

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL DI PERUMAHAN GRIYA PRIMA SRIWIJAYA DAN PERUMAHAN DEYHAN ABADI, KOTA PALEMBANG

Nurcholis Salman¹⁾, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa²⁾, Muhamad Lutfi³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

^{2), 3)}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: nurcholissalman@umtas.ac.id¹⁾; fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id²⁾; mlutfi@ft.uika-bogor.ac.id³⁾

ABSTRAK

Sebagai upaya peningkatan kualitas hidup dan lingkungan di kawasan permukiman Kota Palembang, dilakukan upaya berupa pengembangan sistem sanitasi melalui program pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal, yang berlokasi di Perumahan Griya Prima Sriwijaya dan Perumahan Deyhan Abadi, Kota Palembang. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk merencanakan perangkat IPAL komunal yang efisien dan handal, serta mudah dalam pengoperasian dan perawatannya. Tahapan perencanaan yang dilakukan meliputi pengukuran topografi area perumahan dan penampang melintang sungai, kajian proyeksi timbulan air limbah dan kapasitas IPAL komunal dengan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, termasuk di dalamnya desain sistem perpipaan, desain bak penampungan limbah, desain bak pengendapan awal, desain bak anaerob, desain bak aerob, desain bak pengendapan akhir dan desain bak resapan. Mengingat bahwa kedua perumahan memiliki karakter dan volume timbulan limbah yang tidak berbeda, maka dimensi IPAL komunal yang direncanakan adalah sama besar, dengan kapasitas 200 m³/hari. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dimensi bak penampungan limbah, bak pengendapan awal, bak anaerob, bak aerob, dan bak pengendapan akhir berturut – turut adalah sebesar 40 m³, 70 m³, 45 m³, 25 m³, dan 40 m³.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, sistem sanitasi perkotaan.

ABSTRACT

As an effort to improve the quality of life and the environment in the residential area of Palembang City, efforts have been made to develop a sanitation system through the Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) construction program, which is located at Griya Prima Sriwijaya Housing and Deyhan Abadi Housing, Palembang City. The research was conducted with the aim of planning an efficient and reliable communal WWTP device, as well as being easy to operate and maintain. The planning stages carried out include measuring the topography of residential areas and river cross sections, studies of projected wastewater generation and the capacity of communal WWTPs with Anaerobic Baffled Reactor (ABR) technology, including the design of the piping system, the design of the waste collection tank, the design of the initial settling basin, the design of the piping system, anaerobic tank design, aerobic tank design, final sedimentation basin design and absorption tank design. Considering that the two housing estates have similar characteristics and volumes of waste generation, the dimensions of the planned communal WWTPs are the same, with a capacity of 200 m³/day. Based on the calculations that have been carried out, the dimensions of the waste collection tank, initial settling basin, anaerobic tank, aerobic tank, and final sedimentation tank are 40 m³, 70 m³, 45 m³, 25 m³, and 40 m³ respectively.

Keywords: Wastewater Treatment Plant (WWTP) Communal, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, urban sanitation system.

1. PENDAHULUAN

Air limbah di kota-kota besar di Indonesia, termasuk juga Kota Palembang, dapat dibagi menjadi tiga yaitu air limbah industri, air limbah domestik (buangan rumah tangga) dan air limbah perkantoran dan/atau pertokoan.

Dalam upaya meningkatkan kualitas kondisi sanitasi untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat di kota-kota Sumatera Selatan maka diperlukan adanya yang memuat seluruh komponen sektor sanitasi secara utuh

dan terpadu. Juga harus memuat komponen lain yang mempengaruhi pengelolaan sanitasi, misalnya komponen kelembagaan, pemberdayaan masyarakat dan peningkatan sumberdaya manusia (SDM).

Secara khusus, upaya yang dilakukan dalam sektor sanitasi, dalam hal ini pengelolaan air limbah domestik, meliputi peningkatan kualitas beragam air limbah domestik, pengembangan *on-site management*, sanitasi berbasis masyarakat, program percontohan sistem pengolahan air limbah skala lingkungan

berbasis masyarakat, pengembangan cakupan pelayanan sistem air limbah terpusat yang ada, peningkatan perencanaan pembangunan prasarana sarana air limbah, penelitian dan pengembangan serta aplikasi teknologi tepat guna ramah lingkungan. Terutama mengingat bahwa salah satu permasalahan yang terjadi pada saat ini adalah lambatnya pertumbuhan pembangunan sarana pengolahan air limbah secara terpusat, sehingga pengolahan terhadap air limbah tersebut juga menjadi lamban yang pada akhirnya akan berdampak terhadap mutu lingkungan dan kualitas hidup masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan perangkat Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) komunal, yang berlokasi di Perumahan Griya Prima Sriwijaya dan Perumahan Deyhan Abadi, Kota Palembang yang mengacu kepada perencanaan umum atau *Master Plan* Kota. Lokasi perumahan tersebut berada di atas lahan bekas rawa-rawa yang sebagian sudah ditimbun dan sudah terbangun ratusan unit rumah yang direncanakan.

Pemerintah Daerah Propinsi Sumatera Selatan melalui Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Perumahan Kota Palembang menghendaki agar pengelolaan pembuangan air limbah rumah tangga dapat dikelola secara dengan sistem terpusat dengan skala kawasan atau skala komunitas. Mengingat bahwa muka air tanah sangat dangkal, dikhawatirkan bahwa *septic tank* individu tidak akan optimal (cepat penuh) dan bidang peresapan juga kurang efisien dengan kondisi air tanah seperti tersebut di atas.

