

## PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PERUMAHAN PONDOK PERMATA SUCI KECAMATAN MANYAR KABUPATEN GRESIK

Andika Ramadhani Prabowo<sup>1</sup>, Aisyah Cindi Harifa<sup>2</sup>, Utami Retno Pudjowati<sup>3</sup>.

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil<sup>3</sup>

[andika.ramadhani0501@gmail.com](mailto:andika.ramadhani0501@gmail.com)<sup>1</sup>, [ayisya\\_civil@polinema.ac.id](mailto:ayisya_civil@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)<sup>3</sup>.

### ABSTRAK

Banjir adalah tergenangnya suatu daerah dimana sistem drainase tidak mampu menampung kapasitas air di daerah tersebut. Perumahan Pondok Permata Suci yang berada di Kabupaten Gresik dalam beberapa tahun terakhir ini mengalami banjir ketika musim penghujan datang. Saat curah hujan yang tinggi dalam waktu yang lama, maka beberapa jalan akan tergenang air, setelah hujan reda jalanan masih tergenang banjir selama 30 menit sampai 60 menit. Hal tersebut terjadi karena saluran drainase sebelumnya tidak lagi memungkinkan untuk menampung debit air hujan yang ada di Perumahan Pondok Permata Suci. Maka perencanaan ulang diperlukan untuk mengatasi masalah banjir yang ada dengan analisa hidrologi dan hidrolika. Selain itu ditambahkan juga tangki pemanenan air hujan yang dapat membantu menyediakan air baku yang untuk kebutuhan air sehari-hari. Berdasarkan analisa tersebut didapatkan nilai dari hasil perhitungan untuk curah hujan rancangan menggunakan kala ulang 10 tahun yaitu 127,080 mm/hari, ukuran dari kapasitas saluran rencana terkecil dengan ukuran 0,50 m x 0,90 m dan dimensi saluran rencana terbesar dengan ukuran 2,3 m x 1,0 m, tangki pemanenan air hujan yang akan dipasang pada setiap rumah menggunakan kapasitas tangki 12000 liter, total rencana anggaran biaya sebesar Rp. 53,479,207,151.01-.

**Kata kunci** : Banjir, Perencanaan ulang drainase, Anggaran

### ABSTRACT

*Flood is the overflowing of an area occurred when a drainage system is unable to withhold the water in the area. Pondok Permata Suci residence in Gresik Regency in the last few years has been facing flood during the rainy season. When there is high intensity rainfall for a long period of time, several streets are flooded, and after the rain stops the streets are still flooded for 30 minutes up to 60 minutes. This happens because the existing drainage channels cannot handle the rainwater discharge in Pondok Permata Suci Residence. So redesign is needed to resolve the flood problems that exist using hydrological and hydraulics analysis. In addition, a rainwater harvesting tank is also added which can help raw water supply for daily water needs. Based on the analysis, the results of that calculation for the rainfall design with a return period of 10 years reaches 127.080 mm / day, the smallest planning channel dimensions are 0.50 m x 0.90 m and the largest planning channel dimensions are 2.3 m x 1.0 m, the rainwater harvesting tank to be installed in each house uses a tank capacity of 12000 liters, the total cost budget plan is Rp. 53,479,207,151.01-.*

**Keywords** : flood, drainage redesign, Budget

### 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, Perumahan Pondok Permata Suci di Kabupaten Gresik mengalami permasalahan banjir saat musim hujan tiba. dari pengamatan yang dilakukan bahkan saat hujan sudah reda, jalanan pada perumahan tersebut masih tergenang banjir selama 30 menit sampai dengan 60 menit lamanya. Tergenangnya jalan dapat terjadi karena saluran drainase perumahan tidak dapat mengalirkan air limpasan hujan dari permukaan jalan dengan semestinya. Permasalahan tambahan seperti penumpukan sampah dan endapan di dasar saluran juga menghambat fungsi drainase untuk mengalirkan air hujan dan limbah

rumah tangga dengan semestinya. Hal tersebut berdampak terhadap warga yang berada di perumahan tersebut, salah satunya menghambat laju perekonomian warga, berkurangnya pasokan air bersih yang dibutuhkan, dan juga menimbulkan berbagai macam penyakit.

Maka perencanaan ulang sistem drainase pada Perumahan Pondok Permata Suci diperlukan, diharapkan nantinya dapat menanggulangi permasalahan banjir yang terjadi dengan merencanakan ulang saluran agar dapat memenuhi kapasitas debit alir yang harus dialirkan sehingga jalanan perumahan tidak lagi tergenang oleh banjir.

