

# Studi Kapasitas Saluran Drainase pada Area Pemukiman ( Studi Kasus Jl. Granit Nila, Driyorejo )

Rizki Nurwahyudi<sup>1\*</sup>, Jenny Caroline<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Emai: [\\*rizkiaslen11@gmail.com](mailto:rizkiaslen11@gmail.com)

## Abstract

*Granit Nila road located in Gresik City always gets puddle every rainy season. To investigate the flood discharge plan per channel, the capacity of the existing channels must be analyzed and then compare them with the discharge calculated using rational method. As a result, the calculation of rainfall obtained return periods of 2 years, 5 years, and 10 years by 86.12 mm, 102.57 mm, and 109.9 mm consecutively. These results would then be used for calculating the sum of rain water discharge and rain water runoff discharge to get flood discharge plan. The results of evaluation upon the existing channels capacities indicated that the drainage channels could not afford the existing rain water and runoff discharge, thereby causing puddle at the research site. In terms of tertiary channel, the biggest overflow occurred in channel GN'T 5 by 1.234 m<sup>3</sup>/second, while the channel only could accommodate discharge 0.198 m<sup>3</sup>/second. Meanwhile, the secondary channel GN'S 9 could support discharge 0.543 m<sup>3</sup>/second, whereas the existing overflow was 3.697 m<sup>3</sup>/second. Finally, the calculation results of flood discharge plan demonstrated that channels GN'T 1 = 0.616, GN'T 2 = 0.686 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 3 = 0.579 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 4 = 0.543 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 5 = 1.234 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 6 = 1.177 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 7 = 0.295 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 8 = 0.961 m<sup>3</sup>/dt dan GN'S 9 = 3.697 m<sup>3</sup>/dt, consequently, the channels could afford the existing flood discharge.*

**Keywords:** puddle, flood, drainage, channel, runoff

## Abstrak

Jl. Granit Nila berada pada wilayah Kota Gresik, merupakan kawasan pada setiap musim penghujan selalu terjadi genangan air. Dilakukan analisa perhitungan kapasitas saluran eksisting dan membandingkannya dengan debit yang dihitung menggunakan metode rasional untuk mengetahui debit banjir rencana setiap saluran. Didapatkan hasil perhitungan curah hujan rencana periode ulang 2 tahun sebesar 86,12 mm, periode ulang 5 tahun sebesar 102,57 mm dan periode ulang 10 tahun sebesar 109,9 mm, yang akan digunakan sebagai perhitungan debit air hujan dan debit air hujan Limpasan kemudia dijumlah sebagai debit banjir rencana. Dari perhitungan evaluasi kapasitas saluran eksisting, didapatkan hasil bahwa saluran drainase tidak dapat menampung debit curah hujan serta limpasan yang terjadi, sehingga mengakibatkan genangan pada lokasi studi yang diteliti. Untuk saluran tersier yang mengalami luapan paling besar terjadi pada saluran GN'T 5 sebesar 1,234 m<sup>3</sup>/dt sedangkan saluran hanya dapat menampung debit sebesar 0,198 m<sup>3</sup>/dt, sedangkan saluran sekunder GN'S 9 hanya bisa menampung debit sebesar 0,543 m<sup>3</sup>/dt sedangkan luapan yang terjadi sebesar 3,697 m<sup>3</sup>/dt. Didapatkan hasil perhitungan debit banjir rencana pada saluran GN'T 1 = 0,616, GN'T 2 = 0,686 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 3 = 0,579 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 4 = 0,543 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 5 = 1,234 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 6 = 1,177 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 7 = 0,295 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 8 = 0,961 m<sup>3</sup>/dt dan GN'S 9 = 3,697 m<sup>3</sup>/dt sehingga saluran dapat menampung debit banjir yang terjadi.

