

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN KOMBINASI UNIT BIOFILTER AEROBIK DAN ADSORPSI KARBON AKTIF KANTOR PUSAT PT.PERTAMINA MARKETING OPERATION REGION (MOR) V SURABAYA

Ridlo Barkah Jembar Pinanggih, Dyah Ratri Nurmaningsih dan Sulistiya Nengse, Teguh Taruna Utama, Abdul Hakim

*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jl. A. Yani No. 117 Surabaya 60237, Indonesia
e-mail: r.barkah.jp@gmail.com*

ABSTRAK

Permasalahan air limbah di Indonesia merupakan isu pencemaran lingkungan yang strategis dalam pembangunan berkelanjutan, baik yang bersumber dari pemukiman penduduk maupun unit usaha perkantoran. Tingginya kandungan organik terlarut di dalam air limbah dapat menyebabkan penurunan intensitas masuknya cahaya matahari yang dibutuhkan oleh mikroorganisme fotosintetik dan berdampak pada penurunan kualitas badan air. Tujuan dari penelitian ini yaitu merencanakan pembangunan unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik di Kantor Pusat PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya dengan menggunakan kombinasi unit biofilter aerobik dan adsorpsi karbon aktif beserta perhitungan volume bangunan dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan. Teknologi pengolahan ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam meremoval kadar pencemar organik dengan tingkat efisiensi yang tinggi dan kebutuhan lahan yang tidak terlalu luas. Metode penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh dari data perusahaan berupa debit pemakaian air bersih, layout kantor, data kualitas air limbah, serta informasi lain yang terkait dengan perencanaan. Hasil penelitian yang didapat berupa gambar desain (DED) unit IPAL, dimensi total bangunan pengolah seluas 34m² (P=17m dan L=2m), spesifikasi bahan yang digunakan, serta rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan konstruksi unit IPAL yaitu sebesar Rp243.136.020,00. Perencanaan ini juga ditunjang dengan panduan dalam operasional dan perawatan unit IPAL.

Kata kunci: Adsorpsi karbon aktif, air limbah domestik, biofilter aerobik, desain IPAL.

ABSTRACT

The problem of wastewater in Indonesia is a strategic issue of environmental pollution in sustainable development, both sourced from residential areas and office business units. The high dissolved organic content in wastewater can cause a decrease in the intensity of sunlight needed by photosynthetic microorganisms and have an impact on the quality of water bodies. The purpose of this study is to plan the construction of a domestic Waste Water Treatment Plant (WWTP) at the Head Office of PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya using a combination of aerobic biofilter units and activated carbon adsorption along with the calculation of building volume and the required Budget Plan. This processing technology was chosen because it has advantages in renovating organic pollutant levels with a high level of efficiency and land requirements that are not too broad. The research method

uses secondary data obtained from company data in the form of debit of clean water usage, office layout, waste water quality data, and other information related to planning. The results obtained in the form of design drawings (DED) of WWTP units, the total dimensions of the processing plant area of 34m² (P = 17m and L = 2m), as well as the material specifications used, as well as the budget plan required for the construction of WWTP unit construction is Rp243. 136,020.00. This planning is also supported by guidelines in the operation and maintenance of WWTP units.

Keywords: Activated carbon adsorption, aerobic biofilter, domestic wastewater, WWTP design.

1. PENDAHULUAN

Air limbah merupakan air buangan yang dihasilkan dari aktivitas pemakaian air bersih baik dari kegiatan domestik maupun kegiatan non domestik. Air limbah domestik sendiri merupakan air buangan yang berasal dari kegiatan MCK pemukiman penduduk, kegiatan usaha seperti restoran, pasar maupun aktivitas pegawai di gedung perkantoran. Beban pencemar yang terdapat pada air limbah domestik terdiri atas tinja, air kemih, serta limbah cair lain (kamar mandi, dapur, cucian) yang kira-kira mengandung 99,9% air dan 0,1% zat padat. Kandungan zat padat yang ada pada air limbah domestik terbagi atas 70% zat organik dan 30% zat anorganik terutama pasir, garam-garaman, serta logam (Sugiharto, 1987). Tingginya kandungan organik terlarut didalam air limbah domestik dapat berdampak potensial terhadap pencemaran lingkungan jika tidak diolah secara benar dan tepat. Karena sekecil apapun kadar pencemar yang terdapat didalam air limbah jika dibuang secara langsung dan terus menerus dalam kurun waktu yang lama, maka dapat mengakibatkan akumulasi beban kadar pencemar yang beresiko pada penurunan kualitas badan air penerima.

Secara normatif pemerintah telah membuat aturan tentang pengelolaan dan pengolahan air limbah, diantaranya terdapat dalam Peraturan Daerah (PERDA) Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2016 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian air limbah, yang mewajibkan seluruh unit usaha dan perkantoran untuk mengolah air limbah domestik yang dihasilkan sebelum dibuang secara langsung ke badan air. Di dalam peraturan tersebut menyebutkan bahwa setiap penanggungjawab usaha dan/atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, asrama dan hotel yang menghasilkan air limbah (domestik/non-domestik) serta membuang air limbahnya ke sungai maka wajib memiliki unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan wajib memiliki izin pembuangan air limbah. Hal ini bertujuan untuk menjaga dan memperbaiki kualitas badan air penerima agar pemanfaatan air dapat dilakukan secara berkelanjutan sesuai dengan peruntukannya.

