

## STUDI BANJIR DI WILAYAH TANJUNGSARI SURABAYA

Jenodius Aldino John<sup>1</sup>, Soebagio<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma, Surabaya  
Jalan Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

Email : <sup>1</sup>[joisjhon20@gmail.com](mailto:joisjhon20@gmail.com), <sup>2\*</sup>[mrbag212@gmail.com](mailto:mrbag212@gmail.com)

(\* ) Penulis Koresponden

**ABSTRAK:** Bencana banjir sering melanda kota-kota besar di Indonesia. Salah satunya terjadi di kota Surabaya khususnya di wilayah Tanjungsari, Surabaya. Berdasarkan data tahun 2020, lamanya genangan di wilayah Tanjungsari adalah selama 15,22 menit dengan kedalaman 6,77 cm. Daerah Tanjungsari merupakan salah satu wilayah industri dan dengan adanya permasalahan banjir di wilayah ini akan mengganggu mobilisasi kendaraan dan manusia yang berdampak pada terhambatnya kegiatan produksi. Maka dari itu perlunya dilakukan studi drainase untuk menangani masalah banjir, agar saluran dapat menampung debit yang ada di kawasan tersebut. Berdasarkan Permen PU no.12 Tahun 2014, perencanaan saluran drainase untuk daerah perkotaan ialah selama 5 tahun. Maka dari itu, curah hujan rencana yang dipakai pada studi banjir ini ialah selama lima tahun (R5) dengan metode Gumbell sebesar  $R5 = 67,092$  mm. Total debit banjir rencana akan dibandingkan dengan kapasitas saluran eksisting yang dihitung dengan perumusan manning dan hasilnya ada tiga saluran tersier yang tidak dapat menampung total debit banjir rencana. Tiga saluran itu ialah saluran Tanjungsari 1, Tanjungsari 2, dan Tanjungsari 3 dimana dimensi eksistingnya yakni lebar saluran (b) = 60cm dan tinggi saluran (h) = 80cm. Saluran yang tidak dapat menampung debit banjir yang diakibatkan oleh kecilnya dimensi saluran yang ada, maka diperlukan perencanaan ulang (*redesign*) dimensi saluran yang sesuai dengan kebutuhan. Hasil *redesign* ketiga saluran tersebut di dapat dimensi baru untuk saluran Tanjungsari 1 dan 3 yaitu lebar saluran (b) = 100cm dan tinggi saluran (h) = 120cm, sedangkan saluran Tanjungsari 2 yaitu lebar saluran (b) = 120cm dan tinggi saluran (h) = 120cm, dan masing-masing menggunakan *precast* saluran *U-ditch*.

**KATA KUNCI :** Analisa Banjir, Metode Gumbell, Saluran Tersier Tanjungsari

### 1. PENDAHULUAN

Beberapa faktor penyebab banjir yang sering ditemukan di kota Surabaya ialah tidak mampu dan tidak berfungsinya saluran drainase yang ada, berubahnya tata guna lahan yang disebabkan terjadinya pendangkalan pada saluran dan pembangunan rumah tinggal yang tidak sesuai ukuran sehingga mengakibatkan penyempitan pada dimensi saluran. Dengan adanya beberapa perubahan dan masalah yang timbul, maka akan terjadi pula perubahan pada perilaku air yang mengalir dari sungai atau pada sistem drainase dari saluran tersier menuju ke saluran sekunder yang diteruskan menuju ke saluran primer dan pada akhirnya menuju ke laut serta perilaku air yang jatuh ke permukaan tanah (meresap ke tanah). Kondisi seperti ini sering terjadi di berbagai wilayah di kota Surabaya, di mana seharusnya saluran mampu menampung limpasan air hujan. Salah satunya adalah di wilayah Tanjungsari. Daerah Tanjungsari merupakan salah satu daerah industri yang berada di wilayah Surabaya bagian barat. Daerah ini merupakan daerah yang sering mengalami banjir. Berdasarkan data genangan yang ada pada tahun 2020, genangan yang terjadi di wilayah

