

## Optimalisasi Sambungan Perpipaan IPAL Komunal Di Kelurahan Sukaresmi Kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor

Annisa Dwi Febrianti<sup>1\*</sup>, Muhamad Lutfi<sup>1</sup>, Alimuddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Bogor  
Jl. Raya KH. Sholeh Iskandar KM.2 16162

\*Corresponding Author: [anndwifeb18@gmail.com](mailto:anndwifeb18@gmail.com)

### Abstrak

Kelurahan Sukaresmi memiliki IPAL komunal KPP Istiqomah memiliki kapasitas yang dapat menampung limbah untuk 500 jiwa dari total pengguna eksisting 145 jiwa dari 41 sambungan rumah berdasarkan survei di lokasi penelitian. Penyebab kurangnya optimalisasi kapasitas IPAL karena kontur tanah rumah warga yang berada di bawah bak inlet IPAL, perbedaan pendapat antar tetangga, lahan yang tidak boleh dilalui pipa, kurang berkenannya pemilik rumah jika dilakukan pemasangan ulang perpipaan ke IPAL dan anggaran yang terbatas. Metode studi observasi, metode interview, metode *Focus Group Discussion* (FGD), metode *tracking*, dan metode literatur adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. Metode pengembangan optimalisasi IPAL terbagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap pengambilan data, tahap analisis eksisting IPAL dan tahap pengembangan pemenuhan kapasitas IPAL. Terdapat 7 rumah dengan total 28 jiwa yang akan direncanakan untuk pengoptimalisasian layanan IPAL. Pengembangan layanan IPAL rencana terbagi menjadi 2 lokasi dengan menggunakan pipa berdiameter 4" dan 3" dengan kemiringan pipa 1% di lokasi A dan 2% di lokasi B. Mayoritas kecepatan aliran pada pipa sudah memenuhi standar *self cleansing*. Pada pengoptimalisasian kapasitas IPAL, memerlukan anggaran biaya sebesar Rp. 6.415.320,00.- pada dua lokasi yang direncanakan.

**Kata kunci:** Sanitasi, Kecepatan aliran, sistem perpipaan, IPAL Komunal

### Abstract

Sukaresmi Village has a communal WWTP Istiqomah KPP has a capacity that can accommodate waste for 500 people from the total 145 people users from 41 home connections based on analysis stage. The causes of the lack of optimization of the WWTP's capacity are because of the contours of the household land under the WWTP inlet tank, differences of opinion between neighbors, land that cannot be crossed by pipes, homeowner who did not design to reinstall a pipe to WWTP, and limited budgets. Observation Study Methods, Interview Methods, Focus Group Discussion (FGD) Methods, Tracking Methods, and Literature studies. The development of optimization of WWTP is divided into several stages, namely the data collection stage, WWTP existing analysis stage and WWTP fulfillment capacity development stage. There are 28 people consisting of 7 houses which will be planned to optimize IPAL services. The development of WWTP services is planned to be divided into 2 locations by using pipes with a diameter of 4" and 3" with a pipe slope of 1% at location A and 2% at location B. The majority of the flow velocities in the pipes have met the self cleansing standard. In optimizing the capacity of WWTP, a budget of Rp. 6,415,320.00.- at two planned locations.

**Keywords :** Sanitation, Velocity flow, piping system, Communal WWTP

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Pembangunan prasarana dan sarana air limbah permukiman di Indonesia saat ini belum mencapai kondisi yang diinginkan terutama bagi masyarakat berpenghasilan rendah di lingkungan permukiman padat penduduk, kumuh dan rawan sanitasi di perkotaan.

Akses penduduk kepada prasarana dan sarana air limbah permukiman pada dasarnya erat kaitannya dengan aspek kesehatan, lingkungan hidup, pendidikan, sosial budaya serta kemiskinan. Hasil dari berbagai pengamatan dan penelitian telah membuktikan bahwa semakin besar akses penduduk kepada fasilitas prasarana dan sarana air limbah permukiman semakin kecil kemungkinan terjadinya kasus penyebaran penyakit yang ditularkan melalui media air (*waterborne diseases*).

RW 02 merupakan salah satu wilayah Kelurahan Sukaresmi. Berdasarkan data monografi Kelurahan Sukaresmi, luas wilayah RW 02 Kelurahan Sukaresmi adalah 1,7 Ha dengan jumlah penduduk sebanyak 806 jiwa dengan jumlah keluarga tercatat sebanyak 301 KK.

