



EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM PENANGANAN GENANGAN DENGAN MODEL EPA SWMM VERSI 5.1

Annisa Wahyuni¹, Rizky Franchitika², Nurmaidah¹, Syafiatun³

¹Universitas Medan Area, ²Universitas Harapan Medan, ³Universitas Negeri Medan

Surrel: 188110142@students.uma.ac.id

Diterima: 14 April 2023; Disetujui: 28 Mei 2023

ABSTRAK

Genangan air hujan di badan jalan mengganggu kenyamanan pengendara dan mempengaruhi lalu lintas serta merusak badan jalan. Jalan Gatot Subroto merupakan jalan utama yang menghubungkan Kota Medan dengan Kota Binjai yang kerap kali terdapat genangan di beberapa titik ruas jalannya. Mengetahui kondisi tersebut, maka perlu diadakan penelitian sistem drainase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir rencana dan waktu konsentrasi pada daerah tangkapan air dan memberi solusi pada permasalahan genangan. Sehingga genangan dan banjir yang diakibatkan oleh hujan tidak lagi menggenangi permukaan jalan dan pemukiman sekitarnya. EPA SWMM (*Environment Protection Agency Storm Water Management Model*) mampu memodelkan permasalahan kuantitas limpasan daerah perkotaan dan kondisi yang terjadi di lapangan dengan memasukan parameter yang tercatat dalam kondisi sesungguhnya. Dalam penelitian ini, juga mengevaluasi suatu sistem drainase jalan yang telah ada dan faktor-faktor yang mempengaruhi genangan dan banjir. Metode yang digunakan antara lain distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson Tipe III serta Uji kecocokan data menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorof dan uji Chi Kuadrat. Hasil perhitungan debit puncak banjir rencana pada periode 5 tahun adalah 2.813 m³/det dan pada periode 10 tahun sebesar 3.121 m³/detik sedangkan waktu konsentrasi pada daerah tangkapan air adalah 9,345 menit atau 0,156 jam. Perbandingan kapasitas eksisting saluran dan debit banjir rencana maka didapat bahwa saluran eksisting yang ada tidak dapat menampung debit banjir rencana, sehingga perlu dilakukan perencanaan kembali pada saluran drainase. Berdasarkan hasil perhitungan debit rencana periode kala ulang 10 tahun diperoleh, perencanaan ulang dimensi saluran yaitu segmen2 dengan kedalaman 0,746 m dan lebar 1,492 m; segmen3 dengan kedalaman 0,868 m dan lebar 1,737 m; segmen4 dengan kedalaman 0,567 m dan lebar 1,134 m; segmen5 dengan kedalaman 0,604 m dan lebar 1,208 m; segmen7 dengan kedalaman 0,583 m dan lebar 1,165 m.

Kata Kunci: Drainase Perkotaan, Genangan, Metode, EPA SWMM 5.1

ABSTRACT

Stagnant rainwater on the road disturbs the comfort of motorists and affects traffic and damages the road body. Gatot Subroto Street is the main road that connects Medan City and Binjai City which often has puddles at several points on its roads. Knowing these conditions, it is necessary to conduct drainage system research. This study aims to determine the planned flood discharge and concentration time in the water catchment area and provide solutions to the inundation problem. So that inundation and flooding caused by rain will no longer inundate the road surface and surrounding settlements. EPA SWMM (*Environment Protection Agency Storm Water Management Model*) is able to model the problem of quantity of runoff in urban areas and conditions that occur in the field by entering parameters recorded in real conditions. In this study, also evaluate an existing road drainage system and the factors that affect inundation and flooding. The methods used include the Normal distribution, Log Normal distribution, Gumbel distribution and Pearson Log Type III distribution and data compatibility test using the Smirnov-Kolmogorof test and Chi Square test. The results of the calculation of the planned flood peak discharge in the 5 year period is 2,813 m³/s and in the 10 year period it is 3,121 m³/sec while

the concentration time in the water catchment area is 9.345 minutes or 0.156 hours. Comparison of the existing capacity of the channel and the planned flood discharge, it is found that the existing channel cannot accommodate the planned flood discharge, so it is necessary to re-plan the drainage channel. 0.746 m deep and 1.492 m wide; segment 3 with a depth of 0.868 m and a width of 1.737 m; segment4 with a depth of 0.567 m and a width of 1.134 m; segment 5 with a depth of 0.604 m and a width of 1.208 m; segment7 with a depth of 0.583 m and a width of 1.165 m.