**Kata kunci:** Genangan, Banjir, Drainase, Saluran, Limpasan.

## 1. Pendahuluan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi [1]. Curah hujan yang tinggi bisa mengakibatkan genangan disuatu daerah, Genangan sendiri merupakan air yang berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air atau tempat air. Maka untuk menghindari terjadinya genangan, manusia membuat sebuah sistem jaringan yang disebut jaringan drainase untuk mengatasi permasalahan genangan yang terjadi. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras atau membuang air [2].

Secara umum, drainase didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air dari suatu Kawasan atau lahan. Sedangkan drainase perkotaan merupakan ilmu drainase yang khusus untuk pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat hubungannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya [3]. Kota Gresik merupakan kawasan yang sering terjadi genangan, salah satunya wilayah Jl. Granit Nila, Kelurahan petiken, Kecamatan Driyorejo. Genangan terjadi dikarenakan adanya perbedaan elevasi di beberapa titik, air limpasan dari daerah yang elevasinya lebih tinggi mengalir ke daerah yang elevasinya lebih rendah sehingga pada bagian elevasi yang rendah menjadi sumber tampungan air. Limpasan memiliki arti aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi [4]. Selain adanya perbedaan elevasi, sistem drainase pada area Jl. Granit Nila juga tidak berfungsi dengan baik.

## 2. Metode

Penelitian dilakukan di wilayah Jl. Granit Nila, Kota Baru Driyorejo, Gresik. Didapatkan data saluran eksisting sepanjang 1270 m dengan dua tipe saluran, yang pertama saluran tersier sepanjang 1060 m dan yang kedua saluran sekunder sepanjang 210 m. Perhitungan menggunakan uji distribusi Log Pearson Type III dengan periode ulang 2, 5, 10 tahunan dan debit yang dihitung menggunakan metode rasional untuk mengetahui debit banjir rencana setiap saluran. Untuk data curah hujan didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur, dengan menggunakan data curah hujan dari dua stasiun hujan, yaitu stasiun hujan wilayah menganti dan wilayah krikilan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Hujan Rancangan

Berdasarkan tabel 1 didapatkan rata-rata hujan maximum pertahunnya sebesar 84,85 mm/dt, dan dari tabel 2 didapatkan data intensitas hujan berdasarkan periode ulang 2, 5 dan 10 tahunan.

**Tabel 1. Data Curah Hujan**

No	Tahun	Krikilan (mm/dt)	Menganti (mm/dt)	Hujan (Max) (mm/dt)
1	2010	92	95	93,5
2	2011	73	73	73
3	2012	110	67	88,5
4	2013	102	128	115
5	2014	35	130	81,5
6	2015	90	40	65
7	2016	106	90	98
8	2017	77	80	78,5
9	2018	57	40	48,5
10	2019	88	91	89,5

**Tabel 2. Data Curah Hujan**

Periode Ulang Kemencengan	Koefisien (Cs)	Probabilitas (K)	Standar Deviasi (Sd)	Intensitas Hujan
2	2	0,164	0,11	84,72
5	2	0,852	0,11	100,93
10	2	1,128	0,11	108,14

### 3.2. Uji Distribusi Frekuensi

Uji distribusi frekuensi bertujuan untuk mengetahui apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada atau tidak, cara pengujian menggunakan metode uji Chi – Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorof. Perhitungan Uji Chi – Kuadrat akan diterima apabila nilai Chi – Kuadrat teoritis > Nilai Chi – Kuadrat hitung. Dari perhitungan yang diperoleh didapatkan nilai Chi – Kuadrat teoritis 5,991 > nilai Chi – Kuadrat hitung 1, sehingga perhitungan diterima. Sedangkan dari perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorof diperoleh nilai  $D_{max} = 0,061$  dengan derajat kepercayaan = 5 % dan banyaknya data = 10, maka diperoleh nilai  $D_o = 0,41$ . Didapatkan nilai  $D_{max} 0,061 < D_o 0,41$ , maka persamaan distribusi dapat diterima.

