

## PERENCANAAN IPAL PADA KELURAHAN PURWANTORO KECAMATAN BLIMBING KOTA MALANG

Laurens Hany Reawaruw<sup>1</sup>, Mohamad Zenurianto<sup>2</sup>, Winda Harsanti<sup>3</sup>

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

Email: [laurens.hani@gmail.com](mailto:laurens.hani@gmail.com)<sup>1</sup>, [mzenurianto@polinema.ac.id](mailto:mzenurianto@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [wharsanti@gmail.com](mailto:wharsanti@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kawasan Purwantoro merupakan salah satu kawasan padat penduduk di Kota Malang. Dengan banyaknya jumlah penduduk di kawasan tersebut maka limbah air kotor dari aktivitas penduduk juga semakin bertambah. Saat ini limbah air kotor dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan yang memadai. Hal ini menjadikan kualitas air sungai semakin tercemar. Untuk menghindari pencemaran yang lebih berat maka diperlukan sistem instalasi pengolahan air limbah secara terpusat. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk merencanakan IPAL dengan biaya pelaksanaan yang efisien. Perencanaan ini membutuhkan data peta topografi dan jumlah penduduk dengan asumsi setiap satu rumah dihuni oleh 5 orang sehingga diperoleh debit air limbah untuk menghitung kapasitas IPAL yang akan digunakan. Dari hasil perhitungan, diperoleh debit air limbah sebesar 0,00418 m<sup>3</sup>/dt dan tipe IPAL yang digunakan adalah RCX-30 dengan kapasitas 30 m<sup>3</sup>/hr dan RCX-50 dengan kapasitas 50 m<sup>3</sup>/hr. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan jaringan perpipaan dan IPAL di area studi adalah sebesar Rp.701.400.000.

**Kata kunci** : Air kotor, IPAL, Perencanaan

### ABSTRACT

*Purwantoro area is one of the densely populated areas in Malang City. With the large number of residents in the area, the waste of dirty water from residents' activities is also increasing. Currently, dirty water is discharged into rivers without adequate treatment. This makes the quality of river water increasingly polluted. To avoid more severe pollution, a centralized wastewater treatment plant system is needed. The purpose of this design is to plan WWTPs with efficient implementation costs. This planning requires topographical map data and population with the assumption that each house is occupied by 5 people so that the wastewater discharge is obtained to calculate the capacity of the WWTP to be used. From the calculation results, the wastewater discharge is 0.00418 m<sup>3</sup>/s and the WWTP type used is RCX-30 with a capacity of 30 m<sup>3</sup>/hr and RCX-50 with a capacity of 50 m<sup>3</sup>/hr. The total cost required for the construction of the pipeline network and WWTP in the study area is IDR 701,400,000.*

**Keywords** : Waste water, WWTP, Planning

### 1. PENDAHULUAN

Kelurahan Purwantoro Kecamatan Blimbing yang merupakan salah satu kelurahan di Kota Malang, memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Sebagian besar

perumahan di Kelurahan Purwantoro, memiliki sistem pengolahan air limbah berupa septictank untuk mengolah air kotor yang berasal dari WC yang disebut air limbah hitam atau *black water*. Sementara air limbah rumah tangga yang

berasal dari cucian, kamar mandi atau lainnya yang biasa disebut *grey water* belum diolah secara memadai sehingga limbah rumah tangga tersebut mencemari lingkungan dan badan air di wilayah sekitar. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan perencanaan sistem pembuangan limbah rumah tangga secara komunal di Kelurahan Purwantoro untuk mendapatkan sistem pengolahan air kotor yang lebih sehat dan efisien.

## 2. METODE

### Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik

Teknologi IPAL secara umum dapat dibagi menjadi tiga, yaitu anaerob, aerob, dan campuran. Pada prinsipnya pengolahan limbah anaerob dan aerob terletak pada kehadiran oksigen untuk metabolisme mikroorganisme (bakteri). Pada proses aerob, kehadiran oksigen diperlukan sedangkan pada proses anaerob tidak diperlukan.

