

## PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM KOMUNAL DI KAWASAN DINOYO KECAMATAN LOWOKWARU KOTA MALANG

Nisrina Salma. M<sup>1</sup>, Utami Retno. P<sup>2</sup>, Moh. Zenurianto<sup>3</sup>,

Mahasiswa Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Koresponden\*, Email: [nisrinasm23@gmail.com](mailto:nisrinasm23@gmail.com)<sup>1</sup>, [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [mzenurianto@polinema.ac.id](mailto:mzenurianto@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pada kawasan Dinoyo sebagian besar masyarakatnya belum memiliki bangunan pengolah limbah serta sampah rumah tangga dan air limbah masih dibuang langsung ke sungai. Perencanaan ini bertujuan menghitung jumlah penduduk dan debit air limbah dengan proyeksi 10 tahun, menentukan kapasitas IPAL, menghitung dimensi dan kebutuhan pipa, menghitung struktur bangunan pelindung IPAL (diameter tulangan pelat yang digunakan), serta menghitung rencana anggaran biaya. Hasil perencanaannya adalah sebagai berikut : proyeksi penduduk pada tahun 2029 sejumlah 20.056 jiwa (Kota Malang), 2.451 jiwa (RW 2), 1.390 jiwa (RW 3), 1.180 jiwa (RW 4), 1.395 jiwa (RW 6). Debit limbah sebesar 76,35 m<sup>3</sup>/hari (RW 2); 16,76 m<sup>3</sup>/hari (RW 3); 66,67 m<sup>3</sup>/hari (RW 4); 27,56 m<sup>3</sup>/hari (RW 6). IPAL yang digunakan berkapasitas 6 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 30 m<sup>3</sup>, 70 m<sup>3</sup> dan 80 m<sup>3</sup>. Pipa yang digunakan ukuran Ø 4 inchi, Ø 6 inchi, dan Ø 8 inchi. Diameter tulangan pelat menggunakan ukuran Ø 10-150 mm. Hasil perhitungan di atas maka dapat disimpulkan besarnya biaya perencanaan IPAL adalah Rp. 2.209.169.000,-.

**Kata kunci** : air limbah; IPAL; sistem komunal

### ABSTRACT

*The society at Dinoyo Region have not possess the construction of waste and also household rubbish, the waste water still throwd away to the river. This design purposes to calculate the amount of inhabitant and waste water discharge for 10 years projection, determine WWTP capacity which is used, count the dimension and piping needs for WWTP, count the patron construction of WWTP (the diameter of metal sheet), and also estimate the cost planning. This design needs site layout data, contour map data, city arrangement planning data, land data, inhabitant data of Malang City and HSPK / SSH Malang City at 2019 to estimate the cost planning. The results as follow : the inhabitant projection at 2029 is 20.056 people (Malang City), 2.451 people (RW 2), 1.390 people (RW 3), 1.180 people (RW 4), 1.395 people (RW 6). Waste water discharge is 76,35 m<sup>3</sup>/day (RW 2); 16,76 m<sup>3</sup>/day (RW 3); 66,67 m<sup>3</sup>/day (RW 4); 27,56 m<sup>3</sup>/day (RW 6). The used WWTP have 6 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 30 m<sup>3</sup>, 70 m<sup>3</sup> and 80 m<sup>3</sup> capacity. The used pipe is Ø 4 inchi, Ø 6 inchi, and Ø 8 inchi. The used metal sheet diameter is Ø 10 – 150 mm. The estimation above can be concluded the cost planning of WWTP is Rp 2.209.169.000,-.*

**Keywords** : waste water, WWTP, communal system

### 1. PENDAHULUAN

Sejumlah masyarakat masih memiliki kebiasaan buang air besar sembarangan dan sebagian besar belum memiliki bangunan pengolah limbah baik yang individu maupun komunal, selain itu sampah rumah tangga dan air limbah masih dibuang secara langsung ke sungai. Berdasarkan data dari Puskesmas Dinoyo tahun 2019 tercatat 392 kepala keluarga masih melakukan buang air besar sembarangan di sungai [2]. Maka perencanaan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan sistem komunal

diterapkan agar setelah dibuang ke sungai, air sudah memenuhi baku mutu standar (baku mutu air sungai).

