

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DAN IPAL DI JALAN RAYA NEYAMA – BESUKI KABUPATEN TULUNGAGUNG

Bagaskara Dharma Putra Priska Anggara¹, Winda Harsanti², Taufiq Rochman³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: bagaskara.dharma19@gmail.com; winda.harsanti@polinema.ac.id; taufiq.rochman@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pada Jl. Raya Neyama – Besuki Kabupaten Tulungagung sering terjadi genangan air bahkan rumah warga sekitar pun juga tergenang air. Hal ini disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang tidak cukup menampung debit limpasan air hujan, banyaknya sampah yang menyumbat saluran, dan terdapat beberapa limbah industri yang langsung menuju ke saluran. Perencanaan ini dibuat untuk menghitung debit air hujan, menghitung debit limbah, evaluasi dimensi lama dan menghitung dimensi baru saluran drainase, menghitung dimensi dan kebutuhan saluran IPAL, menghitung struktur bangunan IPAL, serta menghitung RAB. Data yang dibutuhkan antara lain data peta situasi, data curah hujan dari 3 stasiun hujan terdekat yaitu Besuki, Bandung, dan Song Jambu II Tahun 2011 -2020, dan HSPK Kabupaten Tulungagung Tahun 2020. Perencanaan drainase yang perlu dilakukan yaitu menghitung uji konsistensi, menghitung curah hujan daerah, menghitung curah hujan rancangan, menguji kecocokan data, menghitung waktu konsentrasi, menghitung intensitas curah hujan, menghitung debit banjir rancangan, dan menghitung dimensi saluran drainase. Sedangkan langkah untuk perencanaan IPAL yaitu menghitung debit air limbah dan menentukan kapasitas IPAL. Kemudian dilakukan perhitungan volume, harga satuan pekerjaan dan RAB. Dimensi saluran terbesar trapesium memiliki lebar atas 2 m, lebar bawah 1,2 m, tinggi 0,7 m. Saluran berbentuk persegi dengan dimensi terbesar yaitu 2 m x 0,8 m. Hasil dari perhitungan IPAL membutuhkan 3 IPAL dengan kapasitas yang berbeda yaitu, IPAL 1 dengan kapasitas 4 m³, IPAL 2 dan IPAL 3 dengan kapasitas 12 m³. Pipa pembawa yang digunakan ukuran Ø 4 inchi. Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan ulang saluran drainase maka dapat disimpulkan besarnya biaya perencanaan ulang drainase dan IPAL adalah Rp. 2.322.317.192.

Kata kunci : Drainase; Instalasi Pengolahan Air Limbah; Rencana Anggaran Biaya

ABSTRACT

On Jl. Raya Neyama – Besuki, Tulungagung Regency, there are frequent inundation of water, even the houses of local residents are also flooded. This is due to the insufficient capacity of the drainage channel to accommodate the runoff of rainwater, the amount of garbage that clogs the channel, and there are some industrial wastes that go directly to the channel. This plan is made to calculate rainwater discharge, calculate waste discharge, evaluate old dimensions and calculate new dimensions of drainage channels, calculate dimensions and needs of WWTP, calculate WWTP building structures, and calculate budget plan. The data needed are situation map data, rainfall data from the 3 closest rain stations, namely Besuki, Bandung, and Song Jambu II in 2011-2020, and the price of the main unit of activity (HSPK) Tulungagung Regency in 2020. Drainage planning that needs to be done is calculating consistency tests, regional rainfall, design rainfall, homogeneity test, concentration time, rainfall intensity, design flood discharge, and drainage channel dimensions. While the steps for planning the WWTP are calculating the wastewater discharge and determining the capacity of the WWTP. Then do the calculation of volume, unit price of work and budget lan. The dimensions of the largest trapezoidal channel have a top width of 2 m, a bottom width of 1.2m, height of 0.7m. The channel is square with the largest dimension of 2 m x 0.8 m. The results of the calculation of WWTP require 3 WWTPs with different capacities, namely, WWTP 1 with a capacity of 4 m³, WWTP 2 and WWTP 3 with a capacity of 12 m³. The carrier pipe used is 4 inches in size. Based on the results of the calculation of the redesign of the drainage channel, it can be concluded that the cost of redesign the drainage and WWTP is Rp. 2,322,317,192.

