

## PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE DAN PENAMBAHAN BANGUNAN RAMAH LINGKUNGAN PADA KAWASAN PEMUKIMAN KECAMATAN XX – KABUPATEN XX

Nunung Lutfiyah Agustinarsih<sup>1</sup>, Suhartono<sup>2</sup>, Mohammad Zenurianto<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>  
[nununglutfiyah8@gmail.com](mailto:nununglutfiyah8@gmail.com)<sup>1</sup>, [tonohartono021@gmail.com](mailto:tonohartono021@gmail.com)<sup>2</sup>, [mzenurianto@polinema.ac.id](mailto:mzenurianto@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Permasalahan genangan pada wilayah kajian ditambah dengan saluran drainase yang tersedia tidak berfungsi secara maksimal akibat adanya sedimen serta luapan sungai marmoyo yang sudah tidak mampu menampung aliran air menjadi penyebab banjir pada kawasan tersebut. Dalam hal ini diperlukan evaluasi pada saluran drainase yang ada dengan dilakukan analisa hidrologi dan hidrolika. Berdasarkan hasil perhitungan didapat curah hujan rancangan pada kala ulang 5 tahun sebesar 77.06 mm/hari dimensi saluran rencana terkecil 0.6 m x 0.3 m dan dimensi terbesar 1.60 m x 0.8 m dimensi bangunan penunjang sumbu resapan diameter 1 m dan kedalaman 1.5 m. Rencana anggaran biaya sebesar Rp. 9,364,975,000.00. waktu pelaksanaan 26 minggu.

**Kata kunci** : drainase; sumur resapan; anggaran

### ABSTRACT

*The problem of inundation in the study area coupled with the available drainage channels is not functioning optimally due to the presence of sediment and the overflow of the Marmoyo river that has been unable to accommodate the flow of water to be the cause of flooding in the area. In this case, it's necessary to evaluate the existing drainage channel is required by hidrological and hydraulic analysis. Based on the calculation result rainfall design at the time of the 5-year return period is 77.06 mm/day the smallest plan channel dimensions are 0.6 m x 0.3 m and the largest dimensions are 1.60 m x 0.8 m dimensions of the infiltration well supporting building with a diameter of 1 m and a depth of 1.5 m. The budget plans is Rp. 9,364,975,000.00. Implementation time of 26 weeks.*

**Keywords** : drainage; infiltration well; budget

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang menyebabkan perubahan tata guna lahan sehingga daerah resapan air semakin berkurang menjadi salah satu pemicu terjadinya banjir pada wilayah kajian, sehingga dilakukan evaluasi pada saluran drainase eksisting dan penambahan bangunan ramah lingkungan supaya limpasan air bisa meresap sebagai cadangan air tanah.

### Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam perencanaan skripsi ini antara lain:

1. Mendapatkan curah hujan rancangan pada wilayah Kecamatan Kudu pada kala ulang 5 tahun.

2. Menghitung perbandingan kapasitas eksisting dan limpasan
3. Mengetahui dimensi rencana bangunan utama dan penunjang dapa rancangan system drainase dengan sumur resapan di wilayah Kecamatan Kudu.
4. Mengetahui besar biaya untuk mendesain saluran drainase pada wilayah Kecamatan Kudu

## 2. METODE

Dalam penyusunan Skripsi ini dibutuhkan metode untuk mendapatkan analisa yang sesuai dengan data yang tersedia. Data yang dibutuhkan untuk perencanaan drainase antara lain :

1. Data Primer yang merupakan data yang didapat dari survey secara langsung ke tempat penelitian, berupa :
  - Data eksisting saluran
  - Data dimensi saluran eksisting
  - Data tinggi muka iar tanah
2. Data Sekundet yang merupakan data yang didapat melalui instansi terkait maupun web instansi terkait, berupa :
  - Data curah hujan 10 tahun terakhir dari 3 stasiun yang berbeda
  - Data jumlah penduduk
  - HSP
  - Data permeabilitas tanah
  - Data peta topografi

**Pengujian Hidrologi**

Pengujian pada data hidrologi dimaksudkan agar data hujan yang digunakan sebagai dasar pada analisis konsisten. Dalam pengujian data hidrologi digunakan :