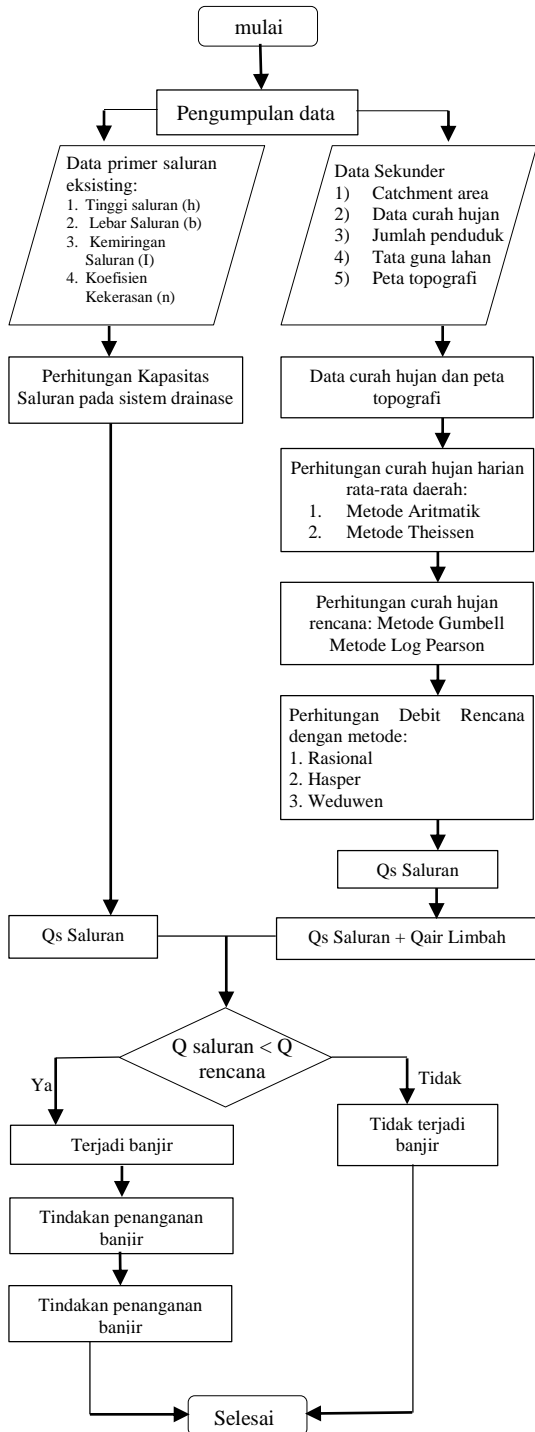
Tanjungsari dengan kedalaman 6,77 cm yang mengenai wilayah seluas 14,73 Ha dan menggenang selama 15,22 menit. Tentunya, keadaan seperti ini dapat merugikan bagi masyarakat setempat baik segi kesehatan maupun kegiatan sehari-hari. Maka dari permasalahan tersebut perlu dilakukan identifikasi lebih jauh berupa studi banjir di wilayah Tanjungsari. Adapun tujuan dilakukannya studi banjir di wilayah Tanjungsari Kota Surabaya adalah untuk mengetahui sistem drainase dan luas *catchment area* yang ada di wilayah Tanjungsari. Selanjutnya ialah untuk mengetahui penyebab timbulnya banjir di wilayah Tanjungsari. Setelah diketahui penyebab timbulnya banjir, maka perlu diketahui tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah banjir di wilayah Tanjungsari. Selain itu, studi banjir ini dilakukan untuk mengetahui rencana anggaran biaya untuk penanganan saluran di wilayah Tanjungsari. Adapun manfaat dari studi banjir di wilayah Tanjungsari Kota Surabaya ini adalah dengan adanya penelitian ini dapat membantu masyarakat untuk mengatasi dan mengurangi dampak banjir dan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan untuk pemerintah guna

## STUDI BANJIR DI WILAYAH TANJUNGSARI SURABAYA (Jenodius Aldino John, Soebagio)

mengatasi banjir, khususnya di wilayah Tanjungsari.