### 2. METODE

Sebelum melakukan perencanaan dan penghitungan RAB maka dilakukan pengumpulan dan penyiapan data yang diperlukan. Data yang diperlukan antara lain :

#### 1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan survey ke daerah kajian. Data primer yang dibutuhkan, yaitu :

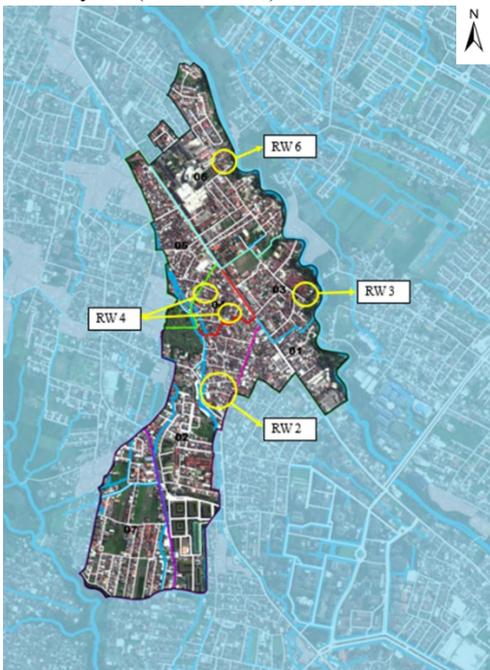
##### a. Kondisi saluran drainase

- b. Kondisi daerah sekitar sungai
- c. Kondisi sungai

2. Data Sekunder

Data sekunder umumnya diperoleh dari berbagai macam sumber seperti dari studi sebelumnya atau dari data yang diterbitkan oleh perusahaan, badan pusat statistik, kantor – kantor pemerintah atau instansi yang terkait dan berwenang dalam mengeluarkan data tersebut. Data sekunder yang dibutuhkan, yaitu :

- a. Site Layout (Peta Lokasi)



Sumber : Peta KOTAKU (Kota Tanpa Kumuh), 2016 [1]

- b. Peta Topografi (Peta Kontur)
- c. Data Tanah
- d. Data Penduduk
- e. HSPK / SSH Kota Malang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Proyeksi Penduduk

Agar mengetahui jumlah limbah pada 10 tahun ke depan dengan tahun awal perencanaan yaitu 2019 maka perlu menghitung proyeksi penduduk pada 10 tahun ke depan terlebih dahulu. Untuk perhitungan menggunakan metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial. Dalam perhitungan proyeksi penduduk dipilih metode dengan nilai terkecil. Sehingga jumlah penduduk pada tahun 2029 yaitu 6.416 jiwa.

Perhitungan Q Limbah Per Saluran

Setelah mengetahui nilai proyeksi penduduk langkah yang perlu dilakukan selanjutnya yaitu menghitung debit air limbah. Menurut perhitungan proyeksi penduduk didapatkan jumlah penduduk Kelurahan Dinoyo pada tahun 2029 yaitu

6.416 jiwa. Sehingga kebutuhan air berdasarkan [5], maka kebutuhan air bersih = 100 lt/org/hari.

Contoh perhitungan dilakukan pada salah satu jalur (B-A) di RW 2 seperti berikut :

Pada saluran B-A hanya menerima dari blok area 4.

Blok Area 4

Jumlah rumah = 14

Menurut [6] untuk asumsi penghuni dalam 1 rumah yaitu 5 orang / jiwa.

Jumlah penduduk = 14 x asumsi = 14 x 5 = 70 jiwa

Nilai r bernilai sama dengan perhitungan r yang sudah diperoleh sebelumnya yaitu 0,641 %.

**Pt = Po (1 + n r) → Rumus Aritmatik**

Jumlah pddk 2029 = jumlah penduduk x (1 + (n x r))

$$= 70 \times (1 + (10 \times 0,641\%))$$

$$= 74,49 \text{ jiwa}$$

Pemakaian air bersih = 100 lt/org/hari

Q Limbah pddk 2029 = (70% x keb. air bersih) x jumlah

$$= (70\% \times 100) \times 74,49$$

$$= 5214,09 \text{ lt/hari}$$

$$= 5,21 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,000060 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Sehingga Q limbah pada saluran B – A

$$Q \text{ total} = 0,000060 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Perhitungan tersebut dilakukan juga untuk saluran lainnya, hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Q Limbah Per Saluran Tiap RW

RW	Q Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Q Limbah (m <sup>3</sup> /detik)
2	76,35	0,000884
3	5,59	0,0000065
	11,17	0,000129
4	66,67	0,000772
6	27,56	0,000319

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Penentuan Kapasitas IPAL

Apabila nilai debit air limbah sudah diketahui dapat dilanjutkan dengan menentukan kapasitas IPAL yang akan digunakan. Dalam perencanaan IPAL komunal di Kawasan Dinoyo ini menggunakan IPAL fabrikasi dari bahan fiber. Maka dapat disimpulkan seperti Tabel 2.