#### 1. Sistem Pengolahan Anaerob

Teknologi ini paling banyak dipilih untuk sistem skala permukiman berbasis masyarakat, berdasarkan pertimbangan kemudahan operasional karena tidak memerlukan injeksi oksigen ke dalam unit pengolahan. Septik individual atau IPAL komunal/skala permukiman biasanya memakai prinsip pengolahan anaerob.

#### 2. Sistem Pengolahan Aerob

Teknologi ini cocok untuk sistem perkotaan (*sewerage*), karena dianggap lebih efisien untuk skala pelayanan penduduk yang besar. Pada sistem yang dikelola institusi, penggunaan peralatan mekanik seperti blower atau aerot pada unit pengolahan dapat dikelola dengan baik oleh operator yang terlatih.

#### 3. Sistem Pengolahan Kombinasi Aerob – Anaerob

Sistem kombinasi merupakan sistem paling banyak dipilih dalam sistem pengolahan lumpur tinja (IPLT) atau IPAL karena lebih efisien dalam pengoperasian dan pemeliharaan, serta menambah daya tampung.

### Desain IPAL Domestik

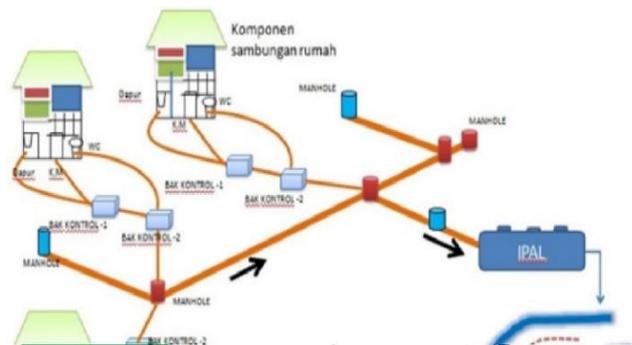
Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik berasal dari dapur, kamar mandi, pencucian, wastafel, dan tempat lainnya dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak, yang berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak dari kotoran lainnya, seperti: pasir, tanah atau senyawa padatan lain yang tidak dapat terurai secara biologis.

Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan ke bak ekualisasi (*Sum Pit*) yang berfungsi sebagai

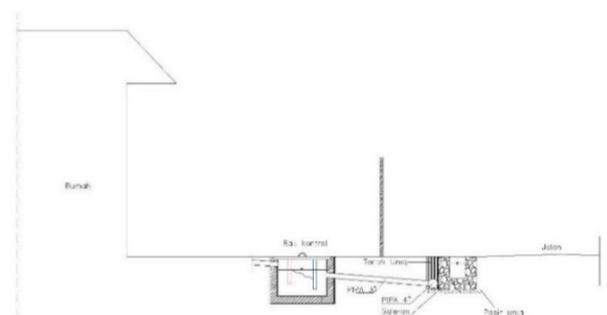
bak penampung limbah dan bak kontrol aliran, kemudian limbah dipompa ke unit IPAL. Secara umum jaringan perpipaan air limbah diilustrasikan pada gambar 1 dengan detail melintang bak kontrol sebagaimana gambar 2.

Di dalam unit IPAL, air limbah dialirkan masuk ke bak pengendapan awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Bak ini juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