Tujuan dari dibuatkannya IPAL adalah dikarenakan kondisi sarana sanitasi yang tidak memadai dan kondisi sosial masyarakatnya yang tergolong menengah ke bawah yang ditunjukkan dengan sarana dan prasarana sanitasi yang sederhana. Berdasarkan data Rencana Kegiatan Masyarakat (RKM) Sanitasi Berbasis Masyarakat *Islamic Development Bank* (SANIMAS IDB) TA 2017, pembuatan IPAL ini melibatkan masyarakat RT 03 RW 02 yang bekerja sama dengan Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) sukaresmi, Badan Keswadayaan Masyarakat (BKM) Istiqomah dan Kelurahan Sukaresmi. Pembangunan IPAL dibangun di atas lahan hibah warga sebesar 35 m<sup>2</sup>, kapasitas penampungan untuk 500 jiwa atau 70 Sambungan Rumah (SR) dengan penyambungan jaringan perpipaan sampai saat ini sebesar 41 SR atau 145 jiwa.

Beberapa masalah yang ditemukan selama penelitian adalah kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga sanitasi pada lingkungannya dengan menerapkan pola perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), kondisi buangan air limbah rumah warga yang berasal dari grey water ataupun black water terletak

dibawah ketinggian permukaan bak inlet IPAL komunal sehingga tidak memungkinkannya saluran pipa buangan rumah agar tersambung ke IPAL, adanya konflik antar rumah warga (tetangga) yang tidak bersedia untuk memberikan bagian tanah halaman rumahnya untuk dilewati pipa saluran IPAL, warga yang sudah terlanjur membuat cubluk pribadi dan terbatasnya biaya.

Rencana pemecahan masalah sesuai dengan rincian diatas yaitu: melakukan sosialisasi terhadap masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan dengan menerapkan pola perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) sehingga masyarakat akan lebih peduli terhadap lingkungannya, kemudian dapat dilakukan perencanaan pengembangan sistem pipa induk IPAL komunal.

### 2. Landasan Teori

#### Kriteria Design Perpipaan IPAL Komunal

Sistem perpipaan IPAL komunal menyesuaikan ukuran buangan pipa yang terdapat pada rumah rencana akan ada penyambungan pipa menuju IPAL, baik perpipaan *blackwater* maupun *grey water*. Desain ukuran pipa pada perencanaan baru maupun pengembangan jaringan pipa mengikuti standar kebutuhan daya tampung yang diperuntukkan untuk sambungan rumah, pipa layanan dan pipa utama. Kemiringan pipa pada sambungan rumah, pipa layanan ataupun pipa utama yang akan dilayani jaringan IPAL yang mengacu pada Rencana Teknik Rinci Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik 2018 (SPALD). Ukuran pipa dan kemiringan pipa dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Pemasangan Jaringan Perpipaan IPAL Komunal

Pipa	kemiringan (%)	Kapasitas (Jiwa)	Keterangan
3"	1 – 2	25	SR
4"	0,7 – 1	150	Pipa Persil
5"	0,5 – 0,7	400	Pipa Utama

Sumber: Rencana Teknik Rinci SPALD Peningkatan Kapasitas TFL Sanimas IDB 2018

Berdasarkan Tabel 1 diatas, metode aliran gravitasi dilakukan dengan merekayasa kemiringan pipa sehingga air limbah domestik dapat mengalir berdasarkan beda elevasi.

Kecepatan aliran air limbah domestik di dalam perpipaan harus dirancang agar memiliki kemampuan *self cleansing* agar mengurangi endapan padatan atau pasir yang berpotensi terjadi di sepanjang sistem perpipaan. Pada kondisi aliran parsial atau setengah penuh, kecepatan aliran air limbah domestik harus didesain pada minimum 0,6 m/detik dan maksimum 3 m/detik. Kecepatan aliran air limbah domestik juga direncanakan tidak melebihi kecepatan maksimum untuk meminimalkan potensi adanya gerusan terhadap permukaan pipa.

Analisis pengaliran didasarkan pada rumus aliran saluran terbuka dimana penampang saluran berbentuk lingkaran (pipa bulat). Debit saluran merupakan perkalian dari kecepatan aliran dan luas penampang yang dialiri (Bambang Triatmodjo, 1995). Sehingga debit yang melalui saluran penampang lingkaran dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = V \times A \quad (1)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (3)$$

Keterangan :

Q= Debit yang mengalir di saluran(m<sup>3</sup>/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Slope

n = Koefisien kekasaran dinding saluran (koefisien *manning*)

ΔH= Selisih ketinggian/elevasi (m)

L = Panjang pipa (m)

Koefisien *Manning* (n) untuk aliran melalui pipa dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Koefisien Kekasaran *Manning* (n) untuk Aliran Melalui Pipa

No.	Jenis Saluran	N
1	Pipa besi tanpa lapisan	0,012–0,015
1.1	Dengan lapisan semen	0,012 –0,013
1.2	Pipa berlapis gelas	0,011 –0,017
2	Pipa asbestos semen	0,010 –0,015
3	Saluran pasangan batu bata	0,012 –0,017
4	Pipa beton	0,012 –0,016

