

Studi Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Kapasitas Saluran Drainase Pada Area Pemukiman (Studi Kasus Jl. Granit Nila, Kota Baru Driyorejo – Gresik)

Rizki Nurwahyudi¹, Jenny Caroline²

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2}
e-mail: rizki.nurwahyudi.0411@gmail.com

ABSTRACT

Jl. Granit Nila is located in the Gresik City area, which is an area where every rainy season there is always a pool of water. An analysis of the capacity of the existing canals was analyzed and compared with the discharges calculated using the rational method to decide the planned flood discharge for each channel. Obtained the results of the calculation of rainfall plan for a 2 year return period of 86.09 mm, a 5 year return period of 102.57 mm and a 10 year return period of 109.9 mm, which will be used as a calculation of rainwater discharge and rainwater discharge later totaled as a flood discharge plan. From the calculation of the evaluation of the capacity of the existing canals, it was found that the drainage channel could not accommodate the rainfall discharge and runoff that occurred, resulting in inundation at the study place under study. The tertiary canal which experienced the most outflow occurred in the GNT 4 channel of 2.708 m³ / s, while the channel could only accommodate a debit of 0.198 m³ / s, while the secondary channel GN'S 6 could only accommodate a debit of 0.543 m³ / s while the overflow occurred amounting to 3,967 m³ / sec. The results of the redesign calculation of the existing channel capacity on the GNT'1, GNT'2, GNT'5 channels can accommodate a discharge of 0.848 m³ / s, GNT '3 of 0.467 m³ / s, GNT' 4 of 3,046 m³ / s and GNS'6 of 4.7 m³ / sec so that the channel can accommodate the flood discharge that occurs.

Keywords: : Inundation, Flooding, Drainage, Channels, 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 86,09 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 4 sebesar 2,708 m³/dt sedangkan saluran hanya dapat menampung debit sebesar 0,198 m³/dt, sedangkan saluran sekunder GN'S 6 hanya bisa menampung debit sebesar 0,543 m³/dt sedangkan luapan yang terjadi sebesar 3,967 m³/dt. Hasil perhitungan redesign kapasitas saluran eksisting pada saluran GNT'1, GNT'2, GNT'5 dapat menampung debit sebesar 0,848 m³/dt, GNT' 3 sebesar 0,467 m³/dt, GNT' 4 sebesar 3,046 m³/dt dan GNS'6 sebesar 4,7 m³/dt sehingga saluran dapat menampung debit banjir yang terjadi.

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

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 [8]. 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 [7]. 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 [4]. 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 [2]. Selain adanya perbedaan elevasi, sistem drainase pada area Jl. Granit Nila juga tidak berfungsi dengan baik.

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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa 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 | 2009 | 117 | 97 | 107 |
| 2 | 2010 | 92 | 95 | 93,5 |
| 3 | 2011 | 73 | 73 | 73 |
| 4 | 2012 | 110 | 67 | 88,5 |
| 5 | 2013 | 102 | 128 | 115 |
| 6 | 2014 | 33 | 130 | 81,5 |
| 7 | 2015 | 90 | 40 | 65 |
| 8 | 2016 | 106 | 90 | 98 |
| 9 | 2009 | 117 | 97 | 107 |
| 10 | 2010 | 92 | 95 | 93,5 |

Sumber : Hasil olahan

Tabel 2. Data Curah Hujan

| Periode Ulang | Koefisien Kemencengan (Cs) | Probabilitas (K) | Standar Deviasi (Sd) | Intensitas Hujan |
|---------------|----------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| 2 | 2 | 0,164 | 0,11 | 86,09 |
| 5 | 2 | 0,852 | 0,11 | 102,57 |
| 10 | 2 | 1,128 | 0,11 | 109,9 |

Sumber : Hasil olahan

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 Dmax = 0,061 dengan derajat kepercayaan = 5 % dan banyaknya data = 10, maka diperoleh nilai Do = 0.41. Didapatkan nilai Dmax 0,061 < Do 0,41, maka persamaan distribusi dapat diterima.