Keberadaan IPAL komunal dinilai mampu meningkatkan kepedulian masyarakat sekitar terhadap peningkatan kualitas lingkungan hidup. (Prisanto et al., 2015). Sistem IPAL komunal tersebut juga didesain dengan teknologi yang dapat mempermudah

pengelolaan dan perawatannya (Winda & Burhanudin, 2010). Teknologi yang digunakan lebih murah dalam pembiayaan konstruksi dan operasional (tidak menggunakan energi listrik selama operasionalnya, menggunakan sistem *simplified sewerage* dengan bantuan gaya gravitasi, diameter pipa lebih kecil, dan lubang inspeksi yang lebih sedikit), lahan yang dibutuhkan tidak terlalu luas, serta efisiensi pengolahan tinggi. (Azimah & Marsono, 2014; Nisaa', 2015; Prameswari & Purnomo, 2014)

2. METODE PENELITIAN

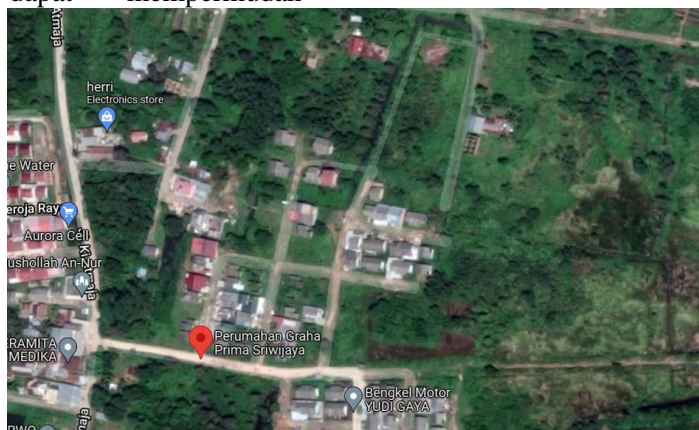
2.1 Gambaran Umum Lokasi Kegiatan

Perumahan Griya Prima Sriwijaya terletak di Jl. Ki Atmaja, Sei Selincah, Sematang Borang, sedangkan Perumahan Deyhan Abadi terletak di Jl. IR. H.M. Idris Musa, Suka Mulya, Sematang Borang, Kota Palembang.

Pada kedua kawasan perumahan, belum semua lahan ditimbun dan dasar elevasi tiap lahan tidak bisa ditentukan berdasarkan kondisi yang ada sekarang kecuali lahan yang sudah ditimbun, sehingga dasar referensi adalah dasar rencana lahan jika sudah ditimbun.

Telah tersedia jalan masuk utama dari jalan raya utama sekitar 500 m yang sudah diaspal dengan lebar kurang lebih 6 m yang menuju ke kompleks perumahan. Namun, jalan lingkungan di kawasan perumahan belum terbangun, sehingga perencanaan akan mengacu kepada rencana jalur jalan sesuai gambar *layout* di kawasan perumahan.

Kondisi topografi kawasan sebelumnya berupa daerah rawa yang kemudian ditimbun kurang lebih 1,5 m sampai 2 m. Di dalam kawasan tersedia saluran drainase yang dibangun disekeliling kawasan yang juga berfungsi sebagai pengering lokasi sewaktu ditimbun.

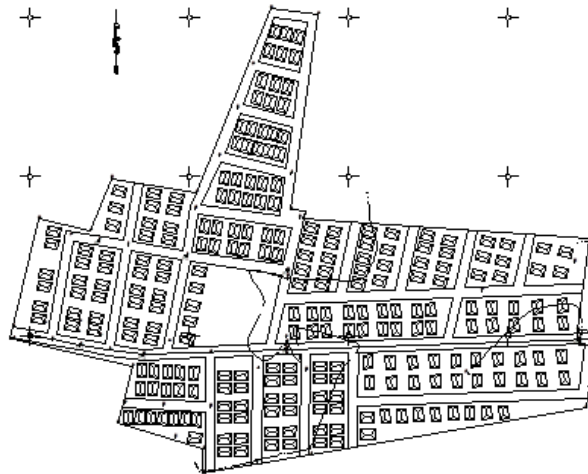


Gambar 1 Lokasi Perumahan Graha Prima Sriwijaya, Kota Palembang

(Sumber: maps.google.com)

Rumah yang akan dibangun pada setiap perumahan masing-masing sebanyak 186 unit dengan elevasi lantai bangunan diprediksi di bawah muka jalan akses utama yang sudah terbangun. Dari hasil pengamatan sementara elevasi muka air tanah sangat dangkal atau hanya 20-30 cm saja dari muka lahan yang

sudah ditimbun, maka akan sulit memasang pipa air limbah yang terpengaruh oleh air tanah. Direncanakan jumlah sambungan pipa IPAL di Perumahan Griya Prima Sriwijaya adalah sebanyak 239 SR, sedangkan jumlah sambungan pipa IPAL di kawasan perumahan Deyhan Abadi adalah sebanyak 228 SR.



