Science and Education Journal
Vol 5 No 3 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Redesain Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik PT A

Teguh Taruna Utama[1] dan Dedy Suprayogi [2]
[1]UIN Sunan Ampel Surabaya, utama.teguh87@uinsa.ac.id
[2]UIN Sunan Ampel Surabaya, dsuprayogi@uinsa.ac.id

Abstrak

PT A merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang penyaluran bahan bakar minyak. PT A berlokasi di Kota Kupang. PT A berupaya untuk memperoleh PROPER dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). Permasalahan yang dihadapi adalah IPAL eksisting tidak berfungsi sehingga PT A tidak dapat memenuhi syarat untuk mengajukan PROPER. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan IPAL, mengevaluasi infrastruktur eksisting dan meredesain IPAL PT A. Metode redesain IPAL akan mengikuti kriteria desain yang sudah ditetapkan oleh KLH. IPAL hasil redesain mengolah air limbah PT A yang mengandung TSS, BOD, COD, dan Total Coliform. Kandungan air sisa proses IPAL berdasarkan hasil redesain, nilai TSS sebesar 25 mg/Liter; BOD sebesar 10 mg/Liter; COD sebesar 75 mg/Liter dan Total Coliform maksimum 200 MPN/100 mL. Air sisa proses IPAL PT A dapat dilepaskan ke drainase atau saluran irigasi. Oleh karena itu, air sisa proses IPAL ini sudah berada di bawah aturan Baku Mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Air Limbah Domestik. Saran dan tindak lanjut bagi PT P adalah membangun IPAL sesuai hasil redesain yang sudah disesuaikan dengan peraturan lingkungan hidup yang berlaku saat ini.

Kata Kunci: *Air Limbah, Evaluasi, IPAL, Redesain*.

Abstract

PT A is a company engaged in the distribution of petroleum fuels and is located in Kupang City. The company aims to obtain PROPER certification from the Ministry of Environment (KLH). A key challenge is that the existing wastewater treatment plant (WWTP) is non-functional, preventing PT A from meeting the requirements to apply for PROPER certification. This study aims to identify issues with the current WWTP, assess existing infrastructure, and redesign the facility. The redesign methodology adheres to design criteria established by the KLH. The redesigned WWTP is intended to treat PT A's wastewater, which contains TSS, BOD, COD, and Total Coliform. Based on the redesign, the treated effluent parameters are: TSS at 15 mg/L, BOD at 10 mg/L, COD at 24,85 mg/L, and total amonium at 3,75 mg/L. The treated effluent can be discharged into drainage or irrigation channels, as these levels comply with the wastewater quality standards and treatment technology standards for domestic wastewater set forth in the Regulation of the Minister of Environment Number 11 of 2025 on Wastewater Quality Standards and Wastewater Treatment Technology Standards for Domestic Wastewater. It is recommended that PT A construct the WWTP according to the redesign, ensuring full compliance with current environmental regulations.

Keywords: *Wastewater, Evalution, WWTP, Redesign.*

Corresponding Author:
Teguh Taruna Utama
UIN Sunan Ampel Surabaya , utama.teguh87@uinsa.ac.id

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Kegiatan terminal BBM milik PT A merupakan unit operasional dan fasilitas penyimpanan bahan bakar minyak. Terminal BBM ini adalah bagian dari obyek vital nasional. Fungsi utama terminal BBM ini adalah menampung bahan bakar dan mendistribusikannya ke masyarakat. Terminal BBM ini dilengkapi oleh infrastruktur penunjang. Salah satu infrastruktur penunjang adalah kantor operasional terminal. Kantor operasional terdiri atas bangunan kantor utama, gedung pertemuan, mess, musholla, workshop dan bangunan satpam dan pengamanan. Kantor operasional ini dilengkapi dengan fasilitas untuk kegiatan domestik. Kegiatan domestik berupa mandi, cuci dan kakus bagi para pekerja terminal BBM. Air sisa penggunaan dari kegiatan domestik ini dikategorikan sebagai limbah cair (***Aprilia dan Utama, 2025***).

Kantor operasional terminal BBM PT A mempunyai lahan yang tidak terlalu luas. Keterbatasan lahan tidak menjadikan kantor operasional PT A tidak dilengkapi dengan fasilitas pengolahan air limbah. PT A telah membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL). Akan tetapi, IPAL yang sudah terbangun belum beroperasi dengan baik. IPAL domestik ini mengolah air limbah dari *blackwater* dan *greywater*. Air limbah ini perlu diolah sebelum dilepaskan ke badan air penerima di muara sungai dekat kantor operasional. Ada beberapa permasalahan teknis pada IPAL yang mengakibatkan tidak dapat dioperasikan. Parameter krusial yang belum terpenuhi adalah air tidak dapat mengalir ke unit selanjutnya. Bangunan IPAL yang terbenam di dalam tanah, juga tidak diketahui dimensinya karena tidak ada gambar as built drawing yang lengkap. IPAL juga belum pernah diuji kebocoran karena belum pernah diujicoba untuk berjalan secara penuh. Untuk sementara ini, air limbah masih dimasukkan ke dalam ekualisasi dan kelebihan airnya dialirkan langsung ke badan air penerima.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kembali sumber-sumber air limbah domestik yang dihasilkan dari kantor operasional PT A. Perencana mengevaluasi secara teknis desain IPAL PT A, kemudian meredesain PT A. Setelah desain terpilih diterima oleh PT A, perencana menghitung rencana anggaran biaya kontruksi IPAL. Hasil perencanaan ini diserahkan ke PT A untuk ditindaklanjuti dengan pembangunan IPAL. Hasil olahan IPAL akan disesuaikan dengan peraturan perundangan yang berlaku. Hasil perencanaan juga akan berguna dalam pengajuan persetujuan teknis baku mutu air limbah untuk memperoleh rekomendasi dan sertifikat laik operasi IPAL.