1. Uji Konsistensi
 

Uji konsistensi dilakukan untuk memastikan bahwa data hujan telah konsisten. Uji konsistensi dilakukan dengan menggunakan Kurva Massa Ganda yaitu menghitung kumulatif data hujan sepuluh tahun terakhir dari satu stasiun kemudian dibandingkan dengan kumulatif data hujan dari stasiun lain.
2. Curah Hujan Rata – rata Daerah
 

Pada pengujian curah hujan rerata daerah menggunakan metode rata – rata aljabar dengan rumus :

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

  - $\bar{d}$  = Curah Hujan rata-rata daerah
  - $d_i$  = Curah Hujan dari stasiun i
  - n = Jumlah data

**Penentuan Kala Ulang Perencanaan**

Kala ulang ditentukan berdasarkan tabel di bawah ini :

**Tabel 1.** Kala Ulang Berdasarkan Jenis Bangunan

No.	Jenis Lahan	Periode Ulang (Tahun)
1.	Jalan Tol	10
2.	Jalan Arteri	10
3.	Jalan Kolektor	10
4.	Jalan Biasa	10

5.	Perumahan	2 – 5
6.	Pusat Perdagangan	2 – 10
7.	Pusat Bisnis	2 – 10
8.	Landasan Terbang	5

(Sumber : Notodiharho, 1998)

**Curah Hujan Rancangan**

Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode distribusi *Log Pearson Type III* dengan memperhatikan parameter statistic pada Cs dan Ck sesuai pada rumus :

$$Cs = \frac{n \sum (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2)$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum (xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- Cs = koefisien kepengcengan
- Ck = Koefisien kepuncakan
- Xi = Data hujan ke-i
- n = Jumlah data
- S = Standar deviasi

Pada distribusi *Log Pearson Tipe III* data diubah terlebih dahulu dalam bentuk logaritma dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Log } X_{ranc} = \text{Log } \bar{X} + G.S \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- $X_{ranc}$  = Curah hujan rancangan (mm/hari)
- x = Data curah hujan (mm/hari)
- $\bar{X}$  = Rata – rata data curah hujan (mm/hari)
- G = Nilai konstanta berdasarkan kala ulang dan Cs (tabel)
- S = standar deviasi (mm/hari)

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Untuk mengukur tingkat kesesuaian data hujan yang didapat dari penggambaran hubungan data hujan empiris dan curah hujan rancangan dengan peluang diatas kertas distribusi. Simpangan horizontal diuji Sirmov – Kolmogorof sedangkan simpangan vertikal diuji dengan uji Chi – Square, nilai simpangan total diperhitungkan dengan persamaan :

$$X^2_{hit} = \frac{\sum (d_{empiris} - d_{teoritis})^2}{d_{teoritis}} \dots\dots\dots (5)$$

**Waktu Konsentrasi Hujan**

Waktu konsentrasi terdiri dari nilai  $t_0$  dan  $t_d$  sehingga dapat dihitung dengan rumor :

$$t_c = t_0 + t_d \dots\dots\dots (6)$$

keterangan :

- $t_c$  = waktu konsentrasi
- $t_0$  = waktu terlama yang dibutuhkan oleh air hujan mengalir di atas permukaan tanah
- $t_d$  = waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran

Nilai  $t_c$  dan  $t_d$  dirumuskan sebagai berikut :

$$t_c = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{x}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots (7)$$

$$t_d = \frac{L_d}{60V} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- $L_0$  = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- $n$  = angka kekasaran Manning
- $s$  = kemiringan medan lintasan
- $L_d$  = panjang saluran/ sungai (m)
- $V$  = kecepatan aliran ideal saluran (m/detik)

### Intensitas Hujan

Menurut mononobe, intensitas curah hujan dapat diperhitungkan dengan rumus :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

- $R_{24}$  = curah hujan rancangan (mm/hari)
- $t_c$  = waktu konsentrasi (menit)

### Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung menggunakan rumor rasional sebagai berikut :

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

- $Q$  = debit banjir rancangan (m<sup>3</sup>/detik)
- $C$  = koefisien pengairan
- $I$  = intensitas curah hujan (mm/hari)
- $A$  = luas daerah pengaliran

### Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika merupakan analisa yang digunakan untuk menentukan dimensi saluran drainase. Untuk penampang saluran berbentuk persegi dengan lebar  $B$  dan kedalaman air  $h$  nilai luas penampang ( $A$ ) dan keliling ( $P$ ) dapat dihitung dengan rumus :

$$A = B \times h \dots\dots\dots (11)$$

$$P = B + 2h \dots\dots\dots (12)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (13)$$