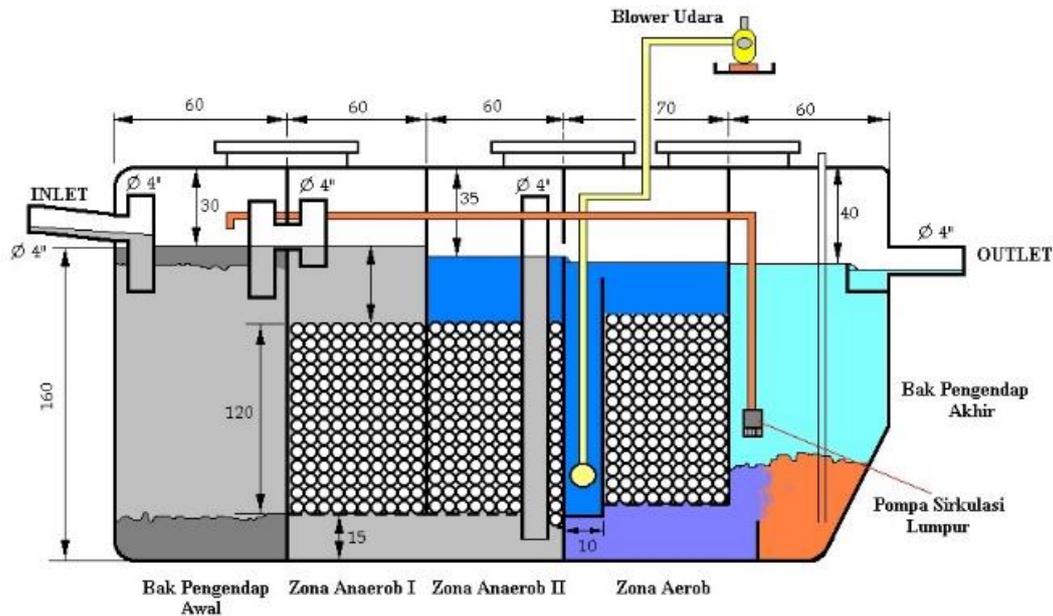
Air limpasan dari bak pengendapan awal dialirkan ke bak kontrakan anaerob (*biofilter Anaerob*) dengan arah aliran dari atas ke bawah. Di dalam bak kontrakan anaerob tersebut diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon, sebagaimana ditampilkan pada gambar 3. Jumlah bak kontrakan anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fukultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendapan.



Gambar 1 Skema Jaringan Perpipaan



Gambar 2 Potongan Melintang



Gambar 3 Desain IPAL

### Sistem Perpipaan

Pada perencanaan ini, air limbah rumah tangga dialirkan dengan memanfaatkan gravitasi, agar tidak memerlukan pompa, sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR buku 3 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik – Terpusat Skala Permukiman (2016:17). Untuk sistem perpipaan yang efisien maka dalam perencanaannya diupayakan:

- Pipa dipasang pada jalur yang dapat melayani sebanyak mungkin rumah tangga.
- Jalur pipa dari hulu ke hilir harus melalui jalan yang menurun agar air mengalir secara gravitasi.
- Jalur pipa mengikuti jalan umum milik pemerintah dengan memperhatikan hirarki jalan.

### Kriteria Dimensi Pipa

Penentuan dimensi pipa mengikuti kriteria sebagai berikut:

- Untuk sambungan rumah (pipa persil) menggunakan diameter 3” – 4”.
- Untuk pipa servis (pipa tersier) menggunakan diameter 4” – 6”.
- Untuk pipa lateral/cabang (pipa sekunder) menggunakan diameter 4” – 6”.
- Untuk induk (pipa utama) menggunakan diameter 6” – 8”.

### Merencanakan Dimensi Pipa

Sebelum merencanakan dimensi pipa, dihitung dahulu debit air limbah rumah tangga dari wilayah yang dikaji. Berikut tahapan perencanaan dimensi pipa:

- Membuat jaringan pipa dengan merencanakan arah aliran pipa dari elevasi tinggi menuju elevasi rendah

menggunakan sistem gravitasi, disesuaikan dengan kondisi jalan serta saluran drainase yang eksisting. Gambar jaringan perpipaan air limbah diperlihatkan pada gambar 4.

- Interpolasi elevasi adalah menghitung elevasi tiap node pipa berdasarkan data kontur pada peta situasi yang dimiliki.
- Debit kumulatif merupakan penjumlahan debit total yang dihitung mulai dari hulu sampai hilir sesuai dengan arah aliran yang direncanakan. Dalam tabulasi data debit diurutkan berdasarkan arah aliran dari awal saluran menuju IPAL.
- Dimensi pipa ditentukan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

- Perhitungan kemiringan atau *slope* (S)

$$Slope = \left[ \frac{Elevasi Awal - Elevasi Akhir}{Panjang Pipa} \times 100 \right]$$

Keterangan: S = Slope/Kemiringan (%)

- Kecepatan Aliran (V)

Kecepatan maksimum merupakan kecepatan terbesar yang diizinkan dan tidak akan menyebabkan pecahnya pipa. Sedangkan kecepatan minimum merupakan kecepatan terendah yang tidak akan menimbulkan sedimentasi. Besarnya kecepatan minimum yang diizinkan yaitu 0,3 m/dtk, sedangkan batas maksimum kecepatan yang diizinkan adalah 2,5 m/det.

