

ANALISA PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DALAM UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR DI KECAMATAN GANDUSARI KABUPATEN TRENGGALEK

^{1*} Rizqi Dwi Prasetyo, ² Yosef Cahyo, ³ Ahmad Ridwan,
Fakultas Teknik, Universitas Kadiri.

e-mail: ^{1*} rizqidwiprasetyo@gmail.com, ² yosef.cs@unik-kediri.ac.id, ³ ahmad_ridwan@unik-kediri.ac.id.

ABSTRACT

In industrial areas or densely populated settlements, generally found channels that function besides to drain rainwater as well as to discharge domestic wastewater or dirty water from households. Drainage systems are often the main problem in the occurrence of flooding. It is necessary to analyze how their performance and resistance to flooding in the District of Gandusari, Trenggalek Regency. For analysis of drainage system planning in flood prevention efforts, the authors used the Van-Breun and Mononobe calculation methods to determine the number of incoming water discharge, the ideal dimension of the channel to accommodate the inlet discharge channel, and calculate the cost budget plan (RAB) of the builder. From the analysis, results obtained a cumulative discharge of rainwater, and dirty water entering the drainage amounted to 0.4695 m³ / sec. From the calculation, the ideal dimensions of the drainage can be obtained to be able to accommodate rainwater runoff and dirty water discharge using square channels, where the 1.5 m channel height is all added to the water level of 0.2 m and 0.7 m in width 500 m. While the budget plan for the construction costs is Rp. 794,048,000.00 -

Keywords : Flood, Drainage, Mitigation, Water Discharge

ABSTRAK

Di daerah industri atau pemukiman padat penduduk umumnya ditemukan saluran yang berfungsi selain untuk mengalirkan air hujan juga sekaligus untuk pembuangan air limbah domestik ataupun air kotor dari rumah tangga. System drainase sering menjadi pokok masalah dalam terjadinya banjir, maka perlu di Analisa bagaimana kinerjanya dan ketahanan terhadap banjir di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek. Untuk analisis perencanaan sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir penulis menggunakan metode perhitungan Van-Breun dan Mononobe untuk mengetahui angka debit air yang masuk, dimensi ideal saluran untuk menampung saluran debit air masuk dan menghitung rencana anggaran biaya (RAB) pembangunannya. Dari hasil analisa didapatkan debit kumulatif air hujan dan air kotor yang masuk ke drainase sebesar 0.4695 m³/detik. Dari perhitungan didapatkan dimensi saluran drainase yang ideal agar mampu menampung limpasan air hujan dan debit air kotor dengan menggunakan saluran berbentuk persegi, dimana tinggi saluran 1,5 m semuanya ditambahkan dengan tinggi jagaan air sebesar 0,2 m dan lebar 0,7 m dengan panjang 500 m. Sedangkan rencana Anggaran Biaya pembangunannya sebesar Rp. 794.048.000,00,-

Kata Kunci : Banjir, Drainase, Penanggulangan, Debit Air

1. PENDAHULUAN

Masyarakat akan selalu tertarik untuk berkumpul atau menghuni suatu wilayah, dimana pada area tersebut terdapat banyak fasilitas untuk memenuhi kebutuhan mereka. Wilayah tersebut biasanya adalah kawasan industri dan perdagangan. Secara teknis pembangunan hunian dan sarana pada daerah tersebut berkembang searah mengikuti laju peningkatan jumlah penduduk dan fasilitas industri, [1][2][3]. Namun faktanya fasilitas lingkungan seperti drainase dan pengelolaan limbah domestik belum terlalu diperhatikan, Sehingga menjadi masalah lingkungan [4]. Permasalahan drainase sangat kompleks karena menyangkut bukan hanya lingkungan fisik saja melainkan terkait dengan masalah lingkungan social budaya serta karakteristik daerah, [5][6][7]. Di daerah industri atau pemukiman padat penduduk umumnya ditemukan saluran yang berfungsi selain untuk mengalirkan air hujan juga sekaligus untuk pembuangan air limbah domestik ataupun air kotor dari rumah tangga, [8]. Hal ini tentu akan mempengaruhi orientasi perencanaan serta kriteria sistem drainase yang akan dibuat. Fakta dan masalah diatas salah satunya terjadi di Kecamatan Gandusari, Kabupaten Trenggalek. Di daerah tersebut terdapat banyak industri genteng dan persebaran penduduk yang cukup padat, dimana setiap musim penghujan selalu terjadi banjir. Melihat kondisi tersebut, maka perlu dilakukan perencanaan sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir, [9][10][11].

