

PERHITUNGAN KAPASITAS PENGALIRAN KALI CIPINANG DARI KELURAHAN KEBON PALA SAMPAI DENGAN BANJIR KANAL TIMUR DALAM PENGENDALIAN BANJIR

Sukiyoto¹⁾, Edison Hatoguan Manurung²⁾, Nisata Sari Situmorang³⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

Email: me.kyoto@yahoo.co.id¹, edisonmanurung2010@yahoo.com², nisasitumorang7@gmail.com³.

ABSTRAK

Masalah banjir yang terjadi di daerah perkotaan khususnya Jakarta sudah menjadi suatu hal yang biasa dan sudah menjadi agenda setiap musim penghujan tiba. Penelitian dilakukan dari daerah Kebon Pala sampai dengan Banjir Kanal Timur, yaitu daerah yang dilalui kali Cipinang. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perhitungan curah hujan pada periode ulang, perhitungan kapasitas pengaliran alur sungai, dan perencanaan ulang dimensi alur sungai yang menjadi salah satu upaya untuk pengendalian banjir. Metode rata-rata aljabar menjadi alternatif perhitungan data curah hujan yang kemudian dilakukan perhitungan distribusi dengan pengujian kesesuaian distribusi yaitu Chi-Kuadrat. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan Metode HSS Nakayasu dan perhitungan kapasitas pengaliran menggunakan perhitungan manual dengan rumus Manning. Penelitian ini difokuskan pada kemampuan atau kapasitas pengaliran alur sungai untuk mengalirkan debit banjir pada periode ulang.

Kata kunci: *Pengendalian Banjir, Sungai Cipinang, Kapasitas Pengaliran Sungai, Distribusi Frekuensi.*

ABSTRACT

The problem of flooding in urban areas, especially Jakarta, has become a common thing and has become an agenda every rainy season arrives. The research was conducted from the Kebon Pala area to the East Flood Canal, which is the area that the Cipinang river passes through. This study uses quantitative methods. This study aims to identify the calculation of rainfall in the return period, the calculation of the capacity of the river channel flow, and the redesign of the river channel dimensions which is one of the efforts for flood control. The algebraic average method is used as an alternative to calculating the rainfall data, which is then testing the suitability of the distribution. Calculation of flood discharge using the Nakayasu HSS's method and calculation of drainage capacity using manual calculations with the Manning's formula. This research focuses on the ability or capacity of the river channel to flow flood discharge in the return period. Based on the results of the study, it is known that the existing dimensions of the Kebon Pala river channel with a width of 15 m and a river channel depth of 1.2 m are only able to drain a flood discharge of 76.074 m³/second. With the trial and error method on the dimensions of the planned river, the width is 18 m and the depth is 2.1 m with the flow rate of 192.498 m³/second.

Keywords: *Flood management, Cipinang river, river capacity, distribution of frequency.*

1. PENDAHULUAN

Kota Administrasi Jakarta Timur merupakan perkotaan yang paling padat penduduknya di daerah DKI Jakarta. Jakarta juga tercatat sebagai daerah yang rawan banjirnya cukup parah dan di tambah dengan lahan penghijauan semakin berkurang akibat banyaknya kebutuhan akan tempat tinggal dan alih fungsi lainnya. Ketika musim hujan terutama ketika curah hujan relatif tinggi dan memiliki durasi yang cukup lama, masyarakat di sepanjang Kali Cipinang Jakarta Timur akan mulai resah karena disebabkan rasa khawatir akan terjadinya banjir. Masyarakat pengguna jalan juga resah karena pada musim hujan daerah-daerah yang dilalui sungai Cipinang seperti dalam studi kasus penelitian ini yaitu pada daerah Kebon Pala, Cawang di musim hujan sering tergenang air sehingga mengganggu lalu lintas. Banjir merupakan

fenomena alam yang menjadi masalah utama berupa hujan yang sangat berdampak disertai dengan sistem drainase yang buruk dan tidak bekerja dengan maksimal. Ada risiko dan dampak yang besar akibat dari peristiwa banjir yang terjadi bukan hanya dari segi materi tetapi juga sampai terjadinya kerugian jiwa, untuk itu diperlukan penanganan banjir yang serius.