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

Keterangan

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan energi

c. Diameter Hitung

Diameter hitung digunakan untuk mengontrol apakah dimensi pipa yang dipakai dari cara coba-coba dapat dipakai. Apabila dari hasil perhitungan nilai D hitung lebih kecil dari D coba-coba maka pipa tersebut dapat dipakai. Namun apabila sebaliknya maka diameter yang dipakai adalah diameter hasil hitung.

**Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan pembangunan suatu proyek (Ibrahim 2003). Tahap – tahap yang dilakukan untuk menyusun anggaran biaya sebagai berikut:

1. Menghitung volume pekerjaan.
2. Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi, jenis dan harga material.
3. Melakukan perhitungan analisa bahan dan upah berdasarkan analisa SNI.

$$RAB = \sum (V \times HSP)$$

Keterangan:

RAB = Rencana Anggaran Biaya

V = Volume pekerjaan

HSP = Harga Satuan Pekerjaan

$\sum$  = Jumlah seluruh komponen suatu pekerjaan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Debit Limbah**

Perhitungan debit air limbah digunakan untuk menentukan kapasitas atau dimensi IPAL yang digunakan pada area kajian, dengan menggunakan asumsi bahwa jumlah penghuni setiap rumah adalah 5 orang dengan produksi limbah cair sebesar 300 liter/orang/hari.

Contoh perhitungan debit limbah pada blok A

Jumlah rumah = 16 rumah  
 Asumsi jumlah penghuni = 5 orang/rumah  
 Jumlah penduduk = 16 x 5 = 80 orang  
 Q limbah = Jumlah penduduk x volume limbah cair  
 = 80 x 300 = 24.000 lt/hr  
 = 24 m<sup>3</sup>/hr

Data lengkap hasil perhitungan debit limbah cair semua block ditampilkan pada tabel 2.

**Tabel 1** Debit Limbah Cair Pada Setiap Blok

Block	Jumlah Rumah	Jumlah Penduduk	Qlimbah m <sup>3</sup> /hr
A	16	80	24.0

B	32	160	48.0
C	31	155	46.5
D	16	80	24.0
E	23	115	34.5
F	22	110	33.0
G	31	155	46.5

Sumber: Hasil Perhitungan

**Perencanaan IPAL**

Dari survey dan pengamatan yang telah dilakukan di beberapa rumah penduduk, diketahui bahwa masyarakat belum memiliki sistem pengolahan khusus untuk limbah buangan dapur (*grey water*). Sebagian besar limbah tersebut dialirkan ke sungai atau selokan tanpa mengolah limbah tersebut terlebih dahulu.

Dengan jumlah limbah cukup banyak dan belum adanya instalasi pengolah limbah sendiri, dikhawatirkan pada tahun mendatang wilayah ini akan mengalami penurunan kualitas hidup dan kehidupan. Untuk mengurangi resiko tersebut, maka dipilihlah sistem pengolahan domestik secara komunal pada area kajian.

**Penentuan IPAL**

Sebagai contoh, debit air limbah yang dihasilkan oleh block A adalah sebesar 24 m<sup>3</sup>/hr, maka dipilih IPAL type RCX-30 yang memiliki kapasitas 30 m<sup>3</sup>/hr dengan dimensi panjang 6.2 m, lebar 2.5 m, tinggi 2.5 m. Dengan cara yang sama dapat ditentukan jenis dan dimensi IPAL untuk setiap blok sebagaimana ditampilkan pada tabel 2.

**Tabel 2** Tipe IPAL Setiap Blok

Blok	Qlimbah m <sup>3</sup> /hr	Type IPAL	Kapasitas m <sup>3</sup> /hr	Dimensi		
				P	L	T
A	24.0	RCX-30	30	6.2	2.5	2.5
B	48.0	RCX-50	50	9.0	2.9	2.9
C	46.5	RCX-50	50	9.0	2.9	2.9
D	24.0	RCX-30	30	6.2	2.5	2.5
E	34.5	RCX-50	50	9.0	2.9	2.9
F	33.0	RCX-50	50	9.0	2.9	2.9
G	46.5	RCX-50	50	9.0	2.9	2.9

**Perhitungan Dimensi Perpipaan**

Dimensi pipa air limbah dapat diketahui kebutuhannya setelah menghitung beban tiap saluran karena beban yang besar akan membutuhkan dimensi yang besar. Hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan dimensi pipa adalah kecepatan minimum air limbah ≥ 0,3 m/det, sedangkan batas maksimum kecepatan yang diizinkan adalah 2,5 m/det.