### 2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada **Gambar 1** berikut ini:



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Gambaran Wilayah Studi

Tanjungsari adalah sebuah kelurahan di wilayah Kecamatan Sukomanunggal, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Tanjungsari sendiri merupakan salah satu kawasan industri yang ada di kota Surabaya. Daerah ini merupakan daerah yang sering mengalami banjir. Menurut data dari Dinas PU Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya pada tahun 2020 terjadi genangan seluas 14,73 Ha dengan kedalaman 6,77 cm dan mengenang selama 15, 22 menit. Saluran yang ada di wilayah Tanjungsari sendiri meliputi saluran tersier dan sub-tercier yang mengalir ke arah saluran sekunder di wilayah Tambak Piring Barat. Saluran yang ada di wilayah Tanjungsari sendiri merupakan saluran terbuka dengan bahan beton dipoles.

#### 3.2. Penentuan *Catchment Area*

Menentukan *catchment area* di lokasi studi penelitian ditentukan dari titik elevasi tertinggi yang mengalirkan air ke daerah studi yang polanya disesuaikan dengan kondisi topografi dan mengikuti aliran air. Berikut adalah gambar *catchment area* dari wilayah Tanjungsari yang menjadi studi penelitian :



**Gambar 2.** *Catchment Area* di Wilayah Tanjungsari

#### 3.3. Pengujian Data Curah Hujan

Pengujian data curah hujan dilakukan dengan melihat konsistensi data curah hujan yang ada. Ketelitian hasil perhitungan dalam ramalan hidrologi sangat diperlukan, yang mana ketelitian ini sangat bergantung pada konsistensi data itu sendiri. Maka disini data curah hujan tahunan kumulatif dari stasiun yang diteliti dengan nilai kumulatif dari stasiun yang diteliti dengan nilai kumulatif curah hujan rata-rata dari 2 stasiun pembanding. Untuk data curah hujan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Stasiun

No	Tahun	STASIUN HUJAN		
		Kandangan	Perak	Gunung Sari
1	2010	3153	2372	3574
2	2011	2034	1858	2126
3	2012	1635	1498	1810
4	2013	2366	1720	2843
5	2014	2018	1614	2269
6	2015	1828	1556	1872
7	2016	3596	2870	2693
8	2017	1775	1258	1883
9	2018	1246	684	1812
10	2019	1315	1123	1265

Sumber : Dinas PU Binamarga dan Pematusan Kota Surabaya, 2021.

**3.4. Curah Hujan Rata-Rata Daerah Maksimum**

**3.4.1. Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah Harian Maksimum Metode Thiessen**

**Tabel 2.** Perhitungan Data Curah Hujan Maksimum

No	tahun	Rainfall (mm)
1	2019	41
2	2018	50
3	2017	38
4	2016	50
5	2015	66
6	2014	57
7	2013	48
8	2012	41
9	2011	80
10	2010	50

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

**3.5. Perhitungan Curah Hujan Rencana**

**3.5.1. Perhitungan Hujan Rencana dengan Metode Gumbel**

Untuk perhitungan curah hujan dengan periode ulang pada persamaan distribusi Gumbel, maka didapat sebagai berikut :

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Curah Hujan dengan Periode Ulang Tertentu untuk Distribusi Gumbel

No	T	Yt	Rt (mm)
1	2	0,3665	56,674
2	5	1,4999	67,092
3	10	2,2504	74,534
5	25	3,1985	83,522

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**3.5.2. Perhitungan dengan Metode Log Pearson III**

Dalam memperkirakan curah hujan rencana digunakan metode Log Pearson III, karena metode Setiap kondisi tanpa harus memperhatikan persyaratan seperti pada metode lain. Adapun perhitungan dengan menggunakan metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 sebagai berikut:

**Tabel 4.** Perhitungan Hujan Rencana dengan Menggunakan Log Pearson III

Tr (th)	K	Log Xt	Xt (mm)
2	-0,012	1,7150	51,878
5	0,841	1,7875	61,303
10	1,284	1,8251	66,855
25	1,758	1,8654	73,353

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**Tabel 5.** Perbandingan Tabel Perhitungan Metode Gumbel & Log Pearson III

Tr (th)	LOG PERSON III (mm)	GUMBEL (mm)
2	51,878	56,674
5	61,303	67,092
10	66,855	74,534
25	79,523	83,522

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**3.6. Perhitungan Debit Banjir Rencana Maksimum**

Untuk menganalisis besarnya debit banjir rencana digunakan metode Rasional dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.I.A \dots\dots\dots(1)$$

Adapun :

C = koefisien limpasan

A = Luas Catchment Area (km<sup>2</sup>)

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

Dalam penelitian ini digunakan debit banjir rencana untuk lima tahun untuk tiga saluran yakni Tanjungsari 1 , Tanjungsari 2, dan Tanjungsari 3. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut.