5	Pipa baja spiral & pipa kelingan	0,013 –0,017
6	Pipa plastik halus (PVC)	0,002 –0,012
7	Pipa tanah liat ( <i>Vitrified clay</i> )	0,011 –0,015

Jari-jari hidrolis merupakan perbandingan antara luas penampang yang dialiri air dengan keliling basah saluran (Bambang Triatmodjo, 1995), jari-jari hidrolis dapat dicari dengan rumus berikut:

$$R = A/P \quad (4)$$

$$P = 2r\theta \quad (5)$$

$$A = r^2 \left( \theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right) \quad (6)$$

$$\theta = \arccos \frac{r-d}{r} \quad (7)$$

Keterangan:

R = Jari – jari hidrolis (m)

A = Luas penampang yang dialiri (m<sup>2</sup>)

P = Keliling basah (m)

r = Jari – jari pipa saluran (m)

θ = Sudut aliran (rad)

d = tinggi air di saluran (m)

### Ketentuan Debit Rencana Air Limbah

Menurut Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) 2018, perhitungan debit air limbah domestik yang bersumber dari permukiman dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan populasi terhadap pemakaian air minum yang menjadi air limbah domestik pada setiap blok pelayanan. Adapun persentase timbulan air limbah domestik yakni sebesar 60-80% dari pemakaian air minum.

**Tabel 3.** Pemakaian Air Minum Kawasan

No	Penggunaan Gedung	Pe- makai an Air	Satuan
1	Rumah Susun	100	L/penghuni/ hari
2	Asrama	120	L/penghuni/ hari
3	Sekolah Dasar	40	L/siswa/hari
4	SLTP	50	L/siswa/hari
5	SMU/SMK	80	L/siswa/hari
6	Ruko/Rukan	100	L/penghuni dan pegawai/

			hari
7	Kantor/Pabrik	50	L/pegawai/ hari
8	Toserba/Toko/ Pengecer	5	L/m <sup>3</sup>
9	Restoran	15	L/kursi
10	Hotel Berbintang	250	L/tempat tidur/hari
11	Stasiun/ Terminal	3	L/ penumpang tiba dan pergi
12	Peribadatan	5	L/orang

(Sumber: Buku A Pedoman Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T Ditjen Cipta Karya 2018:)

Untuk menentukan dan merencanakan kapasitas volume IPAL dengan perencanaan maka harus mengetahui kapasitas daya tampung air limbah domestik (*black water* dan *grey water*) yang dihasilkan dengan mengetahui ketentuan kebutuhan air/orang/hari dengan volume air limbah ( $q$ ) yang dihasilkan akibat aktivitas rumah tangga ditentukan besarnya sebesar 80%, sehingga nilai  $q$  menjadi:

$$q = 80\% \times \text{Volume pemakaian air bersih} \quad (8)$$

Keterangan:

$$q = \text{Volume air limbah (liter/hari/jiwa)}$$

lalu dari hasil volume dapat menghitung debit air limbah yang dihasilkan dengan perencanaan dalam hitungan jiwa:

$$Q_{\text{limbah}} = \text{Jiwa} \times q \quad (9)$$

Keterangan:

$$Q_{\text{limbah}} = \text{Debit air limbah yang dihasilkan (m}^3/\text{hari)}$$

Sehingga mendapatkan Limbah padat/sludge/lumpur dengan ditentukan besarnya adalah 6%:

$$Q_{\text{lumpur}} = 6\% \times \text{volume limbah} \quad (10)$$

Keterangan:

$$Q_{\text{lumpur}} = \text{Limbah padat/sludge/lumpur (m}^3/\text{hari)}$$

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi dan permasalahan pada

sistem pelayanan IPAL untuk mengoptimalkan pelayanan IPAL yang berada di RT 03 RW 02 Kelurahan Sukaresmi, Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor sehingga dapat mengetahui standar perencanaan pengembangan jaringan perpipaan baru untuk mengoptimalkan pelayanan IPAL di lingkungan masyarakat dengan melakukan pemetaan berdasarkan kondisi jaringan sambungan rumah, bak kontrol yang sudah ada dan pengembangan lokasi jaringan sambungan perpipaan baru pada sambungan rumah berdasarkan peminatan dan kontur tanah (lokasi pembuangan *black water* dan *grey water*) masyarakat sehingga dapat menyimpulkan berapa biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan pengembangan jaringan perpipaan induk baru.