Gambar 2 Lay-out Perumahan Graha Prima Sriwijaya, Kota Palembang
(Sumber: Dokumentasi CV. Studio Reka Teknik)



a) Situasi Perumahan



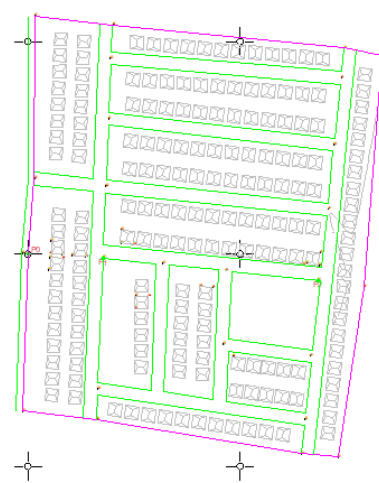
b) Situasi jalan lingkungan dan drainase

Gambar 3 Situasi Eksisting Perumahan Graha Prima Sriwijaya, Kota Palembang

(Sumber: Dokumentasi CV. Studio Reka Teknik)



a) Siteplan Perumahan Deyhan Abadi



b) Lay-out Siteplan

Gambar 4 Lokasi Perumahan Deyhan Abadi, Kota Palembang

(Sumber: maps.google.com)



a) Situasi Perumahan



b) Situasi jalan lingkungan dan drainase

Gambar 5 Situasi Eksisting Perumahan Deyhan Abadi, Kota Palembang

(Sumber: Dokumentasi Aditya Gemilang Persada)

2.2 Metodologi

Penelitian pengembangan sistem sanitasi di wilayah Kota Palembang dilaksanakan pada tahun 2015. Tahapan penelitian meliputi persiapan, pengumpulan data, analisis data dan penyusunan laporan. Tahap persiapan merupakan tahap awal penelitian, berupa survey pendahuluan. Tahap pengumpulan data primer berupa survey topografi, dan pengambilan sampel limbah rumah sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perencanaan perumahan dan data pelengkap dari berbagai instansi dan lembaga. Tahapan analisis data merupakan tahapan pengelompokan data, analisis, interpretasi dan sintesis data – data serta perhitungan desain perencanaan berdasarkan kriteria desain. Tahapan penyusunan laporan berupa penyusunan kesimpulan dan rekomendasi yang diperlukan. (Salman et al., 2021; Salman & Aryanti, 2020)

2.3 Kriteria Desain

Penelitian dan perencanaan IPAL di lingkungan perumahan Griya Prima Sriwijaya dan Perumahan Deyhan Abadi didasarkan pada pertimbangan - pertimbangan sebagai berikut:

2.3.1 Kriteria pemilihan sistem

Pertimbangan dalam pemilihan sistem IPAL komunal tergantung pada faktor – faktor: kepadatan penduduk, penyediaan air bersih, topografi, kondisi permeabilitas tanah, kondisi muka air tanah, tingkat kemampuan dan kemauan penduduk mengelola secara berkelompok, dan tingkat kemampuan investasi dari Pemerintah.

Berdasarkan faktor yang telah disebutkan di atas, maka salah satu dari sistem sanitasi komunal terpusat atau sistem sanitasi komunal setempat dapat dipilih.

2.3.2 Kategori air limbah

Kriteria air limbah domestik yang berasal dari pusat permukiman dan non permukiman antara lain: (Tchobanoglous et al., 1991)

1. *Grey water*, yaitu air limbah yang berasal dari kamar mandi, air cucian, dan dapur penduduk.
2. *Black water*, air limbah yang bersumber dari kakus (WC).

2.3.3 Kriteria volume (sistem perpipaan)

Air limbah domestik berasal dari sisa penggunaan air bersih dengan perkiraan debit (Q) rata-rata sebesar antara 70%-80% dari penggunaan air bersih. Penggunaan air bersih perkapita mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum yang diperlihatkan pada tabel di berikut ini.

Tabel 1 Kriteria konsumsi air bersih perkotaan

URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JAWA)				
	> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Haluan (HU) (liter/orang/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi unit non domestik					
a. Niaga Kecil (liter/orang/hari)	600 - 900	600 - 900		600	
b. Niaga Besar (liter/orang/hari)	1000 - 5000	1000 - 5000		1500	
c. Industri Besar (liter/orang/hari)	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8		0.2 - 0.8	
d. Pariwisata (liter/orang/hari)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3		0.1 - 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian	1.15 - 1.25 * harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 - 2.0 * hari maks	1.75 * hari maks	1.75 * hari maks
7. Jumlah Jawa Per SR (Jawa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jawa Per HU (Jawa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
13. Capaian Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 1996

Berdasarkan tabel di atas, penggunaan air bersih ditentukan sebesar 200 ltr/orang/hari. Perhitungan debit puncak air limbah adalah sebesar

$$F = 4,02(0,0864Q) - 0,154 \quad \dots 1)$$

Dengan:

Q : Debit air limbah rata-rata

F : Koefisien faktor puncak untuk rata-rata debit air limbah per hari

Nilai F ditetapkan 5 untuk daerah pelayanan kecil kurang dari 1500 jiwa, air timbulan limbah kurang dari 225 m³/hari. Debit infiltrasi air tanah (Q_{inf}) yang masuk ke dalam pipa diperkirakan 10 % dari debit rata-rata (Q).