Salah satu gedung perkantoran di Surabaya yang menghasilkan air limbah domestik dan belum memiliki unit IPAL adalah Kantor Pusat PT. Pertamina *Marketing Operation Region* (MOR) V Surabaya yang terletak di Jl. Jagir Wonokromo No.88 Kota Surabaya, Jawa Timur. Berdasarkan kondisi *eksisting* hasil uji laboratorium dari dua outlet pembuangan air limbah diketahui terdapat 4(empat) parameter pencemar yang masih melebihi batas baku mutu yang diisyaratkan dalam PermenLHK No.68 tahun 2016, yaitu kadar BOD₅ 41 mg/L, kadar COD 118 mg/L, kadar TSS 36 mg/l, serta total *coliform* yang cukup tinggi 4360000/100ml air

(Pertamina, 2019). Oleh karena itu, sebagai bentuk komitmen perusahaan dalam mematuhi peraturan daerah tersebut, maka dilakukan perencanaan pembangunan unit IPAL untuk mengolah air limbah yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan unit IPAL domestik dengan menggunakan kombinasi unit biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif berdasarkan karakteristik kualitas air limbah yang akan diolah. Teknologi pengolahan dengan kombinasi biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam meremoval kadar pencemar organik dengan tingkat efisiensi yang tinggi dengan kebutuhan lahan yang tidak terlalu luas. Proses pengolahan dengan IPAL biofilter aerob memiliki efisiensi *removal* BOD sekitar 60-90 % dan penyisihan TSS sekitar 50-70 % serta waktu tinggal sekitar 2-10 jam (Tchobanoglous et.al., 2003). Sedangkan menurut (Said, 2008), penyisihan BOD dengan menggunakan biofilter aerob memiliki efisiensi sekitar ≥ 90 % dan waktu tinggalnya sekitar $\geq 6-8$ jam. Proses pengolahan secara aerob tersebut terbukti lebih efisien dalam menurunkan material zat organik (BOD, COD), amonia, detergen, padatan tersuspensi, *phospat*, dan lainnya.

Namun dalam beberapa kasus, pengolahan secara biologis juga tidak dapat mengolah air limbah secara efektif karena komponen bandel dan *bioresistent* hadir dalam air limbah. Oleh karena itu, proses fisik-kimia dapat menjadi salah satu solusi yang tepat untuk dikombinasikan (Getzer, 2002; Belis *et.al* , 2004) dalam (Shah, 2010). Karbon aktif merupakan salah proses pengolahan fisik yang terbukti efektif untuk menurunkan kadar pencemar didalam air limbah melalui proses penyerapan (adsorpsi). Adsorben karbon aktif memiliki daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik jika dibandingkan jenis adsorben lain dan paling sering digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Kombinasi dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif setebal 20 cm dapat menurunkan bau dan warna sebesar 99,25%. Kombinasi pengolahan ini bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi *removal* kandungan pencemar pada air limbah domestik setelah melalui proses aerobik. Sehingga menghasilkan air olahan dengan kadar pencemar yang relatif rendah hingga 0 (nol). Daya serap karbon aktif berkisar antara 25-90% terhadap berat karbon aktif itu sendiri (Hambali, 2010).

Pembangunan IPAL ini direncanakan dibangun dari material beton. Material beton dipilih karena memiliki kekuatan dan masa pakai yang lama dibanding dari material *fiberglass*. Untuk bangunan dinding dari material beton memiliki masa pakai 30-60 tahun, serta untuk lantai beton bertulang memiliki masa pakai 60-90 tahun. Sedangkan untuk masa pakai material berbahan *fiberglass* jauh lebih pendek berkisar antara 17-20 tahun karena mengalami pengeroposan (Hindarto, 2011). Perencanaan ini diharapkan dapat menjadi solusi pengolahan yang tepat dalam mengolah air limbah yang dihasilkan sesuai dengan standar baku mutu, sehingga aman untuk dibuang ke badan air.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

Proses perencanaan unit IPAL dilakukan secara sistematis dan terarah sesuai dengan kaidah akademis mulai dari awal hingga akhir tahap untuk memperoleh hasil yang optimal sesuai dengan tujuan dan ruang lingkup perencanaan. Metodologi perencanaan ini dimulai dari tahap persiapan, penentuan lokasi pelaksanaan, kerangka pikir, pengumpulan data, analisis data, perencanaan desain, dan penyusunan laporan.

2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam proses perencanaan unit IPAL yang terdiri atas penentuan ide studi, penentuan data perencanaan, penentuan studi pustaka terkait dan persiapan administrasi yang menunjang proses perencanaan.

2.2 Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data terkait yang diperlukan dalam perencanaan unit IPAL alternatif terpilih, meliputi: data kualitas air limbah domestik, gambaran umum wilayah perencanaan, jumlah pegawai kantor, debit pemakaian air bersih, layout kantor, baku mutu air limbah domestik, HSPK Kota Surabaya tahun 2019, lokasi penempatan lokasi IPAL dan saluran outlet.

2.3 Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan setelah melakukan tahap pengumpulan seluruh data yang dibutuhkan dalam proses perencanaan unit IPAL. Analisis data dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir perencanaan yang tepat. Analisis data yang dilakukan meliputi beberapa aspek, diantaranya:

1. Debit air limbah domestik

Penentuan debit air limbah yang dihasilkan didapat dari rata-rata pemakaian air bersih bulanan kantor berdasarkan laporan dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya selama 1 tahun terakhir. Kemudian digunakan asumsi 80% dari total pemakaian air bersih yang terbuang menjadi air limbah.

2. Tingkat pencemaran

Tingkat pencemaran yang terkandung di dalam air limbah dianalisis berdasarkan hasil uji laboratorium dengan mengacu pada standar baku mutu air limbah domestik pada PermenLHK No. 68 Tahun 2016. Terdapat 8 indikator parameter pencemar yang dijadikan sebagai acuan, yaitu BOD, COD, TSS, pH, Total Coliform, Amoniak, minyak & lemak, dan debit air. Parameter ini digunakan dalam menentukan derajat pencemaran air, tingkat efisiensi unit pengolahan dan kapasitas purifikasi dari badan air penerima.