Keywords: Urban Drainage, Puddle, Method, EPA SWMM 5.1

1. Pendahuluan

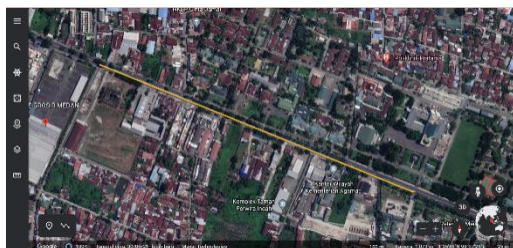
Genangan air hujan di badan jalan tersebut mengganggu kenyamanan pengendara dan mempengaruhi lalu lintas serta merusak jalan. Jalan Gatot Subroto merupakan jalan utama yang menghubungkan Kota Medan dengan Kota Binjai dan Aceh. Kendaraan berat juga menggunakan jalan ini. Berdasarkan kondisi tersebut, maka pentingnya untuk melakukan penelitian sistem drainase.

Pemodelan perangkat lunak EPA SWMM (*Environment Protection Agency Storm Water Management Model*) dipergunakan dalam penelitian untuk mencoba mencegah banjir. Dengan memasukkan hasil pengukuran yang dilakukan pada kondisi aktual, software pemodelan EPA SWMM mampu memodelkan masalah besaran genangan di perkotaan maupun kondisi terkini di lapangan.

Program pemodelan EPA SWMM 5.1 juga berguna dalam mengkaji sistem saluran drainase eksisting dan unsur-unsur yang menyebabkan munculnya genangan dan banjir pada badan jalan. Sehingga permukaan jalan dan pemukiman di sekitarnya tidak lagi terendam banjir dan genangan air hujan

2. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jalan Gatot Subroto Km 7 Kecamatan Sunggal Kabupaten Medan Sunggal.



Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu data sekunder dan primer, pengumpulan sekunder berupa data

curah hujan, data elevasi dan pola aliran, data tata guna lahan. Adapun data primer berupa dimensi dan panjang saluran drainase yang diperoleh dari lokasi penelitian.

2.2. Analisis data

2.2.1 Periode Ulang dan Analisis Frekuensi

Analisa frekuensi dipergunakan agar memperoleh curah hujan rencana dengan periode kala ulang tertentu. Metode yang dipakai yaitu metode distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel

2.2.2 Uji Kecocokan Distribusi

a. Uji Chi-Kuadrat

Perhitungan metode Uji Chi Kuadrat memakai persamaan antara lain:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

χ^2 = parameter *chi square*

n = banyak sub grup

O_i = banyak total tinjauan sub grup ke-i

E_i = banyak total teoritis pada sub grup ke-i

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Menguji persebaran menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan tahapan antara lain:

- Pengurutan data mulai nilai paling besar sampai yang kecil dan sebaliknya.
- Menetapkan peluang empiris dari setiap data yang telah disusun menggunakan persamaan.
- Menetapkan peluang teoritis dari setiap data yang telah disusun tergantung oleh rumus distribusi persebaran yang digunakan.
- Hitung perbandingan ($\Delta P1$) kemungkinan pengamatan dengan teoritis pada tiap-tiap data yang telah disusun.
- Menetapkan jika $\Delta P1 < \Delta P$ kritis, apabila "tidak" menyiratkan bahwa persebaran

kemungkinan terpilih tidak disetujui, begitu pula sebaliknya.

2.3 Intensitas Hujan

Pada rancangan bangunan badan air, dibutuhkan data debit (Q) maksimal rembesan air yang akan melampaui saluran drainase, dengan maksud untuk mendesain bentuk dan dimensi penampang saluran drainase, sementara debit rencana maksimum ditentukan oleh intensitas hujan.

Bila data hujan jangka pendek tidak diperoleh, dan hanya tersedia data hujan harian, sehingga intensitas hujan mampu diperhitungkan menggunakan rumus Mononobe. (Suripin 2004)

$$it = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24^2}{t_c} \right)$$

Dengan pengertian:

It = Intensitas hujan t (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

R₂₄ = Curah hujan tertinggi dalam 24 jam (mm)

2.4 Model SWMM

Setting Project Setup Default, agar mempermudah mencantumkan data pada tiap objek dalam sistem.