Tabel 2 Kapasitas IPAL

RW	Q Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Tipe IPAL
2	76,35	STP-80 kapasitas 80 m <sup>3</sup>
3	5,15	STP-6 kapasitas 6 m <sup>3</sup>

RW	Q Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Tipe IPAL
	11,17	STP-12 kapasitas 12 m <sup>3</sup>
4	66,67	STP-70 kapasitas 70 m <sup>3</sup>
6	27,56	STP-30 kapasitas 30 m <sup>3</sup>

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

### Penentuan Jaringan Pipa

Dalam penentuan jaringan ini dibagi menjadi 4 sesuai dengan masing-masing RW (RW 2, 3, 4 dan 6). Untuk penentuan jaringan pipa dari rumah penduduk menuju IPAL. Digambarkan pula arah aliran agar mengetahui bagian awal dan akhir pipa.

### Perhitungan Interpolasi Elevasi

Setelah merencanakan arah aliran, kemudian menghitung elevasinya. Hal ini untuk mengecek arah aliran yang telah direncanakan sesuai sistem gravitasi atau tidak. Sehingga interpolasi elevasi akan memudahkan dalam penghitungan dimensi pipa Berikut persamaan interpolasi elevasi seperti dibawah ini :

$$El \text{ titik} = El. \text{ Awal} + \left( \frac{\text{Jarak awal}}{\text{Total jarak}} \right) \times (El. \text{ akhir} - El. \text{ Awal})$$

Contoh perhitungan dengan titik A di RW 2 sebagai berikut :

Elv. Awal	= 497 m
Elv. Akhir	= 496 m
Jarak Awal	= 21,52 m
Total Jarak	= 34,82 m

$$El \text{ titik} = El. \text{ Awal} + \left( \frac{\text{Jarak awal}}{\text{Total jarak}} \right) \times (El. \text{ akhir} - El. \text{ Awal})$$

$$= 497 + \left( \frac{21,52}{34,82} \right) \times (496 - 497)$$

$$= 496,38 \text{ m}$$

Lalu perhitungan ini dilakukan pada setiap titik.

### Perhitungan Dimensi Pipa

Setelah mengetahui elevasi dan debit limbah per saluran maka dilanjutkan dengan menghitung dimensi pipa. Dimensi yang digunakan menggunakan cara coba-coba. Apabila nilai V dan Q setelah dikontrol sesuai maka digunakan dimensi tersebut. Contoh perhitungan dimensi di saluran G1 – G di RW 2, yaitu :

1. Penghitungan sudut dalam pipa

$$y = 90\% D - r = 90\% \times 0.114$$

$$= 0,066 \text{ m}$$

$$\cos a = \frac{y}{r} = \frac{0,066}{0,0825} = 0,8$$

$$a = \cos^{-1} \left( \frac{y}{r} \right)$$

$$= \cos^{-1} (0,8)$$

$$= 36,870^\circ$$

$$\beta = 360^\circ - (2 \times a)$$

$$= 360^\circ - (2 \times 36,870^\circ)$$

$$= 286,26^\circ$$

2. Penghitungan Q hit

$$Q \text{ limbah} = 0,000147 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Panjang pipa (L)} = 85,21 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi awal muka tanah} = 501,29$$

$$\text{Elevasi akhir muka tanah} = 500,71$$

$$\text{Slope medan} = \frac{el. \text{ awal muka tanah} - el. \text{ akhir muka tanah}}{L}$$

$$= \frac{501,29 - 500,71}{85,21}$$

$$= 0,00678$$

$$\text{Diameter (D)} = 6 \text{ inch} = 0,165 \text{ m}$$

$$A = \frac{1}{8} (\beta - \sin \beta) D^2$$

$$= \frac{1}{8} \times (286,26^\circ - 286,26^\circ) \times 0,165^2$$

$$= 0,9754 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{1}{2} \times \beta \times D$$

$$= \frac{1}{2} \times 286,26^\circ \times 0,165 = 23,6165 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,9754}{23,6165}$$

$$= 0,0413 \text{ m}$$

$$V \text{ sal} = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S}$$

$$= \frac{1}{0,004} \cdot 0,0413^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0,00678}$$

$$= 2,4573 \text{ m/dt}$$

$$Q \text{ hit} = V \text{ sal} \times A$$

$$= 2,4573 \times 0,9754$$

$$= 2,3969 \text{ m}^3/\text{dt}$$

3. Kontrol Q dan V

$$\Delta Q = Q \text{ hit} - Q \text{ limbah}$$

$$= 2,3969 - 0,000072$$

$$= 2,3967$$

$$\Delta Q \geq 0$$

$$2,3967 \geq 0 \rightarrow \text{OKE}$$

$$V \text{ maks} = 3 \text{ m/dt}$$

$$V \text{ min} = 0,6 \text{ m/dt}$$

$$V \text{ min} < V < V \text{ maks}$$

$$0,6 < 2,4573 < 3 \rightarrow \text{OKE}$$

### Perhitungan Dimensi Pipa

Jumlah bak kontrol yang dipasang di awal dari cabang mendatar, pada pipa mendatar yang panjang, pada tempat dimana pipa pembuangan membelok dengan sudut lebih dari 45°, pada beberapa tempat sepanjang pipa pembuangan yang ditanam di dalam tanah. Sehingga dapat disimpulkan menjadi :