3. Perhitungan desain unit pengolahan

Perhitungan dimensi unit IPAL didasarkan pada kriteria desain perencanaan terdahulu agar mempermudah dalam melakukan proses perencanaan sesuai dengan kaidah dan mempermudah dalam tahap pembangunan. Beberapa perhitungan desain yang harus diperhatikan, antara lain: lama waktu tinggal, volume bak kompartemen, volume bed media, kecepatan aliran air, dimensi unit bangunan, efisiensi pengolahan dan kadar pencemar permukaan.

4. Penggambaran DED (*Detail Engineering Desain*)

Penggambaran DED dilakukan setelah menganalisis perhitungan dimensi masing-masing unit IPAL. Penggambaran unit ini mencakup proses alir pengolahan secara umum maupun detail potongan unit pengolah yang meliputi: denah lokasi IPAL, skema alir proses pengolahan, dimensi ukuran bangunan, detail potongan unit, penurunan elevasi muka air, dan unit pelengkap lainnya.

5. Perhitungan BOQ dan RAB

Pada tahap pemilihan spesifikasi bahan dan harga ini didasarkan pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2019. Kuantitas dan harga (BOQ) dalam perencanaan ini mencakup bagian setiap jenis pekerjaan, harga satuan, hasil kali volume dengan harga satuan setiap jenis pekerjaan, dan jumlah seluruh hasil pekerjaan sebagai total harga pekerjaan. Dalam perhitungan BOQ akan didapat total volume pekerjaan

beserta harga satuan kegiatan yang akan digunakan sebagai Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan unit IPAL.

6. SOP (Standar Operasional Prosedur)

Standar operasional prosedur pelaksanaan merupakan data yang wajib dibuat dalam suatu proses perencanaan unit IPAL. Hal ini bertujuan agar proses pengolahan yang terjadi pada unit IPAL dapat berjalan sesuai dengan efisiensi *removal* yang diharapkan dan mempermudah dalam perawatan maupun pengoperasian.

2.4 Penyusunan Laporan

Tahap terakhir dalam proses perencanaan unit IPAL adalah penyusunan laporan akhir. Laporan ini membahas mengenai serangkaian proses yang dilakukan selama kegiatan perencanaan yang dilakukan mulai dari tahap awal hingga tahap akhir. Tahap penyusunan laporan mencakup metode yang digunakan, pemilihan alternatif bangunan yang tepat, desain teknis hingga kesimpulan dan saran yang tepat selama proses perencanaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kuantitas Air Limbah

Kuantitas air limbah domestik yang dihasilkan, dihitung berdasarkan total rata-rata pemakaian air bersih yang di suplai dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya selama satu tahun terakhir mulai bulan Maret 2019 s/d bulan Maret 2020, yaitu sebesar 3.296,2 m³/bulan atau perkiraan rata-rata pemakaian per hari sebesar 109,87m³. Kemudian perhitungan kuantitas air limbah domestik yang dihasilkan diasumsikan sebesar 80% dari penggunaan air bersih(Reynold, 1996). Sehingga debit air limbah yang dihasilkan sebesar 87,90m³/hari. Dalam perencanaan unit IPAL ini beracuan pada debit jam puncak harian air limbah yaitu sebesar 131,85 m³/hari. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi agar air limbah yang masuk tidak melebihi volume IPAL yang direncanakan akibat adanya peningkatan air limbah secara signifikan pada saat jam pemakaian puncak, yaitu pada saat jam istirahat kerja.

3.2 Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah domestik yang dijadikan acuan dalam perencanaan unit IPAL diperoleh dari data sekunder perusahaan berupa hasil uji laboratorium yang dilakukan di EnviLab dari dua *outlet* pembuangan. Hasil analisis kualitas air limbah dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Air Limbah Domestik

Parameter	Baku Mutu (mg/l)	Hasil Uji (mg/l)	Metode
pH	6-9	7,38	SNI 06-6989.11-2004
BOD	30	41	APHA 5210 B-2017
COD	100	118	SNI 6989.73-2009
TSS	30	36	SNI 06-6989.3-2004
Minyak & Lemak	5	<5	SNI 06-6968.10-2011
Amoniak	10	15.50	SNI 06-6968.30-2005
Coliform	3000	4360000	IKM-EI-SML-30 (Membran Filter)

Berdasarkan analisa tersebut, menunjukkan bahwa terdapat parameter pencemar yang melebihi kadar baku mutu yang diisyaratkan, yaitu

