

# Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kegiatan Operasional Depo Kereta Sidotopo PT. KAI (Persero)

Ouny Rahman Nimassari dan Alfian Purnomo

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

*e-mail*: alfianpurnomo@gmail.com

**Abstrak**—Depo Kereta Sidotopo merupakan salah satu bengkel perawatan, pemeliharaan, dan perbaikan armada kereta milik PT. KAI (Persero). Kegiatan operasional bengkel Depo Kereta yang menghasilkan air limbah berasal dari kegiatan pencucian bogie dan perawatan genset kereta. Air limbah industri bengkel banyak tercampur oleh bahan pelarut/pembersih, bahan bakar, oli (minyak pelumas), dan air bekas cucian. Namun, hingga saat ini Depo Kereta Sidotopo belum memiliki IPAL untuk mengolah limbah cair dari kegiatan operasionalnya tersebut. Sehingga, diperlukan adanya perancangan pengolahan air limbah dengan teknologi yang tepat sesuai dengan karakteristik air limbah Depo Kereta. Perencanaan pembangunan IPAL diawali dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang diperoleh dari survei lapangan, *sampling* maupun data dari instansi terkait. Setelah itu dilakukan pengolahan data dan perencanaan IPAL sesuai dengan kriteria desain dan prinsip pengolahan air limbah, kemudian diperoleh perencanaan berupa DED IPAL, *Bill of Quantity* (BOQ), Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan *Standar Operasional Prosedur* (SOP) operasional dan pemeliharaan IPAL. Berdasarkan hasil *sampling* terdapat beberapa parameter pencemar yang belum memenuhi baku mutu diantaranya yaitu minyak dan lemak 220 mg/L, BOD 172 mg/L, COD 358 mg/L, TSS 312 mg/L dan Fosfat 19,31 mg/L. Sistem IPAL yang terpilih untuk mengolah air limbah tersebut terdiri dari 1 unit *Grease Oil Trap* (0,6 m x 0,3 m x 0,8 m), 1 unit Bak Pengumpul (0,8 m x 0,8 m x 1,5 m), 1 unit Elektrokoagulasi (1 m x 0,5 m x 0,8 m), 1 unit Sedimentasi (1,2 m x 0,4 m x 1 m), 1 unit Filtrasi (0,5 m x 0,5 m x 0,65 m) serta 1 unit *Sludge Drying Bed* (2 m x 2 m x 0,5 m). Biaya investasi yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL adalah Rp. 78.476.500, sedangkan untuk biaya operasional IPAL pertahunnya membutuhkan listrik dengan biaya Rp. 14.400.000/tahun.

**Kata Kunci**—Air Limbah Bengkel, Depo Kereta, Perencanaan IPAL.

## I. PENDAHULUAN

**K**EGIATAN operasional bengkel perawatan dan pemeliharaan Depo Kereta yang menghasilkan air limbah yaitu berasal dari aktivitas pencucian bogie kereta dan perawatan genset kereta. Air limbah yang berasal dari usaha perbengkelan banyak tercampur oleh pelarut/pembersih, bahan bakar kotor, oli (minyak pelumas), dan air bekas cucian [1]. Air limbah bengkel hasil cucian kendaraan tergolong sebagai limbah industri dimana memiliki kandungan COD, logam timbal (Pb), fosfat (PO<sub>4</sub>) dan oil grease (OG) [2]. Sejauh ini, Depo Kereta Sidotopo masih belum memiliki pengolahan khusus terkait air limbah yang dihasilkan dari kegiatan operasionalnya, sehingga air limbah yang dihasilkan tersebut langsung dibuang menuju drainase perkotaan. Permasalahan ini dapat berpotensi

menyebabkan penurunan kualitas air sungai karena adanya pencemaran oleh buangan air limbah.

Air limbah yang dihasilkan harus memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu limbah cair industri dan kegiatan usaha lainnya sebelum dibuang ke badan air penerima. Teknologi pengolahan air limbah bengkel umumnya menggunakan proses pengolahan secara fisik, kimia maupun biologis seperti *grease oil trap*, koagulasi flokulasi, *biological aerated filter*, dsb [3]. Salah satunya adalah Depo Lokomotif Sidotopo milik PT.KAI yang telah mengolah air limbahnya dengan menggunakan dua teknologi filtrasi dan unit pemisah minyak dan air limbah secara gravitasi. Namun, IPAL Depo Lokomotif Sidotopo dilaporkan kurang efisien dalam mengolah air limbahnya karena terdapat beberapa masalah dalam segi teknis maupun operasionalnya sehingga air limbah tidak terolah secara maksimal [4].