Sejalan dengan upaya PT A untuk memenuhi regulasi dari pemerintah, kantor operasional terminal BBM mengadakan perbaikan sistem IPAL. Perbaikan IPAL akan mempertimbangkan unit proses dan unit operasi sesui literatur. Perbaikan IPAL menggunakan sistem redesain IPAL yang kemudian target outlet IPAL disesuaikan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Air Limbah Domestik. PT A juga akan menyesuaikan standar IPAL dengan standar yang ditetapkan dalam PROPER Kementerian Lingkungan Hidup. Oleh karena itu, IPAL akan didesain ulang sesuai kaidah literatur yang berlaku.

METODE

A. Kondisi eksisting

IPAL PT A berada di halaman belakang kantor operasional. IPAL PT A tidak beroperasi sebagaimana mestinya dari selesai pekerjaan diserahkan dari pihak kontraktor kepada pengelola terminal BBM PT A. Debit rencana pengolahan adalah 2,792 m^3 per hari. Perencana mengunjungi lokasi pada tanggal 20 Desember 2025. Perencana mengevaluasi dokumen desain dan as built drawing yang dimiliki kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting di lapangan.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

B. Pengukuran elevasi dan jarak

Data elevasi dan jarak sudah tersedia dari PT A. PT A memberikan data elevasi dan denah kantor terminal BBM. Perencana melakukan pemetaan ulang dengan mencocokkan data data denah dengan peta citra satelit google earth. Persiapan lainnya di lapangan adalah menentukan titik IPAL sebagai referensi elevasi dasar. PT A sudah melakukan penataan lahan kantor sehingga rata-rata elevasi cukup datar. Titik-titik yang sudah menjadi patokan akan membantu dalam penentuan jarak IPAL dan juga elevasinya (***Brinker et al, 2000).*** Kerangka dasar pemetaan diperlukan untuk menentukan titik awal sumur pengumpul air limbah. Sumur pengumpul air limbah ini berupa manhole-manhole SPAL yang kemudian mengalir ke dalam bak ekualisasi IPAL. Air limbah yang sudah mencapai bak ekualisasi akan dipompa menuju IPAL. PT P memberi pertimbangan IPAL dapat dipantau dan dipelihara. Oleh karena itu, IPAL hasil redesain akan dibangun di atas tanah. Air limbah akan dipompa naik secara konstan ke dalam IPAL. Elevasi dasar bak ekualisasi dan elevasi air tertinggi di dalam IPAL akan menjadi pertimbangan dalam estimasi elevasi dan jarak.

C. Perhitungan dimensi IPAL

Perhitungan dimensi IPAL akan mengikuti acuan dari studi literatur dan juga peraturan menteri lingkungan hidup. Evaluasi perhitungan IPAL ditabulasikan dalam bentuk tabel. Berikut ini adalah acuan evaluasi dari proses dan operasi IPAL yaitu:

Tabel 1 Metode Evaluasi Proses dan Operasi IPAL

No	Operasi dan proses	Indikator Kinerja	Alternatif metode evaluasi	Sumber literatur
1	Air limbah	Debit air limbah	Perhitungan teknis berdasarkan literatur	***SNI 8153 2015***
		Konsentrasi pencemar	Studi literatur untuk limbah domestik dan atau kegiatan sejenis	***Soyan et al, 2022***
2	Ekualisasi	Waktu tinggal air	Perhitungan teknis	***Tchobanoglous et al, 2003***
3	Pompa	Diameter pipa	Perhitungan teknis	***Lin, 2007***
		Head	Perhitungan teknis	
		Daya pompa	Perhitungan teknis	
4	Pengendap awal	Waktu tinggal air	Perhitungan teknis	***Dirjen Cipta Karya, 2018***
		Efisiensi penyisihan	Perhitungan teknis	***Tchobanoglous et al, 2003***
5	Biofilter Anaerobik dan Aerobik	Waktu tinggal air	Perhitungan teknis	***Said, 2001***
		Laju Beban BOD per volume media	Perhitungan teknis	***Said, 2001***
		Efisiensi penyisihan	Perhitungan teknis	***Said, 2001***
6	Sedimentasi	Waktu tinggal air	Perhitungan teknis	***Dirjen Ciptakarya, 2018***

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Operasi dan proses	Indikator Kinerja	Alternatif metode evaluasi	Sumber literatur
		Beban permukaan	Perhitungan teknis	***Tchobanoglous et al, 2003***
		Efisiensi penyisihan	Perhitungan teknis	***Tchobanoglous et al, 2003***
7	Filter Karbon Aktif	Waktu backwash	Perhitungan teknis	***Lin, 2007***
		Efisiensi penyisihan	Perhitungan teknis	
8	Desinfeksi	Konsentrasi parameter pencemar akhir	Perhitungan teknis	***Lin, 2007***
		Debit	Perhitungan teknis	***Lin, 2007***

D. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) merupakan hasil perhitungan nilai pekerjaan konstruksi IPAL. Menurut ***Mulyati dan Rianti, 2025***, RAB merupakan perhitungan yang berbasiskan data akurat. Data akurat yang dimaksud adalah volume pekerjaan dari suatu pekerjaan dikalikan harga satuan pekerjaan. RAB ini adalah bentuk pengendalian biaya agar konstruksi tidak melebihi pagu yang sudah disediakan. RAB juga bentuk pengawasan bagi kontraktor agar pekerjaan konstruksi tidak mengalami kekurangan volume dan juga tidak mengganti bahan konstruksi dengan material yang tidak standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber air limbah IPAL Domestik PT A berasal dari berbagai gedung. Gedung yang menghasilkan air limbah antara lain area kantor utama, kamar mandi manajer, area laboratorium, area ruang sekuriti, kamar mandi di TPS Limbah B3, dan dapur untuk cuci piring. Debit air bersih menggunakan standar dari SNI 8153 2015. Debit penggunaan air bersih akan menjadi dasar timbulan air limbah. Hasil perhitungan teknis debit air limbah dapat dirincikan sebagai berikut:

Tabel 2 Estimasi Penggunaan Air Bersih dan Timbulan Air Limbah

No	Penggunaan Air	Jumlah (orang)	Koefisien Kebutuhan Air Bersih (L/org/hari)	Volume air Bersih (L/hari)	Volume air Bersih (m^3/hari)	Volume Air Limbah (L/hari)	Volume Air Limbah (m^3/hari)
1	Area Kantor Utama	20	60	1.200	1,20	960	0,96
2	Kamar Mandi Manajer	1	60	60	0,056	48	0,048
3	Area Laboratorium QQ	2	60	120	0,12	96	0,096
4	Area Ruang Security	3	60	180	0,18	144	0,144
5	Kamar Mandi TPS B3	10	60	600	0,6	480	0,48

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Penggunaan Air	Jumlah (orang)	Koefisien Kebutuhan Air Bersih (L/org/hari)	Volume air Bersih (L/hari)	Volume air Bersih (m^3/hari)	Volume Air Limbah (L/hari)	Volume Air Limbah (m^3/hari)
6	Dapur untuk Cuci Piring	38	10	380	0,38	304	0,304
7	Musholla	38	25	950	0,95	760	0,76
TOTAL				**3.130**	**3,13**	**2.792**	**2,792**

Air limbah total diperhitungkan sebesar 2,792 m^3 per hari. Debit air limbah ini berasal dari kegiatan operasional kantor terminal BBM PT A. Adapun parameter air limbah acuan dalam perencanaan menggunakan dari studi literatur yaitu:

Tabel 3 Karakteristik Air Limbah Domestik Berdasarkan Literatur

Kontaminan	Keterangan	Referensi		
		Fitriyanti, 2020	Hadi dan Pungut, 2022	Soyan, et al. 2022
Padatan total (TS)	Maksimum	-	-	-
	Rata-rata			
	Minimum			
Padatan terlarut total (TDS)	Maksimum	-	-	-
	Rata-rata			
	Minimum			
Padatan tersuspensi total (TSS)	Maksimum	2	296	120
	Rata-rata			210
	Minimum			400
BOD	Maksimum	43	284	110
	Rata-rata			190
	Minimum			350
COD	Maksimum	135,3	482	800
	Rata-rata			430
	Minimum			250
Nitrogen	Maksimum	25,41	-	12
	Rata-rata			25
	Minimum			45

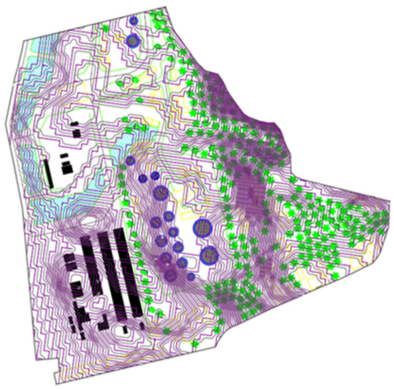
Sumber: 1. Fitriyanti (2020); 2. Hadi dan Pungut 2022; 3. Soyan et. al. 2022

Berdasarkan data studi literatur di atas, penulis menggunakan data dari Hadi dan Pungut, 2022 karena pada data proses pengolahan air limbah menggunakan sistem ekualisasi. Sistem ekualisasi akan menstabilkan aliran air limbah sekaligus menstabilkan konsentrasi pencemar karena air limbah dikumpulkan terlebih dahulu dalam sistem ekualisasi (***Tchobanoglus et al, 2003***). Sehingga nilai yang akan diambil sebagai parameter kunci adalah nilai rata-rata. Oleh karena itu, penulis akan menggunakan nilai

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

BOD_5 = 284 mg/Liter; COD = 482 mg/Liter; TSS = 296 mg/Liter; dan Nitrogen sebagai amoniak = 25 mg/Liter.