2. METODE PERENCANAAN

2.1 Metode perencanaan

Metode perencanaan adalah cara – cara yang ditempuh untuk merumuskan sebuah perencanaan dengan mengacu pada hasil observasi, literatur, dan data statistik yang diperoleh, [12][13]. Garis besar metode perencanaan analisa perencanaan sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir di kecamatan gandusari kabupaten trenggalek adalah sebagai berikut, [14][15]:

Uraian Bagian:

A. Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi observasi awal di wilayah yang akan direncanakan, sebagai acuan penentuan titik yang akan menjadi sampel perhitungan.

B. Pengumpulan Data

Sebagai dasar perencanaan perlu adanya data dokumentasi, standar analisa dari dinas pekerjaan umum dan pengumpulan data literature, [16].

C. Studi Literatur

Agar kegiatan ini menjadi efektif, maka studi literature mutlak diperlukan. Hal ini berkaitan dengan penentuan metode perhitungan yang akan dipakai sebagai dasar perhitungan, [17].

D. Olah Data/ Perencanaan

Data yang sudah terkumpul akan digunakan untuk menganalisa beberapa aspek perencanaan yang meliputi:

1. Analisa Data Curah Hujan, [18][19].
 - a) Data curah hujan tahunan.
 - b) Perhitungan curah hujan daerah.
 - c) Perhitungan curah hujan rancangan.
 - d) Perhitungan intensitas curah hujan.
 - e) Perhitungan debit air hujan.
2. Perhitungan Debit Air Kotor
3. Perhitungan Dimensi Saluran.
4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

E. Hasil Perencanaan

Akhir dari kegiatan ini adalah menghasilkan data analisa perencanaan sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir di kecamatan Gandusari, kabupaten Trenggalek, [20][21].

2.2 Langkah kerja dan alur pembahasan

Untuk mewujudkan hasil perencanaan saluran drainase di Kecamatan Gandusari yang sering terjadi banjir, dapat dilakukan tahapan perencanaan sebagai berikut, [22][23]:

A. Pengumpulan Data

- 1) Peta data topografi
- 2) Data curah hujan yang diambil dari stasiun Mnjungan, Kampak dan Gandusari.

B. Pengolahan Data

- 1) Menghitung curah hujan maksimum daerah.
- 2) Menghitung curah hujan rancangan.
- 3) Menghitung intensitas curah hujan, [24].

C. Perhitungan Debit Banjir Rancangan, [25][26].

- 1) Menghitung debit air kotor.
- 2) Menghitung debit air hujan.

D. Perhitungan dimensi saluran berdasarkan debit banjir rancangan, [27].

E. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

3. PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan daerah dilakukan dengan metode tinggi rata-rata.

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+ \dots d_n}{n} = \sum_i^n \frac{di}{n}$$

Contoh perhitungan:

Data hujan pada tahun 1992

Stasiun Pacitan (d₁) = 116 mm

Stasiun Nawangan (d₂) = 114 mm

Stasiun Ketro (d₃) = 118 mm

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots}{n}$$

$$d = \frac{116 + 114 + 118}{3} = 116 \text{ mm}$$

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimal pada Sta. Gandusari, Kampak dan Munjungan.

No.	Tahun	Sta. Gandusari	Sta. Kampak	Sta. Munjungan	Hujan max. daerah
1	1998	140	105	99	114.66
2	1999	88	115	97	100
3	2000	124	137	137	132.66
4	2001	103	71	155	109.66
5	2002	86	145	93	108
6	2003	117	101	169	129
7	2004	167	199	273	213
8	2005	65	88	359	170.66
9	2006	83	43	126	84
10	2007	115	129	163	135.66
11	2008	80	56	97	77.66
12	2009	58	66	157	93.66
13	2010	94	54	223	123.66
14	2011	72	75	371	172.66
15	2012	60	92	159	103.66
16	2013	81	101	286	156
17	2014	77	142	163	127.33
18	2015	125	112	105	114
19	2016	147	155	172	158
20	2017	88	92	83	87.66

Sumber: Pengolahan Data

Setelah didapat data curah hujan daerah, kemudian data tersebut diurutkan dari nilai yang terbesar hingga nilai yang terkecil. Untuk selanjutnya digunakan dalam perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan metode Gumbel.