Oleh karena itu, perlu adanya kajian terkait perencanaan pengolahan air limbah yang tepat untuk mengolah air limbah industri bengkel Depo Kereta Sidotopo dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang berpengaruh meliputi: kesesuaian teknologi IPAL, data kualitas dan kuantitas limbah, ketersediaan lahan, biaya, dan kemudahan operasional IPAL. Hasil dari perencanaan IPAL berupa *detail engineering design* (DED) diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan air limbah di Depo Kereta Sidotopo Surabaya.

## II. METODE PERENCANAAN

### A. Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan merupakan rangkaian metode yang dilakukan dalam perencanaan. Penyusunan kerangka perencanaan berguna untuk pedoman dalam melakukan studi mulai dari awal hingga akhir perencanaan. Rangkaian kegiatan perencanaan yang dilakukan antara lain:

#### 1) Ide Perencanaan

Ide perencanaan pada perencanaan IPAL air limbah industri Depo Kereta Sidotopo berdasarkan kondisi eksisting lapangan yang belum memiliki instalasi pengolahan khusus untuk mengolah air limbah. Oleh karena itu, perlu adanya perencanaan pengolahan air limbah agar dapat di buang ke badan air secara aman sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar

#### 2) Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk merencanakan IPAL Depo

Kereta Sidotopo:

a. Data Primer

1. Kualitas air limbah Depo Kereta Sidotopo
2. Kuantitas air limbah Depo Kereta Sidotopo

b. Data Sekunder

1. Data jumlah perawatan genset kereta tahun 2019
2. Data jumlah pencucian bogie kereta tahun 2019
3. Denah Depo Kereta Sidotopo
4. Baku Mutu Limbah Industri Perbengkelan
5. HSPK Kota Surabaya

3) *Pengolahan Data dan Perencanaan IPAL*

Pengolahan data dan perencanaan IPAL terdiri dari:

- a. Menganalisis kualitas dan kuantitas air limbah.
- b. Menentukan beberapa pilihan alternatif pengolahan air limbah.
- c. Menetapkan alternatif pengolahan air limbah berdasarkan beberapa pertimbangan.
- d. Menetapkan kriteria desain sesuai dengan alternatif pengolahan yang sudah dipilih.
- e. Menghitung *Detail Engineering Design* (DED) IPAL sesuai alternatif pengolahan yang sudah dipilih.
- f. Menggambarkan DED berdasarkan perhitungan dengan menggunakan program Autocad.
- g. Menghitung *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan HSPK Kota Surabaya
- h. Menyusun *Standard Operational Procedure* (SOP) IPAL yang berguna sebagai pedoman dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan unit IPAL.

4) *Kesimpulan dan Saran*

Setelah dilakukan pengolahan data dan perencanaan IPAL kemudian ditarik kesimpulan yang menjawab tujuan perencanaan serta saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya.

### III. HASIL PERENCANAAN

A. *Perhitungan Estimasi Debit Air Limbah*

Perhitungan estimasi debit air limbah dihitung berdasarkan spesifikasi OFR alat pencuci yang digunakan yaitu 15 L/menit dikalikan dengan lama waktu pencucian masing-masing kegiatan. Dari hasil pengamatan lapangan waktu pencucian untuk perawatan genset yaitu paling lama sekitar 90 menit sedangkan pencucian bogie yaitu 60 menit. Hasil perhitungan estimasi debit air limbah selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan perhitungan Tabel 1 debit rencana yang digunakan untuk mendesain IPAL Depo Kereta Sidotopo sebesar **2, 415 m<sup>3</sup>/hari** .