### Metode

Secara garis besar penelitian ini dibagi menjadi lima (5) tahapan pelaksanaan yaitu yang dilakukan pada penelitian tahap pertama yang dilakukan adalah studi literatur, merupakan kegiatan untuk menghimpun informasi yang berkaitan dengan topik atau permasalahan yang menjadi objek penelitian. Informasi tersebut dapat diperoleh dari artikel ilmiah, skripsi, tesis dan sumber-sumber lain yang dapat dipertanggungjawabkan. Selanjutnya dilakukan tahap dua yaitu pengumpulan data primer yang dilakukan di lokasi penelitian untuk memperoleh informasi akurat dan terbarus sesuai kebutuhan dan pengumpulan data sekunder untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan sehingga dapat mencapai tujuan penelitian. Lalu tahap tiga dengan cara menganalisis data untuk mengolah data menjadi informasi sehingga dapat diketahui dan dipahami dalam sistem eksisting pelayanan jaringan IPAL seperti data eksisting dilakukan untuk mengetahui berapa banyak limbah lumpur yang tertampung pada IPAL dan analisis data lainnya yang akan direncanakan untuk manfaat terutama masalah yang berkaitan dengan penelitian. Analisis data yang akan direncanakan apakah diperlukan untuk pengembangan sebagai optimalisasi IPAL sesuai kapasitas rencana. Tahap empat setelah dilakukannya analisis eksisting dan pengembangan jaringan IPAL yang akan direncanakan, dapat mengetahui apakah masih memungkinkan untuk dilakukan pengembangan jaringan layanan IPAL baru guna

mengoptimalkan sesuai kapasitas rencana IPAL. Yang terakhir pada tahap lima yaitu kesimpulan dan saran. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisa data secara keseluruhan dengan deskripsi secara ringkas dan tepat.

### Hasil Dan Pembahasan

Lokasi penelitian di kelurahan Sukaresmi kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor akan dilaksanakan di Blok Asem RT 03 RW 02 Kelurahan Sukaresmi, Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor. Terdapat bangunan rumah sebanyak 70 rumah 1 majelis dan 1 mushola dengan luas wilayah  $\pm 0,85$  Ha (sumber: pengukuran melalui GoogleEarth) dengan jumlah penduduk di daerah tersebut (yang terdata melalui formulir kuisisioner) sebanyak 245 jiwa. Adapun posisi setiap bangunan ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Posisi Bangunan

Wilayah tersebut merupakan wilayah yang padat karena dilihat dari posisi setiap bangunan yang berdekatan. Kepadatan penduduk dapat dihitung berdasarkan jumlah penduduk suatu daerah per luas wilayah daerah tersebut, sehingga dapat diketahui nilai kepadatan penduduk dalam satuan jiwa/ha. Ketentuan dalam klasifikasi untuk tingkat kepadatan penduduk di perkotaan berdasarkan SNI 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan digambarkan dalam Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Klasifikasi Tingkat Kepadatan Penduduk

No	Kepadatan Penduduk	Klasifikasi
1	<150 jiwa/ha	Rendah
2	121 – 200 jiwa/ha	Sedang
3	200 – 400 jiwa/ha	Tinggi
4	>400 jiwa	Sangat Tinggi

(Sumber: SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan)

Untuk mengetahui klasifikasi kepadatan penduduk di suatu daerah digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah}}$$

Keterangan:

Jumlah Penduduk = Jiwa

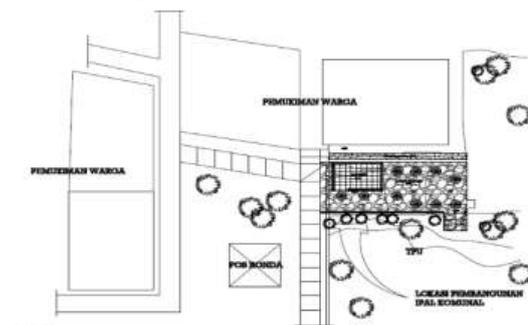
Luas Wilayah = Ha

Kepadatan = Jiwa/Ha

Berdasarkan rumus tersebut, diperoleh nilai kepadatan penduduk sebesar 288,23 jiwa/ha (dibulatkan menjadi 288 jiwa/ha), sehingga Blok Asem RT 03 RW 02 ini diklasifikasikan sebagai pemukiman dengan kepadatan tinggi.

### Gambaran Umum IPAL Komunal

IPAL yang berada di Blok Asem RT 03 RW 02 ini terletak di bawah permukiman warga dan di atas perumahan Grande dan Tempat Pemakaman Umum (TPU) dengan lapangan yang terletak di samping ipal. IPAL tersebut dibangun dari tanah hibah seluas di tepi sungai Cisindangbarang dan di sekitarnya terdapat pemukiman warga. IPAL tersebut dibangun dari tanah hibah seluas 35 m<sup>2</sup>, dengan dimensi 9,10 m x 3,50 m. Adapun peta lokasinya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Peta Lokasi IPAL

Berdasarkan kondisi lapangan, total bangunan permukiman keseluruhan di Blok Asem RT 03 RW 02 yaitu sebanyak 70 bangunan permukiman. Kondisi lokasi eksisting sambungan rumah yang terlayani IPAL komunal di lokasi Blok Asem RT 03 RW 02 sebanyak 41 rumah (berdasarkan survei melalui formulir kuisioner) dengan jumlah jiwa sebanyak 145 jiwa. Adapun rumah yang sudah terlayani IPAL ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Rumah yang sudah terlayani IPAL