**Tabel 6.** Debit Banjir Rencana Untuk Tiga Saluran

Qp	Panjang Saluran (km)	A (km)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /dt)
S. Tanjungsari 1	0,470	0,508	2,97
S. Tanjungsari 2	1171	1270	7,39
S. Tanjungsari 3	0,437	0,560	3,67

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

## STUDI BANJIR DI WILAYAH TANJUNGSARI SURABAYA (Jenodius Aldino John, Soebagio)

### 3.7. Perhitungan Debit Air Limbah

#### a. Perhitungan Debit Air Limbah di Tanjungsari I

Untuk mengetahui konsumsi air bersih per liter per hari per orang dan debit air buangan dapat dilakukan perhitungan dapat dilakukan dengan pendekatan sebesar 80% dari debit air bersih yang dikonsumsi dan kebutuhan air rata-rata setiap orang di wilayah Tanjungsari. Karena dominasi wilayah Tanjungsari ialah kawasan industri maka volume air bersih yang digunakan per orang ialah 50 l/hr/pegawai. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

**Tabel 7.** Perhitungan Debit Air Limbah di Wilayah Tanjungsari I

P (Tahun)	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Bersih (Lt/hr/org)	Limbah	Qair limbah (m <sup>3</sup> /dt)
5	2205	50	80%	0,0010
10	2272	50	80%	0,0010

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

#### b. Perhitungan Debit Air Limbah di Tanjungsari II

Untuk mengetahui konsumsi air bersih per liter per hari per orang dan debit air buangan dapat dilakukan perhitungan dapat dilakukan dengan pendekatan sebesar 80% dari debit air bersih yang dikonsumsi dan kebutuhan air rata-rata setiap orang di wilayah Tanjungsari. Karena dominasi wilayah Tanjungsari ialah kawasan industri maka volume air bersih yang digunakan per orang ialah 50 l/hr/pegawai. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

**Tabel 8.** Perhitungan Debit Air Limbah di Wilayah Tanjungsari II

P (Tahun)	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Bersih (Lt/hr/org)	Limbah	Qair limbah (m <sup>3</sup> /dt)
5	5512	50	80%	0,00255
10	5680	50	80%	0,00263

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

#### c. Perhitungan Debit Air Limbah di Tanjungsari III

Untuk mengetahui konsumsi air bersih per liter per hari per orang dan debit air buangan dapat dilakukan perhitungan dapat dilakukan dengan pendekatan sebesar 80% dari debit air bersih yang dikonsumsi rata-rata setiap orang di wilayah Simomulyo. Wilayah Simomulyo umumnya ialah pemukiman maka volume air bersih yang digunakan per orang ialah 120 l/hr/orang. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

**Tabel 9.** Perhitungan Debit Air Limbah di Wilayah Tanjungsari III

P (Tahun)	Jumlah penduduk	Kebutuhan Air Bersih (Lt/hr/org)	Limbah	Qair limbah (m <sup>3</sup> /dt)
5	5536	120	80%	0,0061
10	5635	120	80%	0,0062