2.3.4 Kriteria pengumpulan dan pengaliran (sistem perpipaan)

Air limbah yang dikumpulkan dari sambungan rumah adalah berupa air mandi, cuci, dapur dan kakus (*grey water* dan *black water*) dengan menggunakan pipa pengumpul (*collector pipe*). Terdapat berbagai jenis tipe pipa yang dapat digunakan untuk penyaluran air limbah, antara lain: *Verified Clay (VC)*, *Asbestos Cement (AC)*, *Reinforced Concrete (RC)*, *Steel*, *Cast Iron*, *High Density Polyethylene (HDPE)*, *Unplastised Polyvinylchloride (uPVC)*, *Polyvinylchloride (PVC)*, dan *Glass Reinforced Plastic (GRP)*.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis pipa antara lain: (Adhyaksa et al., 2019; Arifin et al., 2019)

1. Umur ekonomis.
2. Kekuatan struktural dan resistensi terhadap korosi (kimia) atau abrasi (fisik).
3. Koefisien kekasaran (hidrolik).
4. Ketersediaan dan kemudahan transpor dan penanganan di lapangan.
5. biaya suplai, transpor dan pemasangan.
6. Ketahanan terhadap disolusi di dalam air.
7. Kekedapan dinding.

Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas, diambil dipergunakan pipa *PVC* dalam pekerjaan IPAL ini.

Pengumpulan air limbah domestik dari sambungan rumah dialirkan ke pipa pengumpul dengan kecepatan aliran sebesar:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad \dots 2)$$

Dengan:

V : Debit air limbah rata-rata

n : Koefisien kekasaran di dinding pipa

R : jari-jari hidrolis pipa

I : kemiringan pemasangan pipa

Kecepatan minimum 0,6 m/det dan maksimum 3 m/det. Kriteria pemasangan perpipaan IPAL Komunal berdasarkan Rencana Teknik Rinci SPALD jaringan perpipaan IPAL komunal diperlihatkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 2 Kriteria pemasangan pipa jaringan 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: (Febrianti et al., 2019)

Kapasitas maksimum pipa dengan Dia. 150mm-300mm adalah 80%, dia. 350mm-800mm maksimum 80% dan kapasitas maksimum pipa dengan dia. > 900mm adalah 50%.

Pipa pengaliran dipasang pada kedalaman antara 1,0 – 7,0 meter di bawah tanah. *Manhole* dipasang setiap jarak 100 m untuk ukuran pipa < 800 mm atau pada setiap belokan dan pertemuan. Air limbah dari pipa pengumpul kemudian dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) menggunakan metode gravitasi, atau jika diperlukan dapat digunakan pompa *submersible*.

Beberapa sistim IPAL sederhana yang relevan antara lain: Tangki septik dengan bio filter, Tangki septik dengan *buflod*, Kolam olahan dengan tumbuhan, kolam olahan dengan sistem "AG". Mengingat bahwa jarak antara kedua perumahan yang berjauhan, maka IPAL akan ditempatkan di dalam lingkungan masing – masing perumahan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Timbulan Limbah Domestik

Pemakaian air bersih per orang adalah 200 lt/hr. Sedangkan timbulan limbah yang dihasilkan adalah 80% dari pemakaian air bersih tersebut. Sehingga timbulan limbah perkapita per hari adalah sebesar 160 liter. Jika setiap rumah dihuni oleh 5 orang anggota keluarga, maka timbulan limbah per hari pada setiap Sambungan Rumah (SR) adalah sebesar 800 lt/SR.

Jika direncanakan terdapat 200 SR di setiap perumahan, maka dengan demikian, jumlah timbulan limbah (V_{renc}) di tiap perumahan adalah sebesar 160 m³/hari. Dengan Faktor Keamanan sebesar 1,2, maka timbulan limbah (V'_{renc}) pada masing – masing perumahan adalah sebesar 192 m³/hari ~ 200 m³/hari, atau sebesar 8,33 m³/ jam.

Berdasarkan fakta bahwa kedua perumahan memiliki karakter dan volume timbulan limbah yang tidak berbeda, maka dimensi IPAL komunal yang direncanakan adalah sama besar.

3.2 Bak Penampungan

Karena kondisi di lapangan yang konturnya relatif rata, maka tidak memungkinkan untuk mendapatkan kemiringan pipa yang memadai jika hanya mengandalkan gravitasi saja. Untuk alasan tersebut lah maka dalam proses pengaliran limbah dari tiap SR ke bak IPAL digunakanlah pompa (*summersible pump*).

Teknisnya, air limbah dari tiap rumah tersebut dialirkan dahulu ke dalam bak penampungan lalu dari bak penampungan kemudian dipompa menuju ke arah bak IPAL. Pipa yang dipergunakan untuk sambungan rumah menuju bak penampung awal adalah sebesar 4" (101,6 mm), sedangkan pipa yang dipergunakan sebagai penyalur limbah dari bak penampungan awal menuju ke IPAL memiliki ukuran 6" (152,4 mm), dengan kemiringan (gradien) pipa sebesar 0,0044 m/m.