Berdasarkan kondisi di atas, maka dapat disusun pertanyaan sebagai berikut:

1. Dimensi desain yang sesuai untuk sungai Cipinang di daerah Kebon Pala?
2. Berapakah besar debit banjir yang dapat dialirkan sungai Cipinang pada aliran daerah Kebon Nanas sebelah utara kalimalang, Kebon Nanas belakang KLHK dan di samping Jayamix?

3. Berapakah besar perkiraan debit aliran air dari Ciliwung yang mengalir ke Banjir Kanal Timur?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir adalah dimana suatu debit aliran air yang terjadi saat aliran air hujan yang turun dihulu atau disuatu tempat dengan durasi yang lama dan berlebihan, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan merendam daratan atau menggenangi daerah di sekitar (Paimin, 2009). Banjir diakibatkan oleh suatu badan air seperti sungai atau danau yang mengalami meluap sehingga air keluar dari badan air dengan debit dan volume yang besar.

2.1 Analisis Hidrologi

2.1.1 Data Hujan

Data hujan yang digunakan adalah data stasiun hujan Halim Perdana Kusuma, Stasiun hujan Kemayoran, Stasiun hujan FT UI Depok.

2.1.2 Analisa hujan rata-rata DAS

Perhitungan rata-rata curah hujan das dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu metode Aritmatik, metode Polygon Thiesson dan metode Ishoyet.(Saputra et al., 2018; Taqwa, 2017)

2.1.3 Analisa distribusi frekuensi

Curah hujan rencana didapatkan melalui empat metode distribusi frekuensi yaitu metode Normal, Log normal, Log Pearson III, dan gumbel. Dengan menggunakan salah satu pengujian yaitu uji Chi-Kudrat tanpa ada perbandingan pengujian dengan Uji Smirnov-kolmogorov. (Basuki et al., 2009; Hariati et al., 2020)

2.1.4 Perhitungan intensitas curah hujan

Untuk menghitung distribusi hujan jam-jaman digunakan metode Mononobe (Maitsa et al., 2021) yang dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots 1)$$

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c):

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots 2)$$

2.1.5 Perhitungan debit banjir rencana (Q)

Untuk mendapatkan berapa besarnya debit banjir rencana pada periode ulang maka perhitungan dilakukan dengan metode Hidrograf Nakayasu. (Satriadi, 2017)

Dalam perhitungan debit banjir digunakan persamaan:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \times R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \dots 3)$$

Untuk mendapatkan nilai T_p dan $T_{0,3}$ maka dihitung dengan rumus berikut:

$$T_g = 0,40 + 0,058 L \text{ (untuk } L > 15 \text{ km)}$$

$$T_r = 0,75 T_g$$

$$T_p = T_g + 0,8 T_r$$

$$T_{0,3} = \alpha T_g = 2 \times 2,314 \dots 4)$$

Setelah didapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan maka perhitungan debit puncak banjir menggunakan metode HSS Nakayasu dapat diketahui menggunakan persamaan berikut:

- Bagian lengkung naik untuk $0 \leq t \leq T_p$

$$Q_t = Q_p \frac{t^{2,4}}{T_p} \dots 5)$$

- Pada Kurva Turun untuk

$$T_p = 3,702 < t < T_p + T_{0,3} Q_t$$

$$Q_p \times 0,3^{t - T_p / T_{0,3}} \dots 6)$$

- Pada Kurva Turun untuk

$$(T_p + T_{0,3} = 8,330 < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + 0,5T_{0,3} / (1,5T_{0,3})} \dots 7)$$