### 3.3. Analisa Waktu Konsentrasi

Analisa waktu konsentrasi menggunakan rumus  $T_c = T_o$  (Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan untuk mencapai inlet) +  $T_f$  (Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di sepanjang saluran untuk mencapai outlet), dengan denah pembagian luasan tiap segment saluran dapat dilihat pada gambar 1, hasil  $T_o$  pada tabel 3, hasil  $t_f$  pada tabel 4, dan hasil  $T_c$  pada Tabel 5.



Gambar 1. Denah Luasan Area

Tabel 3. Perhitungan  $T_o$

No	Nama Saluran	Jarak aliran dari Permukaan Tanah (m)	Kemiringan Dasar Saluran (%)	$T_o$ (menit)
1	GN'T 1	3	0,0074	1,296
2	GN'T 2	3	0,0320	0,624
3	GN'T 3	3	0,0571	0,467
4	GN'T 4	3	0,0258	0,695
5	GN'T 5	4	0,0400	0,744
6	GN'T 6	3	0,0154	0,900
7	GN'T 7	3	0,0032	1,964
8	GN'T 8	4	0,0500	0,665
9	GN'S 9	4	0,0138	1,267

Tabel 4. Perhitungan  $T_f$

No	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Rumus Manning	$T_f$ (m/dt)
1	GN'T 1	135	1,225	1,225
2	GN'T 2	125	2,546	2,546
3	GN'T 3	70	3,403	3,403
4	GN'T 4	155	2,287	2,287
5	GN'T 5	100	2,847	2,847
6	GN'T 6	195	1,766	1,766
7	GN'T 7	310	0,809	0,809
8	GN'T 8	40	3,183	3,183
9	GN'S 9	290	2,128	2,128

**Tabel 5. Perhitungan  $T_c$** 

No	Nama Saluran	$T_0$ (menit)	$T_r$ (menit)	$T_c$ (menit)
1	GN'T 1	1,296	1,836	3,133
2	GN'T 2	0,624	0,818	1,442
3	GN'T 3	0,467	0,343	0,810
4	GN'T 4	0,695	1,130	1,824
5	GN'T 5	0,744	0,585	1,329
6	GN'T 6	0,900	1,841	2,740
7	GN'T 7	1,964	6,390	8,355
8	GN'T 8	0,665	0,209	0,875
9	GN'S 9	1,267	2,272	3,538

### 3.4. Perhitungan Intensitas Hujan

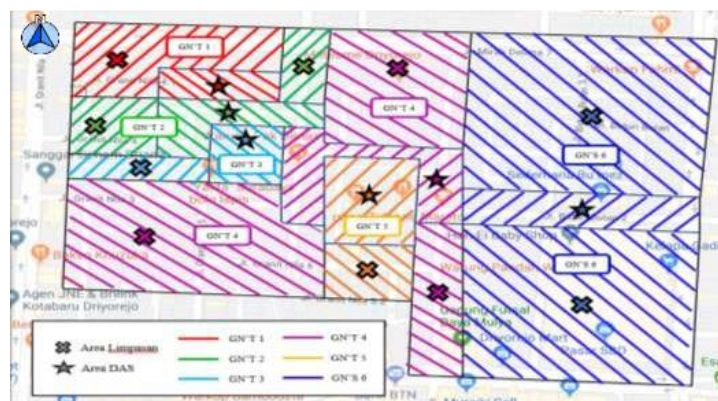
Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam [2]. Distribusi intensitas hujan digunakan sebagai perencanaan seperti perhitungan banjir rencana, drainase, dan erosi tanah. Rumus yang digunakan dalam perhitungan rasional ialah rumus Mononobe, dengan periode ulang 2, 5 dan 10 tahunan, didapatkan hasil pada tabel 6.