- Backdrop Map*. Tahap ini dilakukan agar mempermudah pembuatan gambar objek berikutnya. Citra satelit yang telah menyesuaikan dengan skala nisbah 1:1 memakai program CAD, lalu di *import* dengan menu *backdrop*.
- Penggambaran Objek, sesudah data survei lapangan tersusun, tahap berikutnya yaitu membuat gambar objek, yaitu *subcatchment*, *junction*, *conduit*, *divider* dan *outfalls*.
- Edit Object Properties*, pada pengaturan manualnya SWMM menetapkan besaran *default* pada setiap objek, jika ingin mengubahnya pilih kotak *property editor* menyesuaikan pada keadaan tiap-tiap objek.
- Running SWMM*, selesai memasukkan seluruh data, tahap berikutnya yaitu melakukan simulasi. Pilih *Object* dan jalankan simulasi. Jika proses berhasil, simulasi ditinjau pada menu *report* lalu memilih *status*.
- Penampang yang terlampa dievaluasi dan direncanakan kembali dengan mengganti

luas penampang hingga tidak mengalami peluapan.

f. Selesai.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hidrologi

Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir yang diperoleh dari stasiun BMKG Wilayah I Medan tahun 2012 sampai dengan tahun 2021, data curah hujan ini yang dijadikan dasar dalam melakukan Perhitungan intensitas curah hujan. Data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Curah Hujan Harian

No	Tahun	Curah hujan
1	2012	100.00
2	2013	98.00
3	2014	112.00
4	2015	106.70
5	2016	158.50
6	2017	201.00
7	2018	160.10
8	2019	126.50
9	2020	130.90
10	2021	108.50

3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Dalam analisis frekuensi diperlukan data-data statistik dasar sebagai syarat dalam menentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Berdasarkan data curah hujan yang ada diperoleh statistik dasar yang dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Parameter Statistik Data Curah Hujan

Parameter Statistik	Hasil
Nilai Rerata (X)	130,22
Standar Deviasi (Sd)	33,37
Koef. <i>skewness</i> (Cs)	1,171
Koef. Kurtosis (Ck)	4,651
Koef. Variasi (Cv)	0,256

Setelah diperoleh data-data perhitungan statistik dasar berupa nilai rata-rata (x), Standar deviasi (SD), koefisien variasi (Cv), koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck) langkah selanjutnya adalah dengan menentukan distribusi yang akan digunakan. Distribusi yang sering digunakan dalam melakukan analisis frekuensi hujan adalah distribusi Normal, distribusi Log-normal, distribusi gumbel, dan distribusi log pearson III. Penentuan jenis distribusi dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dasar dengan menghitung parameter-parameter pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Parameter Statistik Dasar untuk Penentuan Pola Distribusi Hujan

Distribusi	Persyaratan	Hitungan
Gumbel	Cs = 1,14	1.171
	Ck = 5,40	4.651
Normal	Cs = 0,00	1.171
	Ck = 3,00	4.651
Log Normal	Cs = 0,84	1.171
	Ck = 4,29	4.651
Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	1.171 4.651

Tabel 3.4 Hasil Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov

Distribusi	Metode Chi Kuadrat			Smirnov Kolmogorov		
	X ² cr	X ²	ket	ΔPcr	ΔP	ket
Gumbel	5.99	7	Tidak Diterima	0.41	0.127	Diterima
Normal	5.99	3	Diterima	0.41	0.176	Diterima
Log Normal	5.99	3	Diterima	0.41	0.161	Diterima
Log Pearson III	5.99	3	Diterima	0.41	0.863	Tidak Diterima

Berdasarkan perolehan pengujian kedua metode, digunakan Distribusi Log Normal dalam perhitungan intensitas curah hujan karena memiliki nilai deviasi maksimum dan simpangan kritis yang paling kecil.

Tabel 3.5 Perhitungan hujan rancangan distribusi Log Normal

No	T	KT	Log X	Log XT	XT (mm)
1	2	0.000	2.103	2.103	126.785
2	5	0.842	2.103	2.190	154.913
3	10	1.282	2.103	2.236	172.013
4	25	1.751	2.103	2.284	192.324
5	50	2.054	2.103	2.315	206.703

3.3 Analisis Intensitas Hujan

Untuk analisis intensitas hujan diperlukan distribusi intensitas hujan selama 360 menit. Dengan durasi mulai dari 5 menit sampai 360 menit dan dengan periode ulang 1 tahun sampai 20 tahun. Tabel distribusi intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Intensitas Hujan Kala Ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun

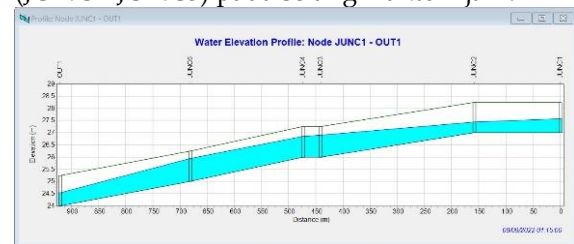
T (jam)	I (mm/jam)				
	R2	R5	R10	R25	R50
0.08	230.38	281.50	312.57	349.48	375.61
0.17	145.13	177.33	196.91	220.16	236.62
0.33	91.43	111.71	124.04	138.69	149.06

