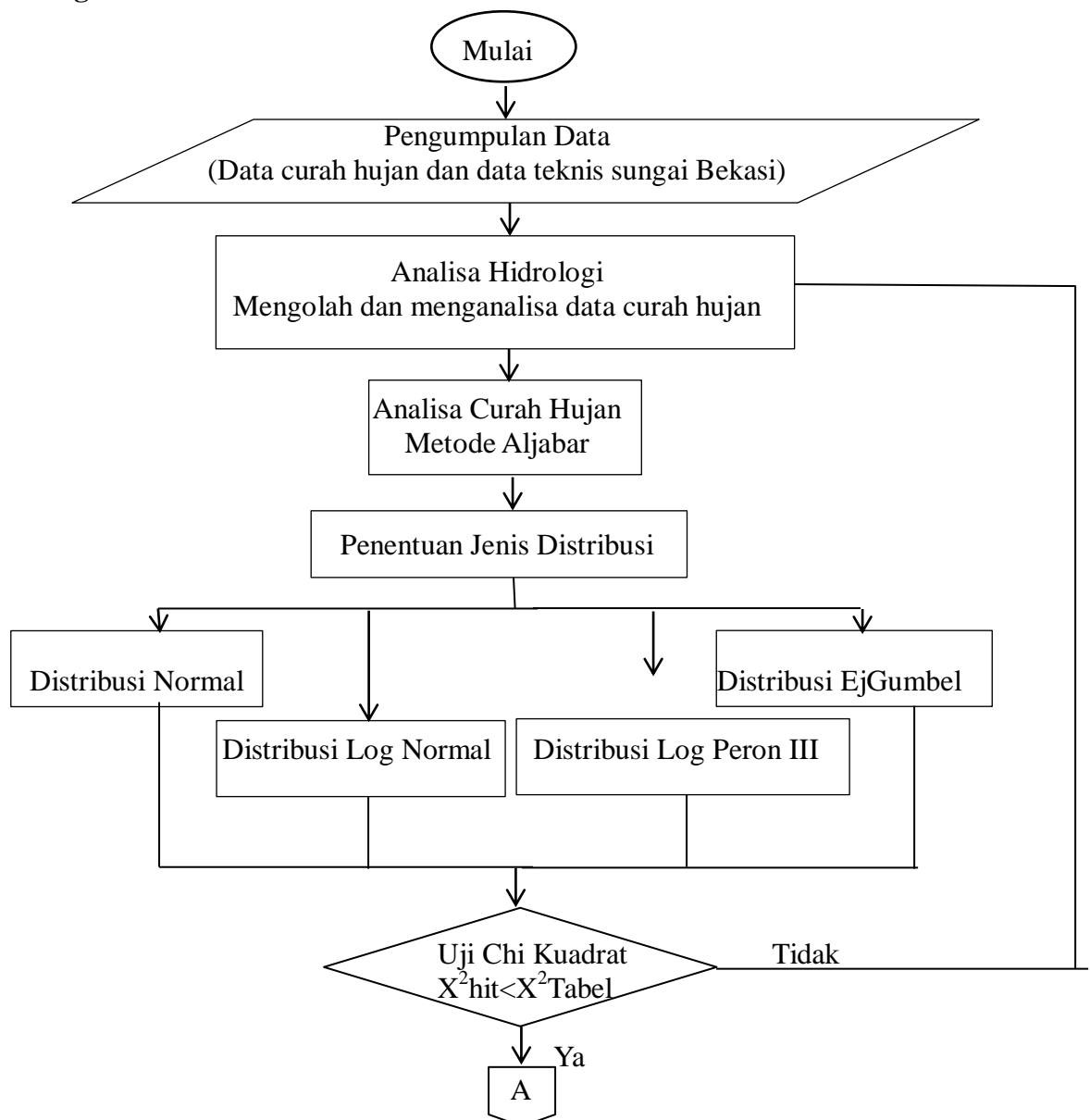
Adapun teknik analisis data terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

