

Evaluasi Saluran Drainase untuk Menanggulangi Banjir di Lingkungan Kelurahan Lalolara, Kecamatan Kambu, Kota Kendari

Mahmud

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nahdlatul Ulama Sulawesi Tenggara, Jl. Meyjen Katamso, Kota Kendari- 93116, Indonesia

Email: mmoedra@gmail.com

Dikirim: 12 Juni 2023

Direvisi: 3 Agustus 2023

Diterima: 3 Agustus 2023

ABSTRAK

Evaluasi saluran drainase di lingkungan kelurahan Lalolara yang berada di kecamatan Kambu, kota Kendari yang tidak luput dari masalah banjir yang banyak menyebabkan kerusakan. Permasalahan yang terjadi pada kelurahan tersebut yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air khususnya pada musim penghujan. Untuk perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan berbagai bangunan air perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh besaran banjir rencana dan kapasitas saluran drainase. Secara garis besar terdapat 2 (dua) analisis yang digunakan yaitu (1) analisis hidrologi yang terdiri dari analisis distribusi frekuensi curah hujan, koefisien aliran permukaan, analisis waktu konsentrasi, analisis koefisien limpasan, analisis intensitas curah hujan (distribusi normal, log normal, log Pearson III, dan Gumbel), analisis debit rencana dan (2) analisis hidrolika terdiri dari analisis kapasitas penampang saluran, evaluasi debit saluran dengan debit rencana. Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun diperoleh untuk saluran drainase dengan Q_p rencana 1,30 m³/det dan Q_{max} saluran drainase adalah 0,105 m³/det, sehingga drainase tersebut tidak dapat lagi menampung air hujan dan menimbulkan banjir sehingga disarankan untuk memperbesar dimensi saluran.

Kata kunci: banjir, drainase jalan raya, debit rencana, kapasitas saluran

1. PENDAHULUAN

Banjir/genangan merupakan hal yang sering ditemui di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami banjir. Peristiwa ini hampir setiap tahun berulang namun permasalahan ini belum terselesaikan bahkan cenderung meningkat, baik frekuensi, luasan, kedalaman, maupun durasinya. dalam mengatasi masalah banjir ini diperlukan suatu sistem drainase yang baik dengan didukung berbagai perencanaan yang terkait di dalamnya (Harjadi, 2007; Linsley, 1989).

Kota Kendari memiliki luas wilayah sebesar 295,89 Km² atau 0,7 persen dari luas daratan provinsi Sulawesi Tenggara dan secara geografis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa, berada di antara 3°54'30" - 4°3'11" Lintang Selatan dan 122°23' - 122°39' Bujur Timur dan terdiri dari 10 Kecamatan dan 67 Kelurahan. Kelurahan Lalolera merupakan salah satu kelurahan yang berada di dalam wilayah kota Kendari. Kecamatan Kambu dengan luas wilayah Kelurahan Lalolera sebesar 2,96 Km² dengan jumlah penduduk yang besar dan terus meningkat (BPS, 2022).

Peningkatan jumlah penduduk seiring dengan peningkatan pembangunan yang cukup pesat telah mengurangi area resapan air hujan dan menimbulkan genangan-genangan. Selain itu saluran drainase yang telah adapun efisiensinya telah berkurang karena sedimentasi yang cukup tinggi pada saluran drainase. Akibatnya setiap musim hujan air dari saluran drainase meluap menggenangi rumah-rumah dan jalan disekitar saluran drainase (Haryono, 1999; Sucipto dan Sutarto, 2007).

Pemasalahan yang terjadi pada sistem drainase di Kelurahan Lalolera yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkaran rumah maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi ruas jalan. Faktor yang mempengaruhi daya tampung air tersebut, salah satunya adalah banyak saluran yang sudah menebal endapan lumpurnya, ada juga saluran yang sudah tertimbun dengan sampah sehingga air tidak leluasa mengalir dan saluran drainase yang rusak atau tidak berfungsi lagi (Safitri, *et al.* 2021; Wismarini & Ningsih, 2010; Zulkarnaen, 2012).