- Kurva turun untuk ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 8,330 < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + 1,5T_{0,3} / (2t0,3)} \dots 8)$$

Dengan:

Q_p : Debit puncak banjir

T_g : Waktu konsentrasi hujan

T_r : Satuan curah hujan

T_p : Waktu permulaan banjir

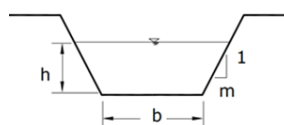
$T_{0,3}$: Waktu permulaan sampai 0,3 debit puncak

2.2 Analisis Hidrolika

2.2.1 Perhitungan kapasitas pengaliran alur sungai

Untuk mendapatkan hasil perhitungan kapasitas pengaliran sungai dapat dihitung menggunakan rumus Manning yaitu:

Untuk bentuk penampang sungai trapesium:



Gambar 1 Penampang saluran trapesium

$$A = (b + m \times h) \times h \quad \dots 9)$$

$$P = b + (2h) \sqrt{1^2 + m^2} \quad \dots 10)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots 11)$$

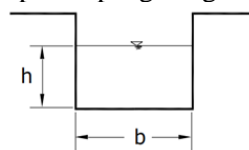
$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad \dots 12)$$

$$Q = V \times A \quad \dots 13)$$

Dengan:

- A : Luas penampang saluran
- P : Keliling penampang basah
- R : Radius hidrolis
- V : Kecepatan alur sungai
- Q : Debit

Untuk bentuk penampang sungai segitiga:



Gambar 2 Penampang saluran persegi panjang

$$A = B \times h \quad \dots 14)$$

$$P = b + (2h) \quad \dots 15)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots 16)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad \dots 17)$$

$$Q = V \times A \quad \dots 18)$$

2.2.2 Pengendalian Banjir

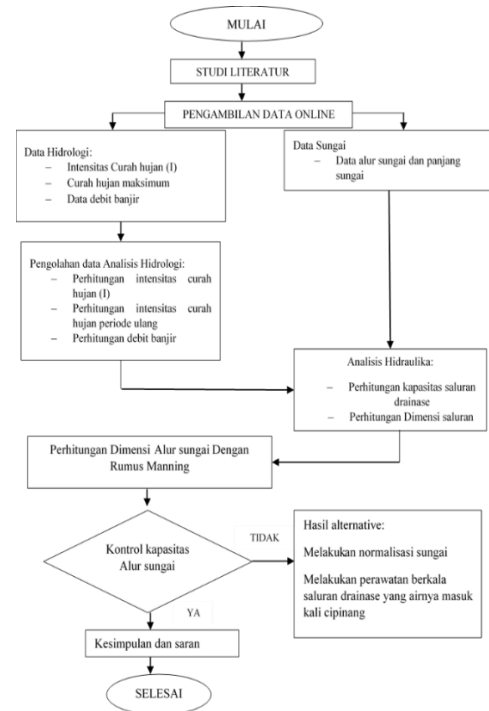
Pengendalian banjir pada daerah Jakarta menjadi prioritas penting bagi pemerintah terutama pada musim penghujan tiba. Pengendalian banjir yang umum dilakukan adalah seperti *micro drainage system*, Normalisasi sungai, pengerukan dasar sungai dengan rutin. (Hendrawan et al., 2020; Taqwa, 2017; Wigati et al., 2016) Salah satu program pengendalian banjir di Jakarta yaitu dengan dibangunnya Banjir Kanal Timur yang diperkirakan untuk mengurangi banjir daerah timur dan utara Jakarta. Dalam mencegah terjadinya banjir pada daerah perkotaan, suatu sistem drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan juga keadaan lingkungan daerah sekitar. (Hariati et al., 2020; Putuhena & Ginting, 2013; Ramadhayanti, 2014)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode penelitian ini hanya menjelaskan apa yang terjadi dilapangan dan penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka dan dokumentasi sehingga metode penelitian deskriptif kuantitatif ini adalah metode yang mengolah angka yang

kemudian dapat dijelaskan sesuai yang terjadi di lapangan.