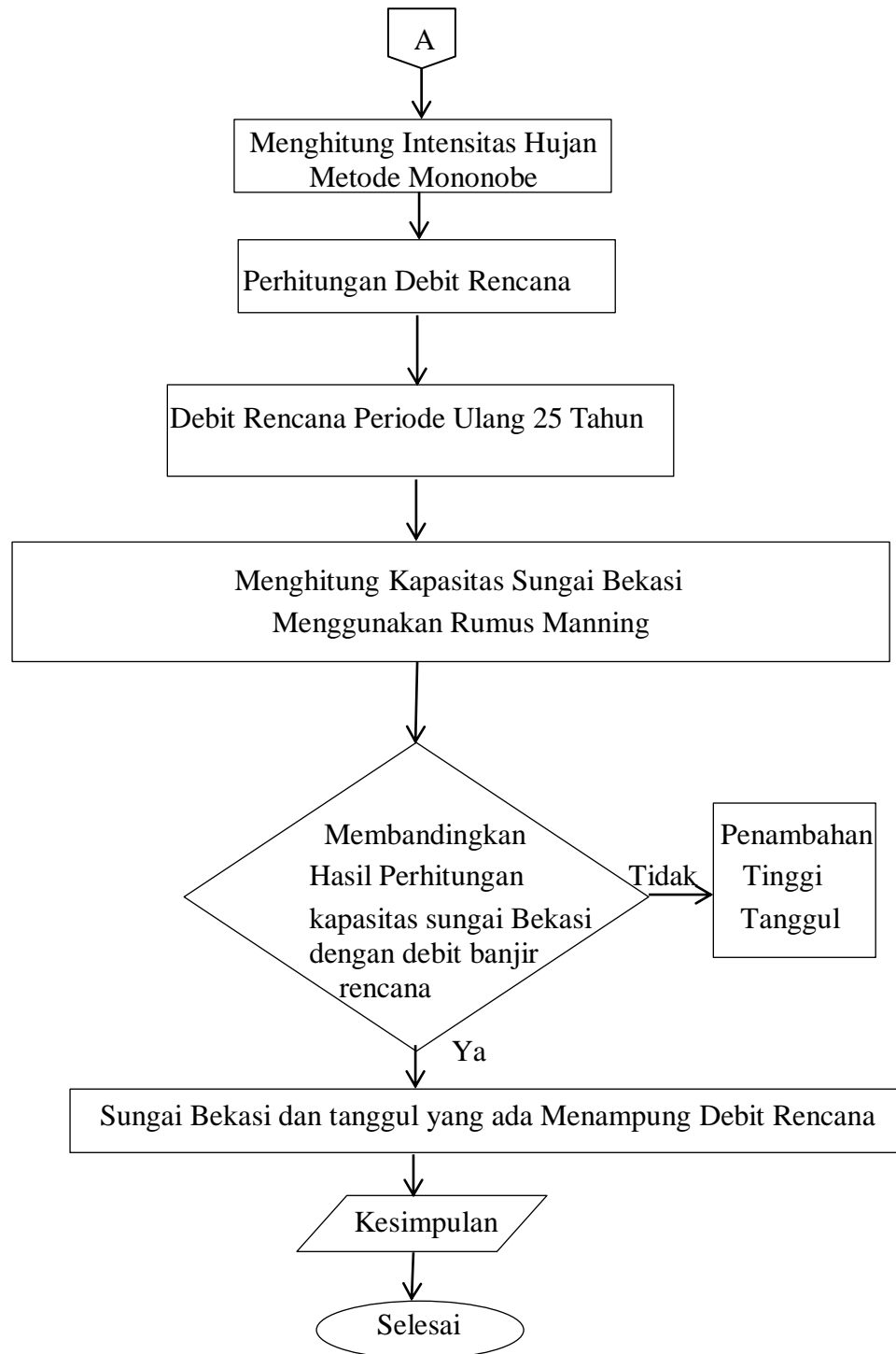
1. Pengumpulan data lapangan yang meliputi data wilayah, data topografi, dan data curah hujan.
2. Perhitungan curah hujan pada periode ulang T tahun berdasarkan beberapa titik pengamatan curah hujan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dipilih karena luas DAS sungai Bekasi  $<500\text{km}^2$
3. Perhitungan debit yang meliputi
  - a. Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi E.J Gumbel dan metode Log Person III.



- b. Menghitung intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe karena data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian
- c. Perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu.
4. Menghitung kapasitas sungai Bekasi dan tanggul yang ada dengan menggunakan persamaan Manning.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian





**Gambar 3.2 Diagram Alir**

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Deskripsi Data**

##### **4.1.1 Letak Geografis dan Topografi**

Secara geografis Kota Bekasi berada pada posisi  $106^{\circ}55'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}7' - 6^{\circ}15'$  Lintang Selatan dengan sebagian besar pusat pemerintahan berada pada ketinggian rata-rata 18-20 meter dari permukaan laut (dpl) dan disekitar ruas jalan Tol Bekasi – Jakarta yaitu di sekitar Kelurahan Jatiwarna dan Kelurahan Jatiasih berada disekitar 26 – 40 meter dpl, sedangkan bagian ujung utara yaitu Kecamatan Bekasi Utara dan Kecamatan Medan Satria berada pada ketinggian 4 – 10 meter dpl. Pada ujung selatan disekitar wilayah Kelurahan Jati Karya Kecamatan Jati Sampurna berada pada ketinggian 82 meter dpl

#### **4.2 Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui debit banjir rencana yang masuk ke Sungai Bekasi. Analisis ini menggunakan data curha hujan yang di peroleh dari BMKG.

##### **4.2.1 Data Curah Hujan**

Dalam menghitung curah hujan pada area Sungai Bekasi diperlukan data curah hujan maksimum dari beberapa stasiun penakar hujan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun Ciriung, stasiun Klapa Nunggal dan Stasiun Halim Perdana Kusuma. Data merupakan curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2006 – 2015.

Data curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian terdapat pada lampiran 64-66

#### 4.2.2 Melengkapi Data Curah Hujan

Dalam menganalisis hujan daerah memerlukan data yang lengkap dari masing-masing stasiun hujan. Pada suatu daerah seringkali terdapat pencatatan data curah hujan yang tidak lengkap atau hilangnya data. Oleh karena itu data hujan yang hilang harus dilengkapi terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari BMKG terdapat beberapa kekosongan data. Untuk melengkapi data curah hujan tersebut digunakan rumus Metode Perbandingan Normal

$n =$  Jumlah stasiun hujan = 3

Data hilang pada stasiun Halim bulan Agustus 2006

$$r = \frac{1}{n} \left( \frac{Anx}{Ana} \times da + \frac{Anx}{Anb} \times db \right)$$

$$r = \frac{1}{3} \left( \frac{191,908}{165,33} \times 0 + \frac{191,908}{345,25} \times 15 \right)$$

$$r = 2,78 \text{ mm}$$

Data hilang pada stasiun Halim bulan September 2012

$$r = \frac{1}{n} \left( \frac{Anx}{Ana} \times da + \frac{Anx}{Anb} \times db \right)$$

$$r = \frac{1}{3} \left( \frac{188,854}{34,92} \times 35 + \frac{188,854}{58,42} \times 72 \right)$$

$$r = \frac{1}{3} \left( \frac{72}{58,42} + \frac{35}{34,92} \right) - 195$$

$$= 140,68$$

Data hilang pada stasiun Halim bulan Juli 2015

$$r = \frac{1}{n} \left( \frac{Anx}{Ana} \times da + \frac{Anx}{Anb} \times db \right)$$

$$r = \frac{1}{3} \left( \frac{170,258}{55,75} \times 30 + \frac{170,258}{51,75} \times 0 \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Phalim} &= \frac{1}{3} \left( \frac{15}{345,25} + \frac{30}{55,75} \right) - 170,273 \\ &= 30,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 4.2.3 Rata-Rata Curah Hujan Tahunan Maksimum