Lurus = 19 unit

Belokan = 28 unit

Pertigaan = 12 unit  
 Sebelum IPAL = 5 unit

**Perencanaan Grease Trap**

*Grease Trap* yang digunakan adalah *Grease Trap* buatan PT. Biofive Sejahtera Indonesia berbahan fiber [3]. *Grease trap* yang akan digunakan antara lain :  
 Grease Trap RW 2 : 1 unit (BGT 80 M<sup>3</sup>)  
 Grease Trap RW 3 : 2 unit (BGT 6 M<sup>3</sup> dan BGT 12 M<sup>3</sup>)  
 Grease Trap RW 4 : 1 unit (BGT 70 M<sup>3</sup>)  
 Grease Trap RW 6 : 1 unit (BGT 30 M<sup>3</sup>)

**Perhitungan Struktur Pelindung IPAL**

IPAL yang digunakan sebanyak 5 buah dengan kapasitas yang digunakan yaitu 6 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 30 m<sup>3</sup>, 70 m<sup>3</sup> dan 80 m<sup>3</sup>. Pada Tabel 3 ditunjukkan momen yang terjadi pada masing-masing ipal.

**Tabel 3** MX dan MY Pada Pelat Tiap IPAL

Kapasitas (m <sup>3</sup> )	Pelat		Dinding	
	Mx (kg.m)	My (kg.m)	Mx (kg.m)	My (kg.m)
6	34,87	83,67	75,59	172,56
12	199,38	32,77	412,90	137,60
30	104,18	285,63	315,50	832,74
70	130,06	399,82	369,08	1201,61
80	158,90	487,04	496,10	1584,82

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Dengan nilai momen seperti tabel diatas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui jarak antar tulangan dan diameter tulangan. Setelah dilakukan perhitungan maka digunakan diameter Ø 10 – 150 mm.

**Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Setelah mengetahui tulangan yang dipakai, kapasitas serta pipa yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya yaitu menghitung volume setiap pekerjaan. Apabila penghitungan volume sudah selesai dilanjutkan dengan analisis harga satuan setiap jenis pekerjaan [6]. Sehingga setelah dilakukan perhitungan diperoleh biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 2.209.169.000,-.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Debit air limbah penduduk Kawasan Dinoyo Kota Malang pada 10 tahun ke depan di RW 2 sebanyak 76,35 m<sup>3</sup>/hari, di RW 3 sebanyak 16,76 m<sup>3</sup>/hari (5,59 m<sup>3</sup>/hari +

11,17 m<sup>3</sup>/hari), di RW 4 sebanyak 66,67 m<sup>3</sup>/hari, dan di RW 6 sebanyak 27,56 m<sup>3</sup>/hari.

2. Sistem IPAL komunal yang digunakan yaitu ipal komunal dengan sistem biofilter aerob yang didalamnya terdapat bioball dan honey comb untuk penyaringan air limbah, dan tidak memerlukan blower udara.
3. Dimensi pipa yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu pipa diameter 114 mm atau 4 inchi, diameter 165 mm atau 6 inchi, dan diameter 216 mm atau 8 inchi.
4. Sistem perpipan IPAL komunal yang diterapkan yaitu air limbah yang berasal dari rumah disalurkan menuju pipa pembawa (sekunder) menuju pipa utama (primer). Ketika ada pipa yang bertemu dalam jalan pertigaan ataupun belokan diberikan bak kontrol untuk memudahkan pengecekan apabila ada yang tersangkut di pipa. Di ujung saluran juga diberikan bak kontrol.
5. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL Kelurahan Dinoyo yaitu sebesar Rp 2.209.169.000,-.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Peta KOTAKU (Kota Tanpa Kumuh). Site Layout IPAL. 2016.
- [2] Puskesmas Dinoyo. Daftar BABS dan Belum Punya Septictank. 2019.
- [3] PT. Biofive Sejahtera Indonesia. Data Type Grease Trap. 2019.
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28 Tahun 2016 Tentang *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- [5] SK SNI 01-6242-2000 Tentang *Air Mineral Alami* (SK SNI Air Bersih).
- [6] SNI 03-1733-2004 Tentang *Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*.