Sedangkan untuk rumah yang belum/tidak terlayani IPAL ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Rumah yang belum/tidak terlayani IPAL

### Data Eksisting Jaringan Perpipaan IPAL Komunal

Berdasarkan data perencanaan jaringan pipa IPAL komunal, sebelum ada IPAL masyarakat umumnya membuang seluruh air

limbah baik *black water* dan *grey water* ke arah selokan (saluran drainase) maupun menuju *septic tank* atau cubluk. Kemiringan saluran perpipaan air limbah baik jaringan perpipaan induk IPAL maupun sambungan rumah bermacam-macam sesuai dengan ukuran dan peruntukannya. Berdasarkan hasil survei lokasi, pipa berukuran 3” dan 4” diperuntukan untuk buangan limbah sambungan rumah dengan kemiringan 1-2% dengan kedalaman ujung 5-10 cm dan penambahan pipa T 45° untuk penghubung pipa sambungan rumah ke jaringan pipa induk dan panjang jaringan pipa induk eksisting keseluruhan sebesar 216 m.

Jaringan perpipaan IPAL komunal di RT 03 RW 03 ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



**Gambar 5.** Jaringan Perpipaan Eksisting IPAL Komunal di RT 03 RW 01 (garis berwarna kuning)

Berdasarkan kondisi lapangan rumah yang direncanakan sejumlah 7 rumah dengan rincian 28 jiwa. Rumah-rumah tersebut dapat menyambung ke IPAL melalui jaringan perpipaan baru karena telah memenuhi beberapa kriteria seperti:

- 1) Elevasi yang memenuhi
- 2) Arah buangan air limbah yang diketahui
- 3) Rumah tersebut bukan rumah tidak berpenghuni (kosong)
- 4) Adanya minat dari pemilik rumah untuk menyambung ke IPAL

Perencanaan pada sistem perpipaan untuk pengembangan jaringan perpipaan layanan IPAL baru membutuhkan pipa induk berdiameter 4” dan 3” dibutuhkan sebanyak ± 24 m dan ± 12 m dengan penyambungan langsung ke bak

eksisting. Pengembangan jaringan perpipaan layanan IPAL (ditunjukkan oleh garis berwarna merah muda) beserta rumah yang direncanakanditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



**Gambar 6.**Jaringan Perpipaan Rencana IPAL Komunal di RT 03 RW 02



**Gambar 7.**Jaringan Perpipaan Rencana IPAL Komunal di RT 03 RW 01 (Zoom in)

### Analisis Perhitungan Air Limbah Domestik

Untuk mengetahui berapa banyak jumlah air limbah (*black water* dan *grey water*) yang dihasilkan baik yang dihasilkan dari kondisi eksisting untuk rumah dan untuk kondisi rencana adalah sebagai berikut:

#### 1. Perhitungan pada Kondisi Eksisting untuk Rumah

- a) Perhitungan jumlah air limbah yang dihasilkan dari penggunaan air bersih diambil 80%, dengan menggunakan persamaan 1, maka perhitungan data diperoleh sebagai berikut:

$$q = \frac{80}{100} \times \text{Volume penggunaan air bersih}$$

$$q = \frac{80}{100} \times 120 \text{ liter} \\ = 96 \text{ liter/hari/jiwa}$$

atau dibulatkan menjadi 100 liter/hari/jiwa.

- b) Perhitungan debit air limbah yang dihasilkan dari *black water* dan *grey water* dengan menggunakan persamaan 2, maka perhitungan data diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{\text{limbah}} = \frac{q \times p}{1000} \\ Q_{\text{limbah}} = \frac{100 \times 145}{1000} \\ = 14,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- c) Perhitungan kubikasi limbah padat/*sludge*/lumpur padat dengan ketentuan 6% dengan menggunakan persamaan 3 maka perhitungan data diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{\text{lumpur}} = 6 \% \times Q_{\text{limbah}} \\ Q_{\text{lumpur}} = 6 \% \times 14,5 \\ = 0,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

## 2. Perhitungan pada Kondisi Rencana

- a) Perhitungan debit air limbah *black water* dan *grey water* yang akan direncanakan sebesar 28 jiwa yang terdiri dari 7 rumah yang akan direncanakan, dapat dihitung menggunakan persamaan 2, sebagai berikut:

$$Q_{\text{limbah}} = \frac{q \times p}{1000} \\ Q_{\text{limbah}} = \frac{100 \times 28}{1000} = 2,8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- b) Perhitungan kubikasi limbah padat/*sludge*/lumpur padat dengan ketentuan 6% menggunakan persamaan 3, maka perhitungan data diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{\text{lumpur}} = 6 \% \times Q_{\text{limbah}} \\ Q_{\text{lumpur}} = 6 \% \times 2,8 \\ = 0,168 \text{ m}^3/\text{hari}$$