B. *Kualitas Air Limbah Kegiatan Operasional Depo Kereta*

Kualitas air limbah kegiatan operasional Depo Kereta didapatkan dari hasil uji sampling laboratorium serta data sekunder milik instansi terkait yang dimiliki. Pengambilan sampel air limbah dilakukan selama 3 kali bertujuan untuk dapat mengetahui fluktuasi terbesar konsentrasi air limbah. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, hasil uji kualitas air limbah Depo yang masih belum memenuhi diantaranya BOD, COD, TSS,

Tabel 1.  
Perhitungan Estimasi Debit Air Limbah Depo Kereta

Kegiatan	Vol (m <sup>3</sup> /armada)	Jml rata-rata/bulan	Jml maks/bulan	Q rata-rata	Q maks
Pencucian bogie	1,35	22 armada	25 armada	0,99 m <sup>3</sup> /hari	1,125 m <sup>3</sup> /hari
Perawatan genset	0,90	21 armada	43 armada	0,63 m <sup>3</sup> /hari	1,290 m <sup>3</sup> /hari
Total				1,62 m <sup>3</sup> /hari	2,415 m <sup>3</sup> /hari

Tabel 2.  
Kualitas Air Limbah Depo Kereta Sidotopo

No	Parameter	Hasil Uji Laboratorium				Baku Mutu
		1 <sup>(a)</sup>	2 <sup>(a)</sup>	3 <sup>(b)</sup>	4 <sup>(c)</sup>	
1	pH	6,3	6,81	8,8	7,81	6-9
2	BOD	45,6	18,6	172	40,13	100
3	COD	235	27,7	358	67,9	250
4	TSS	24	38	312	191	100
5	Minyak dan Lemak	5,18	15	220	14	10
6	MBAS (Detergen)	1,41	0,64	2,98	0,18	10
7	Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	2,67	3,04	19,31	-	10

minyak dan lemak, serta fosfat, Kualitas air limbah Depo Kereta hasil uji laboratorium disajikan pada Tabel 2.

C. *Pemilihan Alternatif Pengolahan Air Limbah*

Alternatif pengolahan air limbah disesuaikan dengan karakteristik air limbah. Berdasarkan hasil uji laboratorium karakteristik air limbah Depo Kereta sebagian besar banyak mengandung minyak serta COD yang tinggi. COD yang tinggi ini diyakini bahwa disebabkan karena adanya kandungan minyak pada air limbah [5]. Beberapa alternatif pengolahan yang dipertimbangkan untuk mengolah air limbah tersebut terdapat pada Gambar 1.

Dari ketiga alternatif pada Gambar 1. Dipilih alternatif menggunakan teknologi elektrokoagulasi karena dinilai efisien dalam menyisihkan kandungan pencemar yang sesuai dengan karakteristik air limbah Depo Kereta Sidotopo yang banyak mengandung minyak [6]. Pengolahan dengan proses elektrokoagulasi menggunakan ion aluminium dinilai paling baik dalam bereaksi dengan fosat untuk menyisihkan kandungan fosfat dalam air [5]. Proses elektrokoagulasi dikombinasikan dengan unit sedimentasi dan unit *rapid sand filter single media* lebih dipilih karena mempertimbangkan kebutuhan biaya pembangunan dan operasional yang lebih tinggi serta kemudahan operasoinal dan perawatan IPAL. Selain itu, sistem IPAL yang direncanakan dilengkapi juga dengan unit *pre-treatment* berupa unit *grease oil trap* dan bak pengumpul.

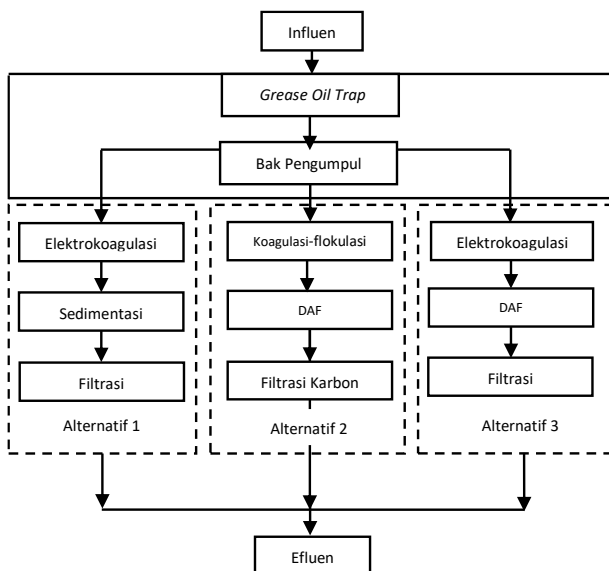
D. *Perhitungan Detail Engineering Design IPAL*