- TSS : 36 mg/l
- COD : 118 mg/l
- BOD : 41 mg/l
- Coliform: 436000 mg/l

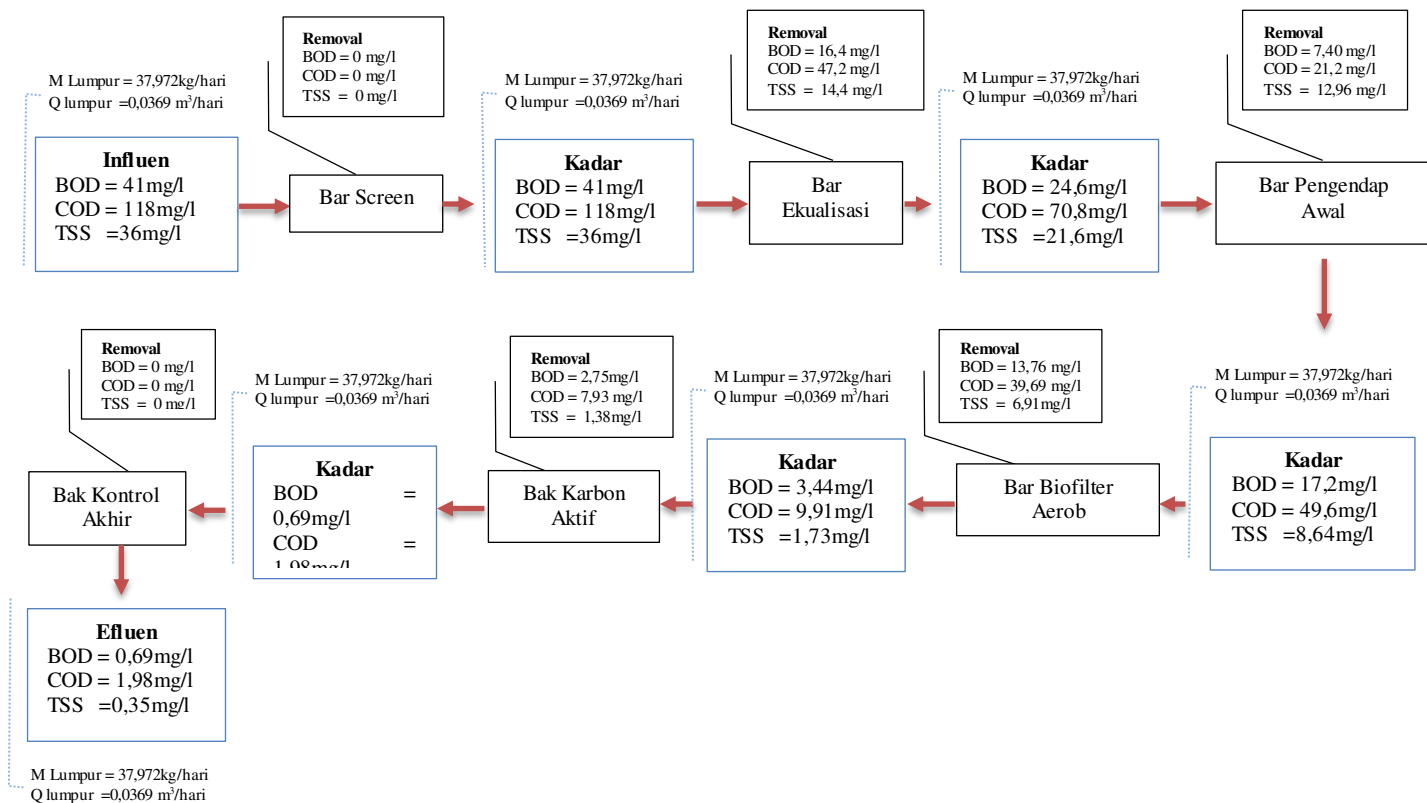
3.3 Analisis Perencanaan dan Kesenjangan Massa

Perancangan IPAL di Kantor Pusat PT. Pertamina MOR V Surabaya direncanakan menggunakan unit biofilter aerobik dan adsorpsi karbon aktif dengan mempertimbangkan aspek teknis desain serta finansial pembangunan. Beberapa pertimbangan teknis dalam pemilihan alternatif unit bangunan pengolah, yaitu efektivitas removal kadar pencemar, keunggulan dan kelemahan unit IPAL. Beberapa kelebihan dan kekurangan unit biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif sebagai alternatif unit terpilih dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Keunggulan dan Kelemahan Unit Biofilter Aerob dan Adsorpsi Karbon Aktif

Pengolahan dengan Biofilter Aerob dan Adsorpsi Karbon Aktif	
Keunggulan	Kelemahan
Cocok untuk pengolahan dengan beban yang tidak terlalu besar	Diperlukan penggantian media karbon aktif secara bertahap
Tahan terhadap fluktuasi air limbah dan tidak ada <i>bulking sludge</i>	Tidak dapat melakukan kontrol jumlah dan jenis mikroba yang hidup
Proses pengoperasiannya relatif mudah	Waktu start relatif lama menunggu terbentuknya lapisan film
Produksi lumpur yang dihasilkan relatif kecil jika dibandingkan dengan proses lumpur aktif	Kurang efektif meremoval kadar beban BOD > 3000 mg/l dan mudah terjadi penyumbatan ketika SS <i>influen</i> tinggi
Dapat menghilangkan padatan tersuspensi secara efektif	Membutuhkan suplai udara yang cukup besar
Biaya operasi relatif murah dengan lahan yang kecil	Jenis mikroba pengurai bervariasi dan tidak terkontrol
Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan <i>eutrophikasi</i> .	Media karbon aktif cepat untuk jenuh jika konsentrasi pencemar tinggi.

Berdasarkan tingkat efisiensi removal unit biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif, kesenjangan masa beban pencemar dari seluruh proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Keseimbangan Massa Unit IPAL

Efisiensi removal unit bangunan pengolah sangat penting untuk diperhitungkan karena akan mempengaruhi kinerja unit IPAL selama proses pengolahan, serta efektivitas dalam meremoval kadar pencemar. Perbandingan hasil perhitungan tingkat efisiensi removal pada beberapa alternatif unit pengolah dapat dilihat pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Tingkat Efisiensi Removal Beberapa Alternatif Pengolahan

Jenis Alternatif	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
Activated Sludge	1,21	2,41	6,94
Trickling Filter	2,42	4,22	6,94
Rotating Biological Contactor (RBC)	0,68	1,83	5,55
Biofilter Anaerobik	2,42	2,41	6,94
Biofilter Aerob & Adsorpsi Karbon Aktif	0,35	0,69	1,98
Baku Mutu	30	30	100