0.50	69.77	85.25	94.66	105.84	113.75
0.67	57.60	70.37	78.14	87.37	93.90
0.83	49.63	60.65	67.34	75.29	80.92
1	43.95	53.71	59.63	66.67	71.66
2	27.69	33.83	37.57	42.00	45.14
3	21.13	25.82	28.67	32.05	34.45
4	17.44	21.31	23.67	26.46	28.44
5	15.03	18.37	20.39	22.80	24.51
6	13.31	16.26	18.06	20.19	21.70

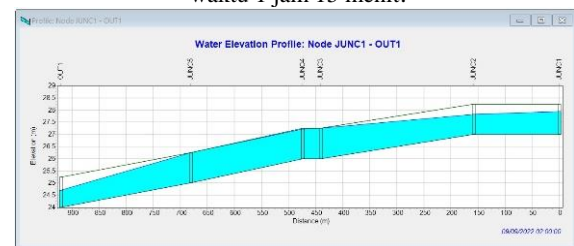
Pada Tabel 3.6 terlihat semakin singkat hujan yang berlangsung maka semakin tinggi pula intensitas hujan yang terjadi, begitupun sebaliknya semakin lama hujan berlangsung maka semakin rendah pula intensitas hujan yang terjadi, data hujan ini akan dijadikan sebagai inputan pada *software Storm Water Management Model (SWMM)* yang digunakan dalam mengevaluasi sistem drainase yang ada.

3.4 Analisis Drainase Dengan EPA SWMM 5.1

Kalibrasi dilakukan untuk menyelaraskan data faktual lokasi penelitian dengan perolehan simulasi SWMM dengan mengetahui selisih ketinggian air pada saluran. Terdapat 7 *sub-catchment area*, 5 *junction*, 1 *outfall* dan 5 *conduit*. Perolehan simulasi saluran diperlihatkan dalam bentuk profil aliran (*profil plot*) yang menampilkan pergantian laju aliran potongan memanjang saluran yang terlihat di Gambar. 3.1, telah terjadi luapan di saluran CON2 (JUNC2-JUNC3), CON3 (JUNC3-JUNC4), CON4 (JUNC4-JUNC5) pada selang waktu 2 jam.



Gambar 3.1 Profil Aliran JUN1, JUN2, JUN3, JUN4, JUN4 dan OUT1 belum mengalami peluapan selang waktu 1 jam 15 menit.



Gambar 3.2 Profil Aliran JUN1, JUN2, JUN3, JUN4, JUN4 dan OUT1 saluran mengalami peluapan selang waktu 2 jam

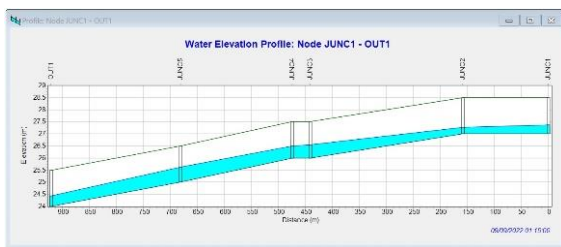
Perencanaan Ulang

Dari perolehan analisa ditemukan sebagian saluran drainase eksisting yang tidak lagi mampu memuat debit rancangan seperti pada saluran segmen2, segmen3, segmen4, segmen5 dan segmen7. Sehingga perlu dilakukan penambahan volume saluran drainase.

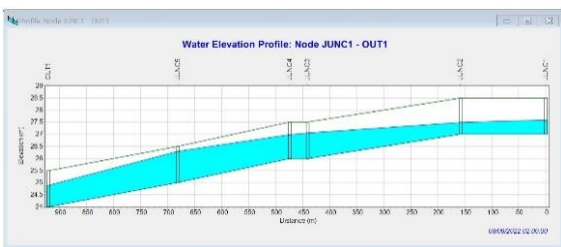
Tabel 3.7 Dimensi Rencana Ulang Saluran

Segmen	Qr10	h (m)	B (m)	V (m/s)
2	2.08	0.746	1.492	1.028
3	3.12	0.869	1.737	1.176
4	1.01	0.567	1.134	0.803
5	1.19	0.604	1.208	0.850
7	1.07	0.583	1.165	0.823

Perolehan simulasi pada saluran terlihat berupa profil aliran (*profil plot*) yang memaparkan keadaan laju alir pada penampang saluran sebagaimana tampak pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Profil Aliran JUN1, JUN2, JUN3, JUN4, JUN4 dan OUT1 setelah perubahan dimensi saluran tidak mengalami peluapan



Gambar 3.4 Profil Aliran JUN1, JUN2, JUN3, JUN4, JUN4 dan OUT1 setelah perubahan dimensi saluran tidak mengalami peluapan

Gambar di atas menunjukkan bahwa saat terjadi hujan pada tenggang waktu 1 jam maupun pada tenggang waktu 2 jam, saluran tidak mengalami peluapan.