Data Curah Hujan yang sudah lengkap, kemudian digunakan untuk menghitung data curah hujan maksimum tahunan menggunakan metode rata-rata aljabar. Berikut merupakan hasil curah hujan maksimum dengan menggunakan metode rata-rata aljabar

**Tabel 4.1 Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan Maksimum Tahunan**

Tahun	Klapa Nunggal (Cileungsi)	Ciriung (Cibinong)	Halim Perdana Kusuma	Rata-Rata curah hujan tahunan maksimum
2006	418	824	381	541
2007	812	613	1081	835
2008	665	509	547	573,67
2009	687	445	398	510,00
2010	813	387	519	573,00
2011	132	90	614	278,67
2012	62	89	561	237,33
2013	100	154	678	311
2014	187	98	855	380,00
2015	81	98	423	201
			$\Sigma$	4.440

Sumber: Perhitungan

#### 4.2.4 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Analisis distribusi frekuensi curah hujan menggunakan empat jenis distribusi yang digunakan dalam bidang hidrologi yaitu 1. Distribusi Gumbel, 2. Distribusi Log Person III, 3. Distribusi Normal, dan 4. Distribusi Log-Normal

#### 4.2.4.1 Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan dengan menggunakan distribusi Gumbel dapat dilihat pada lampiran

Dalam perhitungan distribusi E.J Gumbel terdapat parameter yang diperlukan dalam perhitungan, yaitu:

- a. Rata – rata curah hujan ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{4440}{10} = 444$$

- b. Simpangan Baku(S)

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5} = 0,199$$

Berikut merupakan Analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi Gumbel

**Tabel 4.2 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Distribusi Gumbel**

Tahun	$X_i$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
2006	541	96,97	9402,53
2007	835	391,30	153115,69
2008	574	129,63	16804,80
2009	510	65,97	4351,60
2010	573	128,97	16632,40
2011	279	-165,37	27346,13
2012	237	-206,70	42724,89
2013	311	-133,37	17786,67
2014	380	-64,03	4100,27
2015	201	-243,37	59227,33
$\Sigma$	4440,33	0,00	351492,32
$\bar{X}$	444,033		

Sumber : Perhitungan

Dalam Distribusi Gumbel faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dengan persamaan

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Nilai untuk  $Y_{T_r}$ ,  $Y_n$  dan  $S_n$  berdasarkan jumlah data dan periode ulang yang digunakan dengan mengacu pada table yang dapat dilihat pada lampiran halaman 67-69

**Tabel 4.3 Nilai K Untuk Distribusi Gumbel**

Periode Ulang	n	Y <sub>tr</sub>	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	K
2	10	0,3668	0,4952	0,9496	-0,135
5	10	1,5004	0,4952	0,9496	1,0586
10	10	2,251	0,4952	0,9496	1,8490
25	10	3,1993	0,4952	0,9496	2,8476
50	10	3,9028	0,4952	0,9496	3,5885

Sumber: Perhitungan

Sehingga hasil perhitungan dengan menggunakan metode distribusi Gumbel dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 adalah sebai berikut:

$$X_T = \bar{X} + s.K$$

$$X_2 = 444,03 + 0,117 \times -0,135 = 444,017$$

$$X_T = \bar{X} + s.K$$

$$X_5 = 444,03 + 0,117 \times 1,059 = 444,159$$

$$X_T = \bar{X} + s.K$$

$$X_{10} = 444,03 + 0,117 \times 1,85 = 444,253$$

$$X_T = \bar{X} + s.K$$

$$\bar{X}_{25} = 444,03 + 0,117 \times 2,85 = 444,372$$

$$X_T = \bar{X} + s.K$$

$$X_{50} = 444,03 + 0,117 \times 3,588 = 444,460$$

**Tabel 4.4 Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Distribusi Gumbel**

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	444,017
5	444,159
10	444,253
25	444,372
50	444,46

Sumber: Perhitungan

#### 4.2.4.2 Distribusi Log Person III

Berikut ini merupakan perhitungan curah hujan dengan menggunakan distribusi Log Person III

**Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Distribusi Log Person III**

Tahun	$X_i$	$\log X_i$	$\log X_i - \log \bar{X}$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$
2006	541	2,73	0,126	0,016	0,00199
2007	835,333	2,92	0,314	0,099	0,03108
2008	573,667	2,76	0,151	0,023	0,00346
2009	510	2,71	0,100	0,010	0,00100
2010	573	2,76	0,151	0,023	0,00342
2011	278,667	2,45	-0,162	0,026	-0,00428
2012	237,333	2,38	-0,232	0,054	-0,01250
2013	310,667	2,49	-0,115	0,013	-0,00153
2014	380	2,58	-0,028	0,001	-0,00002
2015	200,667	2,30	-0,305	0,093	-0,02836
$\Sigma$	4440,33	26,07	0,000	0,358	-0,00574
$\bar{X}$	444,033	2,607			

Sumber : Perhitungan

Dalam perhitungan dengan metode Log Normal diperlukan parameter dengan rumus sebagai berikut :