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 | 0,01 | 1,12 |
| 2 | GN'T 2 | 3 | 0,01 | 1,12 |
| 3 | GN'T 3 | 3 | 0,01 | 1,12 |
| 4 | GN'T 4 | 3 | 0,01 | 1,12 |
| 5 | GN'T 5 | 3 | 0,01 | 1,12 |
| 6 | GN'S 6 | 4 | 0,01 | 1,49 |

Sumber : Hasil olahan

Tabel 4. Tabel Perhitungan Tf

| No | Nama Saluran | Panjang saluran | Rumus Manning | Tf |
|----|--------------|-----------------|---------------|---------|
| | | (m) | (m/dt) | (menit) |
| 1 | GN'T 1 | 135 | 1,421 | 1,583 |
| 2 | GN'T 2 | 195 | 1,421 | 2,287 |
| 3 | GN'T 3 | 155 | 1,421 | 1,818 |
| 4 | GN'T 4 | 270 | 1,421 | 3,167 |
| 5 | GN'T 5 | 305 | 1,421 | 3,577 |
| 6 | GN'S 6 | 210 | 1,805 | 1,939 |

Sumber : Hasil olahan

Tabel 5. Tabel Perhitungan Tc

| No | Nama Saluran | To | Tf | Tc |
|----|--------------|---------|---------|---------|
| | | (menit) | (menit) | (menit) |
| 1 | GN'T 1 | 1,12 | 1,583 | 2,7 |
| 2 | GN'T 2 | 1,12 | 2,287 | 3,41 |
| 3 | GN'T 3 | 1,12 | 1,818 | 2,94 |
| 4 | GN'T 4 | 1,12 | 3,167 | 4,29 |
| 5 | GN'T 5 | 1,12 | 3,577 | 4,7 |
| 6 | GN'S 6 | 1,49 | 1,939 | 3,43 |

Sumber : Hasil olahan

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.

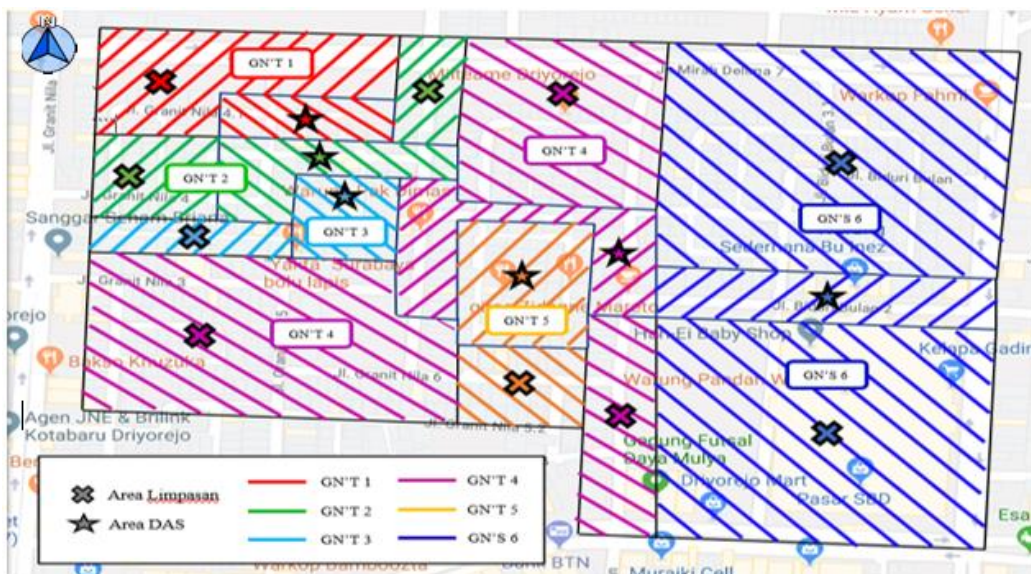
Tabel 6. Data Curah Hujan

| Saluran Pembuangan | Saluran | | Tc | | I (mm/jam) | | |
|--------------------|----------------|---------------|-------|-------|----------------|----------------|-----------------|
| | Bentuk Saluran | Panjang (m) | Menit | jam | R ₂ | R ₅ | R ₁₀ |
| | | | | | 86,12 | 102,57 | 109,9 |
| GN'T 1 | Persegi | 135 | 2,7 | 0,045 | 236,48 | 281,65 | 301,78 |
| GN'T 2 | Persegi | 195 | 3,41 | 0,056 | 204,39 | 243,43 | 260,82 |
| GN'T 3 | Persegi | 155 | 2,94 | 0,049 | 223,43 | 266,10 | 285,12 |
| GN'T 4 | Persegi | 270 | 4,29 | 0,072 | 172,84 | 205,86 | 220,57 |
| GN'T 5 | Persegi | 305 | 4,7 | 0,078 | 163,86 | 195,16 | 209,10 |
| GN'S 6 | Persegi | 210 | 3,43 | 0,057 | 201,99 | 240,57 | 257,76 |