Evaluasi IPAL eksisting yang sudah dilakukan oleh penulis adalah datang mengunjungi lokasi. Berikut ini adaah lokasi PT A yaitu:



Gambar 1 Peta Lokasi PT P di Kupang



Gambar 2 Kondisi eksisting IPAL PT A

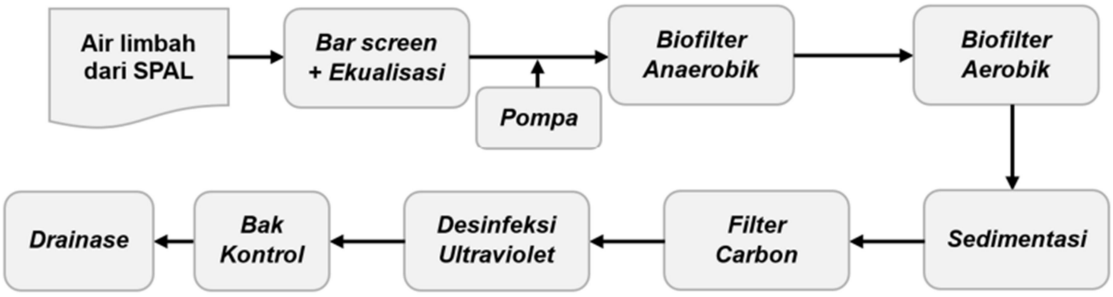
Hasil evaluasi IPAL PT A tidak berjalan adalah sebagai berikut

1. IPAL benar benar tertanam seluruhnya di dalam tanah dan tidak ada penanda dimensi yang jelas.
2. IPAL mengalami permasalahan hidrolis yaitu aliran air tidak dapat mengalir secara gravitasi dari sumur pengumpul ke bak pengendap awal IPAL.
3. IPAL tidak pernah diujicoba untuk pengaliran air dan uji kebocoran.
4. PT A tidak memiliki riwayat pengarsipan konstruksi dalam bentuk as built drawing maupun SOP yang diberikan oleh perencanan terdahulu.
5. PT A masih belum bisa mengurus dokumen Persetujuan Teknis pememuhan Baku Mutu Air Limbah (PERTEK BMAL) karena tidak memiliki dokumen DED yang menjadi dasar perhitungan IPAL dalam PERTEKnya.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berdasarkan hasil asessmen bersama antara penulis dengan PT A, IPAL akan didesain ulang dengan memperbaiki jalur perpipaan dan juga membuat IPAL baru yang diletakkan di atas tanah. IPAL ini akan mendapat asupan air limbah secara konstan dengan cara dipompa dari bak ekualisasi. Peletakan di atas tanah bertujuan untuk memudahkan pemeliharaan dan juga mengatasi kebocoran saat uji coba awal.

Pengolahan limbah cair terpilih dari hasil diskusi antara penulis dengan PT A adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Skematik pengolahan air limbah terpilih

Pengolahan limbah cair di PT A menggunakan prinsip penyisihan secara fisika, kimia maupun biologis. Pada proses pengolahan fisik, pengolahan ini mentikberatkan penyisihan pada pencemar seperti TSS dan minyak dan lemak. Pada proses pengolahan biologis, pengolahan ini menitikberatkan pada penyisihan pencemar BOD dan COD. Sedangkan proses pengolahan secara kimia, pengolahan ini menitikberatkan pada penyisihan pencemar yang masih tersisa berupa penyerapan pencemar pada filter adsorpsi dan desinfeksi.

1. Bar Screen

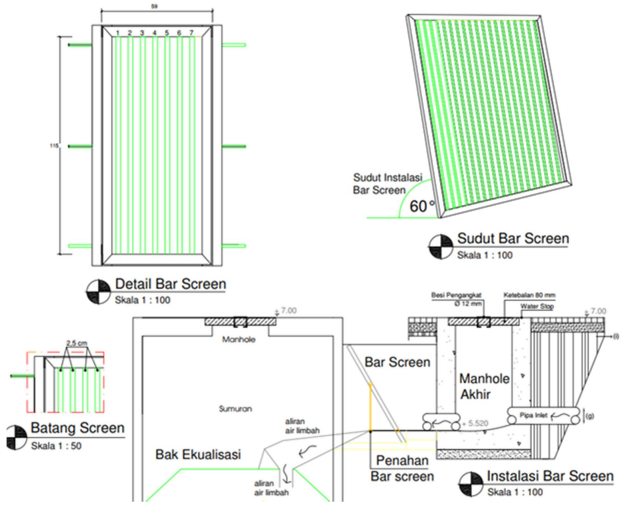
   Bar screen berfungsi untuk menyaring sampah yang ikut terbawa dalam aliran air limbah. Padatan berupa plastik atau rambut atau benang dapat merusak peralatan mekanis dalam IPAL. Peralatan tersebut adalah pompa ekualisasi. Berikut ini adalah hasil perencanaan bar screen yaitu:

Tabel 3 Karakteristik Air Limbah Domestik Berdasarkan Literatur

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Laju aliran air	m/det	0,004 m^3/detik	Dirjen Ciptakarya, 2018
2	Kemiringan screens	^{o}	60	Reynolds and Richards, 1996
3	Tebal batang screen	cm	2,5	Dirjen Ciptakarya, 2018
4	Jarak antar kisi	cm	5	Droste, 1997

Berdasarkan hasil perhitungan, debit air limbah termasuk kecil. Debit air limbah maksimum saat jam puncak sebesar 0,2792 m^3 per jam atau setara 0,00465 $m^{3/}$detik. Debit ini memang kecil untuk masuk ke dalam bak ekualisasi. Akan tetapi, keberadaan bar screen tetap dibutuhkan agar materi-materi penyumbat pompa ekualisasi dapat disaring.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X



Gambar 4 Bar Screen untuk menyaring sampah

2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan unit penerima awal air limbah. Unit ini akan mengumpulkan air limbah dari berbagai kegiatan di kantor operasional. Ekualisasi dapat menampung debit banjir maupun debit minimum air limbah ***(Palevi et al., 2024)***. Hal ini akan membantu dalam pengolahan agar tidak terjadi beban debit dan pencemar secara mendadak. Air limbah akan dipompa secara konstan ke dalam IPAL ***(Dirjen Ciptakarya, 2018)***. Berikut ini adalah tabulasi dari bak ekualisasi yaitu:

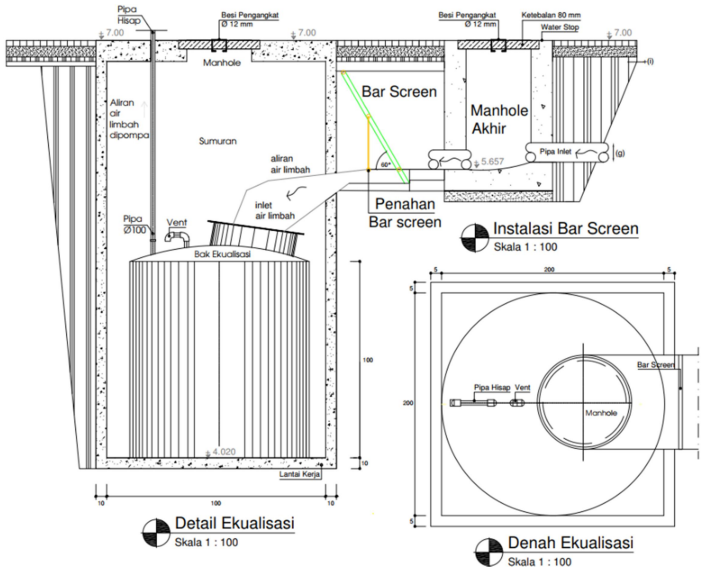
Tabel 3 Perhitungan Volume Kumulatif Bak Ekualisasi

Jam	Debit Influen (m^3/jam)	Vol. Kumulatif Influen (m^3)	Debit Rata-rata (m^3/jam)	Vol. Kumulatif Efluen (m^3)	Inline Ekualisasi (m^3)
1	0,0209	0,02094	0,1163	0,1163	-0,095
2	0,0209	0,04188	0,1163	0,2327	-0,191
3	0,0209	0,06282	0,1163	0,3490	-0,286
4	0,0209	0,08376	0,1163	0,4653	-0,382
5	0,0209	0,10470	0,1163	0,5817	-0,477
6	**0,1117**	**0,21638**	**0,1163**	**0,6980**	**-0,482**
7	0,1675	0,38390	0,1163	0,8143	-0,430
8	0,2234	0,60726	0,1163	0,9307	-0,323
9	0,2234	0,83062	0,1163	1,0470	-0,216
10	0,1675	0,99814	0,1163	1,1633	-0,165
11	0,1396	1,13774	0,1163	1,2797	-0,142
12	0,1396	1,27734	0,1163	1,3960	-0,119
13	0,1396	1,41694	0,1163	1,5123	-0,095
14	0,1675	1,58446	0,1163	1,6287	-0,044
15	0,1675	1,75198	0,1163	1,7450	0,007

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Jam	Debit Influen (m^3/jam)	Vol. Kumulatif Influen (m^3)	Debit Rata-rata (m^3/jam)	Vol. Kumulatif Efluen (m^3)	Inline Ekualisasi (m^3)
16	0,1675	1,91950	0,1163	1,8613	0,058
17	0,1675	2,08702	0,1163	1,9777	0,109
18	0,2792	2,36622	0,1163	2,0940	0,272
19	0,1256	2,49186	0,1163	2,2103	0,282
20	0,1256	2,61750	0,1163	2,3267	0,291
21	0,0838	2,70126	0,1163	2,4430	0,258
22	0,0489	2,75012	0,1163	2,5593	0,191
23	0,0209	2,77106	0,1163	2,6757	0,095
24	0,0209	2,79200	0,1163	2,7920	0,000

Berdasarkan hasil perhitungan, volume bak ekualisasi adalah 0,482 m^3. Volume ini setara dengan bak ukuran 500 liter. Pompa air limbah direkomendasikan sebesar 1,938 liter per menit atau setara 0,1163 m^3 per jam. Perencana memilih unit ekualisasi berupa tangki air bervolume 500 liter.



Gambar 5 Bak ekualisasi IPAL

3. Pompa Air Limbah

Pompa merupakan unit mekanikal yang akan membantu sistem IPAL. Cara kerja pompa adalah menaikkan air dari elevasi rendah ke elevasi yang lebih tinggi dengan debit konstan. Pompa juga berfungsi sebagai unit untuk menyamaratakan debit air limbah. Keuntungan dari penggunaan pompa ini adalah mengurangi beban mendadak (*shock loadings*) baik dari segi beban biologis maupun beban hidraulika. Hasil perhitungan pompa disajikan sebagai berikut:

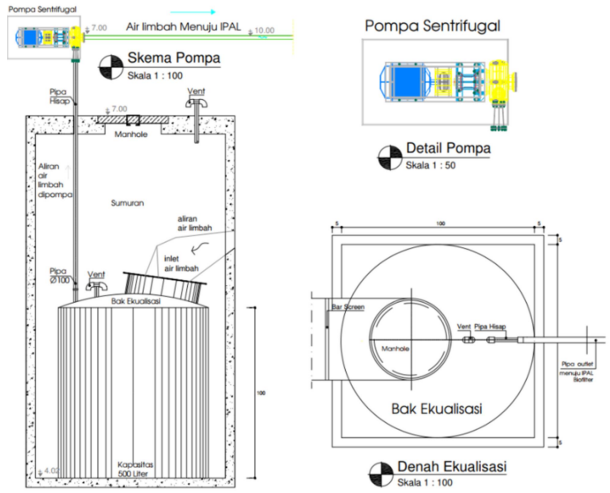
Tabel 4 Hasil perhitungan pompa sistem air limbah

