

# PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH SISTEM TERPUSAT (STUDI KASUS DI PERUMAHAN PT. PERTAMINA UNIT PELAYANAN III PLAJU – SUMATERA SELATAN)

Puji Retno Wulandari

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
[\\*pujieajah@gmail.com](mailto:*pujieajah@gmail.com)

## Abstrak

*Tingkat pencemaran berbanding lurus dengan angka pertumbuhan penduduk di suatu wilayah. Semakin padat penduduk di suatu wilayah, maka potensi lingkungan tersebut rusak akan semakin besar. Penambahan ini menyebabkan meningkatnya kuantitas dan kualitas air limbah yang dihasilkan, sehingga diperlukan adanya instalasi pengelolaan air limbah yang lebih baik karena pengelolaan yang ada belum optimal. Untuk mengurangi dampak dari pencemaran tersebut, maka direncanakanlah pembangunan sarana pengolahan air limbah domestik komunal di Perumahan PT. Pertamina UP III Plaju ini berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung (1) proyeksi penduduk 10 tahun mendatang, (2) volume total limbah yang dihasilkan, (3) dimensi saluran pembawa dan sumur pengumpul, dan (4) rencana dimensi unit IPAL beserta luas lahan yang dibutuhkan untuk pembangunan instalasi tersebut. Metode pengumpulan data yang digunakan antara lain survei lapangan, untuk memperoleh data peta lokasi dan denah rumah yang nantinya akan digunakan untuk menentukan jumlah penduduk, jumlah limbah yang dihasilkan, dan untuk penentuan kapasitas unit IPAL, kemudian kajian literatur yang berkaitan dengan pokok pembahasan yang digunakan untuk memperkuat analisis data. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan jumlah penduduk meningkat menjadi 23668 jiwa dengan persentase pertumbuhan penduduk sebesar 1,85% per tahun. Debit air limbah yang dihasilkan oleh penduduk untuk 10 tahun mendatang adalah sebesar 6,574 L/detik. Pipa yang digunakan sebagai pipa induk adalah jenis pipa PVC dengan diameter 216mm (8") dengan koefisien kekasaran Manning sebesar 0,009. Berdasarkan kriteria pemilihan proses pengolahan limbah yang sesuai dengan kondisi lokasi, maka untuk perencanaan kali ini akan digunakan IPAL dengan jenis biofilter aerob - anaerob. Dimensi utama bangunan pengolah air limbah adalah ukuran lebar 8 meter dengan kedalaman 2 m dibawah permukaan tanah dan 1,5 m diatas permukaan tanah. Panjang bak pengendap awal 15 m, bak biofilter anaerob 14 m, bak biofilter aerob 12 m, dan bak pengendap akhir 15 m. Bak ekuualisasi dibuat menjadi 2 bak dengan masing – masing lebar 10 m dan panjang 16 m. Luas lahan yang dibutuhkan untuk membangun instalasi ini lebih kurang 70 m x 20 m persegi.*

**Kata kunci :** IPAL, Air Limbah Domestik, Biofilter Aerob - Anaerob

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya arus pembangunan di kota-kota besar memberikan dampak yang cukup besar pada pertumbuhan penduduk. Peningkatan jumlah penduduk tersebut selalu berbanding lurus dengan pertumbuhan di berbagai sektor penunjang kehidupan lainnya seperti sektor pemukiman dan perumahan yang tumbuh semakin cepat. Perkembangan sektor perumahan dan pemukiman tersebut menuntut adanya pembangunan infrastruktur dasar pelayanan publik yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pelayanan prasarana lingkungan seperti infrastruktur air bersih dan sistem sanitasi, penyediaan rumah dan transportasi yang baik untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan kota dapat menjadi penyebab utama timbulnya berbagai masalah di kota-kota pada negara berkembang (Nurmadi, 1999).

Kurang memadainya sarana dan prasarana kebersihan di suatu wilayah pemukiman akan sangat berdampak besar pada kualitas lingkungan dan

kesehatan di wilayah tersebut. Hal ini disebabkan keberadaan prasarana lingkungan merupakan kebutuhan yang paling penting yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia. Artinya prasarana dasar dalam satu unit lingkungan adalah syarat bagi terciptanya kenyamanan hunian (Claire, 1973). Tingkat kenyamanan seseorang dalam bertempat tinggal ditandai dengan terpenuhinya kebutuhan, termasuk juga prasarana lingkungan, karena prasarana lingkungan merupakan kelengkapan fisik dasar suatu lingkungan perumahan diantaranya tersedianya sarana dan prasarana sanitasi lingkungan.

Sanitasi lingkungan adalah status kesehatan suatu lingkungan yang mencakup perumahan, pembuangan kotoran, penyediaan air bersih dan sebagainya (Notoadmojo, 2003). Masalah sanitasi, khususnya sanitasi di perkotaan merupakan isu yang krusial dan selalu menarik perhatian banyak pihak saat ini. Selain permasalahannya yang kompleks, sanitasi lingkungan

berperan besar dalam upaya meningkatkan derajat kehidupan dan kesehatan masyarakat, terutama pada masyarakat lapisan bawah. Sanitasi lingkungan terkait dengan peningkatan kebersihan / higienis dan pencegahan berjangkitnya penyakit yang berhubungan dengan faktor-faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang berhubungan dengan sanitasi tersebut termasuk penanganan air air limbah rumah tangga yang berasal dari mandi, cuci, dan limbah tinja dari kakus/ *Water Closet (WC)*.

Lokasi peninjauan penelitian ini berada di perumahan PT. Pertamina Up III Plaju - Palembang. Perumahan ini dikhususkan untuk dihuni oleh karyawan Pertamina saja. Sistem pengolahan limbah domestik pada perumahan ini masih sangat sederhana. Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Para penduduk yang bermukim di wilayah ini hampir belum memiliki bangunan pengolahan air limbah baik yang individu maupun komunal, khususnya untuk limbah yang berasal dari non toilet atau limbah dapur (*grey water*). Limbah dapur yang mereka keluarkan, sebagian besar langsung dibuang ke badan air atau tanah tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan, melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya, maka akan terjadi kerusakan lingkungan.