Diagram alir penelitian dapat diperlihatkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

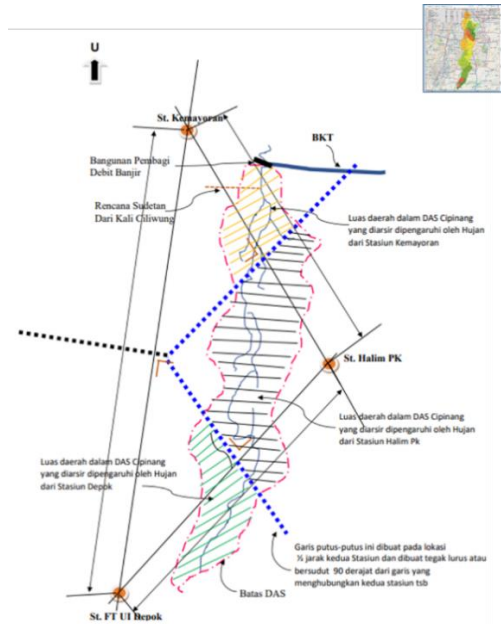
4.1 Analisa Hidrologi

Hasil perhitungan data hujan rata-rata DAS Banjir Kanal Timur diperlihatkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Perhitungan data hujan rata-rata DAS Banjir

Tahun	HASIL			
	R aritmatika	R Polygon Thiesson	R Ishoyet	Rata-Rata Intensitas Curah hujan maksimum (mm)
2010	189,50	179,36	476,61	281,83
2011	197,12	211,19	493,58	300,63
2012	168,18	160,66	465,15	264,66
2013	212,58	209,10	517,16	312,95
2014	224,86	227,20	538,68	330,24
2015	156,62	154,46	455,62	255,57
2016	174,99	169,62	476,93	273,85
2017	200,98	200,99	511,70	304,56
2018	165,34	162,17	467,00	264,83
2019	183,12	176,95	464,08	274,72
Jumlah				2863,84

Sumber: Hasil Perhitungan



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 4 Sketsa Poligon Thiesson DAS Cipinang.

4.2 Perhitungan Distribusi Curah Hujan

Distribusi normal

Hasil Perhitungan distribusi normal diperlihatkan pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Perhitungan distribusi normal

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana
2	286,38
5	306,89
10	317,63
25	328,12
50	336,42

Sumber: Hasil Perhitungan

Distribusi log-normal

Nilai rata-rata curah hujan (\bar{x})

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{24,56}{10} = 2,46$$

$$\bar{x} = 10^{2,46} = 285,467$$

Standard Deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (\log x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,01}{10-1}} = 0,04$$

Koefisien variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S_d}{\log \bar{x}} = \frac{0,04}{2,46} = 0,015$$

Koefisien Skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log} x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times 0,002}{(10-1)(10-2) 0,04^3} = 0,454$$

Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)S^4} = \frac{10^2 \times 0,00}{(10-1)(10-2) 0,04^4} = 21,376$$

Hasil Perhitungan distribusi log-normal diperlihatkan pada tabel 3

Tabel 3 Hasil Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

Periode ulang (Tahun)	Curah hujan rencana (mm)
2	285,5
5	306,3
10	317,9
25	329,6
50	339,1

Sumber: Hasil Perhitungan

Distribusi log pearson

Hasil Perhitungan distribusi log-normal diperlihatkan pada tabel 4

Tabel 4 Hasil Perhitungan Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III

Periode ulang (Tahun)	Curah hujan rencana (mm)
2	283,889
5	305,721
10	318,861
25	334,303
50	345,176

Sumber: Hasil Perhitungan

Perbandingan hasil distribusi frekuensi diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil perhitungan distribusi berdasarkan persyaratan