**Tabel 6. Intensitas Hujan**

No	Saluran Pembuangan	Saluran		$T_c$		$I$ (mm/jam)		
		Bentuk Saluran	Panjang (m)	Menit	Jam	$R_2$ 84,72	$R_5$ 100,93	$R_{10}$ 108,14
1	GN'T 1	Persegi	135	3,133	0.052	210,67	250,98	268,91
2	GN'T 2	Persegi	125	1,442	0.024	353,51	421,15	451,24
3	GN'T 3	Persegi	70	0,810	0.013	519,50	618,90	663,11
4	GN'T 4	Persegi	155	1,824	0.030	302,18	360,00	385,71
5	GN'T 5	Persegi	100	1,329	0.022	373,22	444,62	476,39
6	GN'T 6	Persegi	195	2,740	0.046	230,36	274,43	294,04
7	GN'T 7	Persegi	310	8,355	0.139	109,51	130,47	139,79
8	GN'T 8	Persegi	40	0,875	0.015	493,36	587,76	629,75
9	GN'S 9	Persegi	290	3,538	0.059	194,25	231,42	247,95

### 3.5. Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dibagi menjadi dua luasan daerah, yaitu daerah aliran sungai dan daerah limpasan yang berada pada gambar 2, dengan data luasan tiap segment daerah pada tabel 7. Untuk perhitungan debit banjir rencana juga dibagi menjadi dua wilayah, sesuai dua luasan daerah, yang pertama debit air hujan yang menggunakan luasan daerah aliran sungai pada tabel 8, debit air hujan limpasan yang menggunakan luasan daerah limpasan pada tabel 9, dan debit banjir rencana dari penjumlahan antara debit air hujan dan debit air hujan limpasan pada tabel 10.

**Gambar 2. Denah Lokasi Daerah Aliran Sungai dan Daerah Limpasan**

**Tabel 7. Luas Wilayah Daerah Aliran Sungai dan Limpasan**

No	Saluran Pembuangan	Luas Daerah Aliran		Luas Daerah Limpasan	
		m2	km2	m2	km2
1	GN'T 1	2625	0,0026	7575	0,0075
2	GN'T 2	3350	0,0033	3250	0,0032
3	GN'T 3	1400	0,0014	2450	0,0024
4	GN'T 4	3250	0,0032	2875	0,0028
5	GN'T 5	5545	0,0055	5550	0,0056
6	GN'T 6	5000	0,005	12600	0,0126
7	GN'T 7	5600	0,0056	3375	0,0033
8	GN'T 8	1200	0,0012	5600	0,0056
9	GN'S 9	7000	0,007	60000	0,06
	Total	34970	0,0349	103275	0,1033

**Tabel 8. Perhitungan Debit Air Hujan**

No	Saluran Pembuangan	I (mm/jam)			Luas Daerah (km <sup>2</sup> )	Debit Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)		
		R <sub>2</sub> 84,72	R <sub>5</sub> 100,93	R <sub>10</sub> 108,14		Q <sub>h2</sub>	Q <sub>h5</sub>	Q <sub>h10</sub>
1	GN'T 1	210,67	250,98	268,91	0,0026	0,136	0,161	0,173
2	GN'T 2	353,51	421,15	451,24	0,0033	0,289	0,344	0,368
3	GN'T 3	519,50	618,90	663,11	0,0014	0,180	0,214	0,230
4	GN'T 4	302,18	360,00	385,71	0,0032	0,239	0,285	0,305
5	GN'T 5	373,22	444,62	476,39	0,0055	0,508	0,605	0,648
6	GN'T 6	230,36	274,43	294,04	0,005	0,28	0,34	0,36
7	GN'T 7	109,51	130,47	139,79	0,0056	0,152	0,181	0,194
8	GN'T 8	493,36	587,76	629,75	0,0012	0,146	0,175	0,187
9	GN'S 9	194,25	231,42	247,95	0,007	0,34	0,40	0,43