Untuk menghindari dampak yang merugikan dari pembuangan air limbah domestik tersebut, maka diperlukan desain instalasi pengolahan air limbah domestik yang berfungsi menurunkan konsentrasi zat-zat pencemar sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan air penerima. Langkah yang sebaiknya dilakukan untuk mencapai sanitasi yang lebih baik dan lengkap adalah dengan merencanakan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang nantinya berfungsi untuk melayani penyaluran air limbah domestik di perumahan tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Scundaria (2000) menyebutkan bahwa limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, yang keberadaannya mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Limbah dihasilkan dari sisa proses produksi baik industri maupun domestik/rumah tangga.

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga.

Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air yang dibuang berlebihan melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia

yang tinggal pada lingkungannya itu sendiri sehingga oleh karenanya perlu dilakukan penanganan air limbah yang seksama dan terpadu baik itu dalam penyaluran maupun pengolahannya.

Sistem penyaluran air limbah adalah suatu rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang air limbah dari suatu kawasan/lahan baik itu dari rumah tangga maupun kawasan industri. Sistem penyaluran biasanya menggunakan sistem saluran tertutup dengan menggunakan pipa yang berfungsi menyalurkan air limbah tersebut ke bak *interceptor* yang nantinya di salurkan ke saluran utama atau saluran drainase.

Pengolahan limbah adalah usaha untuk mengurangi atau menstabilkan zat-zat pencemar sehingga saat dibuang tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan. Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi kandungan bahan pencemar terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme alami. Tujuan lain pengolahan limbah cair adalah :

1. Mengurangi dan menghilangkan pengaruh buruk limbah cair bagi kesehatan manusia dan lingkungannya.
2. Meningkatkan mutu lingkungan hidup melalui pengolahan, pembuangan dan atau pemanfaatan limbah cair untuk kepentingan hidup manusia dan lingkungannya.

Dalam pasal 20, UU 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, disebutkan bahwa setiap orang diperbolehkan untuk membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan:

- a. memenuhi baku mutu lingkungan hidup, diberikan pada Tabel 2.1
- b. mendapat izin dari Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya.

Tabel 2.1. Baku mutu air limbah yang disyaratkan oleh pemerintah:

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6 - 10
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Lemak dan Minyak	mg/L	10

Sumber : Kepmen LH nomor 112 tahun 2003

Proses pengolahan limbah terdiri dari dua jenis yaitu pengolahan limbah setempat (*on site*) dan pengolahan limbah secara terpusat (*off site*). Menurut Ayi Fajarwati dalam Penyaluran Air Buangan Domestik (2000), sistem sanitasi setempat (*on site sanitation*) adalah sistem pembuangan air limbah dimana air limbah tidak dikumpulkan serta disalurkan ke dalam suatu jaringan saluran yang akan membawanya ke suatu tempat pengolahan air buangan

atau badan air penerima, melainkan dibuang di tempat. Sedangkan sistem sanitasi terpusat (*off site sanitation*) merupakan sistem pembuangan air buangan rumah tangga (mandi, cuci, dapur, dan limbah kotoran) yang disalurkan keluar dari lokasi pekarangan masing-masing rumah ke saluran pengumpul air buangan dan selanjutnya disalurkan secara terpusat ke bangunan pengolahan air buangan sebelum dibuang ke badan perairan. Pada penelitian kali ini, kajian hanya dipusatkan pada proses pengolahan air limbah secara terpusat (*off site system*).

Proses pengolahan air limbah sistem terpusat umumnya dibagi menjadi empat tahapan, yaitu :

1. Pengolahan awal (*pre treatment*)
2. Pengolahan tahap pertama (*primary treatment*)
3. Pengolahan tahap kedua (*secondary treatment*)
4. Pengolahan tahap akhir (*tertiary treatment*)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau *Wastewater Treatment Plant* (WWTP) adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk dapat digunakan kembali pada aktivitas yang lain. Tujuan utama pengolahan air limbah ialah untuk mengurai kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam.

Untuk mengolah air yang mengandung senyawa organik, umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses kimia-fisika. Proses secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau dengan kombinasi keduanya. Proses aerobik biasanya digunakan untuk pengolahan limbah dengan beban BOD tidak terlalu besar, sedangkan proses anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi. Pada penelitian ini, uraian dititik beratkan pada pengolahan limbah secara aerobik.

Menurut Wahyu Hidayat dan Nusa Idaman Said dalam jurnal Rancang Bangun IPAL, pengolahan air limbah secara aerobik secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga, yakni :

1. Proses biologis dengan biakan tersuspensi adalah system pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa polutan yang ada didalam air. Contoh proses ini antara lain proses lumpur aktif standar/konvensional, *step aeration*, *contact stabilization*, dan lainnya.
2. Proses biologis dengan biakan melekat yakni proses pengolahan air limbah dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Beberapa contoh teknologi pengolahan air dengan system ini antara lain *trickling filter* atau *biofilter*, *rotating biological contractor* (RBC), dan lain-lain.

3. Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama, sehingga aktifitas mikroorganisme yang tumbuh secara alami dan senyawa polutan yang ada didalam air limbah akan terurai.

Pemilihan proses pengolahan air limbah domestik yang digunakan didasarkan atas beberapa kriteria yang diinginkan antara lain :

1. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu air limbah domestik yang disyaratkan.
2. Pengelolaannya harus mudah.
3. Lahan yang diperlukan tidak terlalu besar.
4. Konsumsi energi sedapat mungkin rendah.
5. Biaya operasinya rendah.
6. Lumpur yang dihasilkan sedapat mungkin kecil.
7. Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
8. Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.
9. Dapat menghilangkan amoniak sampai mencapai standar baku mutu yang berlaku.
10. Perawatannya mudah dan sederhana.

Sesuai dengan kriteria di atas, maka untuk perencanaan kali ini akan digunakan IPAL dengan jenis biofilter aerob - anaerob.