Keywords : Drainage, Wastewater Treatment Plant, Budget Plan

1. PENDAHULUAN

Masalah banjir pada pemukiman padat penduduk memang menjadi hal yang umum di kalangan masyarakat. Banjir merupakan kejadian alam dimana suatu daerah yang biasanya kering menjadi terendam air. Banjir terjadi karena banyak hal, seperti hujan yang terjadi secara terus menerus, meluapnya air sungai, danau atau lautan.

Terdapat beberapa daerah di Indonesia yang terdampak banjir, salah satunya di Kabupaten Tulungagung. Intensitas hujan beberapa tahun terakhir cukup tinggi, dilansir dari sumber media berita pada tahun 2019 beberapa kecamatan di Kabupaten Tulungagung terendam banjir. Hal ini menyebabkan ruas jalan di Jalan Raya Neyama – Besuki tergenang air, tidak hanya ruas jalan tersebut yang tergenang air, rumah warga sekitar pun juga tergenang air. Hal ini disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang tidak cukup menampung debit limpasan air hujan, banyaknya sampah yang menyumbat saluran, tidak adanya saluran drainase di beberapa ruas jalan tersebut, terdapat beberapa limbah warga yang langsung menuju ke saluran dan tidak melalui pengolahan limbah terlebih dahulu.

Dengan adanya permasalahan ini, perlu dilakukan perencanaan ulang saluran drainase yang mampu mengatasi masalah banjir di Jalan Raya Neyama - Besuki, maka penulis membuat judul “Perencanaan Ulang Sistem Drainase dan IPAL Di Jalan Raya Neyama – Besuki Kabupaten Tulungagung”.

2. METODE

Perencanaan ulang sistem drainase ini berlokasi di ruas Jalan Raya Neyama – Besuki Kabupaten Tulungagung, dengan panjang penanganan 3,1 km. Dengan data primer yang digunakan diperoleh dari survey kondisi eksisting saluran drainase di lapangan serta data sekunder yaitu peta situasi, HSPK Kabupaten Tulungagung, dan data curah hujan 3 stasiun terdekat selama 10 tahun terakhir dari tahun 2011-2020, yakni Stasiun Besuki, Bandung, dan Song Jambu II.

Uji Konsistensi Data

Metode yang digunakan dalam uji konsistensi menggunakan metode analisis kurva massa ganda. Data yang digunakan yaitu data kumulatif sehingga membentuk garis linier. Uji konsistensi dapat dilakukan dengan langkah berikut :

- a. Menentukan satu stasiun utama dan stasiun lainnya sebagai pembanding
- b. Menghitung kumulatif data curah hujan pada stasiun utama (dy) lalu hitung rata-rata data curah hujan dan kumulatif stasiun-stasiun pembandingnya (dx)

- c. Membuat grafik lengkung massa ganda dengan (dx) sebagai sumbu absis dan (dy) sebagai sumbu ordinat
- d. Menentukan trend baru dan trend lama. Trend baru (m1) merupakan data yang diasumsikan dalam garis lurus, sedangkan trend lama (m2) data tidak dalam garis lurus. Untuk menghitung nilai gradient dari trend baru dan trend lama dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$m = \frac{[(n\sum xi.yi) - (\sum xi.\sum yi)]}{[(n\sum xi^2) - (\sum xi)^2]} \tag{1}$$
- e. Menghitung nilai faktor koreksi menggunakan rumus :

$$f = \frac{m1}{m2} \tag{2}$$
- f. Mengkoreksi data dengan cara mengalikan data yang diasumsikan tidak dalam garis lurus dengan faktor koreksi lalu membuat grafik datanya.

Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan rata-rata daerah menggunakan metode aljabar dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \tag{3}$$

Dimana:

- \bar{X} : Curah hujan rata-rata daerah (mm)
- Xi : Curah hujan dari stasiun i (mm)
- n : Jumlah stasiun

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Distribusi curah hujan rancangan dapat menggunakan metode *Gumbel Tipe 1* atau *Log Pearson III*. Untuk masing-masing metode memiliki syarat seperti yang diberikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai Cs dan Ck sesuai dengan nilai distribusi.