### Kecepatan Saluran

Dalam perhitungan kecepatan saluran menggunakan metode Manning dengan rumus antara lain:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

- $V$  = keterangan rata-rata dalam saluran (m/dtk)
- $n$  = koefisien kekasaran manning
- $R$  = jari – jari hidrolis (m)
- $S$  = kemiringan dasar saluran

Parameter dalam menentukan jenis kecepatan aliran dinyatakan dalam bilangan Froude ( $Fr$ ) (Suripin, 2003) :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

- $V$  = kecepatan aliran (m/dtk)
- $h$  = Kedalaman aliran (m)
- $g$  = Percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

### Sumur Resapan

Perhitungan kedalaman sumur resapan menggunakan rumus dasar keseimbangan (Sunyoto, 1987)

$$H = \frac{Q}{FK} \left( 1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right) \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan :

- $H$  = tinggi muka air dalam sumur (m)
- $F$  = faktor geometrik (m)
- $Q$  = debit air masuk (m<sup>3</sup>/dt)
- $T$  = waktu pengaliran
- $K$  = koefisien permeabilitas tanah (m/dt)
- $R$  = jari-jari sumur (m)

### Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui uang yang dikeluarkan saat pelaksanaan. Secara umum RAB dapat dihitung dengan rumus :

$$RAB = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \dots\dots (17)$$

### Penjadwaan

Perjadwalan disusun untuk mengatur rencana kerja dari suatu unit pekerjaan, dari penjadwalan ini didapat gambaran lama pekerjaan yang akan dilaksanakan serta pekerjaan yang saling terkait satu dengan yang lainnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan data hujan 10 tahun terakhir dari 3 stasiun yang berbeda untuk menghitung besar Curah Hujan Rancangan dan Intensitas Hujan.

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

Tahun	Stasiun Tgl. Hujan Maks.	d Ploso	d Tapen	d Kabuh	d Rata-rata	d
2018	11 - Maret	<b>78</b>	50	38	55.33	52.00
	1 - Desember	28	<b>79</b>	66	57.67	
	10 - Februari	29	16	<b>84</b>	43.00	
2017	31 - Maret	<b>98</b>	84	38	73.33	72.67
	24 - April	37	<b>150</b>	72	86.33	
	20 - Februari	49	41	<b>85</b>	58.33	
2016	22 - Januari	<b>101</b>	28	40	56.33	76.00
	12 - Maret	66	<b>107</b>	88	87.00	
	3 - Oktober	57	94	<b>103</b>	84.67	
2015	2 - Desember	<b>112.65</b>	12	14	46.22	52.79
	21 - Maret	23	<b>60</b>	58	47.00	
	12 - Februari	41	54.5	<b>100</b>	65.17	
2014	6 - Maret	<b>102.94</b>	30	6	46.31	58.60
	3 - Maret	35	<b>103.00</b>	5	47.67	
	19 - Desember	81	86.5	<b>78.00</b>	81.83	
2013	20 - Januari	<b>126.25</b>	93.7	51	90.32	74.43
	18 - Maret	18	<b>124.60</b>	74.3	72.30	
	4 - Maret	44.5	77.4	<b>60.16</b>	60.69	
2012	18 - Oktober	<b>85.5</b>	0	14	33.17	66.46
	5 - April	43.2	<b>93.1</b>	133	89.77	
	5 - April	43.2	93.1	<b>93.04</b>	76.45	
2011	16 - Nopember	<b>95</b>	62	21	59.33	70.46
	16 - April	35	<b>92</b>	74	67.00	
	2 - April	80	80	<b>95.14</b>	85.05	
2010	19 - Oktober	<b>123</b>	26	96	81.67	72.24
	15 - Oktober	97	<b>85</b>	19	67.00	
	13 - Februari	60	42	<b>102.13</b>	68.04	
2009	22 - Nopember	<b>124</b>	57	94	91.67	83.73
	27 - Februari	62	<b>105</b>	53	73.33	
	5 - Maret	115	68	<b>75.55</b>	86.18	

**Curah Hujan Rancangan**

Curah hujan rancangan di uji dengan menggunakan metode Log Pearson Type III dengan kala ulang perencanaan 5 tahun sehingga didapat nilai curah hujan rancangan sebesar 77.055 mm/hari

**Tabel 3.** Perhitungan Distribusi Frekuensi Metode Log Pearson Type III

Tr	P	Drancangan
1.01	99%	43.064
2	50%	68.436
5	20%	77.055
10	10%	81.171
25	4%	85.223