Jenis Distribusi	Persyaratan	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs = 0,00	0,56	Tdk Memenuhi
	Ck = 3,00	22,43	Tdk Memenuhi
Log Normal	Cs = 0,14	0,45	Tdk Memenuhi
	Ck = 3,04	21,38	Tdk Memenuhi
Log Pearson III	Cs ≠ 0	0,45	Memenuhi
	Ck ≠ 0	21,38	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah mengetahui hasil penentuan Distribusi seperti tabel diatas, yang memenuhi adalah distribusi log Pearson III. Selanjutnya kita dapat melakukan pengujian untuk mengetahui persyaratan perhitungan selanjutnya apakah memenuhi syarat sesuai perencanaan. Hasil Perhitungan Analisis Curah Hujan Distribusi Log Pearson III diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Analisis Curah Hujan Distribusi Log Pearson III

Hasil Perhitungan Analisis curah hujan distribusi log pearson III						
Periode ulang	Rata-rata log Xi	Sd	Cs	K log Pearson III	Log Pearson III	
					Log Xi	P rencana (mm)
2	2,456	0,04	0,45	-0,066	2,453	283,889
5	2,456	0,04	0,45	0,816	2,485	305,721
10	2,456	0,04	0,45	1,317	2,504	318,861
25	2,456	0,04	0,45	1,88	2,524	334,303
50	2,456	0,04	0,45	2,261	2,538	345,176

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Perhitungan debit puncak banjir

Luas DAS = 48 km²
 Panjang sungai = 33 km
 Rata-rata kemiringan = 0.00253
 Koefisien DAS = 2
 Satuan Hujan = 1
 $T_g = 0,40 + 0,058 \times 33 = 2,314$ jam
 $T_p = T_g + 0,8 T_r = 2,324 + 0,8 \cdot 1,735 = 3,7024$ jam

➤ Bagian lengkung naik untuk $0 \leq t \leq T_p = 3,702$

$$Q_t = Q_p \frac{t^{2.4}}{T_p^{2.4}} = 2,323 \frac{0^{2.4}}{3,7024^{2.4}} = 0 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 7 Perhitungan debit banjir kurva naik

t (jam)	Q (m ³ /dtk)
0,000	0,00
1,000	0,07
2,000	0,36
3,000	0,96
3,702	1,60

Sumber: Hasil Perhitungan

➤ Pada Kurva Turun untuk

$$T_p = 3,702 < t < T_p + T_{0,3} = 8,33$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{t - T_p / T_{0,3}}$$

$$Q_t = 2,323 \times 0,3^{4 - 3,702 / 4,628} = 2,150$$

Tabel 8 Tabel Perhitungan debit banjir kurva turun

t (jam)	Q (m ³ /dtk)
4,000	1,476
5,000	1,138
6,000	0,877
7,000	0,676
8,000	0,521
8,330	0,479

Sumber: Hasil Perhitungan

➤ Kurva turun untuk ($T_p + T_{0,3} = 8,330 < t <$

$$T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 15,272$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + 0,5T_{0,3} / (1,5T_{0,3})}$$

Tabel 9 Perhitungan debit banjir kurva turun

t (jam)	Q (m ³ /dtk)
9,000	0,426
10,000	0,358
11,000	0,301
12,000	0,253
13,000	0,213
14,000	0,179
15,000	0,150
15,272	0,144

➤ Kurva turun untuk

$$(t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 8,330 < t <$$

$$T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 15,272$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + 1,5T_{0,3} / (2T_{0,3})}$$