Gambar 4 Saluran Pipa

Dalam perencanaan ini pipa yang digunakan diameter (D) = 4 inch = 0,114 m dan (D) = 6 inch

Slope Medan = Slope Pipa

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

$$\text{Slope Medan} = \frac{446,080 - 445,083}{84,697}$$

$$\text{Slope Medan} = 0,0118$$

Menghitung kecepatan dan debit saluran

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

$$= \frac{1}{0,007} \cdot 0,03398^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0,0118}$$

$$= 1,63 \text{ m/detik}$$

$$Q_{\text{hit}} = V_{\text{sal}} \cdot A$$

$$= 1,63 \times 0,00968$$

$$= 0,0157 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kontrol V dan Q

Syarat:  $v_{\text{maks}} \geq v_{\text{hit}} \geq v_{\text{min}}$

$2,5 \text{ m/dt} \geq 1,63 \text{ m/s} \geq 0,3 \text{ m/dt}$ .....(memenuhi)

$Q_{\text{hitung}} \geq Q_{\text{rencana}}$

$0,0157 \text{ m}^3/\text{dt} \geq 0,0001563 \text{ m}^3/\text{dt}$ .....(memenuhi)  
 Pada tabel 3 ditampilkan rekapitulasi hasil perhitungan pipa

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Pipa

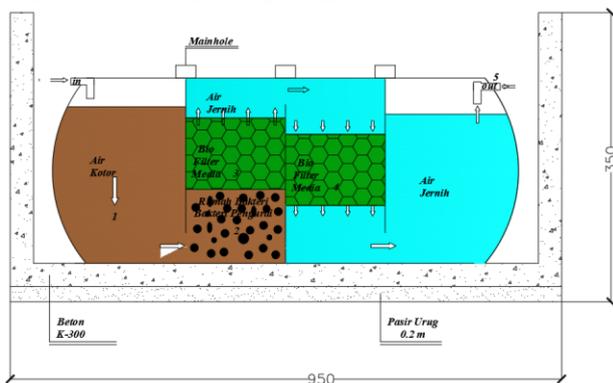
Titik PIPA	Dia.		Q Hit	Kontrol		Ket.
	D	V		Q	V	
	(m)	(m/dt)	(m3/s)	(m3/s)	(m/dt)	
A3-A1	0.114	1.63	0.0157	Oke	Oke	Pipa Service
A4-A2	0.114	1.68	0.0163	Oke	Oke	Pipa Service
A2-A1	0.114	0.54	0.0052	Oke	Oke	Pipa Service
A1-A0	0.165	2.41	0.2911	Oke	Oke	Pipa Induk
B3-B1	0.114	2.41	0.0233	Oke	Oke	Pipa Service
B4-B2	0.114	2.43	0.0235	Oke	Oke	Pipa Service

B2-B1	0.114	0.72	0.0070	Oke	Oke	Pipa Service
B1-B0	0.165	2.44	0.3822	Oke	Oke	Pipa Induk
C3-C1	0.114	2.45	0.0237	Oke	Oke	Pipa Service
C4-C2	0.114	2.42	0.0234	Oke	Oke	Pipa Service
C2-C1	0.114	1.26	0.0122	Oke	Oke	Pipa Service
C1-C0	0.165	2.46	0.3362	Oke	Oke	Pipa Induk
D3-D1	0.114	2.48	0.0240	Oke	Oke	Pipa Service
D1-D0	0.165	2.49	0.3853	Oke	Oke	Pipa Induk
E3-E1	0.114	2.24	0.0216	Oke	Oke	Pipa Service
E4-E2	0.114	2.46	0.0238	Oke	Oke	Pipa Service
E1-E2	0.114	2.95	0.0285	Oke	Oke	Pipa Service
E2-E0	0.165	2.96	0.1319	Oke	Oke	Pipa Induk
F3-F1	0.114	2.49	0.0241	Oke	Oke	Pipa Service
F4-F2	0.114	2.79	0.0270	Oke	Oke	Pipa Service
F1-F2	0.114	2.63	0.0255	Oke	Oke	Pipa Service
F2-F0	0.165	2.81	0.1634	Oke	Oke	Pipa Induk
G3-G1	0.114	2.67	0.0258	Oke	Oke	Pipa Service
G4-G2	0.114	2.69	0.0260	Oke	Oke	Pipa Service
G1-G2	0.114	2.23	0.0215	Oke	Oke	Pipa Service
G2-G0	0.165	2.72	0.3359	Oke	Oke	Pipa Induk

