

STUDI PENGENDALIAN BANJIR KALI CIPINANG DARI KELURAHAN KEBON PALA SAMPAI DENGAN BANJIR KANAL TIMUR

Nisata Sari Situmorang¹

¹Mahasiswi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular
E-mail: nisasitumorang7@gmail.com¹

ABSTRAK

Kota Administrasi Jakarta Timur merupakan perkotaan yang paling padat penduduknya didaerah DKI Jakarta dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang signifikan. Bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan tempat atau lahan untuk diadakannya tempat tinggal juga otomatis semakin meningkat. Penelitian dilakukan dari daerah Kebon Pala sampai dengan Banjir Kanal Timur, yaitu daerah yang dilalui kali Cipinang. Data yang digunakan didapatkan melalui cara observasi lapangan serta data curah hujan dari instansi terkait melalui online. Selanjutnya dilakukan observasi mengenai kali Cipinang dengan analisis hidrologi terhadap hujan rencana dan debit banjir. Metode rata-rata aljabar menjadi alternative 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.

1. PENDAHULUAN

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 sehingga mengganggu lalu lintas. Penyebab lain yang menyebabkan banjir diantaranya karena masih banyak masyarakat yang masih membuang sampah ke alur sungai sehingga untuk hal ini perlu dicarikan solusi untuk dapat memberikan penyuluhan kepada masyarakat mengenai bagaimana partisipasi masyarakat dalam menghadapi dan mengatasi banjir.

Rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

a) Berapakah intensitas curah hujan pada kali cipinang?

b) Hitunglah besar debit banjir rencana kali Cipinang pada periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun?

c) Berapakah besar perkiraan debit aliran air dari Ciliwung yang mengalir ke Banjir Kanal Timur?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengendalian banjir perlu dilakukan juga yaitu penelusuran, yang mana merupakan perkiraan hidrograf di suatu titik aliran atau sungai mengenai pengamatan hidrograf berdasarkan titik tertentu. Penelusuran banjir bertujuan sebagai perkiraan banjir jangka pendek dan perhitungan hidrograf. Untuk mengurangi dampak banjir perlu dilakukan tindakan seperti: penataan kembali Daerah Aliran Sungai secara terpadu sesuai fungsi lahan, tidak membangun rumah dan pemukiman di bantaran sungai serta daerah banjir, tidak membuang sampah ke dalam sungai, mengadakan program pengerukan sungai secara rutin, pemasangan pompa air untuk daerah yang lebih rendah dari permukaan laut, dan

melakukan program penghijauan daerah hulu sungai, serta mengurangi aktifitas di bagian sungai rawan banjir.

Analisis Hidrologi

Pada umumnya siklus hidrologi diawali dari air laut yang menguap membentuk awan, didesak oleh angin dan terjadilah hujan. Hujan dengan curah hujan yang tinggi mengakibatkan air melimpah ke permukaan. Sebagian limpasan terinfiltrasi dan mengalami perkolasi selanjutnya kembali kesungai lagi. Ada empat siklus hidrologi yaitu presipitasi, evaporasi, infiltrasi, limpasan permukaan dan air tanah. Kondisi topografi wilayah Kota Jakarta relatif datar, apabila turun hujan dengan curah hujan yang relative tinggi mengakibatkan air hujan mengalir dengan kecepatan yang sangat rendah bahkan tidak bisa mengalir sehingga menjadi salah satu penyebab seringnya terjadi banjir pada suatu daerah tertentu.

Periode Ulang

Periode ulang adalah rata-rata selang waktu terjadinya suatu peristiwa dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar. Data hidrologi umumnya digunakan sebagai awal perhitungan I (Intensitas) rencana, probabilitas (periode ulang) digunakan untuk perkiraan waktu rata-rata untuk banjir.

Analisa distribusi frekuensi

Curah hujan rencana diperoleh melalui empat metode distribusi frekuensi yaitu metode Normal, Log normal, Log Pearson III, dan gumbel. Lalu dilakukan pengujian dengan salah satu pengujian yaitu uji Chi-Kudrat tanpa ada perbandingan pengujian dengan Uji Smirnov-kolmogorov.

Perhitungan Intensitas Curah Hujan jam-jaman

Untuk menghitung distribusi hujan jam-jaman digunakan metode mononobe yang dapat dihitung menggunakan persamaan:

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

Perhitungan Debit banjir rencana (Q)

Untuk mendapatkan berapa besarnya debit banjir rencana pada periode ulang maka perhitungan dilakukan dengan metode Hidrograf Nakayasu.