- a. Rata-rata curah hujan

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \cdot 26,07 = 2,607$$

$$\bar{X} = 10^{2,607} = 404,576$$

- b. Simpangan baku

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5}$$

$$S = \left( \frac{1}{10-1} 0,358 \right) = 0,199$$

- c. Koefisien Kemencengan

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \cdot -0,00574}{0,5701} = -0,10$$



Dengan mendapatkan nilai dari K koefisien kemencengan maka nilai K untuk periode 2, 5, 10, 25, 50 dapat dilihat pada lampiran.halaman 70 Setelah didapatkan nilai K maka perhitungan persamaan Distribusi Log Person III adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } X_2 = \text{Log}\bar{X} + K \cdot S = 2,607 + (0,017 \times 0,199) = 2,61$$

$$X_2 = 10^{2,61} = 408,16$$

$$\text{Log } X_5 = \text{Log}\bar{X} + K \cdot S = 2,607 + (0,836 \times 0,199) = 2,78$$

$$X_5 = 10^{2,78} = 597,12$$

$$\text{Log } X_{10} = \text{Log}\bar{X} + K \cdot S = 2,607 + (1,27 \times 0,199) = 2,86$$

$$X_{10} = 10^{2,86} = 725,39$$

$$\text{Log } X_{25} = \text{Log}\bar{X} + K \cdot S = 2,607 + (1,716 \times 0,199) = 2,95$$

$$X_{25} = 10^{2,95} = 890,15$$

$$\text{Log } X_{50} = \text{Log}\bar{X} + K \cdot S = 2,607 + (2 \times 0,199) = 3,01$$

$$\bar{X} = 10^{3,01} = 1014,07$$

**Tabel 4.6 Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Log Person III**

Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan Rencana
2	408,16
5	597,12
10	725,39
25	890,15
50	1014,07

Sumber : Perhitungan

#### 4.2.4.3 Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode Distribusi Normal adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Normal**

Tahun	Curah Hujan Xi	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
2006	541,00	96,97	9402,53
2007	835,33	391,30	153116
2008	573,67	129,63	16804,8
2009	510,00	65,97	4351,6
2010	573,00	128,97	16632,4
2011	278,67	-165,37	27346,1
2012	237,33	-206,70	42724,9
2013	310,67	-133,37	17786,7
2014	380,00	-64,03	4100,27
2015	200,67	-243,37	59227,3
$\Sigma$	4440,33	0,00	351492
$\bar{X}$	444,033		

Sumber : Perhitungan

Dalam perhitungan dengan metode Normal diperlukan parameter dengan rumus sebagai berikut :

a. Rata – rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \bar{X} = \frac{440,33}{10} = 44,03 \text{ Simpangan baku}$$

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5} = 0,199$$

Untuk mendapatkan nilai  $K_T$  dapat melihat nilai variable reduksi Gauss yang terdapat pada lampiran halaman 71

Setelah mendapatkan nilai  $K_T$  maka perhitungan persamaan distribusi Normal untuk kala ulang 2,5,10,25,50 tahun adalah

$$T_2 = \bar{X} + K_T \cdot S = 443,03 + 0 \times 0,199 = 444,033$$

$$T_5 = \bar{X} + K_T \cdot S = 444,03 + 0,84 \times 0,199 = 444,2$$

$$T_{10} = \bar{X} + K_T \cdot S = 443,03 + 1,28 \times 0,199 = 444,288$$

$$T_{25} = \bar{X} + K_T \cdot S = 444,03 + 1,72 \times 0,199 = 444,37$$

$$T_{50} = \bar{X} + K_T \cdot S = 444,03 + 2,05 \times 0,199 = 444,441$$

**Tabel 4.8 Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Normal**

Periode Ulang ( Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	444,03
5	444,2
10	444,288
25	444,37
50	444,441

Sumber : Perhitungan

#### 4.2.4.4 Distribusi Log-Normal

Berikut ini perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode distribusi

Log Normal

**Tabel 4.9 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Log Normal**

Tahun	Curah Hujan	log Xi	log xi-log $\bar{X}$	(log xi-log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
2006	541	2,73	0,13	0,0158
2007	835,33	2,92	0,31	0,0989
2008	573,67	2,76	0,15	0,0229
2009	510,00	2,71	0,10	0,0100
2010	573,00	2,76	0,15	0,0227
2011	278,67	2,45	-0,16	0,0264
2012	237,33	2,38	-0,23	0,0539
2013	310,67	2,49	-0,12	0,0133
2014	380,00	2,58	-0,03	0,0008
2015	200,67	2,30	-0,30	0,0930
$\Sigma$	4440,33	26,07	0,00	0,3575
$\bar{X}$	444,033	2,607	0,00	

Sumber : Perhitungan

Dalam perhitungan dengan metode Log Normal diperlukan rumus sebagai berikut :

1. Rata-rata curah hujan

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \cdot 26,07 = 2,607$$

$$\bar{X} = 10^{2,607} = 404,99$$

Simpangan baku

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5} = 0,199$$

Persamaan yang digunakan dalam menghitung Distribusi Log Normal dengan memperhatikan nilai Log  $\bar{X}$  dan nilai  $K_T$  yaitu sebagai berikut:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \text{ dan } \bar{X} = 10^{Y_T}$$

Untuk mendapatkan nilai  $K_T$  dapat melihat nilai variable reduksi Gauss yang terdapat pada lampiran halaman 71