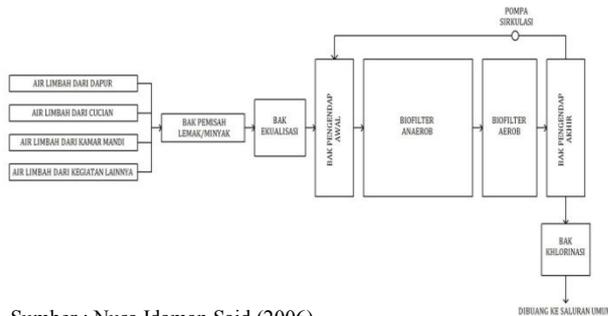
Prinsip kerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Biofilter Aerob Anaerob adalah sebagai berikut :

1. Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik, seluruhnya dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak. Bak pemisah lemak tersebut berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mendapatkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.
2. Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan masuk ke bak pengendap awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, bak ini juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.
3. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontak anaerob (biofilter *Anaerob*) dengan arah aliran dari atas ke bawah. Jumlah bak kontak anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerob. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum terurai pada bak pengendap.
4. Air limbah dari bak kontak anaerob (*biofilter*) anaerob dialirkan ke bak kontak aerob yang berfungsi menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah. Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif

yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendap awal dengan pompa sirkulasi lumpur.

5. Sedangkan air limpasan (*outlet/overflow*) sebagian dialirkan ke bak yang diisi ikan dan sebagian lagi dialirkan ke bak kholirinasi/kontaktor khlor. Di dalam bak kontak khlor ini, air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikro-organisme patogen. Penambahan khlor bisa dilakukan dengan menggunakan khlor tablet atau dengan larutan kaporit yang disuplai melalui pompa. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum.

Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), ammonia, padatan tersuspensi (SS), fosfat dan lainnya dapat juga turun secara signifikan. Untuk diagram proses pengolahan air limbah domestik dengan proses biofilter aerob-anaerob, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Sumber : Nusa Idaman Said (2006)

Gambar 2.1. diagram Proses Pengolahan Air Limbah

Domestik dengan Proses Biofilter Aerob-Anaerob

Secara garis besar, kriteria perencanaan IPAL biofilter anaerob-aerob menurut buku Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI halaman 40, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kriteria Perencanaan IPAL Domestik Biofilter Aerob Anaerob

Parameter Perencanaan :	
1. Bak Pengendapan Awal	- Waktu Tinggal ( <i>Retention Time</i> ) rata-rata = 3 - 5 jam - Beban permukaan = 20 – 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari (JWWA). - Efisiensi pengolahan (limbah domestik) = 25%
2. Biofilter Anaerob	- Beban BOD per satuan permukaan media (LA) = 5 – 30 g BOD /m <sup>2</sup> . hari. (EBIE Kunio., “ Eisei Kougaku Enshu “, Morikita shuppan kabushiki Kaisha, 1992) - Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD per

	m <sup>3</sup> media (menurut Nusa Idaman Said, BPPT, 2002). - Efisiensi pengolahan (limbah domestik) = 80% - Waktu tinggal total rata-rata = 6 - 8 jam - Tinggi ruang lumpur = 0,5 m - Tinggi bed media pembiakan mikroba = 0,9 - 1,5 m - Tinggi air di atas bed media = 20 cm
3. Biofilter Aerob	- Beban BOD per satuan permukaan media (LA) = 5 – 30 g BOD /m <sup>2</sup> . hari. - Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD per m <sup>3</sup> media (menurut Nusa Idaman Said, BPPT, 2002). - Efisiensi pengolahan (limbah domestik) = 60% - Waktu tinggal total rata-rata = 6 - 8 jam
Lanjutan Tabel 2.2. sumber : Kementerian Kesehatan RI	
4. Bak Pengendap Akhir	- Tinggi ruang lumpur = 0,5 m - Tinggi bed media pembiakan mikroba = 1,2 m - Tinggi air di atas bed media = 20 cm - Waktu Tinggal ( <i>Retention Time</i> ) rata-rata = 2 - 5 Jam - Beban permukaan ( <i>surface loading</i> ) rata-rata = 10 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari - Beban permukaan = 20 – 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari (JWWA).

Menurut Said (2006), beberapa keunggulan proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter aerob anaerob antara lain :

1. pengoperasiannya mudah
2. biaya operasi rendah
3. lumpur yang dihasilkan sedikit
4. dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang menyebabkan eutropikasi
5. suplai udara untuk aerasi relatif kecil
6. dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup tinggi
7. pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil
8. dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik

Didalam proses pengolahan air limbah dengan proses biakan melekat, prinsip dasarnya adalah mengalirkan air limbah ke dalam suatu biakan mikroorganisme yang melekat di permukaan media. Polutan yang ada didalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme tersebut menjadi senyawa yang tidak mencemari lingkungan. Proses penguraiannya dapat berlangsung secara aerob dan anaerob, atau kombinasi aerob dan anaerob.

Media biofilter yang digunakan secara umum dapat berupa material organik atau bahan material anorganik.

Media biofilter dari bahan organik misalnya plastik dalam bentuk tali, bentuk jarring, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon dan lain – lain. Media dari bahan anorganik misalnya batu pecah (*split*) kerikil, batu kali, batu marmer, batu tembikar, dan lain – lain.

Media biofilter yang digunakan adalah media dari bahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar, serta mempunyai volume rongga yang besar sehingga resiko kebuntuan media sangat kecil. Berdasarkan kriteria tersebut, dipilihlah media dengan tipe sarang tawon (*cross flow*).

### 3. METODOLOGI

Pengolahan air limbah pada perencanaan ini adalah dengan sistem biofilter kombinasi antara biofilter aerob dan biofilter anaerob.

Lokasi perencanaan unit IPAL ini adalah di Perumahan PT. Pertamina UP III Plaju Palembang.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Data Primer

Data primer berupa data yang diperoleh dari survei untuk mengetahui keadaan di lapangan mengenai kondisi pembuangan air limbah dan ketersediaan lahan yang ada, kemudian kajian literatur yang relevan untuk dasar perhitungan debit dan kriteria dimensi utama bangunan pengolah air limbah.

#### 2. Data Sekunder.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk sudah jadi, sudah dikumpulkan dan diolah oleh pihak lain. Untuk penelitian ini, data sekunder yang penulis dapatkan hanya peta lokasi tinjauan penelitian dan denah tipe rumah.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perhitungan Jumlah Penduduk dan Jumlah Limbah yang Dihasilkan

Debit air limbah yang dihasilkan akan sangat tergantung pada jenis kegiatan dari masing-masing sumber air limbah, sehingga fluktuasi harian akan sangat bervariasi untuk masing-masing kegiatan. Sedangkan fluktuasi harian pada suatu kawasan perumahan faktor yang mempengaruhi kondisi air limbah cukup kompleks, mengingat aktivitas harian pada suatu kawasan perumahan akan sangat bergantung pada sosial budaya maupun tingkat ekonomi dari penghuninya.