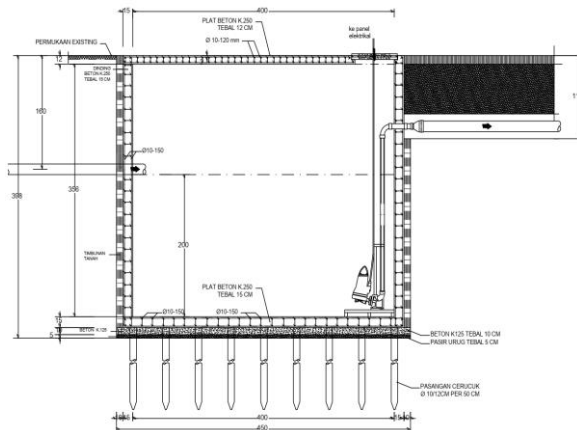
Untuk mengakomodir jumlah SR yang jumlahnya 200 SR atau lebih dan untuk tetap memenuhi kemiringan pipa yang diinginkan maka disediakanlah 2 (dua) buah bak penampung dengan kapasitas masing – masing sebesar 100 m³/hari.

3.2.1 Bak penampungan

Dengan kapasitas bak penampungan telah ditetapkan sebesar 100 m³/hari dan waktu tinggal (*detention time*) ditetapkan selama 4 jam (0,17 hari), maka volume bak yang dibutuhkan (V_d) = 16,67 m³/hari.

Dengan *trial and error* ditentukan dimensi bak penampung:

Panjang bak (p)	= 4,0 m
Lebar bak (l)	= 2,0 m
Kedalaman bak (t)	= 2,0 m
Tinggi ruang bebas/ tinggi pipa inlet (g)	= 1,5 m
Mutu Beton	= K - 250
Tebal dinding (b)	= 0,15 m
Cek:	
Volume efektif (V_{eff})	= 16,0 m ³
Waktu tinggal nya adalah $t = (V_{eff} \times 24/V_a) =$	3,84 jam = 4 jam. OK.



Gambar 6 Potongan bak penampungan

3.2.2 Perhitungan kapasitas pompa

Dengan volume efektif bak penampung adalah sebesar 100 m³/hari (4,17 m³/jam), maka dipergunakan spesifikasi pompa dengan kapasitas 8m³/jam dan total head 5-9 meter.

3.3 Perencanaan IPAL

Teknologi pengolahan air limbah yang akan dibahas adalah teknologi yang digunakan dalam perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di kedua perumahan ini adalah *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* atau dikenal juga dengan *Anaerobic Baffled Septic Tank (ABST)* adalah salah satu reaktor hasil modifikasi *septic tank* dengan penambahan sekat-sekat. Teknologi ini telah digunakan dan dikembangkan untuk mengolah limbah cair sintetik dengan kategori kuat (COD 8000 mg/l) sampai sedang.

Sistem ABR sangat efisien untuk mengolah air buangan sintesis yang relatif kurang kuat (*low-strength synthetic wastewater*) (Manariotis & Grigoropoulos, 2006), air buangan dari rumah penjalangan hewan (Polprasert et al., 1992), dan air buangan domestik atau perkotaan. ABR juga cocok untuk mengolah air buangan yang memiliki kandungan zat tersuspensi tidak terendapkan yang tinggi dan rasio *BOD/COD* yang rendah, seperti limbah dari kegiatan industri. (Wanasen, 2003).

ABR merupakan bioreaktor anaerob yang memiliki kompartemen-kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal. ABR mampu mengolah berbagai macam jenis influen. Umumnya sebuah ABR terdiri dari kompartemen - kompartemen yang tersusun seri. Rangkaian kompartemen pada ABR secara seri memiliki keuntungan dalam membantu mengolah substansi yang sulit didegradasi. Aliran limbah cair diarahkan menuju ke bagian

bawah sekat oleh susunan seri sekat tergantung maupun tegak dan juga tekanan dari influen sehingga air limbah dapat mengalir dari *inlet* menuju *outlet*. (Ajakima & Soedjono, 2016)

Bagian bawah sekat tergantung dibengkokkan 45° untuk mengarahkan aliran air dan mengurangi *channelling* atau aliran pendek. Bagian *downflow* lebih sempit dibanding *upflow* untuk mencegah akumulasi mikroorganisme. Dalam aliran ke atas, aliran melewati *sludge blanket*, sehingga limbah dapat kontak dengan mikroorganisme aktif.

Susunan bak IPAL dengan teknologi ABR terdiri dari: bak pengendapan awal, bak anaerob, bak aerob, bak pengendapan akhir dan bak resapan.

3.3.1 Bak pengendapan awal

Kapasitas bak pengendapan awal (V_a) adalah sebesar $200 \text{ m}^3/\text{hari}$, dengan waktu tinggal (*detention time*) ditetapkan selama 5 jam (0,21 hari). Dengan demikian, volume bak yang dibutuhkan (V_a') adalah sebesar $41,67 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dengan *trial and error* ditentukan dimensi bak pengendapan awal:

Panjang bak (p) = 4,0 m
 Lebar bak (l) = 4,0 m
 Kedalaman bak (t) = 2,5 m
 Tinggi ruang bebas/ tinggi pipa inlet (g) = 0,5 m
 Mutu Beton = K - 250
 Tebal dinding (b) = 0,2 m

Cek:

Volume efektif (V_{eff}) = 40 m^3
 Waktu tinggal nya adalah $t = (V_{\text{eff}} \times 24/a) = 4,8$ jam ~ 5 jam. OK.