Tabel 10 Perhitungan debit banjir kurva turun

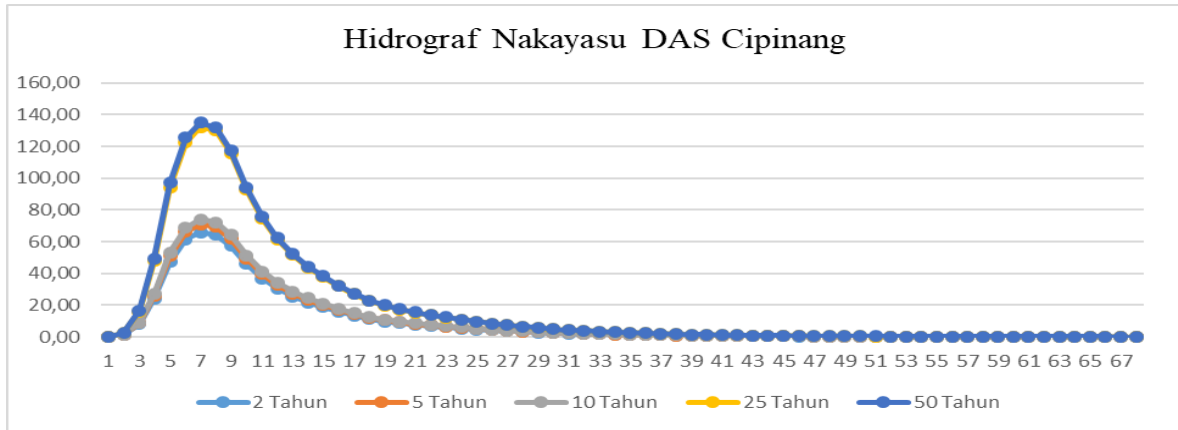
t (jam)	Q (m ³ /dtk)	t (jam)	Q (m ³ /dtk)	t (jam)	Q (m ³ /dtk)
16,000	0,131	30,000	0,021	45,000	0,003
17,000	0,115	31,000	0,019	46,000	0,003
18,000	0,101	32,000	0,016	47,000	0,002
19,000	0,088	33,000	0,014	48,000	0,002
20,000	0,078	34,000	0,013	49,000	0,002
21,000	0,068	35,000	0,011	50,000	0,002
22,000	0,060	36,000	0,010	51,000	0,001
23,000	0,053	37,000	0,009	52,000	0,001
24,000	0,046	38,000	0,007	53,000	0,001
25,000	0,041	39,000	0,007	54,000	0,001
26,000	0,036	40,000	0,006	55,000	0,001
27,000	0,031	41,000	0,005	56,000	0,001
28,000	0,027	42,000	0,004	57,000	0,001
29,000	0,024	43,000	0,004	58,000	0,001
30,000	0,021	44,000	0,003	59,000	0,000

Tabel 11 Perhitungan Debit Banjir Rencana pada periode ulang

Periode Ulang	Debit Puncak Banjir (m ³ /detik)
2	68,57
5	88,61
10	94,78
25	137,82
50	168,67

Sumber: Hasil Perhitungan

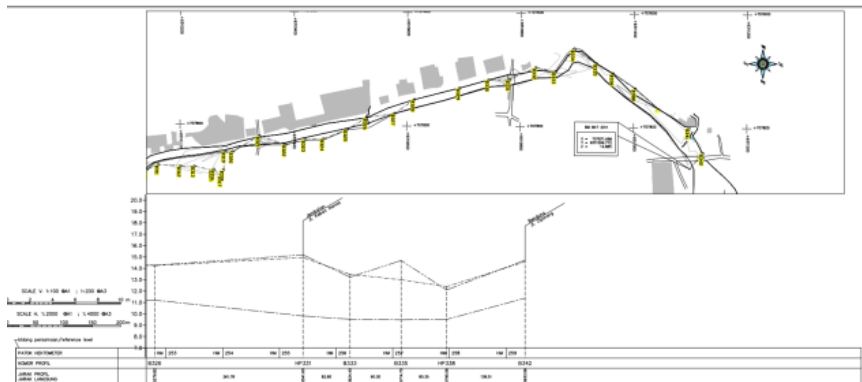
Grafik Hidrograf Nakayasu diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Grafik Hidrograf Nakayasu
Sumber: Hasil Perhitungan