1) *Unit Grease Oil Trap*

Unit *grease oil trap* direncanakan sebagai unit *pretreatment* yang bertujuan untuk menyisihkan kandungan minyak pada air limbah yang dapat terpisahkan secara gravitasi oleh adanya perbedaan densitas.

a. Direncanakan :

- Jumlah bak = 1 bak
- Waktu detensi = 60 menit
- Kedalaman = 0,6 m
- Kapasitas pengolahan = 2,415 m<sup>3</sup>/hari
- Rasio P:L = 2:1



Gambar 1. Bagan Alternatif Pengolahan Air Limbah.

b. Hasil perencanaan:

- Jumlah kompartemen = 2
- Volume bak = 2,415 m<sup>3</sup>/hari x 60 menit = 0,1006 m<sup>3</sup>
- Lebar bak = 0,3 m
- Panjang bak = 0,6 m

Gambar desain potongan AA unit *grease oil trap* yang direncanakan disajikan pada Gambar 2.

2) Unit Bak Pengumpul

Bak Pengumpul direncanakan untuk mengumpulkan air hasil dari outlet *grease trap* sebelum dipompakan ke unit elektrokoagulasi.

a. Direncanakan:

- Vol air yang ditampung = 2,415 m<sup>3</sup>
- Rasio P:L = 1:1
- Kedalaman = 1,5 m

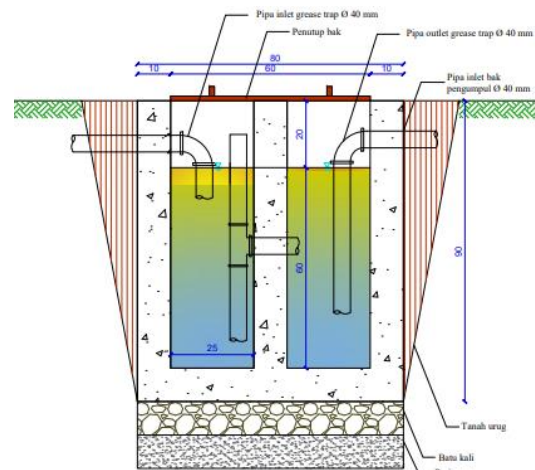
b. Hasil perencanaan:

- Panjang = 0,8 m
- Lebar = 0,8 m
- Kebutuhan Head pompa = 2,6 m
- Spesifikasi pompa = Ebara 50 x 40 FS4HA5.4

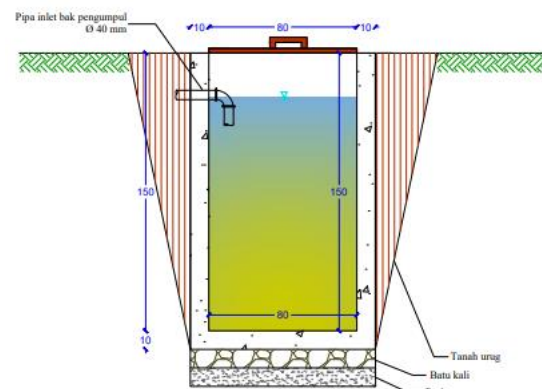
Gambar desain potongan AA unit bak pengumpul yang direncanakan disajikan pada Gambar 3.

3) Unit Elektrokoagulasi

Unit elektrokoagulasi digunakan sebagai unit pengolahan utama untuk menyisihkan kandungan pencemar pada air limbah Depo Kereta. Proses pengolahan elektrokoagulasi dapat menyisihkan air limbah yang mengandung minyak hingga 84,5%, TSS 94,8% [6], BOD 72,8% [7], COD 85% serta fosfat 83% [8]. Jenis pasangan elektroda yang dipilih pada perencanaan elektrokoagulasi ini menggunakan plat aluminium. Plat aluminium dipilih sebagai elektroda karena terbukti dapat efektif menyisihkan air limbah yang mengandung minyak [6] serta kelebihan lainnya yaitu memiliki kebutuhan konsumsi energi yang cukup rendah sehingga lebih efektif dan efisien [8]. *Power supply* yang digunakan menggunakan arus DC 50 V, 2 A. Pada perencanaan ini sistem pengolahan IPAL akan dilakukan secara *intermittent* dengan waktu pengoperasian IPAL yang direncanakan selama 4 jam/hari karena air limbah yang



Gambar 2. Potongan A-A Desain Unit Grease Oil Trap.