Untuk mengetahui volume air limbah domestik untuk akhir tahun pada studi yang dilakukan, harus dilakukan terlebih dahulu proyeksi terhadap jumlah penduduk dan juga jumlah bangunan non rumah tangga pada akhir tahun studi. Setelah diperoleh jumlah penduduk pada akhir tahun studi, barulah dapat diketahui proyeksi volume air limbah pada akhir tahun studi, yaitu tahun 2023.

Pada awal tahun studi, yaitu tahun 2013, jumlah penduduk yang tinggal di wilayah studi yaitu perumahan PT. Pertamina UP III Plaju mencapai 19704 jiwa. Dari jumlah penduduk tersebut dapat

diketahui volume air limbah yang dihasilkan dari aktivitas dari sektor permukiman yang berada di wilayah studi yaitu sekitar 2395,42 m<sup>3</sup>/hari. Jumlah ini akan semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk yang tinggal di wilayah tersebut. Hingga pada tahun 2023 jumlah penduduk yang tinggal di wilayah studi mencapai 23668 jiwa dengan total air limbah yang dihasilkan per harinya sekitar 2877,32 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.2. Perhitungan Debit dan Dimensi Pipa Induk

Dalam perhitungan dimensi pipa, harus diketahui terlebih dahulu debit rata-rata air buangan, debit infiltrasi, debit puncak yang nantinya diperlukan untuk menentukan kecepatan aliran pada pipa tersebut. Berdasarkan hasil analisis data dan perhitungan yang telah dilakukan, didapat :

1. Debit rata – rata air buangan pada akhir tahun perencanaan yaitu sebesar 6,574 L/detik dengan besar kebutuhan air minum rata – rata per orang sebanyak 8,22 L/detik.
2. Debit infiltrasi yang dihitung dengan menggunakan koefisien infiltrasi (Cr) sebesar 0,2 dan panjang pipa induk sepanjang 2,875 km adalah sebesar 1,34 L/detik.
3. Debit puncak dengan faktor puncak (Fp) sebesar 1,5 didapat 9,861 L/detik.
4. Debit desain yang merupakan hasil dari penjumlahan dari debit infiltrasi dan debit puncak, didapat 11,2 L/detik.
5. Dimensi pipa rencana dengan debit puncak sebesar 11,2 L/detik didapat pipa dengan diameter 203,98 mm. Untuk memenuhi kriteria pengaliran hidrolis, maka dipilih pipa dengan diameter pasaran 216 mm (8”).

#### 4.3. Perencanaan IPAL

Sistem pengolahan air limbah domestik yang sudah ada saat ini pada wilayah studi pada umumnya belum memenuhi standar. 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*). Dari survey dan pengamatan yang dilakukan seluruh rumah hanya mengalirkan atau membuang limbahnya ke sungai, selokan, atau halaman belakang rumah tanpa mengolah limbah tersebut terlebih dahulu, sisanya mereka melakukan pengolahan dengan menyaring atau memisahkan limbah padat dan limbah cair.

Volume air limbah yang dihasilkan oleh perumahan ini untuk 10 tahun mendatang adalah sebesar 2877,32 m<sup>3</sup>/hari. Dengan jumlah limbah sebanyak itu dan belum adanya instalasi pengolah limbah sendiri, dikhawatirkan pada tahun – tahun mendatang wilayah ini akan mengalami penurunan kualitas hidup dan kehidupan. Oleh karena itu, dipilihlah sistem pengolahan domestik secara komunal dengan membangun suatu instalasi pengolah air limbah sendiri berupa biofilter aerob - anaerob.

#### 4.3.1. Perhitungan Desain IPAL Biofilter.

##### 1. Bak Pemisah Lemak/Minyak

Kapasitas pengolahan : 2877,32 m<sup>3</sup> per hari  
 : 119,88 m<sup>3</sup> per jam  
 : 1998 liter per menit

Kriteria perencanaan : *Retention Time* : ± 30 menit

Volume bak yang diperlukan :

$$V = \frac{30}{60 \times 24} \text{ hari} \times 2877,32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 60,15 \text{ m}^3$$

Dimensi bak didapat :

Panjang : 6 m  
 Lebar : 5 m  
 Kedalaman Air : 3 m  
 Ruang bebas : 0,5 m  
 Volume efektif : 90 m<sup>3</sup>

##### 2. Bak Ekualisasi/Bak Penampung Sementara

Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 2 - 24 jam

Ditetapkan waktu tinggal di dalam bak ekualisasi 8 jam. Jadi, volume bak yang diperlukan :

$$V = \frac{8}{24} \text{ hari} \times 2877,32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 962,44 \text{ m}^3$$

Jika direncanakan untuk dibangun 2 unit bak ekualisasi, maka volume bak yang diperlukan adalah :

$$V = \frac{8}{24} \text{ hari} \times (2877,32 : 2) \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 479,55 \text{ m}^3$$

Ditetapkan dimensi bak :

Kedalaman bak : 3 m  
 Lebar bak : 10 m  
 Panjang bak : 16 m  
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m  
 Volume efektif : 480 m<sup>3</sup>

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T) :

$$T = \frac{16 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{2877,32 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} = 8 \text{ jam}$$

##### 3. Desain Bak Pengendap Awal

Unit ini dapat mengendapkan (50 - 70)% padatan yang tersuspensi (*suspended solid*) dan mengurangi (30 - 40)% BOD. Diketahui :

Debit Air Limbah : 2877,32 m<sup>3</sup>/hari

Waktu tinggal di dalam bak : 3 - 5 jam

Volume bak yang diperlukan :

$$V = \frac{3}{24} \times 2877,32 \text{ m}^3$$

$$= 359,67 \text{ m}^3$$

Dimensi ditetapkan :

Lebar : 8 m  
 Kedalaman : 3 m  
 Panjang : 15 m  
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m  
 Volume efektif : 360 m<sup>3</sup>

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T) :

$$T = \frac{15 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{2877,32 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} = 3 \text{ jam}$$

##### 4. Bak Biofilter Anaerob

Perencanaan desain bak anaerob, diketahui :

Debit Limbah = 2877,32 m<sup>3</sup>/hari

Tinggi ruang lumpur = 0,5 m

Tinggi air di atas bed media = 20 cm

Tinggi bed media pembiakan mikroba = 0,9 - 1,5 m

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media 0,4 - 4,7 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari (Ebie Kunio, 1995). Ditetapkan beban BOD yang digunakan : 1,5 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari dan kadar maksimal BOD menurut tabel 2.1 adalah sebesar 100 mg/L.