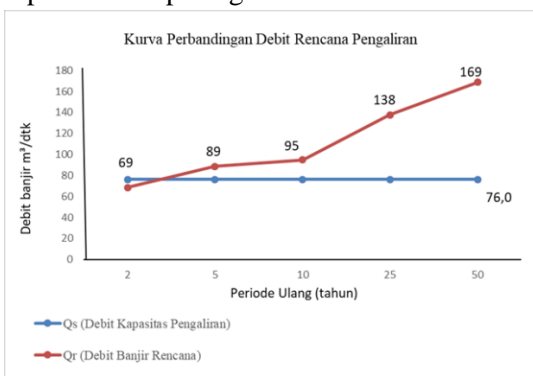
4.4 Analisis Hidrolika

Perhitungan Kapasitas Pengaliran Alur Sungai



Gambar 6 Profil memanjang sungai

Kurva perhitungan debit banjir dan kapasitas pengaliran sungai di Daerah Kebon Pala dengan alur sungai berbentuk trapesium diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 7 Kurva Perhitungan Debit Banjir Pada Alur Sungai Pada Daerah Kebon Pala

Perhitungan debit banjir dan kapasitas pengaliran sungai di Daerah Penas/Belakang Kementerian Lingkungan Hidup dengan alur

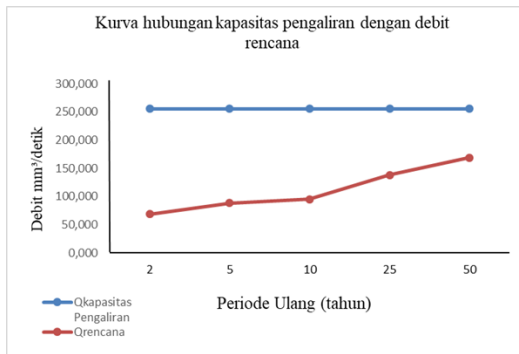
sungai berbentuk persegi panjang diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 12 Hasil Perhitungan Kapasitas Pengaliran Belakang KLHK

Nama Lokasi	Qs (Debit Kapasitas) m ³ /detik	Qr (Debit Rencana)				
		2	5	10	25	50
Penas Sebelah Utara Kalimantan	195,576	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap

Sumber: Hasil Perhitungan

Kurva hubungan kapasitas pengaliran dengan debit rencana pada sungai Cipinang samping Jayamix Kebon Nanas diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 8 Kurva hubungan kapasitas pengaliran dengan debit rencana pada sungai Cipinang

Dalam pertimbangan sistem sungai yang terjadinya potensi banjir, maka aliran sungai ke Banjir Kanal Timur memerlukan Analisa debit banjir.

Berdasarkan perhitungan di atas, maka kapasitas pengaliran alur sungai sebelah utara Kalimalang (Q_1) adalah sebesar 211,981 m³/detik, kapasitas sungai cipinang belakang kantor KLHK (Q_2) sebesar 195,579 m³/detik, dan samping Jayamix (Q_3) yaitu sebesar 255,370 m³/detik.

Dengan demikian, debit air yang dialihkan ke Banjir Kanal Timur (Q_4) adalah

$$\begin{aligned}
 Q_4 &= Q_3 - Q_2 \\
 &= 255,370 \text{ m}^3/\text{detik} - 195,576 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 59,791 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 60 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa perkiraan debit pengaliran kali Ciliwung yang akan mengalir ke daerah Banjir Kanal Timur adalah sebesar 59,791 m³/detik.