Gambar 3. Potongan A-A Desain Unit Bak Pengumpul.

dihasilkan oleh Depo kereta bersifat *intermittent*. Berikut merupakan desain yang digunakan untuk perencanaan unit elektrokoagulasi.

a. Direncanakan:

- Kapasitas pengolahan = 2,415 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu pengoperasian = 4 jam/hari
- Debit rencana = 2,415 m<sup>3</sup>/hari/4 jam/hari = 0,603 m<sup>3</sup>/jam
- Kedalaman = 0,8 m
- Waktu kontak = 60 menit
- Bahan elektroda = Aluminium
- Ukuran plat = 20 cm x 50 cm x 0,3 cm
- Jumlah plat rencana = 4 plat

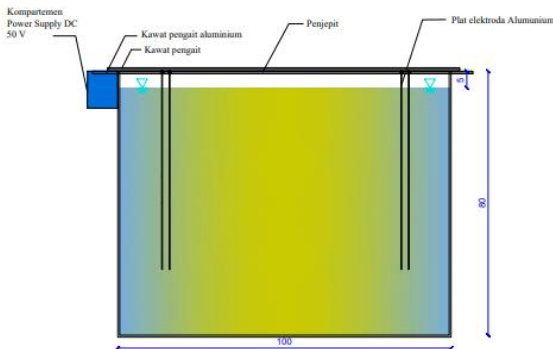
b. Hasil perencanaan:

- Lebar = 0,5 m
- Panjang = 1 m
- Konsumsi energi = 0,000125 kWh/L
- Kebutuhan listrik = Rp 0,18059/L
- Estimasi umur plat = 4663,69 jam artinya plat dapat digunakan hingga 3 tahun dengan pengoperasian 4 jam/hari.

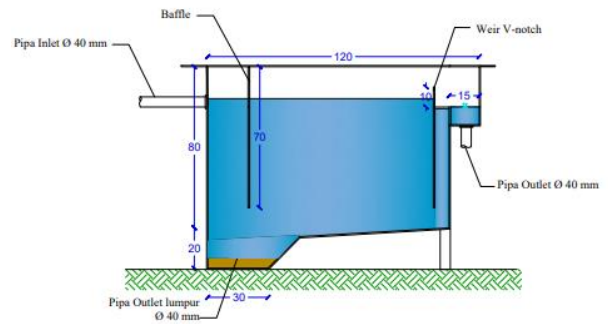
Gambar desain potongan AA unit elektrokoagulasi yang direncanakan disajikan pada Gambar 4.

4) Unit Sedimentasi

Unit sedimentasi yang direncanakan adalah unit sedimentasi tipe II dimana bertujuan untuk mengendapkan partikel flokulan yang terbentuk dari proses elektrokoagulasi sebelumnya. Penetapan kriteria desain bak sedimentasi yang digunakan berdasarkan acuan SNI 6774-2008. Berikut



Gambar 4. Potongan A-A Desain Unit Elektrokoagulasi.



Gambar 5. Potongan A-A Desain Unit Sedimentasi.

merupakan desain yang digunakan untuk perencanaan unit sedimentasi.

a. Kriteria desain:

- Waktu tinggal (*Retention time*) = 1,5-2,5 jam
- Overflow Rate (OFR)* = 0,8-2,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·jam
- Weir loading rate (WLR)* = <11 m<sup>3</sup>/mhari
- Rasio P:L = 2-6 : 1

b. Direncanakan:

- Kapasitas pengolahan = 2,415 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu pengoperasian = 4 jam/hari
- Debit rencana = 2,415 m<sup>3</sup>/hari/4 jam/hari = 0,603 m<sup>3</sup>/jam
- OFR = 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·hari
- Jumlah bak = 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·jam
- Rasio P: L = 3:1
- Waktu tinggal = 90 menit
- Jumlah bak = 1 bak
- Freeboard* = 0,2 m

c. Hasil perencanaan:

1. Zona Pengendapan

- A surface =  $\frac{0,603 \text{ m}^3/\text{jam}}{1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}} = 0,603 \text{ m}^2$
- Lebar = 0,4 m
- Panjang = 1,2 m
- Volume = 0,603 m<sup>3</sup>/hari x 1,5 jam = 0,905 m<sup>3</sup>
- Kedalaman = 0,6 m + 0,2 m = 0,8 m

2. Cek bilangan Reynolds dan bilangan Fraude

- V<sub>h</sub> = 0,000165 m/s
- V<sub>scouring</sub> = 0,07 m/s
- V<sub>scouring</sub> > V<sub>H</sub>, maka tidak akan terjadi penggerusan
- N<sub>re</sub> = 122 < 2000 (memenuhi kriteria)
- N<sub>fr</sub> = 2,84 x 10<sup>-9</sup> > 10<sup>-5</sup> (tidak memenuhi)

Karena N<sub>fr</sub> lebih kecil dari 10<sup>-5</sup>, maka perlu dipasang *baffle* di zona inlet untuk mencegah aliran pendek dan agar alirannya menjadi lebih laminar.

3. Desain Baffle

- Baffle diletakkan 20 cm di depan pipa inlet
- Panjang baffle = lebar bak / 0,4 m
- Tinggi baffle = tinggi bak / 0,6 m

4. Zona Lumpur

Direncanakan zona lumpur berbentuk prisma trapezium siku-siku.

- Kedalaman = 0,2 m
- Panjang atas = lebar bak / 0,4 m
- Panjang bawah = lebar bak / 0,4 m
- Vol ruang lumpur = 0,028 m<sup>3</sup>

5. Zona Outlet

Direncanakan pelimpah pada gutter merupakan weir bergerigi (V-notch) dengan sudut 90°.

- Panjang weir = 0,06 m
- Lebar v-notch = 0,06 m
- Jumlah v-notch = 4
- Ketinggian v-notch = 10 cm
- Jumlah gutter = 1
- Panjang gutter = 0,4 m
- Lebar gutter = 0,15 m
- Kedalaman = 8,72 cm

Gambar desain potongan AA unit sedimentasi yang direncanakan disajikan pada Gambar 5.

5) *Unit Filtrasi*

Unit filtrasi yang direncanakan merupakan jenis *rapid sand filter single media*. Unit filter digunakan sebagai *secondary treatment* untuk menyisihkan kandungan bahan pencemar tersuspensi maupun koloid yang masih tersisa pada air limbah agar mendapatkan hasil efluen yang lebih baik [9]. Berikut merupakan desain yang digunakan untuk perencanaan unit filtrasi.

a. Kriteria desain:

- Kecepatan filtrasi = 6-11 m/jam (SNI 6774-2008)

b. Direncanakan:

- Kapasitas pengolahan = 2,415 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu pengoperasian IPAL = 4 jam/hari
- Debit rencana = 2,415 m<sup>3</sup>/hari / 4 jam/hari = 0,603 m<sup>3</sup>/jam
- Jumlah bak filter = 1
- Kecepatan filtrasi (vf) = 6 m/jam
- Rasio P:L = 1:1
- Freeboard* = 0,25 m

1. Perencanaan Media Filter

- Media filter = pasir silika
- Tebal media = 30 cm
- Ukuran butir = 0,5 – 1,1 mm
- Porositas (ε) = 0,41
- Faktor bentuk (ψ) = 0,75
- Specific gravity* = 2,65 kg/m<sup>3</sup>
- g = 9,81 m/s<sup>2</sup>

2. Perencanaan Media Penyangga Filter

- Media penyangga = kerikil
- Tebal media kerikil = 10 cm
- Kecepatan filtrasi = 6 m/jam
- Ukuran butir d = 0,3 – 2,6 mm
- Tebal media kerikil = 10 cm
- Porositas (ε) = 0,38
- Faktor bentuk (ψ) = 0,83
- g = 9,81 m/s<sup>2</sup>
- Specific gravity* = 2,65 kg/m<sup>3</sup>

c) Hasil perencanaan:

- Lebar bak filter = 0,5 m
- Panjang bak filter = 0,5 m
- Headloss total media = 18,65 cm
- Ekspansi total media = 0,432 m
- Headloss total = 0,39 m
- Ketinggian bak filter = 0,39 m + 0,25 m = 0,64 m ~ 0,65 m

1. Kebutuhan Backwash

- $v_{backwash}$  = 0,00073 m/det
- Periode backwash = 1 kali
- Q backwash = 0,00018 m<sup>3</sup>/detik
- Kebutuhan Head pompa = 0,6 m
- Spesifikasi pompa = Ebara 50 x 40 FS4HA5.4

2. Sistem Underdrain

Sistem underdrain yang direncanakan menggunakan nozzle.