3.4 Perhitungan Dimensi dan Gambar Desain

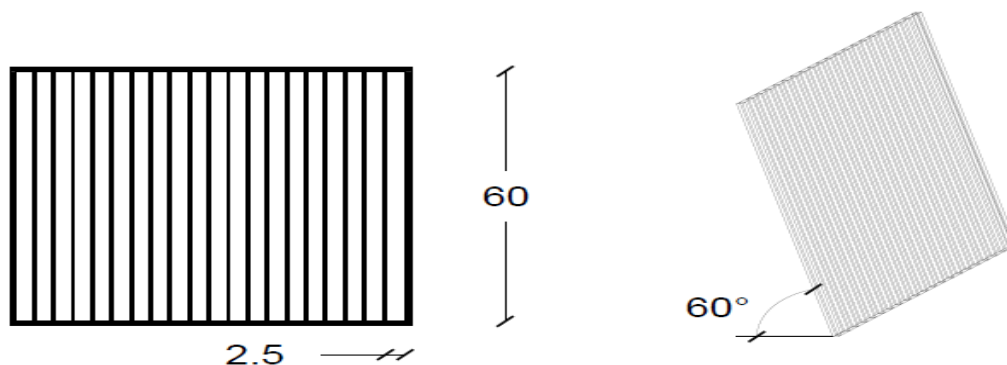
Perhitungan dimensi unit IPAL digunakan sebagai acuan utama untuk menggambar *Detail Engineering Design* (DED) agar memudahkan dalam tahap konstruksi pembangunan IPAL. Perencanaan IPAL di Kantor Pusat PT. Pertamina MOR V Surabaya terdiri dari unit bar screen, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak biofilter aerob, bak karbon aktif dan bak kontrol. Berikut perencanaan desain unit bangunan pengolah yang direncanakan.

1. Perencanaan *Bar Screen*

Bar screen atau *Screening* merupakan bagian paling awal dari unit IPAL yang digunakan untuk menyaring padatan kasar di dalam air limbah (kayu, plastik, ranting dan padatan besar lainnya) agar pengolahan air limbah berjalan dengan optimal. Dalam perencanaan ini, tipe kisi atau faktor bar yang digunakan adalah *Sharp-edge rectangular* (2,42). Berdasarkan perhitungan teknis yang telah dilakukan maka direncanakan unit *bar screen* sebagai berikut:

- Tipe batang : Segi empat sisi tajam
- Kemiringan : 60°
- Kedalaman : 0,6 m
- Lebar : 0,6 m
- Jarak antar batang : 0,025m
- Lebar batang : 0,005m
- Freeboard : 0,1
- Jumlah batang : 19 batang
- Panjang saluran : 1 m

Berdasarkan dimensi tersebut, gambar rencana *bar screen* dapat dilihat pada Gambar 2. berikut:

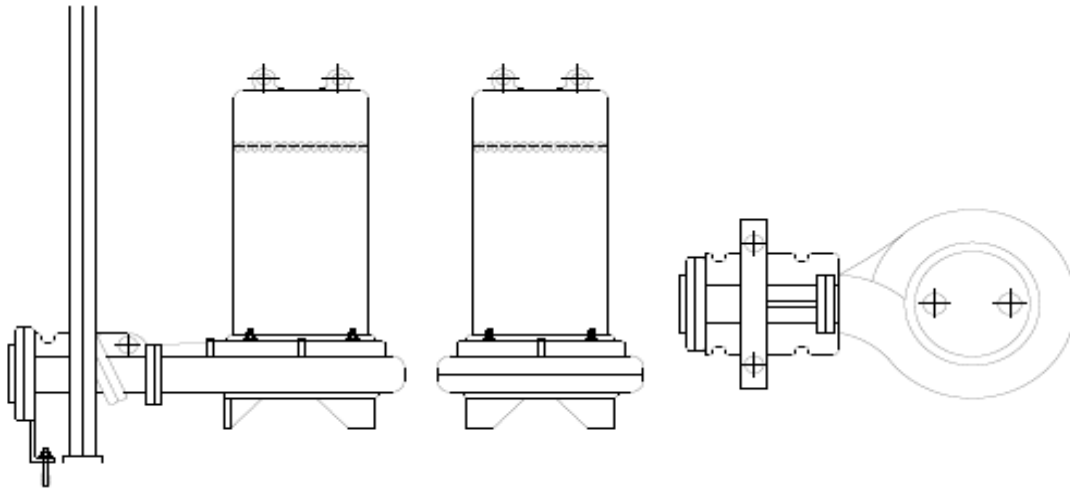


Gambar 2. Unit Bar Screen

2. Perencanaan Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan kompartemen awal unit IPAL yang berfungsi untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemar, meratakan kandungan padatan terlarut (SS), serta menghindari *shock loading* air limbah agar aliran berjalan secara stabil. Unit ini direncanakan berbentuk persegi panjang dengan debit jam puncak harian. Berdasarkan perhitungan teknis yang telah dilakukan diperoleh dimensi bak ekualisasi pada Gambar 3. dan 4. dengan rincian ukuran sebagai berikut:

- Volume efektif : 18m^3
- Luas efektif : 9m^2
- Kedalaman air : 2m
- Freeboard : 0,3m
- Panjang efektif : 4,5m
- Lebar efektif : 2m
- Waktu tinggal : 3 jam



Gambar 5. Pompa Air Limbah *Submersible Pump*

4. Bak Pengendap Awal

Pada prinsipnya penghilangan materi tersuspensi atau *flok* kimia di dalam air limbah dapat dilakukan secara gravitasi pada unit pengolahan bak pengendap awal yang masih satu rangkaian dengan kompartemen biofilter. Berdasarkan hasil perhitungan teknis, penggambaran bak pengendap awal dapat dilihat pada Gambar 5. dan 6. dengan rincian ukuran sebagai berikut:

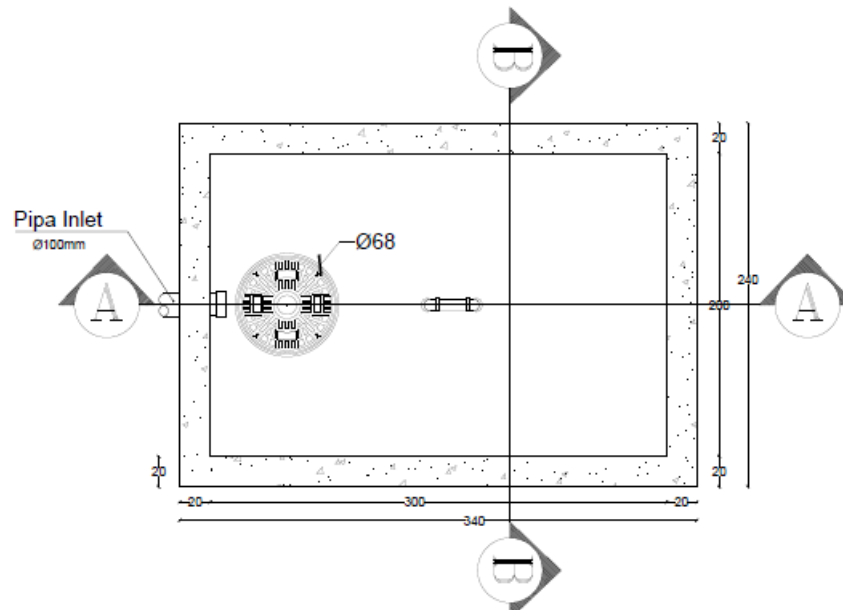
- Volume efektif : 12m^3
- Luas efektif : 6m^2
- Kedalaman air : 2m
- Freboard : 0,3m
- Panjang efektif : 3m
- Lebar efektif : 2m
- waktu tinggal : 2,18 jam

5. Biofilter Aerob

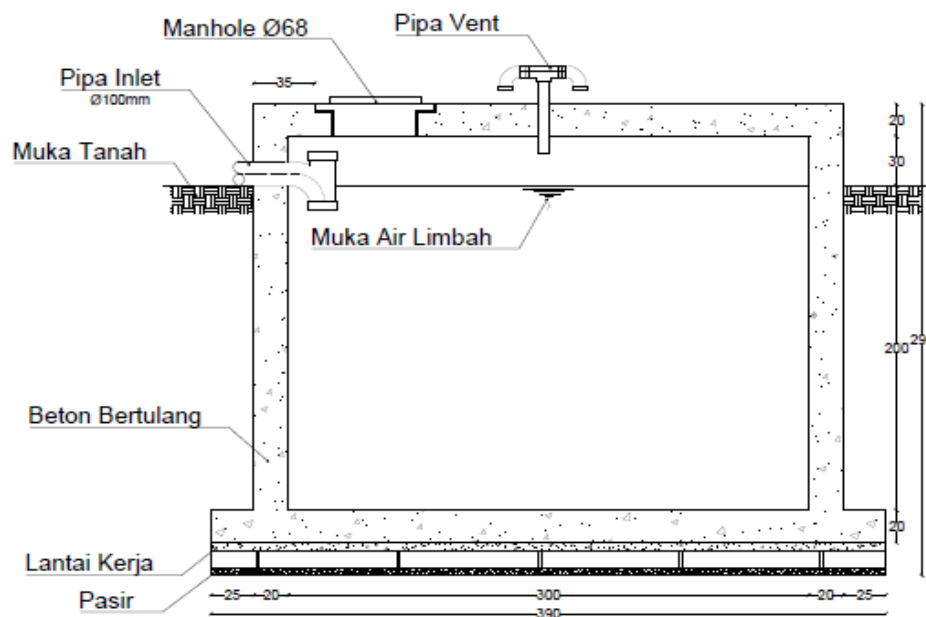
Perancangan desain unit bak *biofilter aerob* pada pengolahan air limbah ini menggunakan sistem aerasi kontinyu. Sistem ini cocok untuk mengolah air limbah dengan kapasitas beban pencemar yang tidak terlalu besar dengan menghasilkan sedikit lumpur. Penggambaran dimensi bak bak *biofilter aerob* dapat dilihat pada Gambar 7. dan 8. dengan rincian dimensi ukuran berikut:

- Volume efektif : 12m^3
- Luas efektif : 6m^2
- Kedalaman air : 2m
- Freboard : 0,3m
- Panjang efektif : 3m
- Lebar efektif : 2m
- Waktu tinggal : 2,18 jam
- Jenis media : Tipe sarang tawon

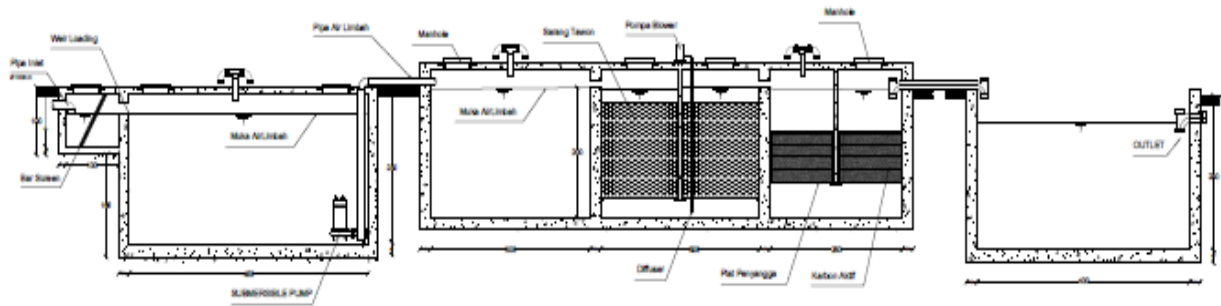
- Material bahan : PVC Sheet
- Ketebalan : 0,15-0,23
- Ukuran Modul : 30x25x30 cm
- Luas spesifik : $150\text{m}^2/\text{m}^3/20\text{-}35\text{ kg/m}^3$
- Diameter lubang : 3 x 3 cm
- Warna media : Bening
- Porositas media : 0,98