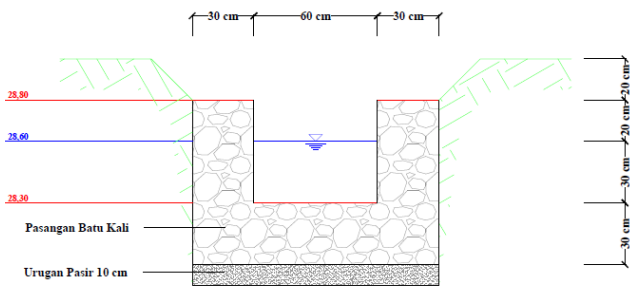
Sumber : Perhitungan

**Debit Banjir Rancangan**

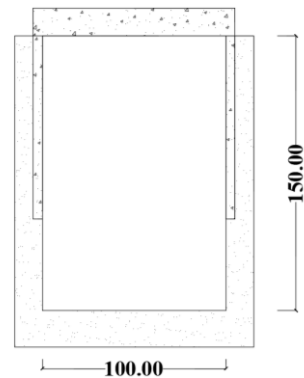
Dari hasil perhitungan berupa debit kumulatif Q blok pemukiman, Q jalan dan Q limbah sehingga didapat debit yang dialirkan pada saluran 1 – 2 sebesar 0.517 m<sup>3</sup>/dtk dengan intensitas curah hujan pada saluran tersebut sebesar 0.000022 m/s pada blok pemukiman dan I = 0.000036 m/s.

**Dimensi Saluran**

Penampang saluran direncanakan dengan bentuk persegi dengan persamaan  $b = 2h$  dengan bahan saluran yaitu pasangan batu kali. Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi yang dapat menampung limpasan dengan lebar (b) dan tinggi (h) antara lain : 0.60 m x 0.3 m, 0.8 m x 0.4 m, 1.00 m x 0.5 m, 1.20 m x 0.6 m, 1.40 m x 0.7 m, 1.60 m x 0.8 m dengan tipe saluran terbuka.



Gambar 1. Potongan Melintang Saluran 32 – 31



Gambar 2. Potongan Melintang Sumur Resapan

### Sumur Resapan

Sumur resapan digunakan untuk mengurangi beban dari debit yang dibawa oleh saluran drainase. hasil perhitungan antara lain :

1. Debit air hujan pada rumah didapat sebesar  $0.0063 \text{ m}^3$ .
2. Jari – jari sumur direncanakan  $0.5 \text{ m}$ .
3. Tinggi muka air (H) dalam sumur resapan sebesar  $1.12 \text{ m}$ , sehingga direncanakan kedalaman sumur sedalam  $1.5 \text{ m}$ .
4. Daya resap sumur sebesar  $0.00451$ .
5. Dan didapatkan deit yang masuk kedalam sumur resapan sebesar  $0.00175 \text{ m}^3/\text{dtk}$

### Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan volume pada masing – masing pekerjaan dan analisa harga satuan diperoleh anggaran biaya pada perencanaan ulang saluran drainase dan sumur resapan sebesar Rp. 9,364,975,000.00.

### Penjadwalan

Waktu yang diperlukan untuk merencanakan ulang saluran drainase berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan waktu selama 26 minggu atau 156 hari kerja.

Tabel 4. Kurva S Penjadwalan

No.	Uraian Pekerjaan	Bobot %	BULAN I				BULAN II				BULAN III				BULAN IV				BULAN V				BULAN VI				BULAN VII		
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	
1	Pekerjaan Persiapan																												
	Pembersihan	Rp 126.832.836.90	1.489765081	0.745																									
	Pembongkaran	Rp 194.648.994.00	2.286326497	0.573	0.573	0.573	0.573																						
	Pemasangan Bowplank	Rp 34.295.052.00	0.402826052																										
2	Pekerjaan Tanah																												
	Pekerjaan Galian Tanah	Rp 1.302.600.891.75	15.30021224				1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53											
	Pekerjaan Pasir Urug	Rp 266.208.446.24	3.12685624																1.563	1.5634									
3	Pekerjaan Pemasangan																												
	Pemasangan Batu Kali	Rp 5.805.488.705.28	68.19065601																				9.7415	9.7415	9.7415	9.742	9.742	9.742	
	Pekerjaan Tump Georog-Georog dan Sumur Resapan	Rp 31.308.353.53	0.60266484																				0.6027						
	Pekerjaan Sumur Resapan	Rp 135.445.068.00	1.590923436																				0.7059	0.7955					
4	Pekerjaan Finishing																												
	Sistem batu kali	Rp 596.784.672.00	7.009769607																								2.337	2.3366	
	Jumlah	Rp 8.513.613.220.60	100																								2.337	2.3366	
	Kemajuan Persewaan			0.745	1.316	0.572	0.572	0.773	0.201	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	3.093	2.3589	10.537	10.344	9.7415	9.742	9.742	9.742	12.08	2.3366		
	Kemajuan Konstratif			0.745	2.061	2.633	3.205	3.978	4.179	5.709	7.239	8.769	10.3	11.83	13.36	14.89	16.42	17.95	21.04	23.401	33.938	44.283	54.024	63.77	73.51	83.25	95.33	97.663	