NO	Jenis Sebaran	Syarat
1	<i>Gumbel Tipe 1</i>	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
2	<i>Log Pearson</i>	Cs ≠ 0

Sumber: Soemarto, 1987

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot Sd^4} \tag{4}$$

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot Sd^3} \tag{5}$$

Keterangan :

- Ck = Koefisien kepuncakan
- Cs = Koefisien kepencengan
- \bar{X} = Rerata data hujan (mm)
- Sd = Standar deviasi
- X = Data hujan (mm)
- n = Jumlah data

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi (*goodness of fit test*) diperlukan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan dengan distribusi teoritis tertentu.

a. Metode *Smirnov-Kolmogorov*

$$|\Delta P| = |P_{empiris} - P_{teoritis}| \quad (6)$$

Jika nilai $\Delta P < D_o$ maka nilai peluang pada simpangan horizontal sesuai. $D_o = 41\%$ dengan nilai $n = 10$ dan nilai $\alpha = 0,05$

b. Metode *Chi - Square*

$$X^2_{hit} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{empiris} - X_{teoritis})^2}{X_{teoritis}} \quad (7)$$

Keterangan :

X^2_{hit} = Parameter *Chi - Square*

$X_{teoritis}$ = X berdasarkan teoritis

$X_{empiris}$ = X berdasarkan kertas distribusi

Jika nilai $X^2_{hit} < X^2_{tabel}$ maka nilai distribusi vertikal sesuai. Dengan nilai $\alpha = 0,05$ dan jumlah data sebanyak 10, didapatkan nilai X^2_{tabel} sebesar 14,067

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan kederasan hujan per satuan waktu. Menurut (Suripin,2003) jika data hujan yaitu data harian, maka perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan menggunakan rumus mononobe, berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (8)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R24 = curah hujan maksimum (mm)

tc = Waktu konsentrasi (jam)

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (tc). Langkah awal dalam perhitungan tc yaitu dengan lebih dahulu menghitung waktu air mengalir di area limpasan.

$$tc = t_0 + t_d \quad (9)$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \quad (10)$$

$$tc = \frac{Ls}{60v} \quad (11)$$

Keterangan :

t_0 = Waktu air hujan masuk ke saluran (menit)

nd = Koefisien hambatan (manning)

nd = 0,013 (permukaan lapisan semen dan beton aspal)

S = Kemiringan lahan (%)

L_0 = Panjang lintasan aliran pada permukaan lahan (m)

tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

t_d = Waktu air dari hulu sampai ke hilir saluran (menit)

Ls = Panjang lintasan aliran dalam saluran (m)

v = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

v = 1,5 m/detik (untuk saluran beton)

Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit rancangan dihitung menggunakan metode rasional dengan rumus :

$$Q = 0,002778 C x I x A \quad (12)$$

Keterangan :

Q = Debit banjir rancangan (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran

C jalan = 0,8 (perkerasan aspal dan beton)

C pemukiman = 0,4 (perkampungan)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (m²)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran menggunakan rumus aliran seragam dengan asumsi memiliki kecepatan konstan terhadap jarak. Rumus unsur - unsur geometris penampang persegi sebagai berikut :

$$A = b x h \quad (13)$$

$$P = b + 2h \quad (14)$$

$$R = A/P \quad (15)$$

Dimana :

A = luas penampang saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

R = jari - jari hidrolis (m)

b = lebar saluran (m)

h = tinggi air dalam saluran (m)

Perhitungan kecepatan menggunakan rumus manning :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{s} \quad (16)$$

Dimana :

s = kemiringan dasar saluran

R = Jari -jari hidrolis

n = kekasaran manning

n beton = 0,015

n pas. batu kali = 0,024

Instalasi Pengolahan Air Limbah

Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat dimana terdapat bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan (Karyadi, 2010). Jumlah penduduk pada suatu kawasan menentukan pemilihan kapasitas IPAL yang tepat. Spesifikasi dan kapasitas IPAL diberikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Teknis IPAL Fiber

Type	SPESIFIKASI						
	Volume m ³	Kapasitas Penghuni			Ukuran		
		(orang)			P	L	T
RC-2	2	10	-	20	1,7	1,1	1,1
RC-3	3	12	-	25	2	1,16	1,27
RC-4	4	15	-	30	2,5	1,2	1,38
RC-5	5	20	-	40	3	1,2	1,4
RC-6	6	25	-	50	2,55	1,25	1,75
RC-7	7	30	-	60	2,8	1,1	2,2
RC-8	8	35	-	70	2,95	1,25	1,75
RC-9	9	40	-	80	3,5	1,25	1,75
RC-10	10	45	-	90	3,95	1,25	1,75
RC-12	12	55	-	110	3	2	2,25
RC-16	16	80	-	160	3,15	2,15	2,25
RC-20	20	100	-	200	4,15	2,15	2,25
RC-25	25	125	-	250	5,35	2,15	2,25

Sumber: PT. Biofive Sejahtera Indonesia

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek konstruksi.