3.3.2 Bak anaerob

Kapasitas bak anaerob (V_b) adalah sebesar $200 \text{ m}^3/\text{hari}$, dengan waktu tinggal (*detention time*) ditetapkan selama 6 jam (0,25 hari). Dengan demikian, volume bak yang dibutuhkan (V_b') adalah sebesar $50,0 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dengan *trial and error* ditentukan dimensi bak anaerob:

Panjang bak (p) = 7,0 m
 Lebar bak (l) = 4,0 m
 Kedalaman bak (t) = 2,5 m

Tinggi ruang bebas/ tinggi pipa inlet (g) = 0,5 m

Mutu Beton = K - 250

Tebal dinding (b) = 0,2 m

Cek:

Volume efektif (V_{eff}) = 70 m^3

Waktu tinggal nya adalah $t = (V_{\text{eff}} \times 24/a) = 8,4$ jam > 6 jam. OK.

3.3.3 Bak aerob

Kapasitas bak aerob (V_c) adalah sebesar $200 \text{ m}^3/\text{hari}$, dengan waktu tinggal (*detention time*) ditetapkan selama 5 jam (0,21 hari). Dengan demikian, volume bak yang dibutuhkan (V_b') adalah sebesar $41,67 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dengan *trial and error* ditentukan dimensi bak aerob:

Panjang bak (p) = 4,5 m

Lebar bak (l) = 4,0 m

Kedalaman bak (t) = 2,5 m

Tinggi ruang bebas/ tinggi pipa inlet (g) = 0,5 m

Mutu Beton = K - 250

Tebal dinding (b) = 0,2 m

Cek:

Volume efektif (V_{eff}) = 45 m^3

Waktu tinggal nya adalah $t = (V_{\text{eff}} \times 24/a) = 5,4$ jam = 5 jam. OK.

3.3.4 Bak pengendapan akhir

Kapasitas bak pengendapan akhir (V_d) adalah sebesar $200 \text{ m}^3/\text{hari}$, dengan waktu tinggal (*detention time*) ditetapkan selama 3 jam (0,13 hari). Dengan demikian, volume bak yang dibutuhkan (V_d') adalah sebesar $25,0 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dengan *trial and error* ditentukan dimensi bak pengendapan akhir:

Panjang bak (p) = 4,0 m

Lebar bak (l) = 2,5 m

Kedalaman bak (t) = 2,5 m

Tinggi ruang bebas/ tinggi pipa inlet (g) = 0,5 m

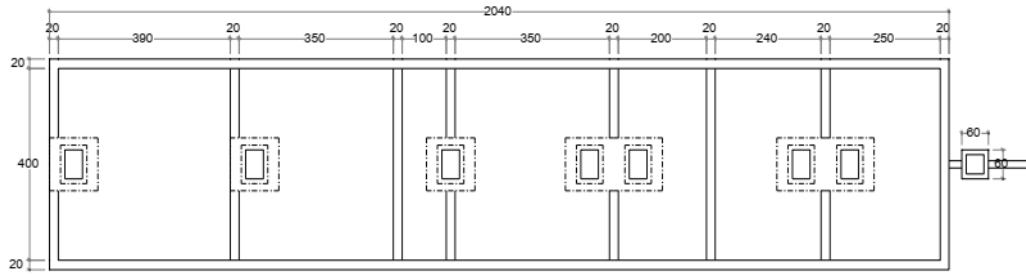
Mutu Beton = K - 250

Tebal dinding (b) = 0,2 m

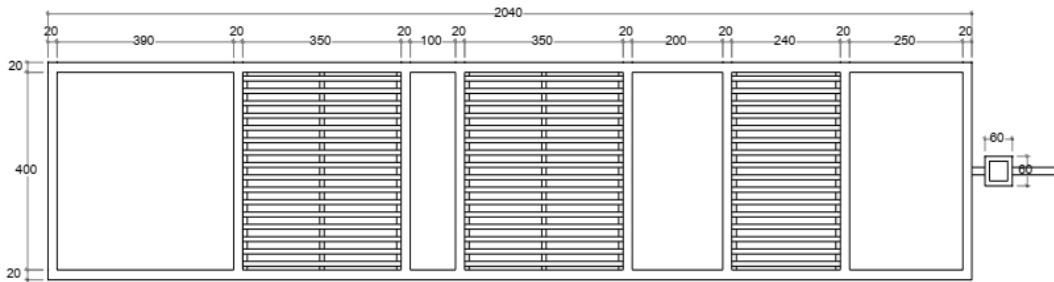
Cek:

Volume efektif (V_{eff}) = 25 m^3

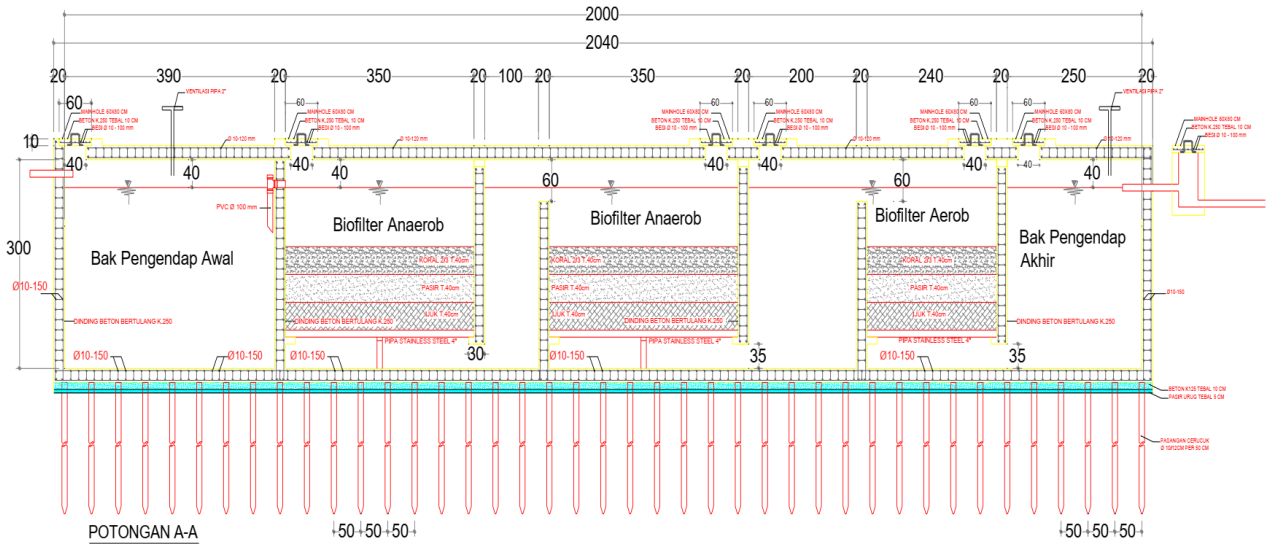
Waktu tinggal nya adalah $t = (V_{\text{eff}} \times 24/a) = 3$ jam. OK.