Beban BOD di dalam air limbah :

$$\text{BOD} = 2877,32 \text{ m}^3/\text{hari} \times 100 \text{ g/m}^3$$

$$= 288,73 \text{ kg/hari}$$

Volume media yang diperlukan :

$$V \text{ media} = \frac{288,73 \text{ kg/hari}}{1,5 \text{ kg/hari}}$$

$$= 192,48 \text{ m}^3$$

Volume media = 60% dari total volume reaktor,

Volume reaktor yang diperlukan :

$$V \text{ reaktor} = 100/60 \times 192,48 \text{ m}^3$$

$$= 320,8 \text{ m}^3$$

Waktu Tinggal di dalam Reaktor Anaerob :

$$T = \frac{320,8 \text{ m}^3}{2877,32 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 2,7 \text{ jam}$$

Ditetapkan dimensi Reaktor Anaerob :

Lebar : 8 m  
 Kedalaman air efektif : 3 m  
 Panjang : 14 m  
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m  
 Volume efektif : 336 m<sup>3</sup>  
 Jumlah ruang : Dibagi jadi 2

ruangan

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T) :

$$T = \frac{336 \text{ m}^3}{2877,32 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} = 2,8 \text{ jam}$$

##### 5. Bak Biofilter Aerob

Perencanaan desain bak aerob, diketahui :

Debit Limbah = 2877,32 m<sup>3</sup>/hari

Tinggi ruang lumpur = 0,5 m

Tinggi air di atas bed media = 20 cm

Tinggi bed media pembiakan mikroba = 1,2 m

Kadar BOD = 60% dari BOD maksimal menurut tabel 2.4 yaitu sebesar 100 mg/L.

Beban BOD di dalam air limbah :

$$\text{BOD} = 2877,32 \text{ m}^3/\text{hari} \times 40 \text{ g/m}^3$$

$$= 115,09 \text{ kg/hari}$$

Beban BOD per volume media yang digunakan : 1 kg/m<sup>3</sup>.hari

Volume media yang diperlukan :

$$V \text{ media} = (115,09/1)$$

$$= 115,09 \text{ m}^3$$

Volume media = 40 % dari volume reaktor.

Volume reaktor Biofilter Aerob yang diperlukan :

$$V \text{ reaktor} = 100/40 \times 115,09 \text{ m}^3 \\ = 287,73 \text{ m}^3$$

Biofilter Aerob terdiri dari dua ruangan yakni ruang aerasi dan ruang bed media.

Dimensi Reaktor Biofilter Aerob :

Ruang Aerasi :

Lebar	: 8 m
Kedalaman air efektif	: 3 m
Panjang	: 4 m
Tinggi ruang bebas	: 0,2 m

Ruang Bed Media :

Lebar	: 8 m
Kedalaman air efektif	: 3 m
Panjang	: 8 m
Tinggi ruang bebas	: 0,2 m

Total Volume Efektif Biofilter Aerob :

$$\text{Total Volume} = 8 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 288 \text{ m}^3$$

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T)

$$T = \frac{288 \text{ m}^3}{2877,32 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} = 2,4 \text{ jam}$$

#### 6. Bak Pengendap Akhir

Debit Air Limbah : 2877,32 m<sup>3</sup>/hari

Waktu tinggal di dalam bak : 3 - 5 jam

Volume bak yang diperlukan :

$$V = \frac{3}{24} \times 2877,32 \text{ m}^3 = 359,67 \text{ m}^3$$

Dimensi ditetapkan :

Lebar	: 8 m
Kedalaman	: 3 m
Panjang	: 15 m
Tinggi ruang bebas	: 0,5 m
Volume efektif	: 360 m <sup>3</sup>

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T) :

$$T = \frac{15 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{2877,32 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} = 3 \text{ jam}$$

#### 7. Media Pemiakan Mikroba

Media biofilter yang digunakan adalah media dari bahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar, serta mempunyai volume rongga yang besar sehingga resiko kebuntuan media sangat kecil. Berdasarkan kriteria tersebut, dipilihlah media dengan tipe sarang tawon (*cross flow*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Spesifikasi media biofilter yang akan digunakan yaitu :



Gambar 4.1. Media Biofilter Berupa Sarang Tawon

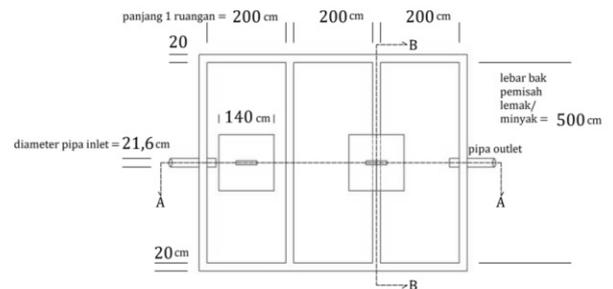
Material	: PVC sheet
Ukuran Modul	: 25 cm x 30 cm x 30 cm
Ketebalan	: 0,15 – 0,23 mm

Luas Kontak Spesifik	: 150 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Diameter Lubang	: 3 cm x 3 cm
Warna	: Bening transparan
Berat Spesifik	: 30 – 35 kg/m <sup>3</sup>
Poros Rongga	: 0,98

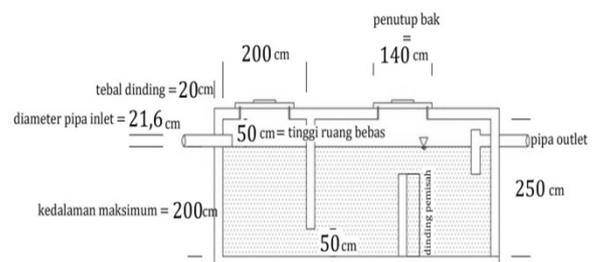
Jumlah total media yang dibutuhkan dihitung berdasarkan volume ruangan tempat dimana media tersebut diletakkan. Volume media yang dibutuhkan = 63 m<sup>3</sup> + 65 m<sup>3</sup> + 128 m<sup>3</sup> = 256 m<sup>3</sup>