Berikut hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Log Normal dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50

$$Y_2 = \bar{Y} + K_T \cdot S = 2,607 + 0 \times 0,199 = 2,607$$

$$Y_2 = 10^{2,607} = 440,99$$

$$Y_5 = \bar{Y} + K_T \cdot S = 2,607 + 0,84 \times 0,199 = 2,775$$

$$Y_5 = 10^{2,775} = 595,48$$

$$Y_{10} = \bar{Y} + K_T \cdot S = 2,607 + 1,28 \times 0,199 = 2,863$$

$$Y_{10} = 10^{2,863} = 728,73$$

$$Y_{25} = \bar{Y} + K_T \cdot S = 2,607 + 1,72 \times 0,199 = 2,948$$

$$Y_{25} = 10^{2,948} = 887,71$$

$$Y_{50} = \bar{Y} + K_T \cdot S = 2,607 + 2,05 \times 0,199 = 3,016$$

$$\bar{X} = 10^{3,016} = 1037,61$$

**Tabel 4.10 Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Log Normal**

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana
2	440,99
5	595,48
10	728,73
25	887,71
50	1073,61

Sumber: Perhitungan

#### 4.2.5 Penentuan Jenis Distribusi

Setelah menganalisis curah hujan menggunakan distribusi Gumbel, distribusi Log Person III, distribusi Normal dan distribusi Log Normal maka dilakukan perhitungan disperse untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan

**Tabel 4.11 Perhitungan Dispersi Distribusi Normal dan Gumbel**

Tahun	Hujan Maksimum			
	Xi	$(Xi-\bar{X})^2$	$(Xi-\bar{X})^3$	$(Xi-\bar{X})^4$
2006	541	9402,53	911732,4233	88407653,98
2007	835,33	153115,69	59914169,5	23444414524
2008	574,667	16804,80	2178462,384	282401340,4
2009	510	4351,60	287060,62	18936432,23
2010	573	16632,40	2145025,33	276636766,7
2011	278,667	27346,13	-4522139,099	747811069,1
2012	237,333	42724,89	-8831234,763	1825416226
2013	310,667	17786,67	-2372148,593	316365550,6
2014	380	4100,27	-262553,8134	16812195,85
2015	200,667	59227,33	-14413958,96	3507877145
Jumlah	4.440,33	351492,32	35034415,03	30525078904
rata-rata	444,033			

Sumber : Perhitungan

Setelah mendapatkan variable dispersi distribusi Normal dan Gumbel maka pengukuran dispersi dilakukan dengan menghitung Deviasi Standar (S), Koefisien *Skewness* ( $C_s$ ), Pengukuran Kurtosis ( $C_k$ ), dan Koefisien Variasi ( $C_v$ ).

$$1. S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{351492,32}{9}} = 197,623$$

$$2. C_s = \frac{n \sum(X_i - X_{rt})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} = \frac{350344150,03}{555102687} = 0,63$$

$$3. C_k = \frac{n^2 \sum(X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{3052507890393,65}{768735971616,17} = 27,796$$

$$4. C_v = \frac{S}{X_{rt}} = \frac{197,62}{444} = 0,445$$

**Tabel 4.12 Perhitungan Dispersi Distribusi Log Person III dan Log Normal**

Tahun	Hujan Maksimum					
	Xi	log Xi	Log Xi - Log X <sub>rt</sub>	(Log Xi - Log X <sub>rt</sub> ) <sup>2</sup>	(log xi-Logxrt ) <sup>3</sup>	(log xi-Log xrt) <sup>4</sup>
2006	541	2,73	0,126	0,0158	0,001989	0,0002501
2007	835,33	2,92	0,314	0,0989	0,031082	0,0097728
2008	574,66	2,76	0,151	0,0229	0,003458	0,0005229
	7					
2009	510	2,71	0,100	0,0100	0,001004	0,0001005
2010	573	2,76	0,151	0,0227	0,003423	0,0005159
2011	278,66	2,45	-0,162	0,0264	-0,004280	0,0006949
	7					
2012	237,33	2,38	-0,232	0,0539	-0,012501	0,0029013
2013	310,66	2,49	-0,115	0,0133	-0,001527	0,0001758
	7					
2014	380	2,58	-0,028	0,0008	-0,000021	0,0000006
2015	200,66	2,30	-0,305	0,0930	-0,028364	0,0086501
	7					
Jumla	4.440,3	26,07	0,00000	0,3575	-0,005737	0,0235848
h	3	4				
Rata	444,03	2,607				
-rata	3					

Sumber : Perhitungan

Setelah mendapatkan variable dispersi distribusi Log Person III dan Log Normal maka pengukuran dispersi dilakukan dengan menghitung Deviasi Standar (S), Koefisien *Skewness* (C<sub>s</sub>), Pengukuran Kurtosis (C<sub>k</sub>), dan Koefisien Variasi (C<sub>v</sub>).

1.  $S = \sqrt{\frac{\sum(\text{Log}X_i - \text{Log}X_{rt})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,3575}{9}} = 0,358$
2.  $C_s = \frac{n \sum(\text{Log}X_i - \text{Log}X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{-0,00574}{0,57} = -0,1006$
3.  $C_k = \frac{n^2 \sum(X \text{Log}_i - \text{Log} X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{2,36}{0,795} = 2,965$
4.  $C_v = \frac{S}{X_{rt}} = \frac{0,1993}{2,607} = 0,076$

**Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Penentuan Jenis Distribusi**

Dispersi	Jenis Distribusi	
	Normal dan Gumbel	Log Person III dan Log Normal
S	197,623	0,199
C <sub>s</sub>	0,63	-0.1006
C <sub>k</sub>	27,796	2,965
C <sub>v</sub>	0,455	0,076

Sumber: Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan dispersi maka selanjutnya mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing masing jenis distribusi