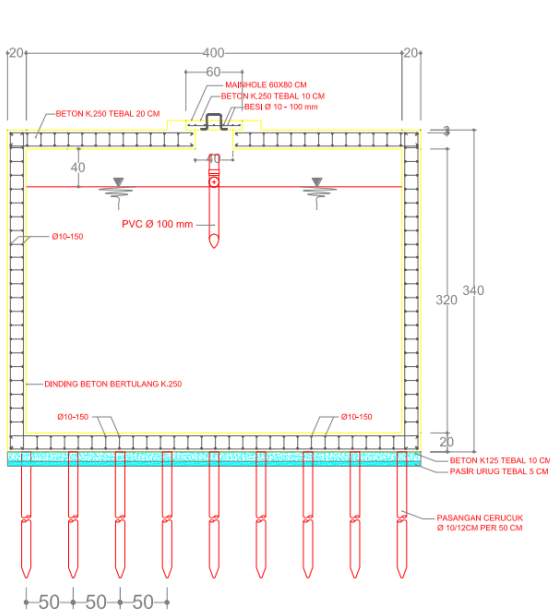
Gambar 7 Tampak atas rencana IPAL



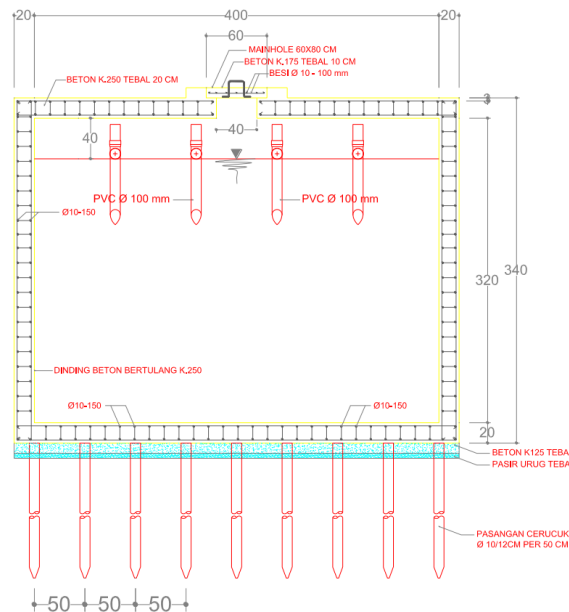
Gambar 8 Potongan lateral rencana IPAL



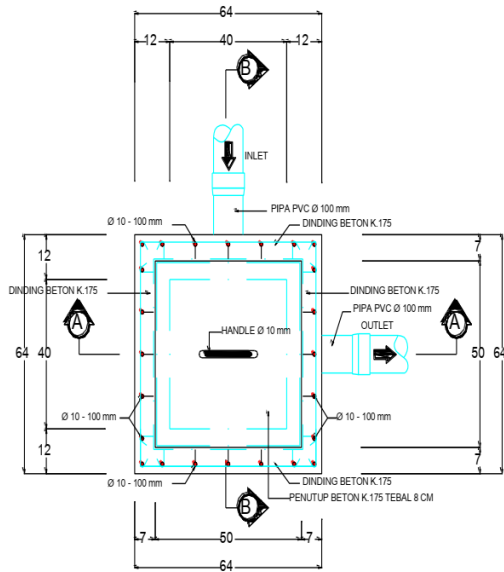
Gambar 9 Potongan A-A rencana IPAL



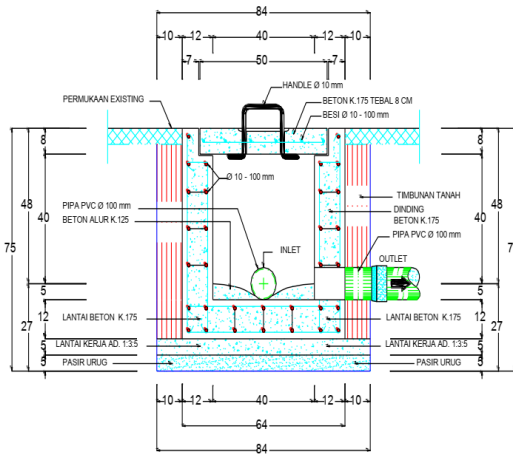
Gambar 10 Potongan B-B rencana IPAL



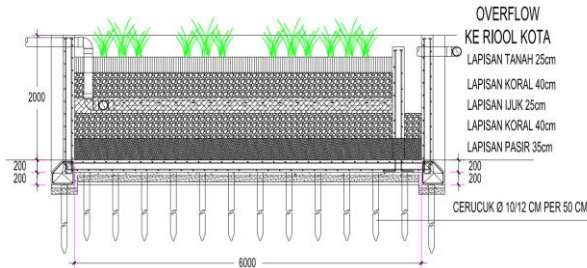
Gambar 11 Potongan B-B rencana IPAL



Gambar 12 Tampak atas bak kontrol (manhole)



Gambar 13 Potongan bak kontrol (manhole)



Gambar 14 Potongan bak resapan

4 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyaluran air limbah dilakukan dengan sistem gravitasi, dibantu dengan sistem pompa dengan kapasitas 8 m³/jam.
2. Diameter pipa yang digunakan pada perencanaan ini adalah 100 mm dan 150 mm dengan jenis pipa PVC, diameter 100 mm untuk pipa service yang menerima air limbah dari sambungan rumah. Sedangkan diameter

150 mm digunakan pada saluran pipa induk yang menuju ke IPAL.

3. Kemiringan yang digunakan merupakan kemiringan perencanaan sebesar 0,0044 m/m, dan bukan menggunakan slope medan, karena lokasi penelitian merupakan area yang datar.
4. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dimensi bak penampungan limbah, bak pengendapan awal, bak anaerob, bak aerob, dan bak pengendapan akhir berturut – turut adalah sebesar 40 m³, 70 m³, 45 m³, 25 m³, dan 40 m³.

DAFTAR PUSTAKA

Adhyaksa, T., Lutfi, M., & Alimuddin, A. (2019). Pengembangan Jaringan Perpipaan IPAL Komunal Kelurahan Sindangrasa Kota Bogor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/samnatek

Ajakima, S. O., & Soedjono, E. S. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 109–115. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17299>

Arifin, T., Lutfi, M., & Alimudin, A. (2019). Studi Perencanaan Pengembangan Sistem Perpipaan IPAL Komunal Di Kelurahan Sindangbarang Kota Bogor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1–13.

Azimah, U., & Marsono, B. D. (2014). Perencanaan SPAL dan IPAL Komunal di Kabupaten Ngawi (Studi Kasus Perumahan Karang Tengah Prandon, Perumahan Karangasri dan Kelurahan Karangtengah). *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 157–161.

Febrianti, A. D., Lutfi, M., & Alimuddin, A. (2019). Optimalisasi Sambungan Perpipaan IPAL Komunal Di Kelurahan Sukaesmi Kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor. *Prosiding Semnastek*, 1–11. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5143>

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (1996). Modul Proyeksi Kebutuhan Air Dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air. *Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Dan Distribusi Air Minum*, 1–16.

Manariotis, I. D., & Grigoropoulos, S. G. (2006). *Municipal-Wastewater Treatment*

- Using Upflow-Anaerobic Filters. *Water Environment Research*, 78(3), 233–242. <http://www.jstor.org/stable/25045969>
- Nisaa', A. F. (2015). *Perencanaan Penyediaan Pengolahan Air Limbah Komunal Berbasis Masyarakat (Studi Kasus: Kelurahan Ngagel Rejo Kota Surabaya)* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <http://repository.its.ac.id/59902/>
- Polprasert, C., Kemmadamrong, P., & Tran, F. T. (1992). Anaerobic baffle reactor (ABR) process for treating a slaughterhouse wastewater. *Environmental Technology*, 13(9), 857–865. <https://doi.org/10.1080/09593339209385220>
- Prameswari, R. A. P., & Purnomo, A. (2014). Perencanaan Pelayanan Air Limbah Komunal Desa Krasak Kecamatan Jatibarang Kabupaten Indramayu. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 81–84. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/82030>
- Prisanto, D. E., Yanuwadi, B., & Soemarno. (2015). *Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur*. 6(1), 74–80.
- Salman, N., & Aryanti, D. (2020). Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Nangkaleah Kecamatan Wangunreja, Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Komposit*, 4(2), 33–45. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3805>
- Salman, N., Aryanti, D., & Taqwa, F. M. L. (2021). Evaluasi Pengelolaan Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit X di Kab. Tasikmalaya). *Jurnal Komposit*, 5(1), 7–16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v5i1.4262>
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (1991). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse* (4th ed., Vol. 1, Issue 1). McGraw-Hill. [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(91\)90038-K](https://doi.org/10.1016/0191-2615(91)90038-K)
- Wanasen, S. (2003). *Upgrading Conventional Septic Tanks By Integrating in-Tank Baffles*. Asian Institute of Technology (AIT) School of Environment, Resources and Development (SERD).
- Winda, W., & Burhanudin, H. (2010). Percepatan Penerapan Teknologi Pembuangan Limbah Domestik Onsite Sistem Komunal Berbasis Partisipasi Masyarakat. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 10(2), 124990. <https://doi.org/10.29313/jpwk.v10i2.1368>