Berdasarkan hasil perhitungan, gambar perencanaan IPAL Biofilter untuk perumahan PT. Pertamina UP III Plaju dapat dilihat pada :

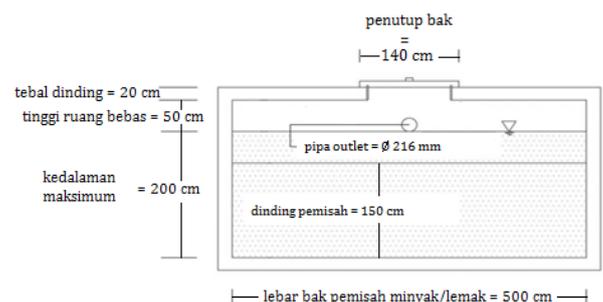
- Desain bak pemisah minyak/lemak ditunjukkan seperti pada Gambar 4.2.
- Desain bak ekualisasi ditunjukkan seperti pada Gambar 4.3.
- Desain bak pengendapan awal ditunjukkan seperti pada Gambar 4.4.
- Desain bak biofilter anaerob ditunjukkan seperti pada Gambar 4.5.
- Desain bak biofilter aerob ditunjukkan seperti pada Gambar 4.6.
- Desain bak pengendapan akhir ditunjukkan seperti pada Gambar 4.7.
- Desain IPAL Biofilter secara keseluruhan ditunjukkan seperti pada gambar 4.8.



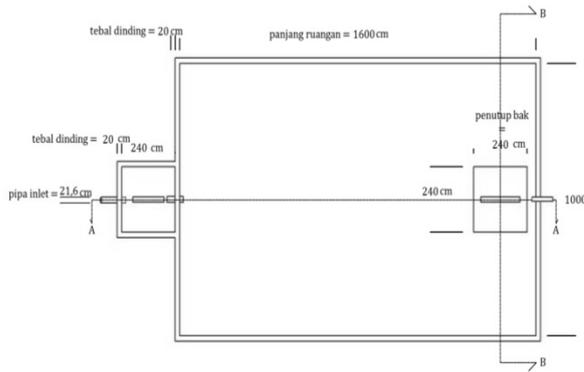
Gambar 4.2a. Tampak Atas Penampang Bak Pemisah Minyak/Lemak



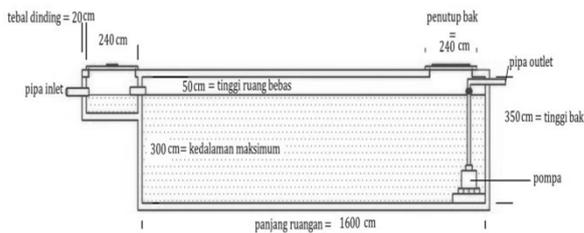
Gambar 4.2b. Potongan A-A Bak Pemisah Minyak/Lemak



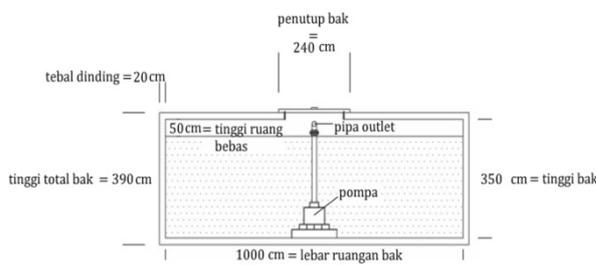
Gambar 4.2c. Potongan B-B Bak Pemisah Minyak/Lemak



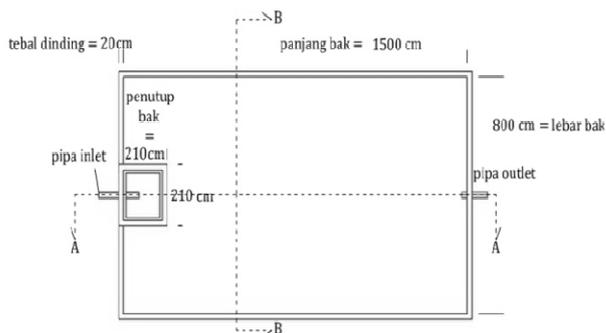
Gambar 4.3a. Tampak Atas Penampang Bak Ekualisasi



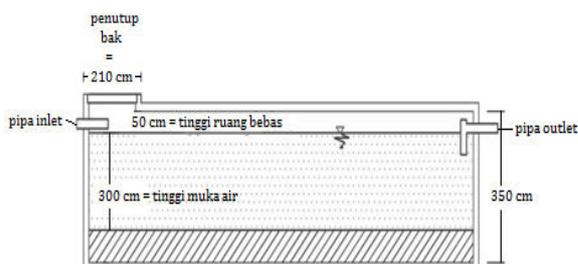
Gambar 4.3b. Potongan A-A Bak Ekualisasi



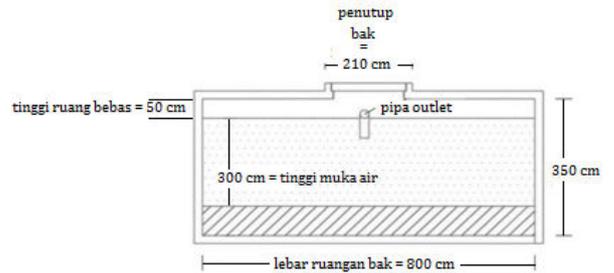
Gambar 4.3c. Potongan B-B Bak Ekualisasi



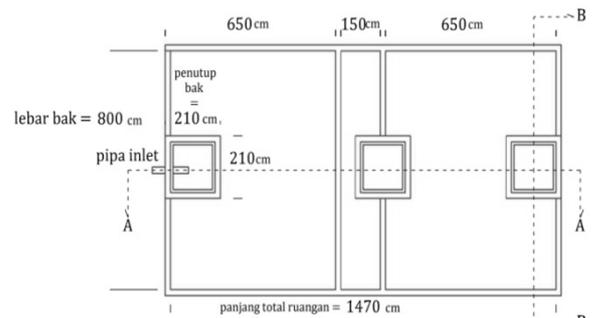
4.4a. Tampak Atas Penampang Bak Pengendap Awal