2. METODE PENELITIAN

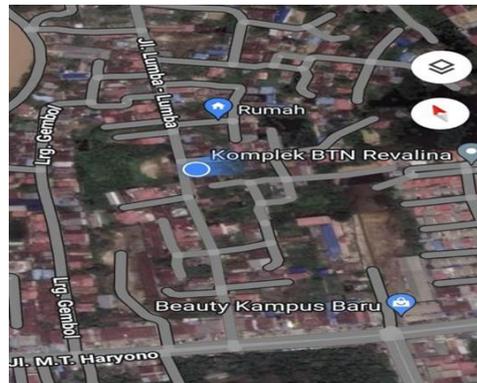
Penelitian ini terdiri atas enam tahapan yang dipaparkan sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan yang dimaksud disini adalah pengumpulan referensi dan literatur yang menjadi landasan teori serta sebagai bahan dalam pembuatan jurnal. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai bulan Maret 2022, berlokasi di Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari. Di mana lokasi ini yang selalu tergenang apabila curah hujan sedang dan tinggi terutama pada bulan musim hujan yaitu bulan April dan Mei. Gambar 1 memaparkan lokasi penelitian.



Gambar 1. Lay out lokasi penelitian

3. Pelaksanaan Penelitian

a. Menentukan lokasi penelitian

Lokasi penelitian di lingkungan Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari. Selain itu, data-data pelengkap diperoleh dari kantor Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara untuk menunjang penulisan penelitian ini.

b. Wawancara

Dalam kegiatan ini pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau diskusi dengan pihak warga setempat.

4. Pengumpulan Data

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar pembahasan dari suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut.

a. Data primer survei lokasi di lingkungan Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari.

b. Data sekunder yaitu data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2012- 2021 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara.

5. Pengolahan Data

Untuk melakukan evaluasi penyebab utama terjadinya genangan di lingkungan Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari, penulis menganalisis beberapa penyebab genangan di antaranya ialah hujan dan kapasitas tampungan saluran drainase. Adapun analisis yang digunakan adalah:

a. Analisis hidrologi.

Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori, dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu (Suripin, 2003). Analisis hidrologi terdiri dari analisis frekuensi curah hujan, koefisien aliran permukaan, analisis waktu konsentrasi, analisis koefisien limpasan, analisis intensitas curah hujan, analisis debit rencana.

b. Analisis hidrolika.

Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong merupakan saluran tertutup (Suripin, 2003). Analisis hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya di mana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup. Analisa hidrolika terdiri dari Analisa kapasitas penampang saluran, evaluasi debit saluran dengan debit rencana (Soemarto, 1997; Triatmodjo, 1995).

6. Prosedur Penelitian

Pertama menganalisis data skunder, yaitu menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan analisa frekuensi Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Pearson III dan Distribusi Gumbel. Selanjutnya intensitas curah hujan rencana hitungan menggunakan persamaan Mononobe.

Data dimensi dan bentuk drainase ditinjau langsung ke lapangan yaitu pada daerah di lingkungan Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari, meliputi geometri saluran, kemiringan saluran, dimensi saluran, dan konstruksi saluran. Debit maksimum dari saluran drainase dihitung dengan persamaan Manning. Setelah data sekunder dianalisis, maka langkah berikutnya yaitu mengevaluasi masing-masing nilai yang dihasilkan dari analisis data sekunder. Saluran drainase dikatakan banjir apabila nilai debit banjir rencana hasil analisis lebih besar daripada nilai debit maksimum saluran drainase yang dihitung dengan *slope area metode* (persamaan Manning).