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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

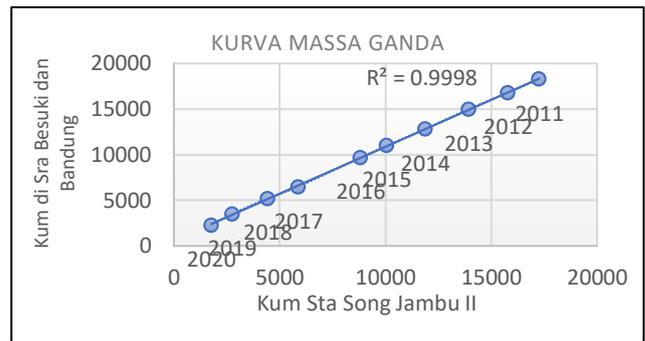
Uji konsistensi

Dari hasil perhitungsn uji konsistensi data terhadap 3 stasiun hujan menunjukan nilai kemiringan garis linier yaitu R² lebih dari atau sama dengan 0,99 yang berarti data dinyatakan konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi. Seperti contoh yang diberikan berikut.

Tabel 3. Uji konsistensi Pada Stasiun Song Jambu II Terhadap Staisun Besuki Dan Stasiun Bandung

Tahun	Nilai Total Curah Hujan Setahun (mm)					
	dx (Sta. So ng Jambu II)	Kum dx(Sta Song Jambu II)	di			
			Besuki	Bandun g	Rata-Rata Besuki & Bandung	Kumulatif (Besuki & Bandung)
2020	1765	1765	2618	1939	2278,5	2278,5
2019	989,5	2755	1316	1165	1240,5	3519
2018	1679,5	4434	1878	1516,5	1697,25	5216,25
2017	1454	5888	1101	1458,5	1279,75	6496
2016	2938,7	8827	3668,5	2695,9	3182,2	9678,2
2015	1231,5	10058	1457,4	1172,5	1315	10993,2
2014	1822	11880	2109,9	1535	1822	12815,6
2013	2051,7	13932	2512,5	1873,3	2193	15008,5
2012	1859	15791	1977,8	1560,1	1769	16777,5
2011	1473	17264	1768	1234	1501,0	18278

Sumber: Perhitungan



Gambar 1. Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Song Jambu II terhadap Stasiun Besuki dan Bandung

Curah Hujan Daerah

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai curah hujan rata rata maksimum selama 10 tahun dari 3 stasiun yang akan digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan. Seperti yang diberikan pada tabel berikut :

Tabel 4. Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah

Tahun	Xmax (mm)
2020	112,00
2019	66,67
2018	118,00
2017	48,63
2016	129,00
2015	96,67
2014	66,67
2013	72,17
2012	92,33
2011	80,33

Sumber: Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan didapatkan nilai Cs = 0,17 dan nilai Ck = 3,03 maka perhitungan curah hujan rancangan menggunakan uji distribusi Gumbel Tipe I, diperoleh besaran curah dengan kala ulang 2 tahun sebesar 84,742 mm/hari.

Debit Banjir Rancangan

Luas daerah pengaliran (A) jalan 200 m² dan pemukiman 5423 m². Maka dari hasil perhitungan debit air hujan pada

saluran yaitu sebesar 0,0184 m³/dt untuk Q jalan dan 0,137 m³/dt untuk Q pemukiman.

Debit Air Kotor

Jumlah penghuni tiap rumah diasumsikan 4 orang. Jumlah pemukiman 10 unit rumah. Daerah pemukiman dengan rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal.

$$Q \text{ air kotor/orang} = 300 \text{ liter/orang/hari} = 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang}/\text{dt}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = \text{jumlah pemukiman} \times \text{penghuni} = 10 \text{ rumah} \times 3 \text{ orang} = 30 \text{ orang}$$

$$Q \text{ air kotor} = 0,00000347 \times 30 = 0,000104 \text{ m}^3/\text{dt}$$

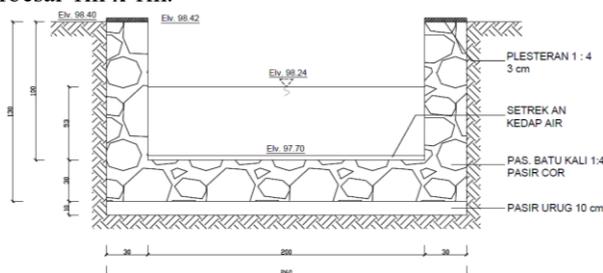
Dari hasil perhitungan diperoleh debit total yang merupakan kumulatif dari Q jalan, Q pemukiman, dan Q limbah. Dalam penelitian direncanakan 5 saluran sungai pembuangan untuk drainase sepanjang 3,1 km di kanan dan kiri jalan. Dimana debit maksimum yang mampu ditampung di saluran sebelah kiri sebesar 0,7763 m³/dt dan di saluran sebelah kanan 1,0191 m³/dt.