**Tabel 4.14 Hasil Penentuan Jenis Distribusi**

Jenis Distribusi	Syarat	Perbandingan	Kesimpulan
Gumbel	C <sub>s</sub> =1,14	197,623	Tidak Memenuhi
	C <sub>k</sub> = 5,4	27,769	Tidak Memenuhi
Normal	C <sub>s</sub> = 0	197,623	Tidak Memenuhi
	C <sub>k</sub> = 3	27,769	Tidak Memenuhi
Log Normal	C <sub>s</sub> = 3C <sub>v</sub> +C <sub>v</sub> <sup>3</sup> =0,228	-0,1006	Tidak Memenuhi
	C <sub>k</sub> =C <sub>v</sub> <sup>8</sup> +6C <sub>v</sub> <sup>6</sup> +15C <sub>v</sub> <sup>4</sup> +1	2,965	Tidak memenuhi
	6C <sub>v</sub> <sup>2</sup> +3= 3,094		
Log Person III	C <sub>s</sub> ≠ 0	-0,1006	Memenuhi
	C <sub>k</sub> ≠0	2,965	Memenuhi

Sumber : Perhitungan

#### 4.2.6 Perhitungan Uji Kecocokan (Chi Kuadrat)

Uji kesesuaian Chi\_Kuadrat dimaksudkan untuk meentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan ujian ini menggunakan parameter  $\chi^2$ , yang dapat dihitung dengan rumus berikut.

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

Berikut adalah uji Chi Kuadrat terhadap distribusi yang terpilih yaitu Log Person III

$$1. \text{Kelas (K)} = 1 + 3,322 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,322 \approx 4$$

$$2. \text{Derajat Kebebasan (dK)} = K - R - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$3. \Delta X = \frac{X_{Maks} - X_{Min}}{K-1} = \frac{2,92 - 2,30}{4-1} = 0,21$$

$$4. E_i = \frac{n}{K} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$5. X_{Awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,30 - 0,10 = 2,20$$

**Tabel 4.15 Uji Chi Kuadrat**

Nilai Batas Tiap Kelas	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
2,20<X <sub>i</sub> <2,41	2	2,5	0,25	0,1
2,41<X <sub>i</sub> <2,62	3	2,5	0,25	0,1
2,61<X <sub>i</sub> <2,82	4	2,5	2,25	0,9
>2,82	1	2,5	2,25	0,9
	10	10	5	2

Sumber Perhitungan

Dengan taraf nyata  $\alpha = 0,05$  dan DK=1 dari tabel chi kuadrat didapatkan  $X^2 = 3,841$  kriteria pengujian ini adalah tolak jika  $X^2 \geq X^2$ . Dari perhitunga tersebut didapatlan  $2 \leq 3,841$  Sehingga dapat disimpulkan metode distribusi Log Person III dapat digunakan.

#### 4.2.7 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode mononobe dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Perhitungan intensitas curah hujan terdapat pada lampiran halaman 71

#### 4.2.8 Perhitungan Laju Aliran Puncak

Perhitungan debit banjir rencana diperlukan untuk mengetahui besarnya debit pada periode tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu. Berikut merupakan perhitungan hidrograf

##### 1. Luas DAS (A)

Luas DAS didapatkan dalam laporan akhir drainase Kota Bekasi luas DAS yang diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Tata Air Kota Bekasi



$$A = 1796 \text{ Ha} = 17,96 \text{ km}^2$$

2. Hujan Satuan ( $R_o$ ) = 1mm
3. Panjang Sungai (L)

Panjang Sungai didapatkan dari laporan akhir Kota Bekasi yang diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Tata Air Kota Bekasi

$$L = 26,65 \text{ km}^2$$

4. Waktu Konsentrasi Hujan ( $t_g$ )

Karena panjang sungai Bekasi  $> 15 \text{ km}^2$ , maka:

$$\begin{aligned} t_g \text{ Sungai Bekasi} &= 0,40 + 0,058 \cdot L \\ &= 0,40 + (0,058 \times 26,65) = 1,945 \text{ jam} \end{aligned}$$

5. Satuan waktu curah hujan ( $t_r$ )

$$t_r \text{ Sungai Bekasi} = 0,75 \cdot t_g = 0$$

$$0,75 \times 1,945 = 1,46 \text{ jam}$$

6. Tenggang Waktu dari Permulaan sampai Puncak Banjir ( $T_p$ )

$$T_p \text{ Sungai Bekasi} = t_g + 0,8 \times t_r = 1,945 + (0,8 \times 1,46) = 3,113 \text{ jam}$$

7. Waktu yang Diperlukan oleh Penurunan Debit sampai 30% ( $T_{0,3}$ )

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g = 2 \times 1,46 = 2,92 \text{ jam}$$

8. Debit Puncak ( $Q_p$ )

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} = \frac{17,96 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 3,113 + 2,92)} = 1,294 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan selanjutnya adalah

5. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_a = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} = 1,294 \left( \frac{t}{3,113} \right)^{2,4}$$

6. Pada kurva turun ( $T_p < t < (T_p + T_{0,3})$ )

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3 \frac{(t - T_p)}{T_{0,3}} = 1,294 \times 0,3 \frac{t - 3,113}{2,92} = 6,033$$

7. Pada kurva turun  $((T_P + T_{0,3}) < t < (T_P + T_{0,3} + 0,5 T_{0,3}))$

$$Q_{d2} = Q_P \times 0,3^{\frac{[(t-T_P)+(0,5 T_{0,3})]}{1,5T_{0,3}}} = 1,294 \times 0,3^{\frac{[(t-3,113)+(0,5 \times 2,92)]}{1,5 \times 2,92}}$$