Sumber : Hasil olahan

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

| Nama Saluran | Luas Daerah Aliran Sungai (★) | | Luas Daerah Limpasan (✕) | |
|--------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| | m ² | km ² | m ² | km ² |
| GN'T 1 | 2625 | 0,0026 | 7575 | 0,0076 |
| GN'T 2 | 4750 | 0,0048 | 5700 | 0,0057 |
| GN'T 3 | 3250 | 0,0033 | 2875 | 0,0029 |
| GN'T 4 | 8875 | 0,0089 | 44275 | 0,0443 |
| GN'T 5 | 7125 | 0,0071 | 5250 | 0,0053 |
| GN'S 6 | 7000 | 0,007 | 60000 | 0,06 |
| Total | 33625 | 0,0336 | 125675 | 0,1257 |

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 8. Perhitungan Debit Air Hujan

| Saluran | C | Intensitas Hujan (mm/jam) | | | Luas Daerah (A) km ² | Debit Air Hujan (Qh ₂) m ³ /dt | Debit Air Hujan (Qh ₅) m ³ /dt | Debit Air Hujan (Qh ₁₀) m ³ /dt |
|---------|------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|---|---|--|
| | | R ₂ | R ₅ | R ₁₀ | | | | |
| GN'T 1 | 0,88 | 236,48 | 281,65 | 301,78 | 0,0026 | 0,150 | 0,179 | 0,192 |
| GN'T 2 | 0,88 | 204,39 | 243,43 | 260,82 | 0,0048 | 0,240 | 0,286 | 0,306 |
| GN'T 3 | 0,88 | 223,43 | 266,10 | 285,12 | 0,0033 | 0,180 | 0,215 | 0,230 |
| GN'T 4 | 0,88 | 172,84 | 205,86 | 220,57 | 0,0089 | 0,376 | 0,448 | 0,480 |
| GN'T 5 | 0,88 | 163,86 | 195,16 | 209,10 | 0,0071 | 0,285 | 0,339 | 0,363 |
| GN'S 6 | 0,88 | 201,99 | 240,57 | 257,76 | 0,007 | 0,35 | 0,41 | 0,44 |

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 9. Perhitungan Debit Air Hujan Limpasan

| Saluran | C | Intensitas Hujan (mm/jam) | | | Luas Daerah (A) km ² | Debit Air Limpasan (Q ₁₂) | Debit Air Limpasan (Q ₁₅) m ³ /dt | Debit Air Limpasan (Q ₁₀) |
|---------|------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | R ₂ | R ₅ | R ₁₀ | | | | |
| | | 86,12 | 102,57 | 109,9 | | | | |
| GN'T 1 | 0,82 | 236,48 | 281,65 | 301,78 | 0,0076 | 0,410 | 0,488 | 0,523 |
| GN'T 2 | 0,82 | 204,39 | 243,43 | 260,82 | 0,0057 | 0,266 | 0,316 | 0,339 |
| GN'T 3 | 0,82 | 223,43 | 266,10 | 285,12 | 0,0029 | 0,148 | 0,176 | 0,188 |
| GN'T 4 | 0,82 | 172,84 | 205,86 | 220,57 | 0,0443 | 1,745 | 2,079 | 2,227 |
| GN'T 5 | 0,82 | 163,86 | 195,16 | 209,10 | 0,0053 | 0,198 | 0,236 | 0,253 |
| GN'S 6 | 0,82 | 201,99 | 240,57 | 257,76 | 0,06 | 2,763 | 3,290 | 3,526 |

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 10. Perhitungan Debit Banjir Rencana

| Debit Air Hujan | | | Debit Air Limpasan | | | Debit Banjir Rencana | | |
|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| Q _{h2} | Q _{h5} | Q _{h10} | Q _{h2} | Q _{h5} | Q _{h10} | Q _{h2} | Q _{h5} | Q _{h10} |
| m ³ /dt | | | m ³ /dt | | | m ³ /dt | | |
| 0,150 | 0,179 | 0,192 | 0,410 | 0,488 | 0,523 | 0,560 | 0,667 | 0,715 |
| 0,240 | 0,286 | 0,306 | 0,266 | 0,316 | 0,339 | 0,506 | 0,602 | 0,645 |
| 0,180 | 0,215 | 0,23 | 0,148 | 0,176 | 0,188 | 0,328 | 0,391 | 0,419 |
| 0,376 | 0,448 | 0,48 | 1,745 | 2,079 | 2,227 | 2,122 | 2,527 | 2,708 |
| 0,285 | 0,339 | 0,363 | 0,198 | 0,236 | 0,253 | 0,483 | 0,575 | 0,616 |
| 0,35 | 0,41 | 0,44 | 2,763 | 3,290 | 3,526 | 3,109 | 3,702 | 3,967 |

Sumber : Hasil Olahan

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. Semua saluran berbentuk persegi dengan dimensi yang berbeda di setiap segment, dengan kemiringan dasar saluran direncanakan sebesar 1% dan koefisien manning sebesar 0,017.