## 2. METODE

### Deskripsi Daerah Studi

Perencanaan saluran drainase dilakukan pada kawasan perumahan Pondok Permata Suci Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik. Kawasan perencanaan sistem drainase dilakukan di luas lahan ± 39 ha.



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

Sumber: google earth 17 Januari 2023 pukul 10:03 WIB

### Pengumpulan Data

Dalam penelitian, langkah awal yang diperlukan adalah pengumpulan data dari beberapa sumber untuk sebagai dasar bahan analisa dalam menyelesaikan penelitian tersebut. Adapun data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, landasan yang kuat untuk analisa dalam penelitian ini dipengaruhi oleh kedua jenis data tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa data memiliki peran yang penting.

#### 1. Data primer

Merupakan data yang diperoleh dengan melakukan observasi pengamatan di lokasi yang menjadi objek penelitian, nantinya akan diperoleh data berupa kondisi eksisting, tinggi muka air, dan juga kondisi sekitar saluran.

#### 2. Data sekunder

Merupakan data yang diperoleh dengan melakukan studi kepustakaan dan pencarian data dari instansi atau lembaga terkait dengan penelitian, data yang diperoleh data hidrologi, peta topografi, peta *siteplan*, data jumlah penduduk, data luasan atap, HSPK Kabupaten Gresik tahun 2023, Studi kepustakaan.

### Pengujian data hidrologi

Tujuan dilakukannya pengujian data tersebut untuk memastikan data hidrologi yang digunakan dalam penelitian memiliki nilai konsisten. Dalam pengujian data hidrologi di antaranya sebagai berikut:

#### 1. Uji Konsistensi data

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk menguji konsistensi kebenaran data curah hujan yang telah didapat

sebelumnya dan akan dibutuhkan nantinya dalam proses merencanakan ulang. Proses pengujian tersebut dilakukan dengan pembuatan kurva massa ganda.

#### 2. Curah Hujan Rata-rata Daerah

Data tersebut dihitung menggunakan metode rata-rata aljabar yang merupakan metode paling sederhana dalam perhitungan rata-rata curah hujan, dengan rumus:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Keterangan:

P = Nilai tinggi curah hujan (mm)  
 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan yang terukur pada stasiun (mm)  
 n = Jumlah stasiun pengukur curah hujan

#### 3. Penentuan Kala Ulang

Dalam perencanaan ulang saluran drainase, kala ulang atau periode ulang yang digunakan ditentukan dari luasan daerah tangkapan saluran. Penentuan jumlah kala ulang dapat dibuat mengacu pada tabel di bawah ini:

**Tabel 1. Penentuan Kala Ulang**

Tipologi Kota	Luas Daerah Aliran Sungai (ha)			
	<10	10 – 100	100 – 500	>500
Metropolitan	2	2 – 5	5 – 10	10 – 25
Kota besar	2	2 – 5	2 – 5	5 – 20
Kota sedang	2	2 – 5	2 – 5	4 – 10
Kota kecil	2	2	2	2

#### 4. Curah Hujan Rancangan

Besaran nilai intensitas curah hujan dengan periode ulang tertentu ditentukan dari hasil analisa data curah hujan maksimum dari tiga stasiun penangkap curah hujan, perhitungan dilakukan menggunakan metode rancangan log pearson dengan mempehitungkan parameter Cs dan Ck, dengan rumus:

$$C_s = \frac{n \cdot \sum(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) S^3}$$

Keterangan:

C<sub>s</sub> = koefisien kemencengan  
 x = Data hujan (mm)  
 $\bar{x}$  = Nilai rata-rata data hujan (mm)  
 n = Jumlah data  
 S = Deviasi standar

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum(x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) S^4}$$

Keterangan :

- Ck = Koefisien kepuncakan
- n = Jumlah data
- X = Data hujan (mm)
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata data hujan (mm)
- S = Deviasi standar

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan(mm/jam)
- R24 = Curah hujan maksimum dalam kurun waktu 24 jam(mm/hari)
- $t_c$  = Waktu konsentrasi hujan(jam)

### 5. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengukur tingkat dari kesesuaian nilai distribusi rangkaian perhitungan data hujan sebelumnya dengan metode distribusi teoritis, dengan metode penggambaran hubungan dari dua nilai hujan empiris dengan nilai yang diestimasi dari distribusi curah hujan. Proses ini dilakukan pada media grafik distribusi peluang. Sistem pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Smirnov Kolmogorov untuk menguji simpangan horizontal (peluang), sementara simpangan vertikal (hujan) diuji menggunakan metode Chi-Square. Nilai simpangan total diperoleh melalui penggunaan rumus:

$$X^2_{hit} = \sum (d_{empiris} - d_{teoritis})^2 / d_{teoritis}$$

Keterangan:

- $x^2$  = Parameter *Chi-Square*
- $d_{empiris}$  = d berdasarkan kertas distribusi
- $d_{teoritis}$  = d berdasarkan teoritis

### 6. Waktu Konsentrasi

Menentukan perhitungan waktu konsentrasi yang benar pada penelitian dapat menguji keakuratan waktu air mengalir di lahan yang merupakan area limpasan, dihitung dengan rumus berikut:

$$tc = t_0 + td$$

Keterangan:

- $t_c$  = waktu konsentrasi hujan(jam)
- $t_0$  = waktu terlama air limpasan yang mengalir di area permukaan jalan ke saluran air terdekat(jam)
- $t_d$  = waktu yang dibutuhkan air limpasan mengalir di dalam saluran air(jam)

### 7. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan, yang umumnya diukur dalam satuan mm/jam atau cm/jam, menggambarkan kecepatan atau derasnya hujan dalam satu satuan waktu. Jika jumlah total hujan tetap, intensitasnya akan meningkat seiring dengan durasi hujan yang juga meningkat. Jika hanya data hujan harian yang tersedia tanpa data jangka pendek, rumus dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, dengan penjelasan sebagai berikut:

### 8. Debit Banjir Rancangan

Hasil dari perhitungan intensitas curah hujan, luas daerah pengaliran, dan koefisien pengaliran digunakan dalam menghitung debit banjir rancangan, menggunakan rumus umum dari metode rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,002778 C \times I \times A$$

Keterangan:

- Q = debit puncak banjir rancanga ( $m^3/dt$ )
- C = angka koefisien pengaliran
- I = intensitas curah hujan(mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran(ha)

### 9. Analisa Hidrolika

Nantinya hasil dari analisa hidrolika diperuntukkan dalam menghitung kapasitas saluran drainase yang dibutuhkan dan menentukan ketinggian muka air relatif terhadap ketinggian muka tanah rencana atau ketinggian jalan rencana, dengan rumus sebagai berikut:

$$A = B \times h$$

Keterangan:

- A = luas dari penampang saluran ( $m^2$ )
- B = lebar saluran bawah (m)
- H = tinggi muka air (m)

### 10. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran suatu saluran dapat ditentukan berdasarkan penggunaan rumus persamaan Manning dengan penjelasan sebagai berikut:

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{2/3} \times s^{1/2}$$

Keterangan:

- v = kecepatan aliran (m/dt)
- n = koefisien kekasaran
- s = kemiringan saluran

R = radius hidrolik

A = luasan atap tiap type rumah (m<sup>2</sup>)

C = koefisien limpasan

### 11. Tangki Pemanenan Air Hujan(PAH)

Jumlah air hujan yang turun melalui atap rumah dapat ditampung di dalam tangki yang berada di dalam tanah, untuk menghitung pemamanan air hujan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = R \times A \times C$$

Keterangan:

V = volume suplai air hujan (m<sup>3</sup>/bulan)

R = curah hujan andalan

### 12. Rencana Anggaran Biaya

Merupakan perhitungan anggaran yang bertujuan untuk menentukan estimasi nilai total dari biaya yang diperlukan untuk kebutuhan bahan material, upah tenaga kerja, peralatan, dan berbagai biaya lainnya terkait dengan pelaksanaan proyek tersebut, pada rumus perhitungan RAB dijelaskan sebagai berikut :