3. HASIL DAN DISKUSI

Analisa Data

Data Primer adalah data yang diperoleh dari survei langsung ke lokasi penelitian di kawasan lingkungan Kelurahan Lalolara Kecamatan Kambu Kota Kendari. Data tersebut adalah bentuk saluran persegi dengan lebar 40 cm dan kedalaman 40 cm sepanjang 800 m, ukuran dan bentuknya sama. Kecepatan aliran pada drainase kita ambil 2 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 8 detik. Sehingga diperoleh kecepatan: $V = s/t = 2/8 = 0,25$ m/s. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara. yaitu data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2012- 2021 yang dipaparkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data curah hujan harian maksimum

TAHUN	BULAN												Max Tahun
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES	
2012	26.0	182.0	313.0	154.0	157.0	208.0	108.0	2.0	102.0	91.0	88.0	80.0	313.00
2013	346.7	188.4	152.3	142.6	231.8	292.5	770.3	44.7	29.2	18.3	113.5	288.5	770.30
2014	81.6	108.5	333.6	278.0	405.6	350.0	164.5	83.0	0.0	0.0	22.1	436.7	436.70
2015	116.2	506.0	296.8	243.5	248.6	337.0	58.9	6.3	0.0	0.0	17.6	152.8	506.00
2016	97.1	330.3	359.3	267.4	108.7	266.8	162.3	49.0	80.5	187.9	41.0	198.3	359.30
2017	163.0	269.0	261.0	172.0	840.0	447.0	298.0	67.0	29.0	66.0	240.0	178.0	840.00
2018	225.0	191.0	367.0	98.0	460.0	410.0	280.0	3.0	20.0	0.0	130.0	203.0	460.00
2019	273.2	335.1	261.4	230.9	331.6	252.9	75.8	5.7	2.5	17.3	0.0	98.3	335.10
2020	224.2	327.0	161.1	270.3	177.0	427.5	337.5	25.2	106.0	5.6	172.0	83.5	427.50
2021	132.0	105.5	175.7	109.0	222.9	347.0	314.2	387.9	198.6	59.8	92.8	130.7	387.90

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara

*Keterangan: 0 = hujan kurang dari 0,5 mm Satuan milimeter (mm)

Tabel 2. Analisis curah hujan maksimum setelah diurutkan

NO	TAHUN	Max Tahun (X_i) mm
1	2017	840.0
2	2013	770.3
3	2015	506.0
4	2018	460.0
5	2014	436.7
6	2020	427.5
7	2021	387.9
8	2016	359.3
9	2019	335.1
10	2012	313.0

Analisis Hidrologi

1. Analisis frekuensi curah hujan harian maksimum

Hasil analisis curah hujan menggunakan empat metoda yaitu Distribusi Normal (Tabel 3), Log Normal (Tabel 4), Log Person III (Tabel 5) dan Gumbel (Tabel 6). Rekapitulasi ke empat distribusi tersebut dipaparkan pada Tabel 7. Dari hasil rekapitulasi perhitungan analisis curah hujan rencana untuk drainase dipakai periode ulang 5 tahun didapat distribusi gumbel nilai terbesar yaitu 674,05 mm, sehingga nilai tersebutlah yang dipakai sebagai curah hujan rencana (R) mm/hari.

Tabel 3. Hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi normal

No	Periode Ulang (T)	Kt	(X_i) mm	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	0	483,58	179,93	483.58
2	5	0,84	483,58	179,93	634.73
3	10	1,28	483,58	179,93	713.9
4	20	1,64	483,58	179,93	778.67
5	50	2,05	483,58	179,93	852.45
6	100	2,33	483,58	179,93	902.83

Tabel 4. Hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi log normal

No	Periode Ulang (T)	Kt	Log X_i	S	Log Xt	Curah hujan (Xt) mm
1	2	0	2,66	0,14	2,66	458.55
2	5	0,84	2,66	0,14	2,78	605.37
3	10	1,28	2,66	0,14	2,85	700.19
4	20	1,64	2,66	0,14	2,90	788.7
5	50	2,05	2,66	0,14	2,96	903.23
6	100	2,33	2,66	0,14	3,00	990.85