3.2 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Metode Gumbel

$$X = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S_d$$

Keterangan:

\bar{X} = curah hujan rata-rata.

Y_t = simpangan tereduksi kala ulang

$$= -\ln \left| -\ln \frac{TR-1}{TR} \right| \text{ dengan TR = kala ulang}$$

Y_n = simpangan rata-rata tereduksi

S_n = simpangan baku tereduksi

S_d = simpangan baku

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum |X_i - \bar{X}|^2}{n-1}}$$

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Gumbel

No.	X (mm)	P (%)	TR	X - X rata-rata	(X - X rata-rata) ²
1	213.00	4.76	21.00	87.42	7641.674
2	172.67	9.52	10.50	47.08	2216.840
3	170.67	14.29	7.00	45.08	2032.507
4	158.00	19.05	5.25	32.42	1050.840
5	156.00	23.81	4.20	30.42	925.174
6	135.67	28.57	3.50	10.08	101.674
7	132.67	33.33	3.00	7.08	50.174
8	129.00	38.10	2.63	3.42	11.674
9	127.33	42.86	2.33	1.75	3.063
10	123.67	47.62	2.10	-1.92	3.674
11	114.67	52.38	1.91	-10.92	119.174
12	114.00	57.14	1.75	-11.58	134.174
13	109.67	61.90	1.62	-15.92	253.340
14	108.00	66.67	1.50	-17.58	309.174
15	103.67	71.43	1.40	-21.92	480.340
16	100	76.190	1.31	-25.58	654.507
17	93.67	80.952	1.24	-31.92	1018.674
18	87.67	85.714	1.17	-37.92	1437.674
19	84.00	90.476	1.11	-41.58	1729.174
20	77.67	95.238	1.05	-47.92	2296.007
Jumlah	2511.67			Jumlah	22469.528
Rata-rata	125.58			S	17.75
Y_n	0.5236				
S_n	1.0628				

Sumber: Pengolahan data

3.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Karena data yang ada adalah curah hujan harian, maka intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus Van-Breun dan Mononobe. Curah hujan (R_{24}) = 128.79 mm.

1. Metode Mononobe

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

Keterangan :

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- R = curah hujan harian selama 24 jam (mm)
- t = lamanya hujan (jam)

Tabel 3. Perhitungan Intensitas Metode Mononobe

menit	Jam	R ₂₄	I (mm/jam)
5	0.08	128.79	240.48017
15	0.25		112.50692
30	0.50		70.87492
45	0.75		54.08769
60	1.00		44.64840
75	1.25		38.47683
90	1.50		34.07311
105	1.75		30.74543
120	2.00		28.12673
135	2.25		26.00265
150	2.50		24.23888
165	2.75		22.74665
180	3.00		21.46471
195	3.25		20.34934
210	3.50		19.36841
225	3.75		18.49773
240	4.00		17.71873
255	4.25		17.01688
270	4.50		16.38064
285	4.75		15.80072
300	5.00		15.26954
315	5.25		14.78086
330	5.50		14.32949
345	5.75		13.91107
360	6.00	13.52192	

Sumber: Pengolahan Data

Perhitungan untuk t = 5 menit

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

$$I = \left|\left(\frac{128.79}{24}\right)\right| x \left|\left(\frac{24}{0.08}\right)\right|^{2/3} = 240.480 \text{ mm/jam}$$

Dari analisa di atas, maka rumus yang dipakai untuk perhitungan intensitas adalah Mononobe.

$$I = \left|\frac{R_{24}}{24}\right| x \left|\frac{24}{t}\right|^{2/3} = \frac{128.79}{t^{2/3}}$$