$$RAB = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

**Tabel 2.** Curah Hujan Harian Maksimum Setelah Dikoreksi

No.	Tahun	Tanggal	Sta. Suci	Sta. Duduk	Sta. T. ombo	d rata2	d rata2 max
1	2012	Desember	160,90	63,40	112,00	112,10	112,10
		Maret	118,40	93,70	74,50	95,53	
		Desember	160,90	63,40	112,00	112,10	
2	2013	Desember	114,50	59,70	82,10	85,43	85,43
		Februari	70,20	93,70	60,10	74,67	
		Desember	114,50	59,70	82,10	85,43	
3	2014	Januari	102,00	99,10	120,10	107,07	107,07
		Desember	79,60	129,30	87,90	98,93	
		Januari	102,00	99,10	120,10	107,07	
4	2015	Desember	208,40	102,50	112,00	140,97	140,97
		Desember	208,40	102,50	112,00	140,97	
		Desember	208,40	102,50	101,00	137,30	
5	2016	Februari	91,40	75,40	75,40	80,73	106,07
		Januari	71,70	139,60	106,90	106,07	
		Januari	71,70	139,60	106,90	106,07	
6	2017	Februari	112,00	45,14	93,93	83,69	97,86
		Desember	79,40	78,55	135,61	97,86	
		Desember	79,40	78,55	135,61	97,86	
7	2018	Mei	77,80	82,57	54,45	71,61	108,75
		November	34,78	146,44	102,18	94,47	
		November	34,78	146,44	145,02	108,75	
8	2019	Januari	53,92	57,84	69,08	60,28	60,28
		Januari	53,92	57,84	69,08	60,28	
		Januari	53,92	57,84	69,08	60,28	
9	2020	Desember	91,66	20,92	56,31	56,30	105,56
		Januari	82,94	127,37	106,36	105,56	
		Februari	48,02	113,59	117,27	92,96	

		Februari	65,24	128,60	118,20	104,01	
10	2021	April	45,35	164,78	93,47	101,20	104,01
		Februari	65,24	128,60	118,20	104,01	

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya perhitungan pada data hujan pada 10 tahun terakhir menggunakan sumber dari 3 stasiun terdekat dengan lokasi studi yaitu stasiun Suci, stasiun Duduk Sampean, dan stasiun Tambak Ombo untuk dapat ditentukan nilai curah hujan rancangan dan juga intensitas curah hujan maksimum.

#### 1. Curah hujan rancangan

Distribusi dari curah hujan rancangan terhadap data yang sudah didapat dihitung menggunakan metode Log Pearson dengan kala ulang 10 tahun, kemudian didapat nilai untuk curah hujan rancangan 127,027 mm/hari.

**Tabel 3.** Perhitungan Metode Log Pearson

KALA ULANG 10 TAHUN	
Cara Interpolasi	
cs	G
-1,326	?
-1,2	1,086
-1,4	1,041
?	1,058
log hujan ranc.	2,104
hujan ranc.	127,027 mm/hari

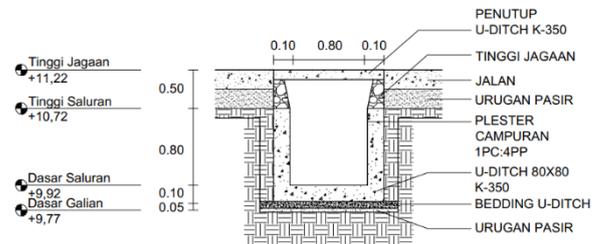
#### 2. Debit banjir rancangan

Hasil dari perhitungan debit Q Jalan, Q saluran sebelumnya dan Q Limbah dihitung secara kumulatif sehingga didapat nilai sebesar 0,0707 m<sup>3</sup>/detik untuk saluran nomor 2 dengan titik 2-3.

#### 3. Dimensi saluran

Bentuk dan juga kapasitas saluran yang telah melalui perencanaan ulang, ditentukan menggunakan bentuk persegi dan dengan beberapa ukuran juga yang sudah disesuaikan dengan perhitungan tersebut, bahan yang nantinya digunakan dalam proses pemasangan adalah pasangan batu kali. Macam-macam ukuran dimensi saluran yang dapat menampung limpasan air di perumahan tersebut adalah sebagai berikut dengan detail gambar potongan saluran di bawahnya :

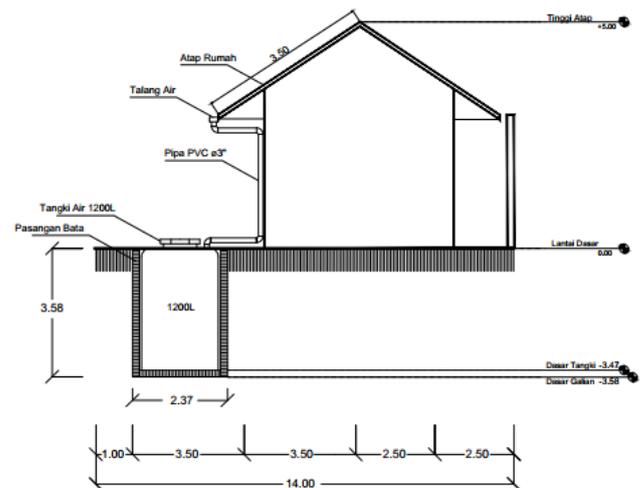
0,50 m x 0,50 m, 0,50 m x 0,80 m, 0,50 m x 0,70 m, 0,60 m x 0,60 m, 0,60 m x 0,70 m, 0,80 m x 0,80 m, 0,80 m x 0,40 m, 1,00 m x 0,60 m, 1,00 m x 0,70 m, 1,00 m x 0,90 m.