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

### 3.8. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Perhitungan kapasitas saluran eksisting adalah menghitung kapasitas saluran pada kondisi eksisting di mana saluran dalam kondisi yang sesuai di lapangan. Berikut perhitungan kapasitas saluran drainase di Tanjungsari I kiri :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Saluran} &= 0,470 \text{ km} \\
 \text{Beda Tinggi Hulu ke Hilir (m)} &= 0,01 \text{ m} \\
 \text{Tinggi saluran (h)} &= 0,6 \text{ m} \\
 \text{Lebar Dasar Saluran (b)} &= 0,8 \text{ m} \\
 \text{Koef. Manning (n)} &= 0,012 \\
 \text{Kemiringan Dasar Saluran (I)} &= 0,000020 \\
 \text{Bentuk Penampang} &= \text{Persegi} \\
 \text{Luas Penampang A} &= b \times h \\
 &= 0,8 \times 0,6 \\
 &= 0,480 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas Basah (P)} &= b + (h \times 2) \\
 &= 0,8 + (0,6 \times 2) \\
 &= 2 \text{ m} \\
 \text{Jari-jari Hidrolis (R)} &= A/P \\
 &= 0,8/2 \\
 &= 0,240 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,012} \times 0,240^{2/3} \times 0,000020^{1/2} \\
 &= 0,610 \text{ m/dt} \\
 \text{Q saluran} &= A \times V \\
 &= 0,480 \times 0,610 \\
 &= 0,29 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

**Tabel 10.** Perhitungan Kapasitas Saluran Tanjungsari I

Saluran	Qs (m <sup>3</sup> /dt)	Qtotol (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
T1 kiri	0,29	0,883	redesign
T1kanaan	0,29	0,493	redesign

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**Tabel 11.** Perhitungan Kapasitas Saluran Tanjungsari II

Saluran	Qs (m <sup>3</sup> /dt)	Qtotal (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
T2 kiri	0,30	1,384	redesign
T2kanan	0,30	1,467	redesign

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

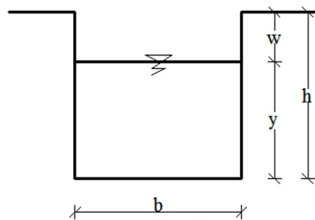
**Tabel 12.** Perhitungan Kapasitas Saluran Tanjungsari III

Saluran	Qs (m <sup>3</sup> /dt)	Qtotal (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
T3 kiri	0,24	0,387	redesign
T3kanan	0,24	0,872	redesign

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**3.9. Perencanaan Dimensi Saluran**

Perencanaan dimensi saluran ialah tindakan yang dilakukan dengan memperbesar atau mendesain ulang dimensi saluran. Perencanaan dimensi saluran disini menggunakan rumus Manning. Penampang saluran yang digunakan ialah bentuk penampang persegi dengan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun. Berikut contoh perhitungan perencanaan ulang dimensi saluran dengan rumus Manning di saluran Tanjungsari I kiri. Untuk bentuk penampang dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut:



**Gambar 3.** Penampang Saluran Persegi

Q Rencana Total = 0,883 m<sup>3</sup>/dt

Saluran Existing b = 0,8 m  
h = 0,6 m

Perencanaan Saluran :  
b = 1,0 m  
h = 1,2 m

Bentuk Saluran = Segi Empat

n (beton dipoles) = 0,012  
A = b x h = 1,0 x 1,2 = 1,2 m<sup>2</sup>  
P = b + 2h = 1,0 + (2 x 1,2) = 3,4 m

R = A/P = 1,2/3,4 = 0,35 m  
I = 0,000020  
V =

$\frac{1}{n} \times R^2 \times I^{1/2}$

$\frac{1}{0,012} \times 0,35^{2/3} \times 0,000020^{1/2}$

= 0,788 m/dt

Q = A x V = 1,2 x

0,788 = 0,93 m<sup>3</sup>/dt

Q saluran > Q hujan 5 tahun rasional = 0,93 m<sup>3</sup>/dt > 0,883 m<sup>3</sup>/dt

Untuk mengetahui kelayakan perencanaan ulang saluran perlu kiranya dilakukan pengecekan efisiensi saluran yaitu dengan rumus:

- Efisiensi saluran =  $\frac{\Delta Q_{saluran}}{Q_{saluran Lama}} \times Q_{saluran Baru} \times 100\%$   
=  $\frac{0,93 - 0,883}{0,883} \times 0,93 \times 100\%$   
= 4,9 %

Efisiensi saluran yang didapat dari perhitungan di atas ialah sebesar 4,9% maka saluran tersebut layak untuk direncanakan. Dari tabel 2.7 (Tabel Tinggi Jagaan Minimum Berdasarkan USBR), dapat ditentukan tinggi jagaan untuk perencanaan ulang saluran Tanjungsari I kiri yaitu dengan debit saluran yang didapat sebesar 0,93 m<sup>3</sup>/dt maka tinggi jagaan (w) yang dipakai ialah 0,50 m.