**Tabel 9. Perhitungan Debit Air Hujan Limpasan**

Saluran	C	Intensitas Hujan ( mm/jam )			Luas Daerah (A) km <sup>2</sup>	Debit Air Limpasan (Q <sub>l2</sub> ) m <sup>3</sup> /dt	Debit Air Limpasan (Q <sub>l5</sub> ) m <sup>3</sup> /dt	Debit Air Limpasan (Q <sub>l10</sub> ) m <sup>3</sup> /dt
		R <sub>2</sub> 86,12	R <sub>5</sub> 102,57	R <sub>10</sub> 109,9				
GN'T 1	0,79	210,67	250,98	268,91	0,0075	0,347	0,413	0,443
GN'T 2	0,79	353,51	421,15	451,24	0,0032	0,248	0,296	0,317
GN'T 3	0,79	519,50	618,90	663,11	0,0024	0,274	0,326	0,350
GN'T 4	0,79	302,18	360,00	385,71	0,0028	0,186	0,221	0,237
GN'T 5	0,79	373,22	444,62	476,39	0,0056	0,459	0,547	0,586
GN'T 6	0,79	230,36	274,43	294,04	0,0126	0,637	0,759	0,814
GN'T 7	0,79	109,51	130,47	139,79	0,0033	0,079	0,095	0,101
GN'T 8	0,79	493,36	587,76	629,75	0,0056	0,607	0,723	0,775
GN'S 9	0,79	194,25	231,42	247,95	0,06	2,560	3,049	3,267

**Tabel 10. Perhitungan Debit Banjir Rencana**

Debit Air Hujan			Debit Air Limpasan			Debit Banjir Rencana		
Q <sub>h2</sub>	Q <sub>h5</sub>	Q <sub>h10</sub>	Q <sub>l2</sub>	Q <sub>l5</sub>	Q <sub>l10</sub>	Q <sub>r2</sub>	Q <sub>r5</sub>	Q <sub>r10</sub>
	m <sup>3</sup> /dt			m <sup>3</sup> /dt			m <sup>3</sup> /dt	
0,136	0,161	0,173	0,347	0,413	0,443	0,483	0,575	0,616
0,289	0,344	0,368	0,248	0,296	0,317	0,537	0,640	0,686
0,180	0,214	0,230	0,274	0,326	0,350	0,454	0,541	0,579
0,239	0,285	0,305	0,186	0,221	0,237	0,425	0,506	0,543
0,508	0,605	0,648	0,459	0,547	0,586	0,967	1,152	1,234
0,28	0,34	0,36	0,637	0,759	0,814	0,922	1,099	1,177
0,152	0,181	0,194	0,079	0,095	0,101	0,231	0,275	0,295
0,146	0,175	0,187	0,607	0,723	0,775	0,753	0,897	0,961

0,34	0,40	0,43	2,560	3,049	3,267	2,896	3,450	3,697
------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### 3.6. Perhitungan Debit Saluran

Didapatkan hasil perhitungan debit saluran semua segment tidak dapat menampung debit curah hujan yang ada sehingga mengakibatkan terjadinya genangan, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 11, sedangkan solusi yang diambil untuk menangani terjadinya genangan tersebut adalah melakukan redesign saluran dengan hasil dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 11. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting**

Saluran	Lebar	Tinggi	Luas	Kel. Basah	Jari-Jari Hidrolis	Kecepatan Aliran	Q existing	Q terjadi	Kondisi
	(b) m	(h) m	(A) m <sup>2</sup>	(P) m	(R <sup>2/3</sup> ) m	(V) m/dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	
GN'T 1	GN'T 4	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	0,616	Melebihi
GN'T 2	GN'T 5	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	0,686	Melebihi
GN'T 3	GN'S 6	0,6	0,4	0,24	0,28	1,65	0,198	0,579	Melebihi
GN'T 4	GN'T 4	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	0,543	Melebihi
GN'T 5	GN'T 5	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	1,234	Melebihi
GN'S 6	GN'S 6	0,6	0,4	0,24	0,28	1,65	0,198	1,177	Melebihi
GN'T 7	GN'T 4	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	0,295	Melebihi
GN'T 8	GN'T 5	0,4	0,3	0,12	0,28	1,65	0,198	0,961	Melebihi
GN'S 9	GN'S 6	0,6	0,4	0,24	0,38	2,26	0,543	3,697	Melebihi