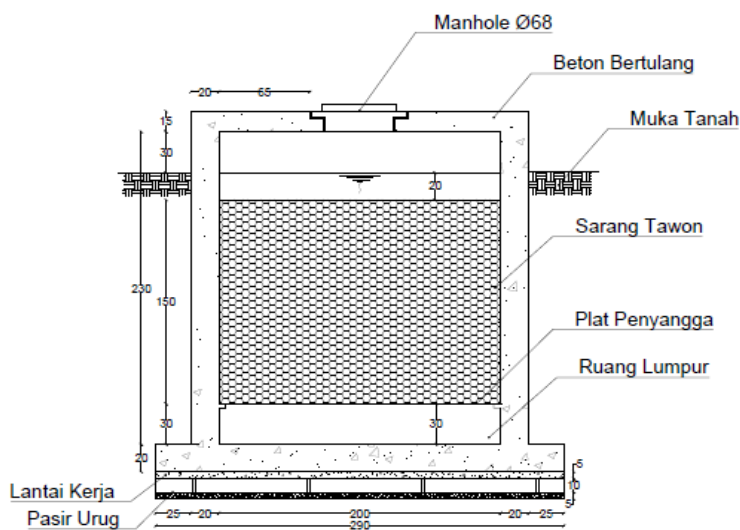
Gambar 6. Denah Bak Pengendap Awal



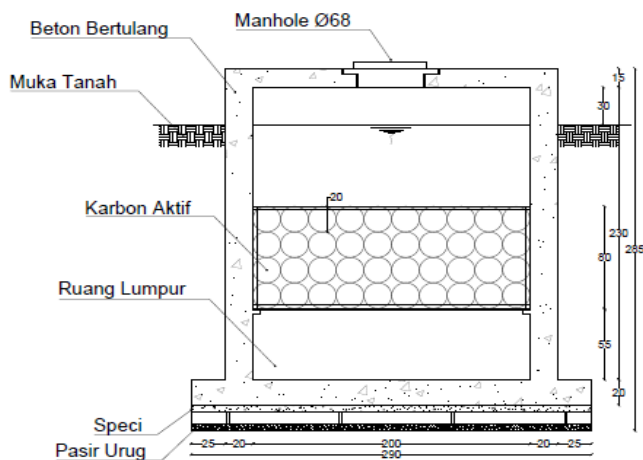
Gambar 7. Potongan A-A Bak Pengendap Awal



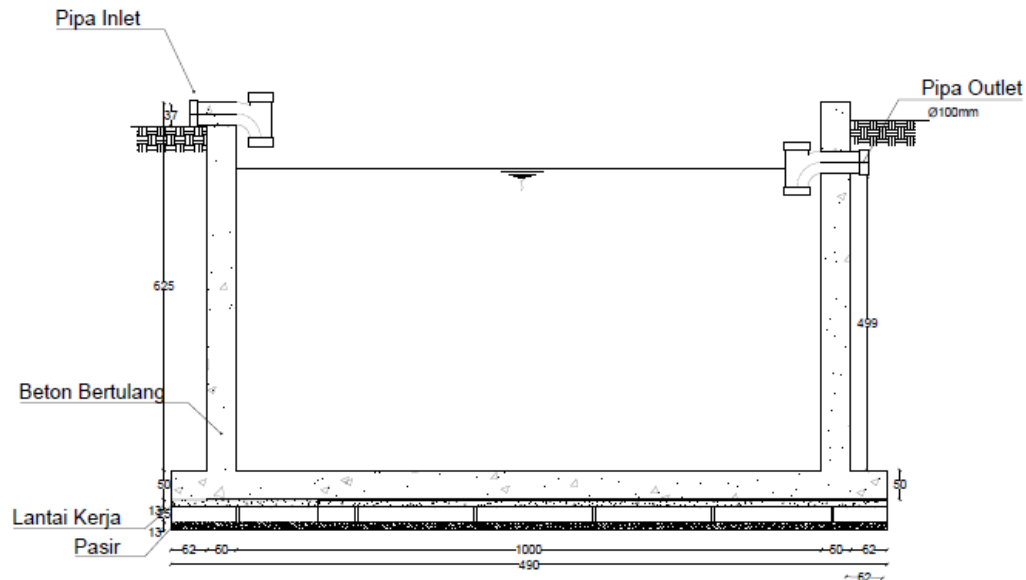
Gambar 8. Potongan A-A Bak Biofilter Aerob



Gambar 9. Potongan B-B Bak Biofilter Aerob



Gambar 10. Potongan B-B Bak Karbon Aktif



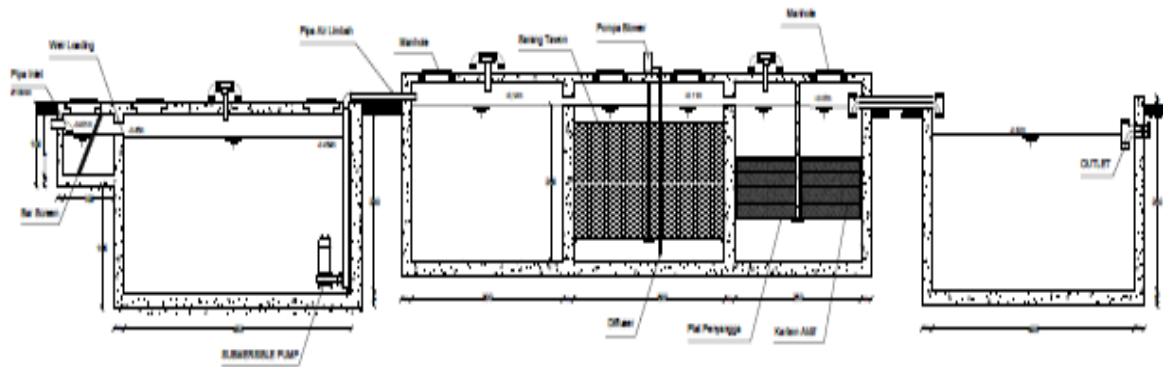
Gambar 12. Potongan A-A Bak Kontrol Akhir

Berdasarkan hasil perhitungan teknis diperoleh volume total bak kontrol akhir dengan rincian dimensi ukuran sebagai berikut:

- Volume efektif : 16m^3
- Luas efektif : 4m^2
- Kedalaman air : 2m
- Freboard : 0,3m
- Panjang efektif : 8m
- Lebar efektif : 2m

8. Profil Hidrolis

Perhitungan profil hidrolis dibutuhkan untuk mengetahui elevasi penurunan muka air selama proses pengolahan berlangsung pada masing-masing unit bangunan pengolah. Profil hidrolis dapat dihitung menggunakan persamaan *headloss* dalam bangunan maupun pipa air limbah akibat adanya jatuhan, belokan, dan kecepatan aliran air pada bangunan pengolah. Penggambaran elevasi muka air selama proses pengolahan berlangsung dapat dilihat pada Gambar 12. sebagai berikut:



Gambar 13. Potongan A-A Profil Hidrolis

Berdasarkan hasil perhitungan teknis diperoleh rincian elevasi penurunan muka air pada unit IPAL pada Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Profil Hidrolis Unit IPAL

No.	Unit Bangunan	Elevasi Awal	Headloss	Elevasi Akhir
1.	Bar Screen	-0,40	0,001	-0,401
2.	Bak ekualisasi	-0,45	0,004	-0,454
3.	Pompa Air Limbah	2,46	2,30	+0,16
4.	Bak pengendap awal	+0,16	0,0178	+0,14
5.	Bak biofilter aerobik	+0,14	0,0353	+0,10
6.	Bak karbon aktif	+0,10	0,0416	+0,07
7.	Bak Kontrol akhir	-0,30	0,0238	-0,32

9. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dalam perencanaan unit IPAL, rencana anggaran biaya digunakan untuk menentukan biaya investasi yang dibutuhkan untuk pembangunan unit IPAL. Perhitungan RAB dilakukan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2019. Pada perencanaan IPAL ini dibagi menjadi 3 tahapan yakni tahap persiapan, tahap pekerjaan utama, dan *finishing*. Setiap tahap tersebut mempunyai uraian kegiatan dan nilai HSPK yang digunakan dalam menghitung total biaya yang dibutuhkan tiap pekerjaannya dalam pembangunan unit IPAL. Rincian anggaran biaya tiap kegiatan dan total biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL dapat dilihat pada Tabe 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Harga	Harga Total
1	Pembersihan lahan dan pembongkaran paving	m ²	45,4	Rp23.259,40	Rp1.055.976
2	Pengukuran dan pemasangan bowplank	m ²	45,4	Rp140.966	Rp6.399.856
3	Penggalian Tanah biasa untuk konstruksi	m ³	114	Rp114.107	Rp12.995.886
4	Pengangkutan tanag dari lubang yang dalamnya >1m	m ³	114	Rp23.252	Rp2.648.259
5	Pengurugan pasir padat	m ³	2,28	Rp45.643	Rp104,065,50
6	pekerjaan bekisting lantai	m ²	44,4	Rp407.630	Rp18.098.755
7	pekerjaan bekisting dinding	m ²	126	Rp397.683	Rp50,123.979
8	Pekerjaan pembesian dengan Besi beton (Polos/Ulir)	kg	4551	Rp16.826	Rp76.576.345
9	Pekerjaan Beton K275 Total	m ³	30,34	Rp1.151.343	Rp34.932.902
10	pemasangan pipa air kotor diameter4'	m ³	2	Rp73.374	Rp146.747
11	Pelapisan waterprofing	m ²	78,2	Rp50.272	Rp3.931.261
12	pembersihan lapangan ringan dan peralatan	m ²	45,4	Rp23.259	Rp1.055.977
13	pengadaan pompa	buah	3	Rp8.359.000,00	Rp25,077.000
14	pengadaan media karbon aktif	kg	961,4	Rp7.500,00	Rp7.210.364
15	pengadaan media sarang tawon 30x30x30 cm	m ³	9,08	Rp65.500,00	Rp594.844,70
16	Pekerjaan Beton K125 lantai kerja	m ³	2,22	Rp983.695	Rp2.183.802
Total Harga Perencanaan					Rp243.136.020

Berdasarkan pada Tabel 5 tersebut, rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL dengan kombinasi biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif adalah sebesar **Rp243.136.020,00**.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan unit IPAL di Kantor Pusat PT. Pertamina MOR V Surabaya dengan kombinasi unit biofilter aerobik dan adsorpsi karbon aktif diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting kualitas air limbah yang dihasilkan berdasarkan hasil uji laboratorium menyatakan bahwa terdapat 4 parameter pencemar yang melebihi batas baku mutu, yaitu: BOD, COD, TSS dan *Total Coliform*.
2. Perencanaan unit IPAL membutuhkan total luas lahan sebesar 34m² (Panjang = 17m dan Lebar = 2m) dengan rancangan anggaran biaya (RAB) sebesar Rp.243.136.020.95.

DAFTAR PUSTAKA

- Hambali, 2010. Tempurung Kelapa Bahan Baku Biobriket yang Prospektif di Indonesia. *Jurnal Fakultas Teknologi Industri*, Institut Teknologi Bandung.
- Hindarto, P. 2011. Astudio astudioarchitect. <http://astudioarchitect.com/> diakses 5 Juni 2020.
- Reynolds,T.D. and P.A.Richards. 1982. *Unit Operation and Process Environmental Engineering*. 2nd edition Boston, MA: Wadsworth.Inc.
- Said, Nusa Idaman. (2008). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob*. Jakarta: BPPT.
- Shah, K. K. (2010). *Combined Granular Activated Carbon and UV H₂O₂ Processes For The Treatment of Pharmaceutical Waste Water*. Toronto: Digital Commons Ryerson University.
- Sugiharto. (1987). *Dasar dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Tchobanoglous et.al., B. F. (2003). *Waste Water Engineerin: Treatment, Disposal and Reuse*. New York: McGraw-Hill, Inc.