8. Pada kurva turun  $(t > T_P + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

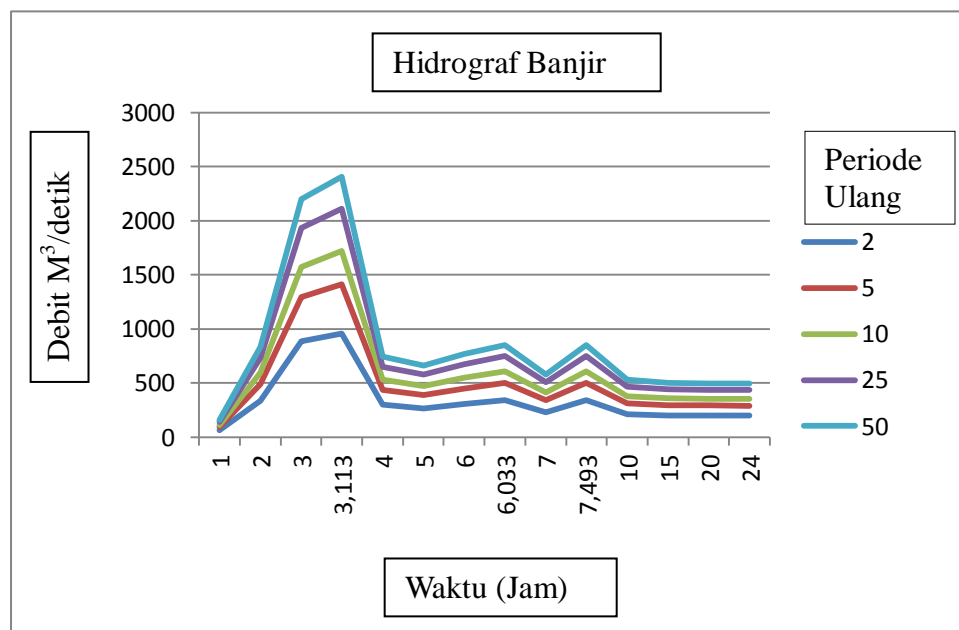
$$Q_{d3} = > 7.493$$

Hasil perhitungan debit banjir rencana Sungai Bekasi dengan menggunakan metode HSS Nakayasu terdapat pada lampiran halaman 72

**Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Laju Aliran Puncak Menggunakan Metode HSS Nakayasu**

No	Periode Ulang	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
1	2	959,27
2	5	1415,02
3	10	1719,05
4	25	2109,45
5	50	2403,13

Sumber : Perhitungan



**Gambar 4.1 Hidrograf Banjir Sungai Bekasi**

#### 4.2.3 Analisis Hidrolika

Analisis Hidrolika ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang

Sungai Bekasi dalam mengalirkan debit banjir rencana sebesar  $Q_{25}$  sebesar 2109,45  $m^3/detik$

Dengan mengetahui tinggi tanggul dan dimensi Sungai Bekasi yang terdapat pada lampiran serta elevasi sungai Bekasi dan Perumahan Pondok Gede Permai maka dapat diketahui luas penampang melintang (A), keliling basah (P), dan jari jari hidrolis (R)

$$A = (b+(mh)) \times h = (30+5) \times 2,6 = 91$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 30 + 2 \times 2,6\sqrt{1 + 1,25^2} = 38,32$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{91}{38,32} = 2,37$$

Berdasarkan tabel koefisien kekasaran manning maka koefisien kekasaran manning yang didapatkan adalah 0.040 dengan mendapatkan angka kekasaran manning maka kapasitas sungai Bekasi dapat dihitung dengan rumus

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$= \frac{1}{0,040} \times 2,37^{\frac{2}{3}} \times 0,05629^{\frac{1}{2}} \times 91 = 960,74 \text{ m}^3/detik$$

Jadi kapasitas yang mampu ditampung oleh Sungai Bekasi adalah 960,74  $m^3/detik$

Karena  $Q_s < Q_{25}$  maka dilakukan perhitungan dengan menambah tinggi tanggul sebesar 0,5 meter sehingga penampang melintang (A), keliling basah (P), dan jari jari hidrolis (R) sungai Bekasi menjadi:

$$A = (b+(mh)) \times h = (30+5) \times (2,6+0,5) = 108,5$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 30 + 2 \times 3,1\sqrt{1 + 1,25^2} = 39,92$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{108,5}{39,92} = 2,72$$

Dan kapasitas sungai bekasi dengan penambahan tinggi tanggul sebesar 0,5

meter adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$= \frac{1}{0.040} \times 2,72^{2/3} \times 0,05629^{1/2} \times 108,5 = 1438,76 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Karena dengan penambahan tinggi tanggul 0,5 meter tidak mampu menahan kapasitas sampai dengan 25 tahun maka dilakukan penambahan tinggi tanggul setinggi 1 meter sehingga luas penampang melintang (A), keliling basah (P), dan jari jari hidrolis (R) menjadi :

$$A = (b+(mh)) \times h = (30+5) \times (2,6+1) = 126$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 30 + 2 \times 3,1\sqrt{1 + 1.25^2} = 39,92$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{126}{39,92} = 3,12$$

Dan kapasitas sungai bekasi dengan penambahan tinggi tanggul sebesar 1 meter adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$= \frac{1}{0.040} \times 3,12^{2/3} \times 0,05629^{1/2} \times 126 = 1608,1 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Karena dengan penambahan tinggi tanggul 1 meter tidak mampu menahan kapasitas sampai dengan 25 tahun maka dilakukan penambahan tinggi tanggul setinggi 1,5 meter sehingga luas penampang melintang (A), keliling basah (P), dan jari jari hidrolis (R) menjadi :

$$A = (b+(mh)) \times h = (30+5) \times (2,6+1,5) = 143,5$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 30 + 2 \times 4,1\sqrt{1 + 1.25^2} = 43,13$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{143,5}{43,13} = 3,33$$