3.4 Perhitungan Debit Air Hujan

Metode Rasional

→ Berlaku jika luas DAS < 300 ha

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0.002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = debit banjir rancangan (m³/detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan pada waktu konsentrasi /c (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (ha)

Penentuan waktu konsentrasi menurut Kirpich :

$$t_c = t_o + t_d$$

t_c = waktu konsentrasi (menit)

t_o = waktu yang diperlukan bagi air untuk mengalir di permukaan lahan sampai jalur sungai yang terdekat (menit)

t_d = waktu yang diperlukan bagi air untuk mengalir dari ujung hulu sungai ke ujung hilir sungai (menit)

$$t_o = \frac{0.784 (1.1-C)L_o^{1/2}}{S_o^{1/3}}$$

L_o = panjang limpasan (m)

C = koefisien pengaliran

S_o = kemiringan daerah limpasan (%)

$$t_d = \frac{L_d}{60V_d}$$

L_d = panjang saluran (m)

60 = angka konversi, 1 menit = 60 detik

V_d = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik).

Perhitungan :

- Saluran 1 – 2
- PUH = 2 tahun
- L_d (panjang saluran) = 500 m
- L_o (panjang limpasan)
 - Jalan = 2.5 m (jarak as jalan ke saluran)
 - Blok = 25 m (panjang bagian belakang rumah ke saluran)
- A (luas)
 - Jalan = 2.5 m x 500 m = 1250 m².

- Blok = 25 m x 500 m = 12500 m².
- So (kemiringan limpasan)
 - Jalan = 2%
 - Blok = 0.5%
- C (koefisien limpasan)
 - Jalan = 0.7 (aspal)
 - Blok = 0.5
- Vd (kecepatan aliran rata-rata)
 Karena kemiringan rata-rata dasar saluran = 0.301 → Vd = 0.4 m/detik.

- t_o (waktu limpasan menuju saluran)

$$t_o = \frac{0.784 (1.1 - C) L o^{1/2}}{S o^{2/3}}$$

$$t_o \text{ jalan} = \frac{0.784 (1.1 - 0.5) 2.5^{1/2}}{2^{2/3}} = 0.31 \text{ menit}$$

- t_o blok = $\frac{0.784 (1.1 - 0.5) 2.5^{1/2}}{0.5^{2/3}} = 3.73 \text{ menit}$

- t_d (waktu pengaliran pada saluran dari titik satu ke titik lain)

$$t_d = \frac{Ld}{60 \cdot Vd}$$

$$t_d \text{ Blok dan Jalan} = \frac{500}{60 \times 0.4} = 20.83 \text{ menit}$$

- t_c (waktu konsentrasi air)

$$t_c = t_o + t_d$$

$$\begin{aligned} t_c \text{ jalan} &= t_o + t_d \\ &= 0.31 + 20.83 \\ &= 21.15 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c \text{ blok} &= t_o + t_d \\ &= 3.73 + 20.83 \\ &= 24.57 \text{ menit} \end{aligned}$$

- I (intensitas)

$$I = \frac{128.79}{t^{2/3}}$$

$$I \text{ jalan} = \frac{128.79}{\left(\frac{21.15}{60}\right)^{2/3}} = 258.124 \text{ mm/jam}$$

$$I \text{ blok} = \frac{128.79}{\left(\frac{24.57}{60}\right)^{2/3}} = 233.566 \text{ mm/jam}$$

60 = konversi satuan t_c dari menit ke jam.

- Q (debit air hujan)

$$Q = \frac{1}{36.10^6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$A = m^2, I = mm/jam$$

$$Q_{jalan} = Q = \frac{1}{36.10^6} \times 0.7 \times 258.24 \times 1250 = 0.0628 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{blok} = Q = \frac{1}{36.10^6} \times 0.5 \times 233.566 \times 12500 = 0.406 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} Q_{total} &= Q_{blok} + Q_{jalan} \\ &= 0.0628 + 0.406 \\ &= 0.468 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Debit Air Kotor

Jumlah kebutuhan air rata-rata setiap hari 200liter dan waktu penggunaan air setiap hari 10 jam. Dari kebutuhan air tiap hari tersebut diasumsikan besarnya air yang dibuang adalah 80%.