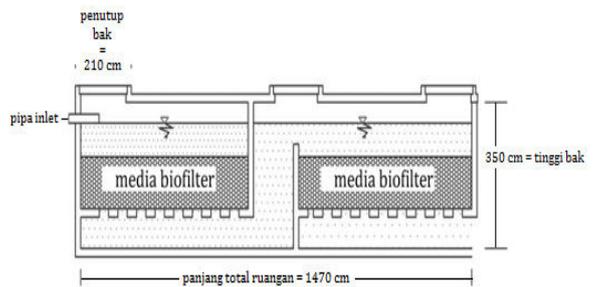
Gambar 4.4b. Potongan A-A Bak Pengendap Awal



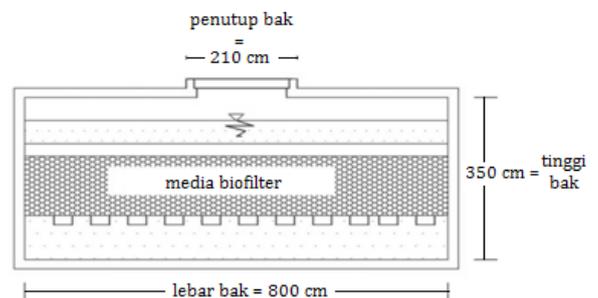
Gambar 4.4c. Potongan B-B Bak Pengendap Awal



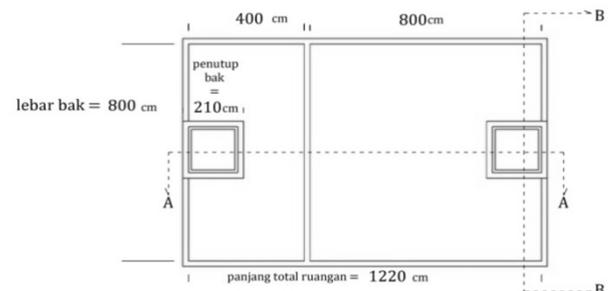
Gambar 4.5a. Tampak Atas Penampang Bak Biofilter Anaerob



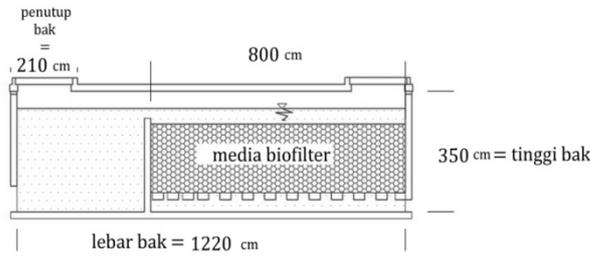
Gambar 4.5b. Potongan A-A Bak Biofilter Anaerob



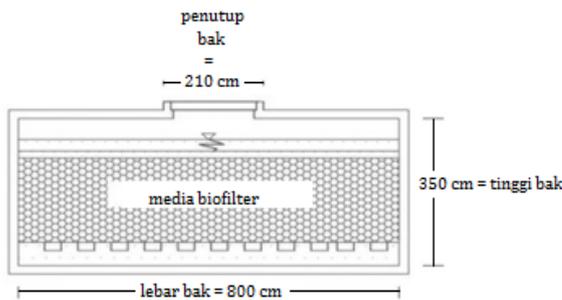
Gambar 4.5c. Potongan B-B Bak Biofilter Anaerob



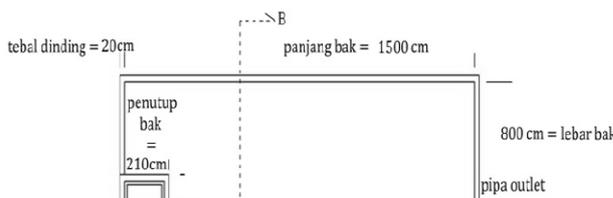
Gambar 4.6a. Tampak Atas Penampang Bak Biofilter Aerob



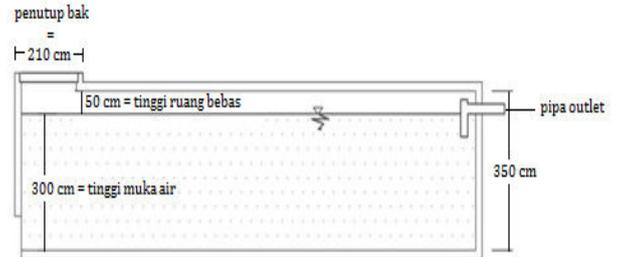
Gambar 4.6b. Potongan A-A Bak Biofilter Aerob



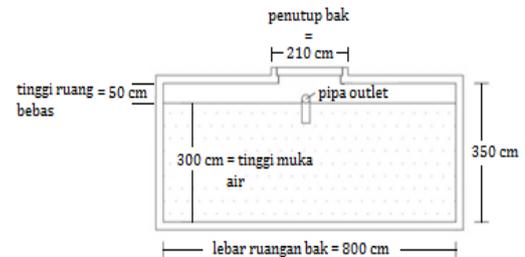
Gambar 4.6c. Potongan B-B Bak Biofilter Aerob