Sumber: Hasil Perhitungan

**Desain Cover IPAL**

Cover IPAL terbuat dari beton bertulang yang berfungsi untuk dasar unit IPAL dan pelindung IPAL dari tekanan tanah atau air dari arah samping, dengan desain sebagaimana ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 6 Cover IPA

**Perencanaan cover IPAL**

- a. Dimensi
  - Panjang IPAL = 6.2 m
  - Lebar IPAL = 2.8 m
  - Lebar IPAL + plat = 3.1 m
  - Tinggi IPAL = 2.7 m
  - Tebal plat = 0.30
  - Luasan plat = 1.00 m
- b. Material
  - Mutu Beton = 25 Mpa
  - Mutu Baja = 240 Mpa
- c. Tulangan
  - a. Tulangan dinding = Ø 8
  - b. Tulangan lantai = Ø 10

**Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL**

Biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan IPAL komunal pada area kajian adalah Rp.701.400.000, dengan rincian sebagai berikut:

**Tabel 5 Rincian RAB IPAL**

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
1	Pemasangan pipa PVC tipe D dia 4"	m'	2149.649	Rp64,998	Rp139,722,886
2	Pekerjaan Galian Pipa IPAL	m³	435.9488	Rp79,566	Rp34,686,540
3	Pekerjaan Urugan Pasir Pipa IPAL	m³	215.6549	Rp391,288	Rp84,383,052
4	Pekerjaan Urugan Kembali Pipa IPAL	m³	198.3524	Rp35,363	Rp7,014,237
5	Pemasangan IPAL RCX30	unit	2	Rp30,517,234	Rp61,034,468
6	Pemasangan IPAL RCX50	unit	5	Rp54,667,234	Rp273,336,169
7	Kebutuhan Kneec	buah	8	Rp18,300	Rp146,400
8	Kebutuhan Tee	buah	7	Rp19,200	Rp134,400
9	Plasteran Cover IPAL	m²	65.8	Rp480,602	Rp31,623,628
10	Pekerjaan Galian Tanah Cover IPAL	m³	69.44	Rp79,566	Rp5,525,037
Total Biaya Pelaksanaan					Rp637,606,817
PPN 10%					Rp63,760,682
Total Biaya Pelaksanaan +10%					Rp701,367,498
Pembulatan					Rp701,400,000

Sumber: Hasil Perhitungan

**4. KESIMPULAN**

1. Debit limbah yang dihasilkan adalah sebesar 256,50 m³/hr.
2. IPAL yang digunakan untuk melayani area kajian adalah tipe RCX-30 dengan dimensi 2,5m x 6,2m

berkapasitas 30 m<sup>3</sup>/hr, dan tipe RCX-50 dengan dimensi 2,95m x 9,0m berkapasitas 50 m<sup>3</sup>/hr.

3. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan IPAL sebesar Rp.701.400.000.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ibrahim Bachtiar. 2003. *Rencana dan estimate Real of Cost*, Bumi Aksara. Jakarta.
2. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Buku 3 Pembangunan Infrastruktur SANIMAS IDB* Jakarta.
3. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Buku 3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik-Terpusat Skala Permukiman*. Jakarta.
4. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T Buku Utama*. Jakarta
5. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T Buku A*. Jakarta.
6. Sugiharto. 1987. *Dasar –Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI press. Jakarta.
7. Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.