**Gambar 1.** Potongan Melintang Saluran 36 titik 36-37

#### 4. Tangki Pemanaan Air Hujan

Lokasi penempatan tangki PAH diletakkan di depan rumah dan juga ditanam di dasar tanah agar area pada atas tangki PAH masih dapat digunakan untuk keperluan lainnya. Instalasi diletakkan di depan rumah guna untuk memudahkan pekerjaan pemasangan dan juga perawatan saat diperlukan. Kapasitas tangki yang dipasang 12000L.



**Gambar 2.** Instalasi tangki PAH

#### 5. Rencana anggaran biaya

Dengan menghitung total volume keseluruhan pekerjaan serta menganalisis harga satuan untuk setiap pekerjaan, jumlah total dari nilai Rencana Anggaran Biaya pembangunan perencanaan ulang saluran drainase di Perumahan Pondok Permata Suci Gresik adalah sebesar Rp. 53,479,207,151.01.

### 4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari keseluruhan perhitungan perencanaan ulang saluran drainase di Perumahan Pondok Permaya Suci Kabupaten Gresik, adalah sebagai berikut:

1. Debit rancangan yang digunakan adalah kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 127,080 mm/hari.
2. Hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting terbesar yang diperlukan perencanaan ulang adalah 4,897 m<sup>3</sup>/s dan yang terkecil adalah 0,018 m<sup>3</sup>/s
3. Dimensi saluran drainase terbesar yang dipakai setelah dilakukan perencanaan ulang adalah 2,3 m x 1,0 m dan untuk ukuran terkecil adalah 0,5 m x 0,9.
4. Nilai total dari rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan perencanaan ulang saluran drainase pada Perumahan Pondok Permata Suci ini adalah Rp. 53.479.207.151,01

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chow, Ven Te. 1997. *Open Channel Hydraulics*. Jakarta : Eralangga.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, 2006, Pedoman Teknis Bidang Konstruksi dan Bangunan: Perencanaan Sistem Drainase Jalan, Menteri Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [3] Halim Hasmar, H.A. 2012. *Drainase Terapan*. Penerbit UII Press. Yogyakarta.
- [4] Ibrahim, H. Bachtiar. 2001. *Real dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [5] Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Keman, S. 2005. *Kesehatan perumahan dan lingkungan pemukiman*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair, 2(1), 3947.
- [7] Kementrian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat, 2016, Permen PUPR No.28/PRT/M/2016, Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- [8] Krisnayanti, DS, Hunggurami, E & Dhima-Wea, K. 2017. Perencanaan Drainase Kota Seba, Jurnal Teknik Sipil 6(1), 92.
- [9] Kustyaningrum, J, D., Lasminto, U., dan Teguh, N, A., 2021. *Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Perumahan Sutorejo, Surabaya Timur*. Departemen Teknik Sipil.
- [10] Menteri Pekerjaan Umum. 2014. PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA NOMOR 12 /PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta.
- [11] Menteri Pekerjaan Umum. 2022. PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1 TAHUN 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- [12] Nugroho, D., Leksono, B., Sholikhah I., 2021. *Perencanaan Ulang Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik*. Teknik Sipil.
- [13] Prihadi L, R., Yulistyorini A., dan Mujjiono 2019. *Desain Sistem Pemanenan Air Hujan Pada Rumah Huniandi Daerah Karst, Kabupaten Malang*.
- [14] Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Penerbit Usaha Nasional.
- [15] Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Jilid I dan 2. Bandung : Penerbit NOVA.
- [16] Soeparman, dan Suparmin, 2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, Penerbit Buku Kedokteran, EGC, Jakarta.
- [17] SNI 2835-2008. 2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [18] Suhardjono, 2015. *Drainase Perkotaan*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- [19] Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- [20] Suroso, S., Suharyanto, A., Anwar, M. R., Pudyono, P., & Wicaksono, D. H. 2015. *Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*. *Rekayasa Sipil*, 8(3), 207-213.
- [21] Sturm, et al., 2009, *Rainwater Harvesting as an Alternative Water Resource in Rural Sites in Central Northern Namibia*, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol. 34.
- [22] Wilson. E.M. 1974. *Hidrologi Teknik*. London : The Mac Milan Press L