Dalam perhitungan debit banjir digunakan persamaan:

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

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

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

$$T_r = 0,75 T_g$$

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

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

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

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

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

- Pada Kurva Turun untuk $T_p = 3,702 < t < T_p + T_{0,3}$

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

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

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

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

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

Dimana:

Q_p = Debit Puncak Banjir

T_g = Waktu konsentrasi hujan

T_r = Satuan curah hujan

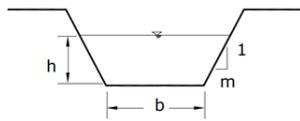
T_p = Waktu permulaan banjir

$T_{0,3}$ = waktu permulaan sampai 0,3 debit puncak

Analisis hidrolika perhitungan kapasitas pengaliran alur sungai

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

- Pada bentuk penampang trapesium:



Gambar 1 Penampang trapesium

$$A = (b + m \times h) \times h$$

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

$$R = \frac{A}{P}$$

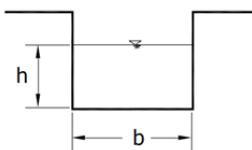
$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = V \times A$$

Dimana:

- A = Luas Penampang saluran
- P = Keliling penampang basah
- R = Radius hidrolis
- V = Kecepatan Alur sungai
- Q = Debit

- Pada bentuk penampang segimpat:



Gambar 2 Penampang trapesium

$$A = b \times h$$

$$P = b + (2xh)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

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

$$Q = V \times A$$

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 dilapangan.

4. HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Analisa hidrologi

Hasil Perhitungan Data Hujan Rata-rata DAS yaitu Aritmatik, Polygon dan Ishoyet diperlihatkan pada table di bawah ini.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Data Hujan Rata-rata DAS yaitu Aritmatik, Polygon dan Ishoyet.

Tahun	R Curah Hujan Maksimum (mm) (Xi)
2014	330,24
2013	312,95
2017	304,56
2011	300,63
2010	281,83
2019	274,72
2016	273,85
2018	264,83
2012	264,66
2015	255,57

Perhitungan distribusi

a) Distribusi log pearson

Tabel 2. Hasil Perhitungan Frekuensi Hujan Distribusi Loq 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

b) Distribusi Gumbel

$$Y_T = -in \left[in \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Untuk mencari nilai K maka digunakan perhitungan dengan rumus: $K = \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n}$

Tabel 3. Hasil Nilai K Periode Ulang Distribusi Gumbel

T (tahun)	Nilai K
2	-0,1359
5	1,0590
10	1,8505
25	2,8493
50	3,5901

Sumber: Perhitungan

Untuk mendapatkan hasil distribusi frekuensi Hujan pada periode ulang 2, 5, memasukkan nilai K yang sudah diketahui dengan Rumus

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d \cdot \text{mm}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel

Periode ulang (Tahun)	Curah hujan rencana (mm)
2	283,07
5	312,23
10	331,55
25	355,93
50	374,02

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 5. Hasil Penentuan Distribusi Berdasarkan Persyaratan

Jenis Distribusi	Persyaratan	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs = 0.00	0,56	Tdk Memenuhi
	Ck = 3.00	22,43	Tdk Memenuhi
Log Pearson III	Cs ≠ 0	0,45	Memenuhi
	Ck ≠ 0	21,38	Memenuhi
Gumbel	Cs = 1.14	0,56	Tdk Memenuhi
	Ck = 5.40	22,43	Tdk Memenuhi

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai Batas Kelas Uji Chi-Kuadrat 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

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 x 33 = 2,314 jam
- T_p = T_g + 0,8 T_r = 2,324 + 0,8.1,735 = 3,7024 jam

➤ Pada bagian lengkung naik 0 ≤ t ≤ 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 puncak banjir pada lengkung 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

➤ Pada Kurva Turun T_p = 3,702 < t < T_p + T_{0,3} = 8,330

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{t-t_p/t_{0,3}}$$

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

Tabel 8 Perhitungan puncak banjir pada lengkung 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

➤ Pada kurva turun (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 puncak banjir pada lengkung 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

➤ Pada kurva turun (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 9 Perhitungan puncak banjir pada lengkung 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 10 Hasil 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

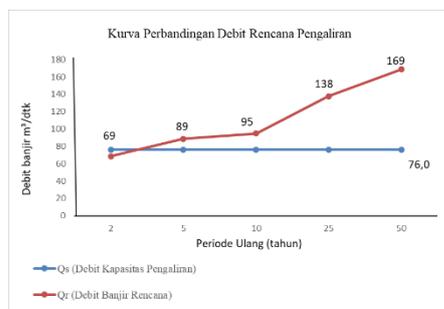
Sumber: Hasil Perhitungan

ANALISIS HIDROLIKA Perhitungan Kapasitas Pengaliran Alur Sungai

1. Daerah Kebon Pala (Alur sungai berbentuk trapesium)

Tabel 11 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana di daerah Kebon Pala

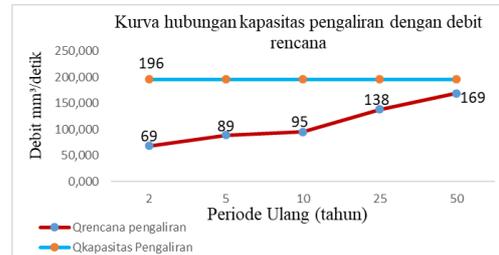
Nama Lokasi	Qs (Debit Kapasitas) m ³ /detik	Qr (Debit Rencana)				
		2	5	10	25	50
Kebon Pala	76,074	Tdk Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap