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Debit pompa	m/det	1,938	Degremont, 1991

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

2	Headloss	Cm	0,01	
3	Head pompa	meter	6	
4	Daya pompa	Watt	500	Lin, 2007
5	Diameter pipa	Mm	5	

Berdasarkan hasil perhitungan, pompa berdaya maksimal 500 watt dengan head 6 meter. Pompa terpilih adalah pompa jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal diletakkan di atas bak ekualisasi sehingga badan pompa tidak terendam air limbah. Berikut ini adalah desain pompa air limbah PT P yaitu:



Gambar 6 Pompa air limbah

4. Bak pengendap awal

Bak pengendap awal merupakan unit pengolahan air limbah untuk memisahkan padatan dengan cairan. Pada umumnya, bak pengendap awal tetap dibutuhkan dalam sistem pengolahan air limbah biofilter anaerobik dan aerobik. Hal ini bertujuan untuk memisahkan padatan agar tidak menyumbat unit biofilter. Desain ini juga dianjurkan oleh Said, 2001 dalam sistem biofilter anaerobik dan aeobik. Berikut ini hasil perhitungan bak pengendap awal yaitu:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Bak Pengendap Awal

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Panjang x Lebar	m	1,2 x 0,6	Dirjen Ciptakarya, 2018
2	Kedalaman air	m	1,5	
3	Volume efektif	m^3	1,08	Lin, 2007
4	Rasio P : L	-	2 : 1	
5	Debit	m^3/jam	2,792	Data perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, volume efektif bak pengendap adalah 1,08 m^3. Bak pengendap ini akan menyisihkan sebagian besar TSS di dalam air limbah. TSS yang tersisihkan akan mengendap di dasar unit. Hal ini akan mengurangi beban pengolahan selanjutnya (Lin, 2007).

5. Biofilter anaerobik dan aerobik

Biofilter anaerobik dan aerobik merupakan unit pengolahan air limbah yang memanfaatkan media. Media ini akan menjadi tempat perlekatan bakteri. Bakteri

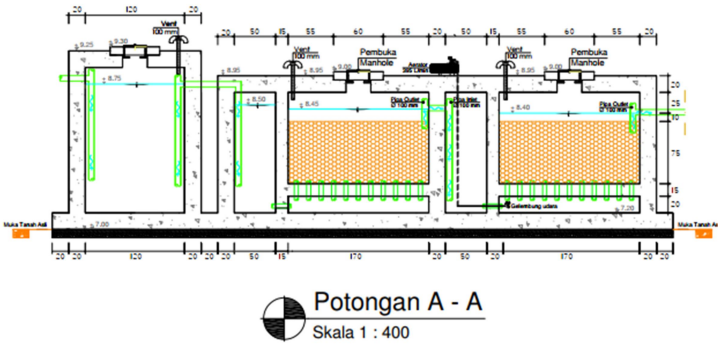
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pengurai air limbah akan tumbuh terlekat di media biofilter. Keuntungan dari metode ini adalah tidak diperlukannya sistem pompa resirkulasi balik lumpur ke awal masuk IPAL. Bakteri juga lebih terlindungi dan tidak ikut terkuras oleh aliran air limbah (Said, 2001). Berikut ini hasil perhitungan bak pengendap awal yaitu:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Biofilter Anaerobik dan Aerobik

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
	Sistem Anaerobik			
1	Panjang	m	1,7	***Said, 2001***
2	Lebar	m	0,6	
3	Kedalaman air	m	1,2	
4	Volume	m^3	1,224	
5	Waktu tinggal	jam	10,521	
	Sistem Aerobik			
1	Panjang	m	1,7	***Said, 2001***
2	Lebar	m	0,6	
3	Kedalaman air	m	1,2	
4	Volume	m^3	1,224	
5	Waktu tinggal	jam	10,521	
6	Aerator	Liter/min	395	

Berdasarkan hasil perhitungan, volume efektif biofilter anaerobik dan aerobik adalah 1,224 m^3. Biofilter anaerobik dipadukan dengan aerobik akan menyisihkan polutan lebih baik daripada hanya satu sistem aerobik saja. Menurut penelitian ***Rahimi et al, 2020,*** teknologi paduan antara anaerobik dan aerobik akan menyisihkan BOD, COD lebih baik daripada satu jenis pengolahan saja. BOD dan COD dari senyawa nitrogen akan disisihkan oleh konsorsium bakteri pengolah nitrogen yaitu bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi. Hasil akhir dari penyisihan peolutan akan menghasilkan gas N_2 dan juga mineralisasi. Berikut ini adalah desain unit IPAL biofilter anaerobik, aerobik dan sedimentasi yaitu:



Gambar 7 Bak Pengendapan Awal, Biofilter Anaerobik dan Aerobik

6. Sedimentasi

Unit sedimentasi merupakan unit pengendapan sisa sedimen proses biologis. Bakteri yang mungkin lepas dari media dapat diendapkan pada sedimentasi ini.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Sisa-sisa padatan ini diendapkan di bagian dasar unit dan menjernihkan air sisa proses biologis. Berikut ini adalah hasil perhitungan teknis sedimentasi yaitu:

Tabel 7 Hasil Perhitungan Bak Sedimentasi

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Panjang x Lebar	m	1,2 x 0,3	Dirjen Ciptakarya, 2018
2	Kedalaman air	m	2,5	
3	Volume efektif	m^3	0,9	Lin, 2007
4	Bilangan Reynolds	-	15,74	
5	Bilangan Froude	-	$3,8 \times 10^{-5}$	