Tabel 11. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

| Saluran | Lebar | Tinggi | Luas | Kel. Basah | Jari-Jari Hidrolis | Kecepatan Aliran | Q | Q | Kondisi |
|---------|-------|--------|----------------|------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------|
| | (b) | (h) | (A) | (P) | (R ^{2/3}) | (V) | existing | terjadi | |
| | m | m | m ² | m | m | m/dt | m ³ /dt | m ³ /dt | |
| GN'T 1 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,8 | 0,28 | 1,65 | 0,198 | 0,715 | Melebihi |
| GN'T 2 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,8 | 0,28 | 1,65 | 0,198 | 0,645 | Melebihi |
| GN'T 3 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,8 | 0,28 | 1,65 | 0,198 | 0,419 | Melebihi |
| GN'T 4 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,8 | 0,28 | 1,65 | 0,198 | 2,708 | Melebihi |
| GN'T 5 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 0,8 | 0,28 | 1,65 | 0,198 | 0,616 | Melebihi |
| GN'S 6 | 0,6 | 0,4 | 0,24 | 1 | 0,38 | 2,26 | 0,543 | 3,967 | Melebihi |

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 12. Perhitungan Redesign Saluran Eksisting

| Saluran | Lebar | Tinggi | Luas | Keliling Basah | Jari-Jari Hidrolis | Kecepatan Aliran | Q | Q | Kondisi |
|---------|-------|--------|----------------|----------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | (b) | (h) | (A) | (P) | ($R^{2/3}$) | (V) | existing | terjadi | |
| | m | m | m ² | m | m | m/dt | m ³ /dt | m ³ /dt | |
| GN'T 1 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,48 | 2,83 | 0,848 | 0,715 | Aman |
| GN'T 2 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,48 | 2,83 | 0,848 | 0,645 | Aman |
| GN'T 3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,40 | 2,33 | 0,467 | 0,419 | Aman |
| GN'T 4 | 0,7 | 1 | 0,7 | 1,1 | 0,74 | 4,35 | 3,046 | 2,708 | Aman |
| GN'T 5 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,48 | 2,83 | 0,848 | 0,616 | Aman |
| GN'S 6 | 1 | 1 | 1 | 1,4 | 0,80 | 4,70 | 4,700 | 3,967 | Aman |

Sumber : Hasil Olahan

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 4 sebesar 2,708 m³/dt sedangkan saluran hanya dapat menampung debit sebesar 0,198 m³/dt, sedangkan saluran sekunder GN'S 6 hanya bisa menampung debit sebesar 0,543 m³/dt sedangkan luapan yang terjadi sebesar 3,967 m³/dt. Hasil perhitungan debit banjir rencana pada saluran GNT'1, GNT'2, GNT'5 sebesar 0,848 m³/dt, GNT' 3 sebesar 0,467 m³/dt, GNT' 4 sebesar 3,046 m³/dt dan GNS'6 sebesar 4,7 m³/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 4 dengan lebar (b) = 0,7 m, dan tinggi (h) = 1 m. Sedangkan pada saluran sekunder lebar (b) = 1 m, dan tinggi (h) = 1 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadisusanto, Nugroho. 2011. "Aplikasi Hidrologi. Malang" : Jogja Mediautama
- [2] Harahap, Rusmila. 2016. "Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan" *ISSN*, Vol 2 (2) : 41-49.
- [3] Hasmar, Halim H. A. 2002. "Drainase Perkotaan" Yogyakarta : UII Press.
- [4] Riman. 2011. "Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya" *ISSN*, Vol 19 (2) : 39-46.
- [5] 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*.
- [6] Suripin. 2004. "Sistem Drainase Yang Berkelanjutan" Yogyakarta : Andi Offset.
- [7] Terunajaya. 2012. "Studi Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Genangan Banjir di Badan Jalan (Studi Kasus di Sekitar Jalan Aksara – Medan)"
- [8] Wesli. 2008. "Drainase Perkotaan" Yogyakarta : Graha Ilmu