Tabel 5. Hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi log Person III

No	Periode Ulang (T)	Kt	Log X	S	Log Xt	Curah hujan (Xt) mm
1	2	0	2,66	0,14	2,66	454.38
2	5	0,84	2,66	0,14	2,78	603.7
3	10	1,28	2,66	0,14	2,85	704.25
4	20	1,64	2,66	0,14	2,92	833.17
5	50	2,05	2,66	0,14	2,97	931.02
6	100	2,33	2,66	0,14	2,97	936.85

Tabel 6. Hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (T)	Ytr	(\bar{X}_i) mm	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	0.37	483,58	179,93	459.25
2	5	1.5	483,58	179,93	674.05
3	10	2.25	483,58	179,93	816.28
4	20	2.97	483,58	179,93	952.69
5	50	3.9	483,58	179,93	1,129.27
6	100	4.6	483,58	179,93	1,261.60

Tabel 7. Rekapitulasi hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi frekwensi

No	Periode Ulang (T)	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1	2	483.58	458.55	454.38	459.25
2	5	634.73	605.37	603.7	674.05
3	10	713.9	700.19	704.25	816.28
4	20	778.67	788.7	833.17	952.69
5	50	852.45	903.23	931.02	1,129.27
6	100	902.83	990.85	936.85	1,261.60

2. Koefisien aliran permukaan

Koefisien aliran permukaan (C) adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, lamanya hujan di daerah pengaliran. Koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya, berhubung keterbasan data penggunaan lahan yang tidak dimiliki, maka penulis memutuskan untuk menggunakan koefisien penggunaan lahan = 0,60 (jalan tanah) disesuaikan dengan kondisi penggunaan lahan terbesar di lokasi penelitian.

3. Debit banjir rencana

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari beberapa faktor-faktor secara bersamaan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai dalam kaitannya dengan limpasan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan dan karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan. Perhitungan debit rencana saluran drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan Manning, selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi. Tabel 8 memaparkan data hidrologi penampang saluran drainase.

Tabel 8. Data hidrologi penampang saluran drainase

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode Ulang			5
2	Luas Catchment Area	A	Km ²	0,148
3	Panjang Aliran	L	Km	800
4	Curah Hujan Rencana	R	mm/hari	674,05
5	Koef. Limpasan Rata-rata	C		0,6
6	Slope/Kemiringan Saluran	S		0,001
7	Waktu Konsentrasi	Tc	Menit	1.436,30
8	Intensitas Hujan	I	mm/jam	28,16
9	Debit Banjir Rencana	Qr	m ³ /det	0,695

1. Waktu konsentrasi hujan (tc) dihitung dengan menggunakan rumus $t_c = t_0 + t_d$:

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}}$$

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times 800 \times \frac{0,025}{\sqrt{0,001}} = 1.382,969 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L}{3} \times v = \frac{800}{60} \times 0,25 = 53,33 \text{ menit}$$

$$t_c = 1.382,969 + 53,33 = 1.436,30 \text{ menit} = 23,94 \text{ jam}$$

2. Intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe
Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe, yaitu:
 $I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t_c} = \frac{674,05}{24} \times \frac{24}{23,94} = 28,16 \text{ mm/jam}$
3. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:
 $Q_p = 0,278 \times C \times I \times A = 0,278 \times 0,6 \times 28,16 \times 0,148 = 0,695 \text{ m}^3/\text{det}$
4. Analisis kapasitas penampang saluran drainase dipaparkan pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Kondisi eksisting saluran drainase

Parameter Saluran				
No	Keterangan	Notasi	Satuan	Nama Saluran
Dimensi saluran				
1	Bentuk			Persegi panjang
2	Konstruksi			Pasangan batu
3	Lebar bawah	B	m	0,4
4	Kedalaman air	h	m	0,4
5	Freeboard	F	m	0,045
6				0,2
7	Lebar atas	b	m	0,6
8	Dalam saluran total	H	m	0,45
9	Debit Banjir Rencana	Q _r	m ³ /det	0,695
10	Koefisien manning	n		0,025
11	Luas penampang	A	m ²	0,25
12	Keliling basah	P	m	1,20
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,133
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,349
15	Debit saluran	Q _s	m ³ /det	0,056