Gambar 3 Perhitungan Debit Banjir Rencana di daerah Kebon Pala
 Sumber: Hasil Perhitungan

2. Untuk Daerah Penas/Belakang Kementerian Lingkungan Hidup (Segiempat)

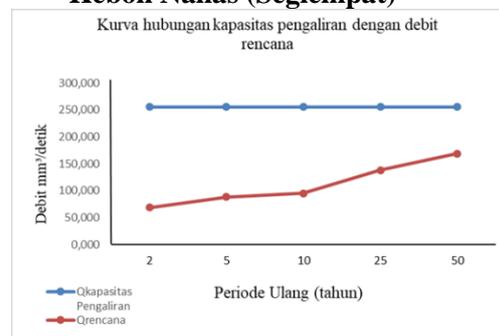
Hasil Perhitungan Kapasitas Pengaliran Belakang KLHK



Gambar 4 Hubungan kapasitas pengaliran saluran terhadap debit banjir, KLHK
 Sumber: Hasil Perhitungan

Kurva Simulasi Debit Banjir Periode Ulang Dengan Kapasitas Pengaliran Alur Sungai Cipinang Belakang KLHK.

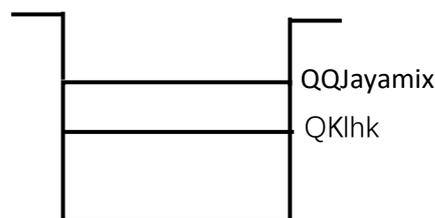
3. Alur Sungai Cipinang Samping Jayamix Kebon Nanas (Segiempat)



Gambar 5 Hubungan kapasitas pengaliran saluran terhadap debit banjir, Kebon Nanas
 Sumber: Hasil Perhitungan

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

Perkiraan perhitungan debit pengaliran dari sudetan kali ciliwung ke banjir kanal timur:



Gambar 6 Perhitungan debit pengaliran pada saluran segiempat

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} Q_{\text{Ciliwung}} &= Q_{\text{Jayamix}} - Q_{\text{KLHK}} \\ &= 255,370 \text{ m}^3/\text{detik} - 195,576 \\ &\quad \text{m}^3/\text{detik} \\ &= 59,791 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 60 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

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.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan perhitungan peneliti dalam Bab IV dapat diambil kesimpulan seperti berikut:

1. Berdasarkan perhitungan curah hujan maksimum pada stasiun hujan Halim Perdana Kusuma, stasiun Kemayoran dan stasiun Depok didapat Intensitas curah hujan pada periode ulang berturut-turut 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun sebesar 98,523 mm, 106,100 mm, 110,660 mm, 195,607 mm, 201,968 mm.
2. Berdasarkan perhitungan intensitas curah hujan maka debit banjir rencana periode ulang yaitu $Q_2 = 68,57 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_5 = 88,61 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_{10} = 94,78 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_{25} = 137,82 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{50} = 168,67 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
3. Alur Sudetan kali Ciliwung yang masuk ke daerah Banjir Kanal Timur sampai saat ini belum beroperasi, untuk debit banjir yg diperkirakan masuk ke Banjir Kanal Timur yang dipengaruhi sungai Cipinang adalah sebesar 59,791 m³/dtk.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas maka saran dari penulis guna menanggulangi banjir yang terjadi khusus nya untuk daerah kebon pala yaitu:

1. Pada daerah yang tidak mampu mengalirkan debit banjir sampai periode 50 tahunan ada

baiknya dilakukan Normalisasi pada alur sungai seperti di daerah Kebon Pala agar dapat mengalirkan debit banjir secara maksimal pada kala periode ulang dengan curah hujan yang relative tinggi. Pada kegiatan normalisasi yang dilakukan seperti pelebaran dimensi alur sungai, perbaikan alur kali Cipinang pada daerah ini dibuat penampang bentuk segiempat agar dapat mengalirkan air lebih banyak, pengerukan dasar sungai secara rutin agar tumpukan tanah dan sampah tidak mengurangi fungsi dari pada alur sungai yg memungkinkan air meluap melebihi batas saluran.

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>
- Gunardi. (2010). *Buku Ajar Hidrologi Hutan*. Bandar Lampung. Penerbit Universitas Lampung.
- 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>
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Penerbit Gramedia.
- 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>

- Imam, Ir. (2013). *Buku Panduan Drainase Berbasis Masyarakat*. Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kodoatie, R J. (2002). *Hidrologi Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Kustamar, (2018). *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban dan Pesisir. Malang*. Penerbit Dream Litera.
- 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_MODEL_BANJIR_JAKARTA
- Ramadhayanti, Z. (2014). Implementasi Kebijakan Pengendalian Banjir Provinsi DKI Jakarta melalui Proyek Kanal Banjir Timur. *Journal of Politics and Government*, 1–22
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpgs/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 Bogor. *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/article/view/1242>