**Tabel 13.** Perhitungan Desain Ulang Saluran Tanjungsari I

Saluran	Dimensi baru		Qtotal (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
	b(m)	h(m)		
T1kiri	1	1,2	0,883	Ok
T1kanan	1	1,2	0,493	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

**Tabel 14.** Perhitungan Desain Ulang Saluran Tanjungsari II

Saluran	Dimensi baru		Qtotal (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
	b(m)	h(m)		
T2kiri	1,2	1,2	1,384	Ok
T2kanan	1,2	1,2	1,467	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

## STUDI BANJIR DI WILAYAH TANJUNGSARI SURABAYA (Jenodius Aldino John, Soebagio)

**Tabel 15.** Perhitungan Desain Ulang Saluran  
Tanjungsari III

Saluran	Dimensi baru		Qtotol (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapastias
	b(m)	h(m)		
T3kiri	1	1,2	0,387	Ok
T3kanan	1	1,2	0,872	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Studi Drainase di Wilayah Tanjungsari ini adalah :

1. Debit Banjir Rencana di masing-masing saluran pada wilayah Tanjungsari (R5) untuk Tersier didapatkan sebagai berikut :
  - ST. Kiri Tanjungsari 1 = 0,883 m<sup>3</sup>/detik
  - ST. Kanan Tanjungsari 1 = 0,493 m<sup>3</sup>/detik
  - ST. Kiri Tanjungsari 2 = 1,384 m<sup>3</sup>/detik
  - ST. Kanan Tanjungsari 2 = 1,467 m<sup>3</sup>/detik
  - ST. Kiri Tanjungsari 3 = 0,387 m<sup>3</sup>/detik
  - ST. Kanan Tanjungsari 3 = 0,722 m<sup>3</sup>/detik
2. Dari hasil perhitungan, kapasitas saluran eksisting yang ada di wilayah Tanjungsari tidak cukup untuk menampung debit banjir rencana total. Dimensi saluran eksisting di wilayah Tanjungsari ialah b = 0,8 m dan h = 0,6 m untuk tiga saluran yang ada yakni saluran Tanjungsari 1, saluran Tanjungsari 2 dan saluran Tanjungsari 3. Ketiga saluran tersebut tidak cukup menampung debit banjir rencana total.
3. Cara penanganan banjir di wilayah Tanjungsari ialah dengan merencanakan ulang dimensi saluran eksisting yang telah ada. Setelah direncanakan ulang maka dimensi untuk Saluran Tanjungsari 1 dan 3 menjadi lebar dasar saluran (b) = 1,0 m dan tinggi saluran (h) = 1,2 m sedangkan untuk Saluran Tanjungsari 2, lebar dasar saluran (b) = 1,2 m dan tinggi saluran (h) = 1,2 m

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti ingin mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kehendak-Nya penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dan juga untuk orang tua, dosen, dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya Rizki., Soebagio. 2019. *Kajian Banjir di Wilayah Ketintang Surabaya*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi. Vol. 7, No. 2. ISSN 2615-0824. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Aziz Kamilia S., dan Ismail Sa'ud. 2016. *Pola Distribusi Hujan Kota Surabaya*. Jurnal

Aplikasi Teknik Sipil Vol. 14, No 1. Institut Teknologi Sepuluh November.

Deputi Bidang Sarana dan Prasarana, Direktorat Pengairan dan Irigasi. (2008, Oktober 12). *Kebijakan Penanggulangan Banjir di Indonesia*. Diakses dari <https://www.bappenas.go.id/files/5913/4986/1931/2kebijakan-penanggulangan-banjir-di-indonesia-0081123002641>

M Laua Billy., dan Djoni Irianto. 2014. *Analisis Penanggulangan Banjir pada Sistem Drainase di Jalan Semarang Kecamatan Bubutan Kota Surabaya-Jawa Timur*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol. 3, No. 1. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan. Universitas Negeri Surabaya.

Soebagio, 2014. *Diktat Materi Kuliah Drainase dan Perkotaan*, UWKS, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Surabaya.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Adhi Yogyakarta.