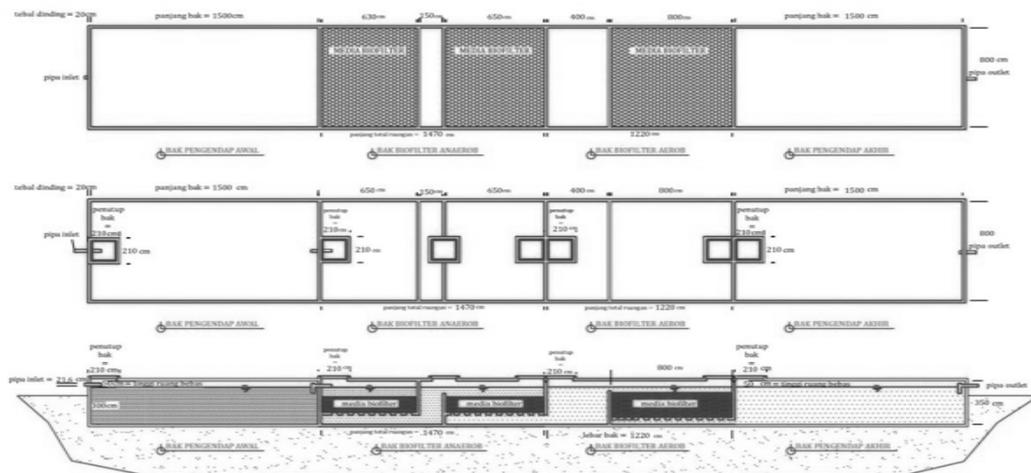
Gambar 4.7a. Tampak Atas Penampang Bak Pengendap Akhir



Gambar 4.7b. Potongan A-A Bak Pengendap Akhir



Gambar 4.7c. Potongan B-B Bak Pengendap Akhir



Gambar 4.8. Desain Unit IPAL Seluruhnya

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan studi terhadap pengolahan air limbah di komplek Perumahan PT. Pertamina UP III Plaju dengan jumlah perumahan 1301 unit dan penduduk 19704 jiwa maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proyeksi jumlah penduduk pada perumahan PT. Pertamina UP III Plaju untuk 10 tahun kedepan menggunakan rumus Geometrik adalah sebanyak 23668 jiwa.
2. Proyeksi jumlah limbah untuk 10 tahun kedepan dengan jumlah penduduk sebanyak 23668 jiwa yaitu : untuk volume limbah *grey water*, volume

limbah yang dihasilkan adalah sebanyak 2.840.160 liter/hari. Sedangkan untuk volume limbah *black water*, perumahan ini menghasilkan limbah sebanyak 37158,76 liter/hari. Jadi, volume limbah total yang dihasilkan penduduk pada perumahan ini untuk 10 tahun mendatang adalah sebanyak 2.877.318 liter/hari atau 2877,32 m<sup>3</sup>/hari.

3. Dimensi rencana saluran dan sumur pengumpul yang didapatkan dari hasil perhitungan yaitu : 216 mm (8")
4. Dengan rencana kapasitas pengolahan air limbah sebanyak 2877,32 m<sup>3</sup>/hari maka didapatkan dimensi rencana seperti ditunjukkan pada Tabel 5.1 :

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Dimensi IPAL Biofilter Aerob - Anaerob

No.	Unit	Dimensi			Tb	Td
		P	L	T		
1	Bak Pemisah Lemak/Minyak	6	5	3	0.5	30 menit
2	Bak Ekualisasi	16	10	3	0.5	8 jam
3	Bak Pengendap Awal	15	8	3	0.5	3 jam
4	Bak Biofilter Anaerob	14	8	3	0.5	2.8 jam
5	Bak Biofilter Aerob	12	8	3	0.2	2.4 jam
6	Bak Pengendap Akhir	15	8	3	0.5	3 jam

Jumlah lahan yang dibutuhkan untuk membangun IPAL ini adalah seluas lebih kurang 70 m x 20 m persegi.

#### DAFTAR PUSTAKA

Nusa Idaman Said. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta : Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan*. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jakarta Pusat.

Metcalf & Eddy. 2004. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGrawHill, New York.

Metcalf & Eddy. 2004. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGrawHill, New York.

Soeparman Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja Dan Limbah Cair*. Buku Kedokteran, Jakarta.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI, Jakarta.

Anzuda, Adri. 2006. *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat Studi Kasus Perumahan PT Pusri Palembang*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.

Ayu Taurini, Putri. 2014. *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Setempat (On Site) dengan*

*Sistem Tangki Septik Bersusun dengan Filter pada Perumahan PT Pertamina UP III Plaju Palembang*). Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.

Fajarwati, Ayi. 2000. *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Buangan Domestik Kota Palembang (Studi Kasus : Kecamatan Ilir Timur I dan Kecamatan Ilir Timur II)*. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.

Hardjosuprpto, Masduki (Moduto). 2000. *Penyaluran Air Buangan : Volume II*. ITB, Bandung.

Hermana, Joni. 2010. *Dasar - dasar Teknik Pengelolaan Air Limbah*. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Hidayat, Wahyu. Nusa Idaman Said. 2005. *Rancang Bangun IPAL*. JAI : Volume 1 No. 1.

Nasution, Poso. 2007. *Perencanaan Penyaluran Air Buangan Kecamatan Selomapang Kabupaten Temanggung*. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro.

Ramadhani Yanidar, Samsuhadi, Laily Khoirilla. 2008. *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Buangan Perumahan Alam Sutra Serpong-Tangerang*. Jurnal Teknik Lingkungan Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti, Jakarta Barat.

\_\_\_\_\_. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.

Badan Pusat Statistik. 2010. *Hasil Sensus Penduduk Provinsi Sumatera Selatan : Data Agregat Per Kabupaten / Kota*. Sumatera Selatan.

Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2011. *Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri dan Kegiatan Usaha Lainnya*. Jawa Timur.

Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair. 2004. *Pedoman Teknis Pengelolaan Limbah Cair Industri Kecil*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Kementerian Lingkungan Hidup

Kementrian Kesehatan RI. 2011. *Seri Sanitasi Lingkungan : Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Kementrian Kesehatan RI, Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. *Pedoman Pengelolaan Program Hibah Air Limbah*, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum. *Program Kebijakan Kementerian PU dalam Penurunan Beban Pencemaran Air Limbah Domestik*. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.

*Wulandari, P.R.: Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatra Selatan)*

Kementrian Pekerjaan Umum. 2006. *Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah (PPLP)*. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.

Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah. 2002. *Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (RS Sehat)*. Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia, Jakarta.

*Indonesian Institute for Infrastructure Studies (I3S)*. 2009. *Perencanaan Pengelolaan Limbah dengan Sistem Terpusat*. <http://www.sanitasi.net/>, diakses pada tanggal 11 Januari 2014.

*Indonesian Institute for Infrastructure Studies (I3S)*. 2009. *Dasar-dasar Teknik dan Pengelolaan Air Limbah*. <http://www.sanitasi.net/>, diakses pada tanggal 19 Januari 2014.