Debit air kotor yang dibuang per orang :

$$Q = 80\% \times \frac{\text{kebutuhan air rata – rata perhari}}{\text{waktu penggunaan air}}$$

$$Q = 80\% \times \frac{200 \text{ liter}}{10 \text{ jam}} = 16 \text{ liter/jam} = 4.44 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit air kotor

1. Saluran 1-2
2. Type rumah = 36 → jumlah orang = 5
3. Jumlah rumah = 60 unit
4. Debit air kotor/ orang = $4.44 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$
5. Debit air kotor / rumah = $4.44 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} \times 5$
= $2.22 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$
6. Debit yang masuk saluran = $2.22 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik} \times 60$
= $0.001332 \text{ m}^3/\text{detik}$

Debit kumulatif salauran 1-2

$$\begin{aligned} Q_{kum} &= Q_{air hujan} + Q_{air kotor} \\ &= 0.468 + 0.001332 \\ &= 0.469 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah hasil akhir perhitungan yang terdiri dari volume, harga satuan, dan jumlah harga.

No.	Uraian Pekerjaan	Kode An	Volume	Sat.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	2	3	4	5	6	7
I	PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uitzet	Ls	1.00	Unit	350,000.00	350,000.00
2	pembersihan lokasi	Ls	1.00	Unit	2,500,000.00	2,500,000.00
						2,850,000.00
II	PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	6.2	1,425	m3	57,645.00	82,144,125.00
2	Urugan Tanah Kembali	6.9	356	m3	13,059.00	4,652,268.75
						86,796,393.75
III	PEKERJAAN PASANGAN					
1	Pasangan Batu belah 1:6	6.6	740	m3	816,210.00	603,995,400.00
2	Plesteran 1:4	6.4	2,250	m2	44,625.00	100,406,250.00
						704,401,650.00
TOTAL (Rp)						794,048,044

Sumber : hasil perhitungan

Maka pekerjaan saluran drainase tersebut jika dikerjakan pada wilayah kabupaten trenggalek pada tahun 2018, akan menghabiskan dana sebesar Rp. 794.048.000,00,- (Tujuh Ratus Sembilan Puluh Empat Juta Empat Puluh Delapan Ribu Rupiah).

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Setelah melalui perhitungan mengenai perencanaan sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir di Kecamatan Gandusari, Kabupaten Trenggalek, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Debit komulatif air hujan dan air kotor yang masuk ke drainase sebesar 0.4695 m³/detik;
- b. Dari perhitungan didapatkan dimensi saluran drainase yang ideal agar mampu menampung limpasan air hujan dan debit air kotor dengan menggunakan saluran berbentuk persegi, dimana tinggi saluran 1,5 m semuanya ditambahkan dengan tinggi jagaan air sebesar 0,2 m dan lebar 0,7 m dengan panjang 500 m;
- c. Rencana Anggaran Biaya pembangunan sebesar Rp. 794.048.000,00,- (Tujuh Ratus Sembilan Puluh Empat Juta Empat Puluh Delapan Ribu Rupiah).