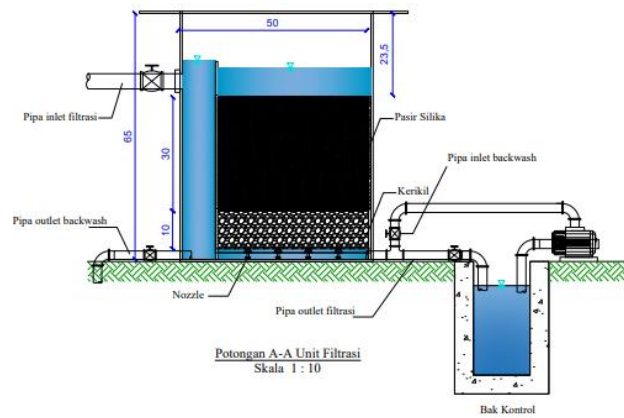
- Slot nozzle = 1 mm
- Tinggi slot = 15 mm
- Kebutuhan nozzle = 20 buah

3. Zona Outlet

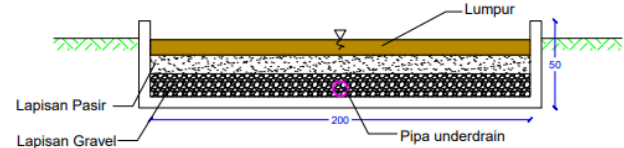
Zona outlet yang direncanakan berupa gutter persegi panjang.

- Jumlah gutter = 3 buah
- Panjang gutter = Panjang filter/ 0,5 m
- Lebar gutter = 0,05 m
- Kedalaman gutter = 10 cm
- Tinggi lokasi gutter = 0,523 m

Gambar desain potongan AA unit filtrasi yang direncanakan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Potongan A-A Desain Unit Filtrasi.



Gambar 7. Potongan A-A Desain Unit Sludge Drying Bed.

Tabel 3. Rekapitulasi RAB Pembangunan IPAL

No	Jenis Pekerjaan	Sub Total Biaya (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	1.753.716
2	Pekerjaan Utama	32.462.725
3	Pekerjaan Finishing	44.260.000
<b>Total Biaya (Rp)</b>		<b>78.476.441</b>

6) Unit Sludge Drying Bed

Unit Sludge Drying Bed atau SDB diperlukan untuk mengolah hasil endapan yang berasal dari bak sedimentasi. Lumpur hasil pengendapan ini mengandung endapan Al(OH)<sub>3</sub>.xH<sub>2</sub>O dari proses elektrokoagulasi yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu. SDB dipilih karena kemudahan dalam operasionalnya dan murah dalam pemeliharannya. Berikut merupakan desain yang digunakan untuk perencanaan unit SDB.

a. Karakteristik influen:

- Densitas lumpur = 1010 kg/m<sup>3</sup>
- % solid BP 1 = 5%
- Massa lumpur masuk SDB = 0,82 kg/hari
- Debit lumpur = 0,016 m<sup>3</sup>/hari
- % solid dalam lumpur = 30%
- % air dalam lumpur = 70%

b. Kriteria Desain:

- Rasio P : L = 1 : 1
- H lumpur = 30 cm
- H media pasir kasar = 10 cm
- H media kerikil = 10 cm
- H media batu kali = 10 cm

c. Hasil Perencanaan:

- Jumlah bak = 1 bak
- Waktu pengisian = 3 hari
- Volume lumpur/hari = 0,82 m<sup>3</sup>/hari
- Volume total = 2,46 m<sup>3</sup>
- Lebar bak = 2 m
- Panjang bak = 2 m
- Kedalaman bak total = 0,6 m

Gambar desain potongan AA unit Sludge Drying Bed yang direncanakan disajikan pada Gambar 7.

E. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya IPAL

Rancangan Anggaran Biaya dihitung berdasarkan kebutuhan volume BOQ dikalikan dengan satuan pekerjaan yang terdapat pada HSPK Kota Surabaya. Rekapitulasi biaya pembangunan IPAL Depo Kereta Sidotopo dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3 didapatkan total rencana anggaran biaya untuk pembangunan IPAL adalah sebesar Rp. 78.476.441 ≈ **Rp. 78.476.500**.

Selain biaya pembangunan IPAL, biaya lain yang perlu diperhitungkan adalah biaya operasional IPAL. Biaya operasional IPAL yang telah direncanakan terdiri dari kebutuhan listrik untuk pompa bak pengumpul dan backwash serta proses elektrokoagulasi. Berdasarkan perhitungan DED yang telah dilakukan diperlukan kebutuhan daya untuk penggunaan pompa sebesar 27 kWh sedangkan untuk proses elektrokoagulasi memerlukan daya sebesar 0,000125 kWh/L. Maka dapat diketahui kebutuhan listrik per hari dengan mengalikan dengan tarif listrik per Agustus 2021 sebesar Rp 1.444,7 / kWh, sehingga diperoleh total tarif listrik yaitu Rp 40.000/hari atau **Rp 14.400.000/tahun**.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil perencanaan IPAL Depo Kereta Sidotopo, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu: Karakteristik air limbah Depo Kereta Sidotopo mengandung bahan pencemar yang belum memenuhi baku mutu Pergub Jawa Timur No. 72 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan cuci kendaraan bermotor diantaranya yaitu BOD sebesar 172 mg/L, COD

358 mg/L, TSS 312 mg/L, Minyak dan lemak 220 mg/L serta fosfat sebesar 19,31 mg/L

Berdasarkan perhitungan DED diperoleh perencanaan IPAL yaitu berupa 1 unit *Grease oil Trap* (0,6 m x 0,3 m x 0,8 m), 1 unit Bak Pengumpul (0,8 m x 0,8 m x 1,5 m), 1 unit Elektrokoagulasi (1 m x 0,5 m x 0,8 m), 1 unit Sedimentasi (1,2 m x 0,4 m x 1 m), 1 unit Filtrasi (0,5 m x 0,5 m x 0,65 m) serta disediakan juga 1 unit pengolahan lumpur yaitu *Sludge Drying Bed* (2 m x 2 m x 0,5 m) untuk mengolah lumpur yang dihasilkan dari unit sedimentasi.

Rencana anggaran biaya untuk pembangunan IPAL sebesar Rp. 78.476.500, sedangkan untuk biaya operasional IPAL perharinya membutuhkan listrik dengan biaya Rp.14.400.000/tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiyono, *Sistem pengelolaan limbah B3 di Indonesia. Pusat pengkajian dan penerapan teknologi lingkungan (P3TL)*. Jakarta: Deputi Bidang TIEML, BPP Teknologi, 2002.
- [2] A. Arini, "Perencanaan IPAL penangkap minyak (Oil Catcher) Menggunakan Proses Biologi dan Filtrasi," Pontianak: Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik UNTAN, 2015.
- [3] V. S. Maharani, "Studi Literatur: Pengolahan Minyak dan Lemak Limbah Industri," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [4] M. L. Amalia, D. R., Afiuddin, A. E., dan Ashari, "Perancangan ulang instalasi pengolahan air limbah (IPAL) diplo lokomotif dengan alternatif anaerobic filter dan anaerobic baffle reactor," in *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2018, p. Vol. 1, No. 1.
- [5] F. A. Saputra, "Pengolahan Limbah Cair Berminyak dengan Teknologi Membran," *Tek. Kim. Inst. Teknol. Bandung*, 2018.
- [6] S. Salam, H., Pratiwi, Y., Sunarsih, "Penurunan Minyak dan TSS pada Air Limbah Balai Yasa dengan Menggunakan Elektrokoagulasi," *J. Teknol. Akprind Yogyakarta*, 2017.
- [7] I. Sinaga, H., Amri, I., HS, "Pemanfaatan Teknologi Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektroda Al-Al dengan Variabel Jarak Elektroda dan Kuat Arus," *Jom FTEKNIK*, vol. 6.
- [8] Hudori, "Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Elektrokoagulasi," Institut Teknologi Bandung, 2008.
- [9] A. . Masduqi, A., Assomadi, *Operasi dan proses pengolahan air*. Surabaya: ITS Press, 2012.