## Analisis Perhitungan Kecepatan Rencana Saluran Perpipaan

### 1. Jenis Bahan dan Diameter Pipa

Jenis bahan berpengaruh pada kecepatan aliran dalam pipa. Hal ini disebabkan

karena setiap jenis pipa mempunyai nilai kekasaran pipa (kekasaran *manning*) yang berbeda-beda, sehingga kecepatan yang ditimbulkan juga berbeda akibat adanya gaya gesekan dari pipa. Agar dihasilkan aliran yang baik dan efisien maka diperlukan pemilihan bahan pipa dan diameter pipa yang tepat. Pipa rencana yang digunakan untuk perencanaan pengembangan jaringan perpipaan IPAL komunal di RT 03 RW 02 adalah pipa dengan jenis bahan PVC berukuran 3” dan 4”, sehingga nilai koefisien kekasaran *manning*nya adalah 0,012.

## 2. Jaringan Rencana Perpipaan

Dalam menentukan letak pipa penyaluran air limbah, perlu memperhatikan kondisi wilayah sekitar. Kondisi wilayah akan mempengaruhi besar kemiringan yang dihasilkan dari pipa. Kemiringan pipa berpengaruh pada besarnya kecepatan yang dihasilkan. Apabila didapati kecepatan yang belum memenuhi syarat minimum yakni 0,6 m/dt, maka kemiringan saluran harus diperbesar.

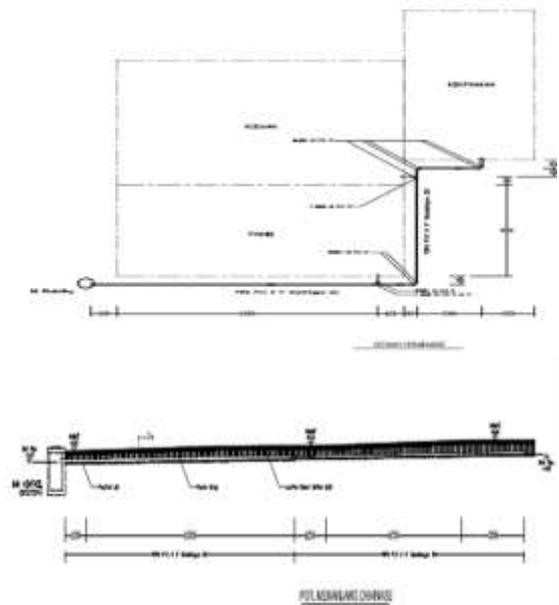
Untuk mempermudah dalam perhitungan, penulis bagi menjadi beberapa lokasi. Berikut Gambar 8 adalah gambar pengembangan jaringan pipa rencana IPAL komunal (garis berwarna merah muda) di RT 03 RW 02.



Gambar 8. Segmen dan lokasi Setiap Pipa Rencana

## 3. Analisis Kecepatan Rencana Saluran Perpipaan

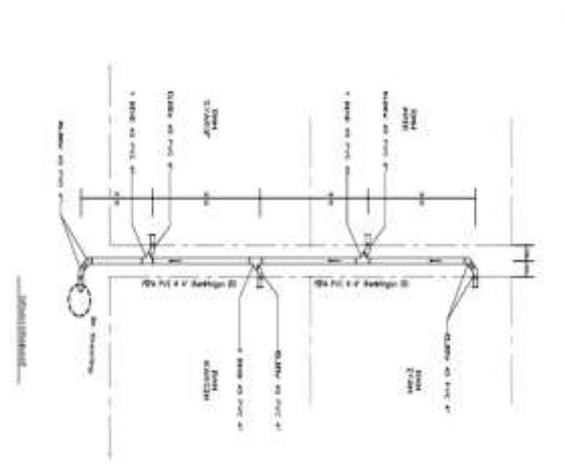
Analisis kecepatan rencana saluran perpipaan menggunakan persamaan (1) sampai dengan (7) pada lokasi A dan lokasi B.

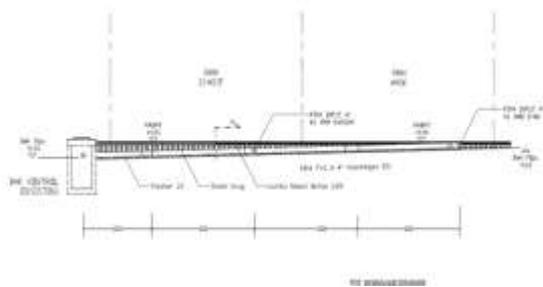


Gambar 9. Pipa Rencana dan detail Lokasi A



Gambar 10. Kondisi Lapangan Pipa Rencana Lokasi A





**Gambar 11.** Pipa Rencana dan detail Lokasi B



**Gambar 12.** Kondisi lapangan pipa rencana Lokasi B

Contoh menghitung jari-jari hidrolis  
Rumus pada segmen 1 lokasi A:

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

a. Luas penampang basah

Rumus:

$$A = r^2 \left( \theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right)$$

Data:  $r = 0,38 \text{ m}$

$$d = 0,06 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$\theta = \arccos \frac{r-d}{r}$$

$$= \arccos \frac{0,038 - 0,06}{0,051}$$

$$= 2,183 \text{ rad}$$

$$A = r^2 \left( \theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right)$$

$$= 0,038^2 \left( 2,183 - \frac{\sin 2(1,783)}{2} \right)$$

$$= 0,004 \text{ m}^2$$

b. Keliling basah

Rumus:

$$P = 2r\theta$$

Data:  $r = 0,038 \text{ m}$

Perhitungan:

$$P = 2r\theta$$

$$= 2(0,038)(2,183)$$

$$= 0,166 \text{ m}$$

$$\text{Maka } R = \frac{A}{P} = \frac{0,004}{0,166} = 0,023 \text{ m}$$

2. Menghitung kecepatan aliran

Rumus:

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

Data:  $n = 0,012$

$$S = 0,010$$

Perhitungan:

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

$$= \frac{1}{0,012} \cdot 0,032^{\frac{2}{3}} \cdot 0,010^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,820 \text{ m/detik}$$

3. Menghitung debit

Rumus:

$$Q = V \cdot A$$

$$= 0,820 \times 0,004$$

$$= 0,00328 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 5. Perhitungan Hidrolika Sederhana total seluruh lokasi

Segmen	Panjang Pipa	h1	h2	r	n	S	d	$\theta$	sin $\theta$	A	P	R	V	Q
	(m)	(m)	(m)	(m)			(m)	(radian)		(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/dt)	(m <sup>3</sup> /dt)
<b>LOKASI A</b>														
<b>Pipa 3 "</b>														
1	0,5	0,3	0,305	0,038	0,012	0,010	0,06	2,183	0,818	0,004	0,166	0,023	0,677	0,003
2	2,5	0,305	0,33	0,038	0,012	0,010	0,061	2,216	0,799	0,004	0,169	0,023	0,677	0,003
3	0,5	0,33	0,331	0,038	0,012	0,001	0,061	2,216	0,799	0,004	0,169	0,023	0,214	0,001
4	5,5	0,331	0,39	0,038	0,012	0,011	0,061	2,216	0,799	0,004	0,169	0,023	0,705	0,003
5	1,5	0,39	0,401	0,038	0,012	0,007	0,061	2,216	0,799	0,004	0,169	0,023	0,567	0,002
<b>Pipa 4 "</b>														
1	11	0,401	0,511	0,051	0,012	0,010	0,08	2,183	0,818	0,007	0,222	0,031	0,820	0,006
<b>LOKASI B</b>														
<b>pipa 4"</b>														
1	11	0,14	0,36	0,051	0,012	0,020	0,08	2,183	0,818	0,007	0,222	0,031	1,160	0,008

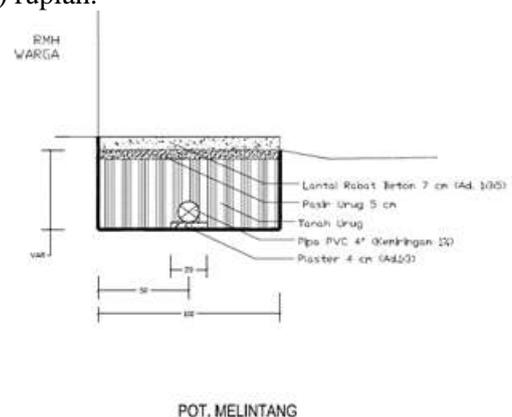
Tabel diatas menunjukkan bahwa mayoritas kecepatan minimum pada perpipaan rencana untuk melakukan proses *self cleansing* belum memenuhi standar kecepatan minimum yaitu 0,6 m/detik sehingga kemiringan pipa harus di perbesar kecuali pada lokasi A pipa diameter 4".