**Tabel 12. Perhitungan Redesign Saluran Eksisting**

Saluran	Lebar	Tinggi	Luas	Keliling Basah	Jari-Jari Hidrolis	Kecepatan Aliran	Q	Q	Kondisi
GN'T 1	0,5	0,5	0,25	0,9	0,43	2,50	0,626	0,616	Aman
GN'T 2	0,6	0,6	0,36	1	0,51	2,98	1,071	0,686	Aman
GN'T 3	0,5	0,5	0,25	0,9	0,43	2,50	0,626	0,579	Aman
GN'T 4	0,5	0,5	0,25	0,9	0,43	2,50	0,626	0,543	Aman
GN'T 5	0,6	0,7	0,42	1	0,56	3,30	1,385	1,234	Aman
GN'S 6	0,5	0,8	0,4	0,9	0,58	3,42	1,370	1,177	Aman
GN'T 4	0,4	0,4	0,16	0,8	0,34	2,01	0,322	0,295	Aman
GN'T 5	0,6	0,9	0,54	1	0,66	3,90	2,106	0,961	Aman
GN'S 6	1	1	1	1,4	0,80	4,70	4,700	3,697	Aman

### 4. Kesimpulan

Dari perhitungan evaluasi kapasitas saluran eksisting, didapatkan hasil bahwa saluran drainase tidak dapat menampung debit curah hujan serta limpasan yang terjadi, sehingga mengakibatkan genangan pada lokasi studi yang diteliti. Untuk saluran tersier yang mengalami luapan paling besar terjadi pada saluran GN'T 5 sebesar 1,234 m<sup>3</sup>/dt sedangkan saluran hanya dapat menampung debit sebesar 0,198 m<sup>3</sup>/dt, untuk saluran sekunder GN'S 9 hanya bisa menampung debit sebesar 0,543 m<sup>3</sup>/dt sedangkan luapan yang terjadi sebesar 3,697 m<sup>3</sup>/dt. Didapatkan hasil perhitungan debit banjir rencana pada saluran GN'T 1 = 0,616 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 2 = 0,686 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 3 = 0,579 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 4 = 0,543 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 5 = 1,234 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 6 = 1,177 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 7 = 0,295 m<sup>3</sup>/dt, GN'T 8 = 0,961 m<sup>3</sup>/dt dan GN'S 9 = 3,697 m<sup>3</sup>/dt sehingga saluran dapat menampung debit banjir yang terjadi. Bentuk penampang saluran setiap segment menggunakan bentuk persegi dengan dimensi yang berbeda di beberapa titik. Ukuran dimensi penampang terbesar pada saluran tersier terdapat pada saluran GN'T 8 dengan lebar (b) = 0,6 m, dan tinggi (h) = 0,9 m. Sedangkan pada saluran sekunder GN'S 6 lebar (b) = 1 m, dan tinggi (h) = 1 m.

## Referensi

- [1] Wesli. 2008. “Drainase Perkotaan” Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2] Terunajaya. 2012. “Studi Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Genangan Banjir di Badan Jalan ( Studi Kasus di Sekitar Jalan Aksara – Medan )”
- [3] Riman. 2011. “Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya” *ISSN*, Vol 19 (2) : 39-46.
- [4] Harahap, Rusmila. 2016. “Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan” *ISSN*, Vol 2 (2) : 41-49.
- [5] Hadisusanto, Nugroho. 2011. “Aplikasi Hidrologi. Malang” : Jogja Mediautama
- [6] Harahap, Rusmila. 2016. “Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan” *ISSN*, Vol 2 (2) : 41-49.
- [7] Hasmar, Halim H. A. 2002. “Drainase Perkotaan” Yogyakarta : UII Pres
- [8] Romadhoni, Wahyu. 2019. “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Gunung Anyar Kota Surabaya. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya” : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [9] Suripin. 2004. “Sistem Drainase Yang Berkelanjutan” Yogyakarta : Andi Offset