Berdasarkan hasil perhitungan, volume efektif sedimentasi adalah 0,9 m^3 dan bilangan Reynolds dan Froude sudah memenuhi kriteria desain sedimentasi. Bilangan reynolds menggambarkan nilai lamineritas aliran air dalam suatu reaktor. Sedangkan, bilangan Froude menggambarkan keseragaman aliran di semua sisi unit pengolahan. Nilai bilangan Reynolds yang tidak melebihi 500 akan membantu pengendapan sedimen lebih optimal. Sedangkan nilai froude yang berada di kisaran 10^{-5}, hal ini menandakan aliran air bersifat seragam dan tidak ada aliran air limbah yang saling mendahului atau turbulensi (Reynolds, 1996).

7. Tangki karbon filter

Tangki karbon filter berguna untuk menyaring sisa sisa polutan yang sudah diolah di dalam IPAL. Unit fitrasi ini merupakan unit peningkat kualitas air sisa proses IPAL. Target pengolahan IPAL PT A harus sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025. Kandungan maksimal pencemar untuk TSS, BOD, COD berutur turut 30 mg/liter, 12 mg/liter dan 80 mg/liter. Filtrasi menggunakan karbon aktif akan menyerap BOD hingga konsentrasinya bisa di bawah 12 mg/liter. Berikut ini adalah hasil perhitunan teknis filter karbon yaitu

Tabel 8 Hasil Perhitungan Bak Sedimentasi

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Debit	m^3/hari	2,792	Lin, 2007
2	Massa GAC	Kg	21,3	
3	Massa jenis	Kg/m^3	300	
4	*Backwashing*	hari	25	
5	Efisiensi penyisihan	Persen	50 - 90	

Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan tangki filter karbon adalah seberat 21,3 kilogram. Asumsi massa jenis GAC adalah 300 kg/m3. Volume tabung karbon aktif adalah 0,071 m^3. Tabung filter karbon ini akan menyisihkan polutan hingga 90%. Akan tetapi, penyisihan ini hanya berlaku ketika polutan sudah kecil konsentrasinya. Filter karbon diletakkan pada bagian belakang pengolahan bertujuan untuk meningkatkan kualitas air sisa proses IPAL.

8. Desinfeksi ultraviolet

Desinfeksi ulltraviolet berfungsi untuk membunuh bakteri yang tersisa dalam air sisa proses IPAL. Kandungan maksimal yang diperbolehkan adalah 200 MPN per 100 mL sampel air. Bakteri yang menjadi patokan adalah jenis total coliform. Bakteri ini merupakan bagian dari tinja manusia. Dengan adanya desinfeksi, bakteri

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

coliform yang tersisa dapat disisihkan pada unit desinfeksi ini. Berikut hasil perhitungan unit desinfeksi yaitu:

Tabel 9 Hasil Perhitungan Desinfeksi

No	Detail Spesifikasi	Unit	Hasil Perhitungan	Referensi
1	Debit	Liter / menit	37,85	Lin, 2007
2	Daya	watt	10	
3	Arus listrik	mA	350	
4	Panjang	cm	25	
5	Intensitas	uWatt/cm^2	37	

Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan unit desinfeksi adalah minimal satu tabung. Debit untuk satu uni desinfeksi mampu mengolah sampai 37,85 liter per menit. Sedangkan air limbah yang diolah sebesar 1,736 liter per menit. Unit desinfeksi disediakan dua unit dengan tujuan satu unit bekerja dan satu unit sebagai cadangan.

9. Efisiensi pengolahan

Efisiensi pengolahan air limbah diurutkan dari pengolahan awal sampai akhir. Berikut ini adalah hasil tabulasi perhitungan efisiensi pengolahan IPAL yaitu:

Tabel 10 Hasil Perhitungan Efisiensi Pengolahan

No	Unit		BOD	COD	TSS	Total Amonia
0	Satuan masing-masing parameter		mg/Liter	mg/Liter	mg/Liter	mg/Liter
1	*Influen* IPAL (mg/Liter)		284	482	296	25
	Fase Pengumpulan Air Limbah					
2	Ekualisasi	Masuk	284	482	296	25
		Penyisihan	0%	0%	0%	0%
		Keluar	284	482	296	25
	Fase Pengolahan Tahap 1					
3	Bak Pengendap Awal	Masuk	284	482	296	25
		Penyisihan	0%	0%	60%	0%
		Keluar	284	482	118,4	25
	Fase Pengolahan Tahap 2					
4	Biofilter Anaerobik	Masuk	284	482	118,4	25
		Penyisihan	50%	50%	60%	15%
		Keluar	142	241	59,2	21,25
	Fase Pengolahan Tahap 3					
5	Biofilter Aerobik	Masuk	142	241	59,2	21,25
		Penyisihan	80%	80%	49%	80%
		Keluar	28,4	48,2	30	4,25
	Fase Pengendapan Sedimen					
6	*Sedimentasi*	Masuk	28,4	48,2	30	4,25
		Penyisihan	25%	25%	50%	0%
		Keluar	21,3	36,15	15	4,25
	Fase Pemisahan Fisik – Kimia					
7	Tangki Filter Karbon	Masuk	21,3	36,15	15	4,25
		Penyisihan	53%	31%	0%	12%
		Keluar	10	24,85	15	3,75
	Fase Pengolahan Akhir					
8	Desinfeksi	Masuk	10	24,85	15	3,75
		Penyisihan	0%	0%	0%	0%
		Keluar	10	24,85	15	3,75