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah dianalisis, kesimpulan dari penelitian ini bahwa:

1. Curah hujan rancangan pada kala ulang 5 tahun sebesar  $77.06 \text{ mm/hari}$
2. Kapasitas saluran drainase eksisting yang mampu menampung debit limpasan sebesar 30% dan dibutuhkan 15% saluran baru serta 55% saluran yang harus direncanakan ulang agar bisa menampung debit lipasan maksimum.
3. Dimensi rencana saluran drainase yang dapat menampung debit limpasan pada kawasan pemukiman di Kecamatan Kudu Kabupaten Jombang dengan lebar (b) dan tinggi (h) antara lain :  $0.60 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$ ,  $0.8 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ ,  $1.00 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ ,  $1.20 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$ ,  $1.40 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$ ,

$1.60 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$  dengan tipe saluran terbuka serta dimensi saluran penunjang berupa sumur resapan dengan diameter  $1 \text{ m}$  dan kedalaman  $1.5 \text{ m}$ .

4. Biaya yang diperlukan untuk membangun ulang saluran drainase pada kawasan pemukiman di Kecamatan Kudu Kabupaten Jombang sebesar Rp. 9,364,975,000.00.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggrahini. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Surabaya: Citra Media

[2] Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Saluran KP-03 1986*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

[3] Chow, Ven Te. 1997. *Open Channel Hydraulics. Terjemahan E.V Nensi Rosalina*. Jakarta: Erlangga.

- [4] Cipta Karya. 2013. *Buku Panduan Drainase Berbasis Masyarakat*
- [5] Hartono, Tony. 1996. *Program Analisa dan Perencanaan Dimensi saluran.*
- [6] Hasmar, Halim. 2002. *Drainase Perkotaan.* Yogyakarta : UII Press.
- [7] Ibrahim, H. bachtiar. 1993. *Rencana dan Estimate Real of Cost.* Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Loebis. 1987. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air.* Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [9] Mukomoko J. A. 1985. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan.* Jakarta: Gaya Media Pratama.
- [10] Mustofa, M. J., Kusumaastuti, D. I., & Romdania, Y. (2015). *Analisis hidrologi dan hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju hilir Kotabumi (menggunakan program HEC-RAS).* Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 3(2), 303-312.
- [11] Rurung, M. A., Riogilang, H., & Hendratta, L. a. (2019). *Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan Wenwin-Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa.* Jurnal Sipil Statistik, 7(2).
- [12] Setiabudi,B. (2009). *Perencanaan Banjir dan Penurunan Muka Air Tanah dengan Sumur Resapan.* Metana, 6(01).
- [13] Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik.* Surabaya : Usaha Nasional.
- [14] Soeparman, dan Suparmin. 2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair.* Jakarta: ECG
- [15] Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Yogyakarta: Andi Press.
- [16] Togi. 1996. *Bahan Penataran Teknik Sipil tentang Drainase Perkotaan.* Jakarta: Penerbit Universitas Gunadarma.
- [17] Triatmodjo, Bambang. 2008a. *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta: Beta Offset.
- [18] Wigati, R., & Ichwan, R. (2017). *Teknologi Sumur Resapan Dalam Kajian Pemaparan Hidrograf Banjir Sub Das Ciujung.* JURNAL FONDASI, 3(1).
- [19] Chendratama, E., Wibawa, I. P. D. A., Sriyana, S., & Pranoto, S. (2013). *Perencanaan Normalisasi Sungai Blukar Kabupaten Kendal.* JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, 2(2), 228-240.