Dimensi Saluran Lama

Berdasarkan hasil survey didapatkan hasil bahwa tidak semua saluran diredesain, hanya beberapa saluran saja yang dapat menampung debit limpasan dari jalan dan debit air kotor pemukiman. Panjang saluran yang perlu diredesain yaitu saluran kiri sepanjang 1278,47 m dan saluran kanan sepanjang 1100 m. Total keseluruhan saluran yang diredesain yaitu 2378,47 m.

Dimensi Saluran Baru

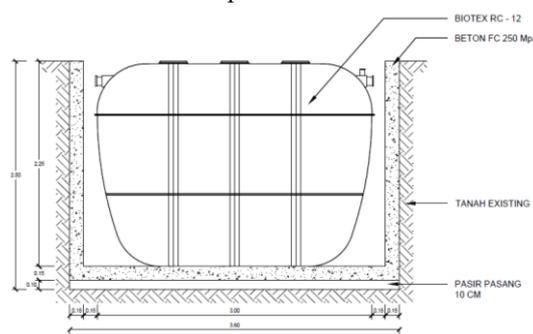
Terdapat 2 penampang saluran pada perencanaan ini yaitu bentuk trapesium dan persegi. Bahan saluran menggunakan pasangan batu kali dan beton acian. Dari hasil perhitungan diperoleh penampang dengan dimensi terbesar trapesium memiliki lebar atas 2 m, lebar bawah 1,2 m, tinggi saluran 0,7 m. Beberapa saluran berbentuk persegi dengan dimensi terbesar yaitu lebar 2 m dan tinggi 0,8 m. Saluran gorong gorong menggunakan beton precast U ditch dengan dimensi terbesar 1m x 1m.



Gambar 2. Penampang Melintang Saluran

Instalasi Pengolahan Air Limbah

IPAL dipilih sebagai bangunan pelengkap yang berfungsi mengolah air limbah industri menjadi air bersih sebelum menuju ke saluran drainase. Dari hasil perhitungan IPAL untuk debit limbah yang ada di industri didapatkan jumlah IPAL sebesar 3 buah IPAL yaitu IPAL 1 berkapasitas 4 m³, IPAL 2 dan IPAL 3 berkapasitas 12 m³.



Gambar 2. IPAL kapasitas 12m³

Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan volume pekerjaan dan analisa harga satuan diperoleh rencana anggaran biaya untuk perencanaan ulang drainase sebesar Rp. 2.322.317.192

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran pada Jalan Raya Neyama - Besuki Kabupaten Tulungagung didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Debit rancangan yang digunakan adalah kala ulang 2 tahun sebesar 84,742 mm/hari.
2. Debit yang harus ditampung saluran drainase bervariasi dimulai dari debit terkecil yaitu 0,0674 m³/dt hingga debit terbesar yaitu 1,019 m³/dt. Debit limbah industri terbesar yang dapat ditampung oleh IPAL sebesar 10,75 m³/hari.
3. Beberapa saluran berbentuk trapesium dengan dimensi berbeda – beda, dengan dimensi terbesar trapesium memiliki lebar atas 2 m, lebar bawah 1,2 m, tinggi saluran 0,7 m. Beberapa saluran berbentuk persegi dengan dimensi terbesar yaitu lebar 2 m dan tinggi 0,8 m.
4. Dari hasil perhitungan IPAL, dalam sehari untuk debit limbah yang ada di industri didapatkan jumlah IPAL sebesar 3 buah IPAL yaitu IPAL 1 berkapasitas 4 m³, IPAL 2 dan IPAL 3 berkapasitas 12 m³.
5. Total biaya yang diperlukan untuk perencanaan ulang saluran drainase dan IPAL di Jalan Raya Neyama - Besuki Kabupaten Tulungagung sebesar Rp. 2,322,317,192.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karyadi, Lukman. *Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta, 2010
- [2] Soemarto, C. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional : Surabaya. 1987
- [3] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Press. 2003