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Unit	BOD	COD	TSS	Total Amonia
9	*Efluen* IPAL	10	24,85	15	3,75

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pengolahan, air sisa proses IPAL mengandung konsentrasi pencemar BOD, COD, TSS dan Total Amonia berturut-turut sebesar 10 mg/liter, 24,85 mg/liter/ 15 mg/liter dan 3,75 mg/liter. Sisa konsentrasi ini masih di bawah baku mutu peraturan yang mensyaratkan BOD, COD, dan TSS berturut-turut sebesar 12 mg/liter, 80 mg/liter/ dan 30 mg/liter. Parameter total amonia tidak dipersyaratkan dalam peraturan untuk pembuangan air limbah ke drainase. Dengan hasil ini, PT P akan memenuhi regulasi yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup sekaligus dapat mengajukan PERTEK BMAL untuk IPAL Domestik.

10. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya konstruksi IPAL merupakan hasil perhitungan teknis antara volume pekerjaan IPAL dengan satuan harga pekerjaan dan upah. Adapun hasil redesain IPAL PT A ini dapat dirincikan pada tabel berikut ini:

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	*2*	*3*
A	Pekerjaan Ekualisasi	Rp 66.105.443,77
B	Pekerjaan Grease Trap	Rp 1.855.814,50
C	Pekerjaan IPAL	Rp 62.021.932,12
D	Pekerjaan Sedimentasi	Rp 9.384.368,12
E	Pekerjaan Filter Karbon dan UV	Rp 7.632.697,30
	JUMLAH	**Rp 147.00.256,00**
	PAJAK PPN 11%	**Rp 16.170.028,00**
	TOTAL	**Rp 163.170.284,00**
	DIBULATKAN	**Rp 163.171.000,00**
Terbilang: **Seratus Enam Puluh Tiga Juta Seratus Tujuh Puluh Satu Ribu Rupiah**		

KESIMPULAN

Sumber-sumber air limbah yang dihasilkan di kantor operasional terminal BBM berasal dari kegiatan domestik. Adapun kegiatan tersebut adalah kegiatan di dalam ruangan kantor utama, kamar mandi manajer, area laboratorium, area ruang sekuriti, kamar mandi TPS Limbah B3, dapur untuk cuci piring dan musholla. Debit timbulan air limbah mencapai 2,792 m^3/hari. hasil evaluasi dan assesmen penulis bersama PT A adalah IPAL tidak ada dokumentasi *as built drawing*, tidak pernah diujicoba kebocoran, nda air limbah langsung dibuang ke drainase. Hasil redesain IPAL adalah membangun IPAL sesuai peraturan lingkungan hidup yang mencakup unit proses pemisahan fisika, unit pengolahan biologis dan unit pengolahan kimia pada bagian akhir. RAB IPAL direncanakan sebesar Rp 163.171.000,00 Efluen rencana IPAL

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

domestik adalah BOD, COD, TSS dan Total Amonia berturut-turut sebesar 10 mg/Liter, 24,85 mg/Liter, 15 mg/Liter dan 3,75 mg/Liter.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilia, Berlian Aura dan Utama, Teguh Taruna. 2025. Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik PT. B. INSOLOGI : jurnal Sains dan Teknologi. Vol 4 No. 5 Pp 1196-1210. https://doi.org/10.55123/insologi.v4i5.6482

Brinker, Russel C., Paul R. Wolf, and Djoko Walijatun. 2000. Dasar-dasar Pengukuran Tanah (Surveying). 7th ed. Jakarta: Erlangga.

Degremont. 1991. Water Treatment Handbook, Lavoisier Publishing Paris.

Dirjen Cipta Karya. (2018). Panduan Perencanaan Teknik Terinci - Sub Sistem Pengolahan Terpusat. Pedoman. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.

Droste, Ronald L., 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment, United States of America. Integrated Design of Water Treatment Facilities. John Wiley & Sons.

Fitriyanti, Reno. 2020. Karakteristik Limbah Domestik di Lingkungan Mess Karyawan Pertambangan Batubara. Jurnal Redoks. Vol. 5 no. 2. https://doi.org/10.31851/redoks.v5i2.4305

Hadi, Syavira Nurlita dan Pungut. 2022. Penurunan BOD, COD dan TSS Pada Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland. WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA, 20(02). https://doi.org/10.36456/waktu.v20i02.6044

Lin, Shundar. 2001. Water and Wastewater Calculations Manual. Mc Graw Hill Book Company. Singapore.

Rahimi, Shadi,. Modin, Oskar,. Mijakovic, Ivan. 2020. Technologies for biological removal and recovery of nitrogen from wastewater. Biotechnology Advances. 43. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107570

Reynolds, Tom D., Richards, Paul A. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering. PWS Publishing Company.

Said, Nusa, I. 2001. Alat Pengolah Air Limbah Rumah Tangga Semi Komunal ”Kombinasi Biofilter Anaerobik & Aerobik” Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.

SNI 8153 2015 Sistem plambing pada bangunan gedung.

Soyan, Rhesa Valerio., Sofiyah, Evi Siti., and Zahra, Nurulbaiti Listyendah., 2022. Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik pada Industri Pertambangan PT X" Journal of Sustainable Infrastructure. Vol. 1 No. 1, July 2022, pages 13–23. https://doi.org/10.61078

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Mc Graw Hill