Tabel 13 Hasil Perhitungan Kapasitas Pengaliran Jayamix:

Nama Alur Sungai	Debit banjir (Q)	Debit Banjir Rencana				
		2	5	10	25	50
		68,566	88,606	94,785	137,817	168,668
Kebon Nanas Samping Jayamix	255,370	Tdk Meluap	Tdk Meluap	Tdk Meluap	Tdk Meluap	Tdk Meluap

Sumber: Hasil Perhitungan

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi ekisting alur sungai Kebon Pala dengan lebar 15 m dan kedalaman alur sungai 1,2 m hanya mampu mengalirkan debit banjir sebesar 76,1 m³/detik. Dimensi rencana alur sungai dengan metode *trial and error*, diperoleh lebar 18 m dan kedalaman 2,1 m dengan debit

debit pengaliran rencana sebesar 192,5 m³/detik dengan model desain berbentuk segiempat.

2. Kapasitas pengaliran alur sungai sebelah utara kalimalang adalah sebesar 212,0 m³/detik, alur sungai Cipinang belakang kantor KLHK sebesar 195,6m³/detik, dan samping Jayamix yaitu sebesar 255,4 m³/detik.
3. Alur sudetan kali Ciliwung yang masuk ke daerah Banjir Kanal Timur direncanakan sebesar 59,8 m³/detik.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka untuk menanggulangi banjir yang terjadi di daerah Kebon Pala yaitu melakukan normalisasi pada alur sungai di daerah Kebon Pala agar dapat mengalirkan debit banjir secara maksimal pada kala periode ulang dengan curah hujan yang relatif tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, B., Winarsih, I., & Adhyani, N. L. (2009). Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum dengan Berbagai Metode (Return Periode Analyze maximum Rainfall with Three Method). *Agromet*, 23(2), 76. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.23.2.76-92>

Hariati, F., Saputra, D., Alimuddin, A., & Yanuarsyah, I. (2020). Dampak Peningkatan Intensitas Hujan dan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Puncak Sungai Ciseel. *Jurnal Komposit*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.32832/komposit.v4i1.3748>

Hendrawan, D., Harisuseno, D., & Dermawan, V. (2020). Upaya Normalisasi Sungai Ciliwung dengan Penampang Ganda Jembatan Kalibata - Pintu Air Manggarai Kecamatan Kebayoran baru DKI Jakarta. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 3(2). <http://pengairan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmtp/article/view/536/275>

Maitsa, T. R., Kuntoro, A. A., & Septiadi, D. (2021). Analisis Tren Perubahan Intensitas Hujan (Studi Kasus: Jakarta dan Bogor). *Jurnal Teknik Sipil*, 28(2), 163–172. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.2.5>

Putuhena, W. M., & Ginting, S. (2013). Pengembangan Model Banjir Jakarta. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(1), 63–78.

- https://www.researchgate.net/publication/328265443_PENGEMBANGAN_MODAL_BANJIR_JAKARTA
- Ramadhayanti, Z. (2014). Implementasi Kebijakan Pengendalian Banjir Provinsi DKI Jakarta melalui Proyek Kanal Banjir Timur. *Journal of Politic and Government*, 1–22. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpags/article/view/8749>
- Saputra, L., Hariati, F., & Alimuddin, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Ciparigi Terhadap Debit Banjir Kala Ulang. *Jurnal Komposit*, 2(2), 100.
- Satriadi, I. (2017). Analisis Hidrograf Banjir Saluran Irigasi Cibalok. *Astonjadro: CEAESJ*, 6(1), 49–59. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v6i1.2261>
- Taqwa, F. M. L. (2017). Perencanaan Normalisasi Arus Sungai Cijere di Desa Pasirmukti Kec. Citeureup Kab. Bogor. *Jurnal Komposit*, 1(2), 31–43. <https://doi.org/10.32832/komposit.v1i2.1544>
- Wigati, R., Soedarsono, S., & Pribadi, P. (2016). Normalisasi Sungai Ciliwung Menggunakan Program HEC-RAS 4.1 (Studi Kasus Cililitan - Bidara Cina). *Jurnal Fondasi*, 5(1), 1–12. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/articel/view/1242>