3.2 Saran

- A. Pengarsipan data curah hujan, data topografi dan dokumentasi bencana sangat diperlukan agar setiap perencanaan selalu mengacu pada data lapangan secara akurat
- B. Proses perencanaan drainase seharusnya memperhatikan faktor – faktor yang sangat penting yaitu perhitungan debit dan kemiringan lahan, agar tidak terjadi luapan atau kecepatan aliran yang melebihi ijin
- C. Pengerjaan fisik dilapangan harus diawasi secara intensif oleh tim yang kompeten, agar pelaksanaan tidak terjadi kesalahan secara teknis maupun penyimpangan non teknis, sehingga infrastruktur dapat berfungsi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Edisono, I. D. He, Lot, and Kam, “Drainase Perkotaan,” *Jakarta Gunadarma Press*, p. 114, 1997.
- [2] B. Triatmodjo, “Hidrologi Terapan,” *Beta Offset*, 2008.
- [3] A. I. Candra, S. Anam, Z. B. Mahardana, and A. D. Cahyono, “STUDI KASUS STABILITAS STRUKTUR TANAH LEMPUNG PADA JALAN TOTOK KEROT KEDIRI MENGGUNAKAN LIMBAH KERTAS,” *Ukarst J. Univ. Kadiri Ris. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 88–97, 2018.
- [4] A. Nashirudin, S. Winarto, and Sudjati, “PERENCANAAN CHECKDAM KALI NGASINAN KANAN DESA NOTOREJO KECAMATAN GONDANG KABUPATEN TULUNGAGUNG,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 2, pp. 192–203, 2018.
- [5] S. Harto, “Analisis Hidrologi,” *Yogyakarta: Gramedia Pustaka Utama*, 1993, doi: 10.1080/02673843.2013.847850.
- [6] H. . H. Hasmar, *Drainasi Terapan*. Yogyakarta : UII Press, 2011, 2011.
- [7] Suhardjono, “Drainase,” *Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, 1984.
- [8] H. S. Masduki, “Drainase Permukiman,” *Inst. Teknol. Bandung*, 1990.
- [9] S. Kimi, “Analisa Daya Tampung Kolam Retensi Untuk Penanggulangan Banjir Di Daerah Maskarebet Kec. Alang Alang Lebar Palembang,” *Univ. Muhammadiyah Palembang*, vol. 4, 2015.
- [10] M. A. Kuncoro, S. Winarto, and Y. C. S. Purnomo, “Studi Penanggulangan Banjir di Kali Batan Kabupaten Kediri,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.30737/jurmateks.v1i1.143.
- [11] A. A. Saputra, S. Winarto, and A. Ridwan, “PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA KONSTRUKSI EMPAT LANTAI PADA HOTEL JAYA BAYA,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 2, pp. 248–258, 2018.
- [12] A. Prahananto and Sugiyanto, “Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang,” *Univ. Diponegoro Semarang*, 2007.
- [13] R. Jayadi, “Dasar - Dasar Hidrologi,” 2000.
- [14] Kusnaedi, “Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan,” *Jakarta: Penebar Swadaya*, 2011.
- [15] R. B. Ardian, A. Zakaria, and G. E. Susilo, “Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung,” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 503–512, 2016.
- [16] I. G. B. S. Suryanti, Irma., Norken, I N., Dharma, “Kinerja Sistem Jaringan Drainase Kota Semarang Di Kabupaten Klungkung,” *J. Spektran*, vol. 1, no. 2, pp. 30–38, 2013.
- [17] E. Gardjito, A. I. Candra, and Y. Cahyo, “Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai

- Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Paving Block,” *UKaRsT*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.374.
- [18] A. A. Rofiq, L. D. Krisnawati, and S. Winarto, “KAJIAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM NGANCAR KABUPATEN KEDIRI,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 1, pp. 126–136, 2018.
- [19] S. Sunjoto, “Optimasi Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Pencegahan Intrusi Air Laut,” *Yogyakarta Fak. Tek. Univ. Gadjah Mada*, 1988.
- [20] C. Soemarto, “Hidrologi Teknik,” *Usaha Nas. Surabaya*, 1986.
- [21] Soewarno, “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu,” *Bandung : Citra Aditya Bakti*, 2000.
- [22] W. T. Cahyono, Y. C. SP, and S. Winarto, “STUDI EFISIENSI PEMBERIAN AIR IRIGASI PADA DESA GROMPOL, KECAMATAN GAMPENGREJO, KABUPATEN KEDIRI,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 1, pp. 12–21, 2018.
- [23] L. M. Limantara, “Hidrologi Praktis,” *Bandung : Lubuk Agung*, 2010.
- [24] Soewarno, “Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data,” *Bandung Nov.*, 1995.
- [25] R. Hepiyanto and H. R. Agusta, “Rancang Bangun Simulasi Distribusi Air Bersih Di Desa Mojosari Kecamatan Mantup,” *UKaRsT*, vol. 2, no. 2, p. 7, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i2.267.
- [26] I. M. Kamiana, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Edisi pert. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2016.
- [27] R. K. Linsley, M. A. Kohler, and J. L. H. Paulhus, “Hydrology for Engineers,” *McGraw-Hill B. Co.*, 1985.