#### Rencana Anggaran Biaya

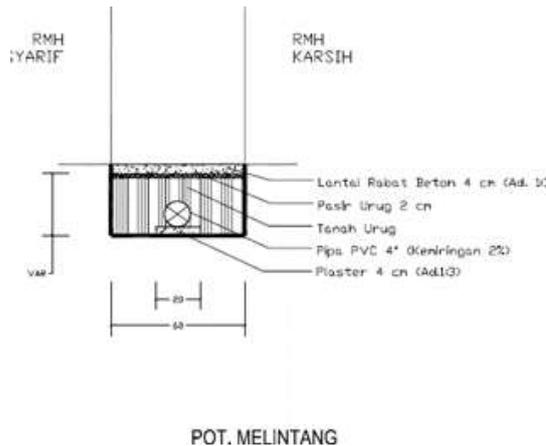
Pada pengembangan sistem perpipaan induk IPAL komunal ini memerlukan suatu anggaran biaya. Besarnya anggaran biaya tersebut tergantung pada jenis bahan material yang digunakan dan kebutuhan pekerja serta upah pekerjanya. Uraian pekerjaan yang harus dilakukan didasarkan pada gambar detail perencanaan pengembangan. Tahap pekerjaan dimulai dari galian dan urugan, menentukan berapa batang jumlah kebutuhan pipa utama, menentukan berapa jumlah kebutuhan pipa koneksi, kebutuhan material semen dan kebutuhan material pasir untuk campuran adukan beton sebagai lantai kerja pemasangan pipadan *finishing* pekerjaan. Besarnya anggaran biaya yang diperlukan untuk pengembangan ini diperoleh melalui detail gambar detail rencana pengembangan yang dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14. Sehingga dapat disimpulkan material yang di

butuhkan Menggunakan pipa Rucika PVC AW yang berdiameter 4" sepanjang 24 m dan yang berdiameter 3" sepanjang 12 m yang akan di bagi menjadi 2 lokasi yaitu pada lokasi A yang mencakup 3 rumah yang menggunakan pipa

4" sepanjang 12 m dan 3" sepanjang 12 m dan pada lokasi B yang mencakup 4 rumah di gunakan pipa 4" sepanjang 12 m Maka total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jaringan perpipaan IPAL rencana berdasarkan harga bahan bangunan dan upah pekerja kota Bogor 2019 adalah 6.415.320 ( enam juta empat ratus lima belas ribu tiga ratus dua puluh) rupiah.



Gambar 13. Detail rencana Lokasi A



**Gambar 14.** Detail Rencana Lokasi B

### Simpulan Dan Saran

Berdasarkan data dari Kelompok Penerima dan Pemanfaat (KPP) Istiqomah dan hasil dari survei yang dilakukan, jumlah rumah yang menggunakan layanan IPAL sebanyak 41 rumah dengan 145 jiwa sedangkan untuk rumah yang tidak dapat layanan IPAL sebanyak 29 rumah dengan total 98 jiwa dengan total bak kontrol eksisting IPAL yang berada di wilayah Blok Asem RT 03 RW 02 Kelurahan Sukaresmi Kecamatan Tanah Sereal sebanyak 34 Bak kontrol dan Total pipa induk eksisting yang didapat dari hasil *tracking* perpipaan terdapat pipa sepanjang 216 m dan untuk penambahan jaringan hanya mencakup 7 rumah saja dengan 28 jiwa dikarenakan kontur, lokasi, izin dan keinginan masyarakat. Debit limbahpadat yang dihasilkan dari jumlah 145 jiwa diperoleh 0,87 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan data calon pengguna jaringan pipa rencana yaitu sebanyak 28 jiwa maka akan menambah volume pada IPAL sebesar 0,17 m<sup>3</sup>/hari. Material yang dibutuhkan menggunakan pipa Rucika PVC AW yang berdiameter 4" sepanjang 24 m dan yang berdiameter 3" sepanjang 12 m yang akan di bagi menjadi 2 lokasi yaitu pada lokasi A yang mencakup 3 rumah yang menggunakan pipa 4" sepanjang 12 m dan 3" sepanjang 12 m dan pada lokasi B yang mencakup 4 rumah di gunakan pipa 4" sepanjang 12 m. Maka total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jaringan perpipaan IPAL rencana adalah 6.415.320 Rupiah.

Perlunya kesadaran masyarakat akan kesehatan sanitasi di lingkungannya karena tidak sedikit warga yang menolak pemasangan instalasi IPAL dikarenakan sudah membuat cubluk atau

*septic tank* di tempat yang dekat dengan sumber air maupun dekat dengan lingkungan warga dan perlunya Melakukan pengecekan terhadap IPAL secara berkala pada salurannya agar tidak jika terjadi kemacetan atau mampet bisa lebih diketahui dan di tangani lebih dini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, Abdul Hakim. 2017. *Evaluasi Kapasitas Dan Kecepatan Pipa Utama IPAL Universitas Sebelas Maret Surakarta*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Surakarta: Program Studi DIII Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Kelompok Swadaya Masyarakat Roda Mas. 2018. *Rencana Kerja Masyarakat SANIMAS IDB Tahun Anggaran 2018*. Bogor
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat Buku A: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya
- Maldita, Pamella Giena. 2018. *Instalasi Septic Tank Komunal Perumahan Wisma Gunung IV Balikpapan*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Balikpapan: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan
- SNI 03-1733-2004. 2004. *Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*. Bandung
- Triatmojo, Bambang. 1995. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Betta Offset