Dan kapasitas sungai bekasi dengan penambahan tinggi tanggul sebesar 1,5

meter adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$= \frac{1}{0.040} \times 3,33^{2/3} \times 0,05629^{1/2} \times 143,5 = 1438,76 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Karena dengan penambahan tinggi tanggul 1,5 meter tidak mampu menahan kapasitas sampai dengan 25 tahun maka dilakukan penambahan tinggi tanggul setinggi 2 meter sehingga luas penampang melintang (A), keliling basah (P), dan jari jari hidrolis (R) menjadi :

$$A = (b+(mh)) \times h = (30+5) \times (2,6+2) = 161$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 30 + 2 \times 4,6\sqrt{1 + 1.25^2} = 44,73$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{143,5}{43,13} = 3,3$$

Dan kapasitas sungai Bekasi dengan penambahan tinggi tanggul sebesar 2 meter adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$= \frac{1}{0.040} \times 3,6^{2/3} \times 0,05629^{1/2} \times 161 = 2242,85 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi kapasitas sungai Bekasi yang berada pada Perumahan Pondok Gede Permai dengan penambahan tinggi tanggul sebesar 2 meter adalah 2242,85 sehingga dapat menampung debit banjir rencana kala ulang 25 tahun. Berikut merupakan gambar perencanaan dengan menambah tinggi tanggul 2 meter.



GAMBAR PENAMPANG SUNGAI DAN TANGGUL  
SKALA 1:200

**Gambar. 4.2 Perencanaan Tinggi Tanggul dengan Penambahan Tinggi 2 Meter**

### 4.3 Pembahasan Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh penulis, maka diperoleh hasil kapasitas yang mampu ditampung oleh Sungai Bekasi pada Perumahan Pondok Gede Permai serta debit rencana periode ulang 25 tahun. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa kapasitas sungai Bekasi yang berada diperumahan Pondok Gede Permai hanya mampu menampung debit banjir rencana hanya sampai periode ulang 2 tahun.

Sebelum mendapatkan hasil tersebut dengan menggunakan data curah hujan yang di dapat dari BMKG dalam tiga stasiun yaitu stasiun Klapa Nunggal, Ciriung dan Halim Perdana Kusuma dalam jangka waktu sepuluh tahun dilakukan analisis dengan menggunakan metode distribusi Gumbel, distribusi Log Person III, distribusi Normal dan distribusi Log Normal. Hasil analisis distribusi frekuensi yang terpilih adalah distribusi Log Person III, didaplan nilai curah hujan rencana dalam periode ulang 25 tahun sebesar 890,15 mm. kemudian dilakukan perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe setelah didapatkan data hujan jam-jaman dilakukan perhitungan memperkirakan laju aliran puncak dengan menggunakan metode HSS Nakayasu rencana untuk periode 25 tahun

sebesar 2109,45 M<sup>3</sup>/detik dan kemudian dilakukan perhitungan kapasitas sungai Bekasi dengan menggunakan rumus Manning

Setelah menghitung kapasitas sungai Bekasi yang berada di perumahan Pondok Gede Permai diperoleh kapasitas yang dapat ditampung sebesar  $Q_s = 960,74 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Ini menunjukkan bahwa kapasitas sungai Bekasi yang berada di perumahan Pondok Gede Permai tidak dapat menampung debit banjir rencana periode ulang 25 tahun yang mengakibatkan sungai akan meluap dan dapat mengakibatkan banjir pada perumahan pondok Gede Permai.

Karena hasil perhitungan  $Q_s < Q_r$  maka dilakukan perhitungan kapasitas dengan menambah tinggi tanggul sebesar 2 meter sehingga mendapatkan hasil  $Q_s = 2242,85 \text{ m}^3/\text{detik}$  sehingga dapat menampung debit banjir rencana periode ulang 25 tahun

#### **4.4 Keterbatasan Penelitian**

Berikut ini merupakan atau kekurangan dalam penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Dalam memenuhi data curah hujan peneliti hanya menggunakan curah hujan dari 3 stasiun.
2. Keterbatasan data curah hujan yang didapatkan tidak lengkap terdapat data yang tidak terukur karena kelalaian petugas atau alat ukur yang sedang rusak.
3. Dalam menentukan nilai atau koefisien kemungkinan berbeda dan kurang sesuai dengan perhitungan yang pernah dilakukan oleh instansi terkait.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka hasil penelitian kapasitas Sungai Bekasi pada Perumahan Pondok Gede Permai dapat disimpulkan Kapasitas sungai Bekasi pada Perumahan Pondok Gede Permai hanya mampu menampung debit banjir rencana periode ulang 2 tahun yaitu sebesar 959,27 m<sup>3</sup>/detik Agar kapasitas sungai Bekasi pada Perumahan Pondok Gede Permai dapat menampung debit banjir rencana periode ulang 25 tahun sebesar 2109,45 m<sup>3</sup>/detik maka dilakukan perencanaan penambahan tinggi tanggul pada Perumahan Pondok Gede Permai Sebesar 2 meter sehingga tinggi tanggul yang berada di Perumahan Pondok Gede Permai menjadi 5,6 meter sehingga kapasitas sungai Bekasi pada Perumahan Pondok Gede Permai dapat menampung debit banjir rencana 2242,85 m<sup>3</sup>/detik .

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka penulis memberikan beberapa saran, antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penambahan tinggi tanggu sebesar 2 meter sehingga kapasitasnya menjadi 2242,85 m<sup>3</sup>/detik dapat menampung debit banjir rencana selama 25 tahun yaitu sebesar 2109,45 m<sup>3</sup>/detik.
2. Perlu diberikan peraturan dan sanksi yang tegas bagi warga yang melanggar, seperti membuang sampah sembarangan di sekitar aliran sungai Bekasi.



3. Melarang warga menanam pohon disekitar bantaran sungai Bekasi yang dapat mengurangi kapasitas sungai Bekasi