4. Kesimpulan

Berlandaskan perolehan penelitian “Evaluasi Sistem Drainase dalam Penanganan Genangan di Jalan Gatot Subroto, Medan Sunggal dengan

Model SWMM versi 5.1” dapat ditarik kesimpulan yaitu: (1) Perolehan hitungan debit puncak banjir rancangan pada kurun waktu 5 tahun adalah 2.813 m³/det dan pada periode 10 tahun sebesar 3.121 m³/detik sedangkan dan waktu konsentrasi pada daerah tangkapan air adalah 9,345 menit atau 0,156 jam. (2)Berlandaskan pada hasil komparasi daya tampung saluran saat ini dengan debit banjir yang direncanakan, disimpulkan bahwa parit yang telah ada tidak mampu memuat debit banjir yang direncanakan, maka diperlukan upaya perencanaan kembali pada saluran drainase. Dan (3) berdasarkan hasil perhitungan debit rencana periode kala ulang 10 tahun diperoleh, perencanaan ulang dimensi saluran yaitu segmen2 dengan kedalaman 0,746 m dan lebar 1,492 m; segmen3 dengan kedalaman 0,868 m dan lebar 1,737 m; segmen4 dengan kedalaman 0,567 m dan lebar 1,134 m; segmen5 dengan kedalaman 0,604 m dan lebar 1,208 m; segmen7 dengan kedalaman 0,583 m dan lebar 1,165 m.

Daftar Pustaka

Arrasyid, M. H., Yulianto, T., & Sundari, T. (2021). Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan/ Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang (Vol. 1, Issue 1).

Edi Nurhadi K, Joice E W & Oscar H K. (2017). Analisa Produktifitas Alat Berat untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur) (Vol.5, Issue7)

Kusrin.(2008). *Pemindahan Tanah Mekanis. Semarang: Semarang University Pers.*

Peraturan Menteri Pekerjan Umum dan Peumahan Rakyat. (2016). Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

Ramadhani, A., & Hamzah Hasyim, M. (2017). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah Di Proyek Tol Nganjuk-Kertosono (Optimalization of using Heavy Equipment on Excavation Works in Nganjuk-Kertosono Highway Project).

Rohmanhadi. (1992). Alat Berat dan Penggunaanya. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Susy Fatena Rostiyanti. (2008). Alat Berat Untuk

- Al Amin, M. Baitullah. 2020. *Permodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM. Pertama*. Yogyakarta: Deepublish.
- Chow, Ven Te. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Faizal, Rahmat, Noerman Adi Prsetya, Zikri Alstony, and Aditya Rahman. 2019. "Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) Dalam Mencegah Genangan Air Di Kota Tarakan." *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil* 3.
- Fasdarsyah, Fasdarsyah. 2017. "Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai Terhadap Parameter Kedalaman." *TERAS JURNAL* 6(2): 91. <http://teras.unimal.ac.id/index.php/teras/article/view/108>.
- "Google Earth." 2021. <https://earth.google.com/>.
- Harto, Sri. 1992. *Hidrologi Buku 1*. Banjarmasin: Depdikbud Univ. Lampung FT.
- Haryono, M.S. 1999. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Kartiko, Luthfi, and Roh Santoso Budi Waspodo. 2018. "Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 Di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 3(3): 133-48.
- Kirpich. 1940. *Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds*. Civil Engineering.
- Lindawati, Lina, Pengki Irawan, and Rosi Nursani. 2021. "Evaluasi Sistem Drainase Dalam Upaya Penggulangan Banjir Di Jalan a . H Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program Epa Swmm 5.1." *Jurnal Siliwangi* 7(2): 41-51.
- Putra, Muhammad Alfyan Rachmana, Ussy Andawayanti, and Rahmah Dara Lufira. 2022. "Studi Evaluasi Dan Penanganan Genangan Menggunakan Aplikasi Swmm 5.1 Pada Sistem Drainase Darmo Kali Kota Surabaya." *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* 2(2): 141.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Jilid 1. ed. Collection. Bandung: Nova.
- Subarkah, Imam. 1978. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suhardjono. 1984. *Drainasi*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.