- a. Luas Penampang (A) = (B × h)
= (0,4 × 0,4) = 0,16 m²
- b. Keliling Basah (P) = B + 2h
= 0,4 + (2 × 0,4) = 1,20 m
- c. Jari-jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P} = \frac{0,16}{1,20} = 0,133 \text{ m}$
- d. Kecepatan Aliran (V) = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
= $\frac{1}{0,025} \times 0,133^{2/3} \times 0,0011S^{1/2} = 0,349 \text{ m/det}$
- e. Tinggi jagaan (Freeboard) = (0,5 × h)^{0,5} = (0,5 × 0,5)^{0,5} = 0,5 m
- f. Debit saluran (Q_s) = A × V
= 0,16 × 0,349 = 0,056 m³/det

Tabel 10. Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun yang di tinjau

No	Saluran Drainase	Q _r rencana (m ³ /det)	Q _s max (m ³ /det)	Keterangan
1	Saluran Drainase Type Persegi Panjang	0,695	0,056	Tidak memenuhi

Dari hasil evaluasi perhitungan diatas untuk debit banjir rencana (QP) untuk periode ulang 5 tahun didapatkan saluran drainasenya tidak dapat menampung air dalam saluran. Untuk itu perlu dilakukan perubahan dimensi penampang pada seluruh drainase tersebut sehingga saluran tersebut dapat menampung air dalam saluran, untuk menampung air hujan sehingga kawasan tersebut tidak lagi banjir. Selain penambahan dimensi drainase tersebut ada beberapa faktor lain yang menyebabkan banjir, yaitu adanya sedimen yang menumpuk di dalam drainase, sampah yang dibuang masyarakat ke dalam drainase tersebut. Oleh sebab itu, drainase tersebut harus dibenahi ulang.

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun yang di tinjau pada lingkungan Lalolara, Kecamatan Kambu, Kota Kendari dari lokasi saluran tidak ada yang memenuhi karena debit rencana lebih besar dari pada debit maksimum ($Q_r=0,695 \text{ m}^3/\text{det} > Q_s=0,056 \text{ m}^3/\text{det}$), sehingga drainase tersebut tidak dapat lagi menampung air hujan dengan baik sehingga dapat menimbulkan banjir di kawasan tersebut dan disarankan untuk menambah dimensi saluran yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara. (2021). Data curah hujan harian maksimum. BPS. (2022). Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Kendari 2020. www.kendarikota.bps.go.id. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2022-02-14. Diakses tanggal 14 Februari 2022.
- Harjadi. (2007). *Urbanisasi dan Pembangunan Kota*. Bandung: Alumni
- Haryono, S. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Penerbit PT. Mediatama Suptakarya.
- Linsley, R.K. (1989). *Hidrologi Untuk Insinyur Edisi ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Safitri, H., dkk. (2021). Studi Evaluasi Sistem Drainase di Wilayah Kecamatan Kaimana Kota Kaimana Papua Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 10, No. 4, pp. 44-56. Neliti.
- Soemarto. (1997). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Sucipto dan Sutarto, A (2007). Analisis Kapasitas Tampung Sistem Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, Vol 9, No 1, pp 33-42, ISSN: 2503-1899. Universitas Negeri Semarang.
- Suripin. (2003). *Sistim Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI Offset.
- Triatmodjo, B. (1995). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Penerbit BETA Offset
- Wisnarini, T. D., & Ningsih, D. (2010). Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, Vol XV, No 1, pp 41-51, ISSN: 2623-1786. Universitas STikubank Semarang.
- Zulkarnaen, I. (2012). Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Jalan Bungan Kenanga Kelurahan Padang Bulan Selayang II Kecamatan Medan Selayang. *Skripsi: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatra Utara*.