

## PERENCANAAN UNIT PRE-TREATMENT AIR LIMBAH INDUSTRI SPARE PART KENDARAAN BERMOTOR

The Design of Waste Water Pre-Treatment Unit of Automotive Component Industry

Oleh :

Setiyono

Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT

### Abstrak

*PT. Shei Tai Industrial merupakan salah satu industri yang memproduksi spare part kendaraan bermotor berupa blok mesin. Dengan adanya kegiatan produksi ini maka PT. Shei Tai Industrial akan menghasilkan limbah domestik dan limbah produksi yang banyak mengandung oli dan bahan kimia (pelarut) dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Tingginya tingkat kandungan polutan limbah PT. Shei Tai Industrial, mengakibatkan limbah industri ini tidak dapat diterima secara langsung ke IPAL kawasan, sehingga PT. Shei Tai Industrial diwajibkan untuk membuat unit pre-treatment terlebih dahulu sebelum menyalurkan limbahnya ke IPAL kawasan. Untuk perencanaan unit pre-treatment ini, PT. Shei Tai Industrial telah bekerja sama dengan para peneliti dari Pusat Teknologi Lingkungan untuk membuat disain perencanaan unit pre-treatment. Unit ini direncanakan dengan menggunakan teknologi proses fisika-kimia.*

**Kata kunci:** Limbah Industri, Disain Pre-treatment air limbah.

### Abstract

*PT. Shei Tai Industrial, is one of the industries that produce motor vehicle spare parts such as the engine block. With these production activities, PT. Shei Tai Industrial will result in the production of domestic waste and waste that contains oil and chemicals (solvents) with a high enough concentration. The high levels of pollutant waste PT. Shei Tai Industrial, resulting in the waste industry cannot be accepted directly into the WWTP effluent channel region. For pre-treatment planning unit, PT. Shei Tai Industrial has teamed up with researchers from the Center for Environmental Technology to make planning pre-treatment unit design. This unit is planned by using physical-chemical process technology.*

**Keywords:** Waste Industry, Design of wastewater pre-treatment.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. Shei Tai Industrial merupakan industri pendukung mesin kendaraan bermotor dan mesin mobil yang memproduksi *spare part* berupa blok mesin yang beralamat di Jl. Selayar, kawasan industri MM 2100, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat. Kegiatan yang ada di industri ini adalah pembuatan blok mesin mobil dan peralatan mesin lainnya. Dalam melakukan aktivitasnya, industri ini banyak menggunakan air untuk kebutuhan domestik maupun untuk kebutuhan proses produksi, sehingga industri ini menghasilkan limbah cair meski dalam jumlah yang tidak terlalu besar. Secara garis besar, limbah cair yang dihasilkan oleh PT. Shei Tai Industrial berdasarkan karakteristiknya dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu limbah domestik dan limbah produksi.

Karena PT. Shei Tai Industrial berlokasi di dalam kawasan industri, maka limbah yang dihasilkan harus diolah di instalasi pengolahan air limbah

terpadu yang dikelola oleh pengelola kawasan. Namun demikian meski sudah ada IPAL terpadu, tetapi limbah tersebut harus sudah memenuhi standar tertentu yang ditetapkan oleh pihak pengelola, sehingga tidak semua limbah yang ada dapat diolah secara langsung ke IPAL terpadu.

Untuk itu maka pengelola kawasan membuat standar kualitas limbah yang boleh disalurkan ke IPAL terpadu. Jika ada perusahaan yang menghasilkan limbah di atas standar yang telah ditetapkan oleh pengelola IPAL, maka perusahaan tersebut diwajibkan untuk membuat unit *pre-treatment* untuk mengolah limbahnya terlebih dahulu sampai dapat terpenuhi standar limbah kawasan sebelum disalurkan ke IPAL kawasan.

### 1.2. Tujuan dan Sasaran

Kegiatan ini bertujuan untuk:

- Mengevaluasi limbah produksi PT. Shei Tai Industrial.
- Merencanakan sistem pengelolaan limbah.
- Mendisain unit *pre-treatment* limbah produksi.

Sasaran yang akan dicapai adalah terbangunnya satu unit *pre-treatment* air limbah PT. Shei Tai Industrial.

**1.3. Metodologi**

Metodologi pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- a. Survei lapangan, Observasi lapangan dan pengambilan data-data sekunder: (1). Jumlah limbah yang diolah per hari, (2). Karakteristik limbah yang dihasilkan.
- b. Pengolahan data sekunder dan primer.
- c. Analisa laboratorium.
- d. Perencanaan teknis unit *pre-treatment*.

**2. PEMBAHASAN**

**2.1. Sumber Limbah Produksi PT. Shei Tai Industrial**

Sumber limbah produksi PT. Shei Tai Industrial berasal dari unit proses produksi blok mesin dan pencucian produk blok. Limbah ini banyak mengandung bahan kimia *coolant* yang digunakan pada proses *scraping* blok mesin hasil pengepresan. Disamping itu limbah ini juga mengandung serpihan logam hasil *scraping* blok mesin.



Gambar 1. Foto limbah produksi.

Berdasarkan hasil evaluasi di lapangan, dan diskusi yang dilakukan bersama dengan pihak manajemen dan bagian proses produksi, maka penggunaan air untuk proses produksi rata-rata 1,5 m<sup>3</sup>/hari. PT. Shei Tai Industrial juga merencanakan untuk menambah *line* proses produksi dan meningkatkan proses produksinya, sehingga berdasarkan hasil perhitungan bersama dan kesepakatan, maka unit ini direncanakan dengan kapasitas sebesar 5 m<sup>3</sup>/hari.

**2.2. Karakteristik Limbah Produksi PT. Shei Tai Industrial.**

Hasil analisa air limbah produksi yang dilakukan pada tanggal 24 Maret 2014 terlihat seperti pada Tabel 1 (Enviroteknolo Karya Mandiri, 2014).

Kandungan limbah produksi adalah oli dan polutan pencemar berupa senyawa-senyawa kimia pelarut dan juga terdapat bahan-bahan serpihan logam. Berdasarkan hasil analisa perbandingan COD : BOD yang mencapai 2.264 : 792 dapat diperkirakan bahwa unit *pre-treatment* ini akan lebih baik jika menggunakan proses fisika-kimia.

**2.3. Pengelolaan Limbah Saat Ini**

Saat ini air limbah proses produksi ini dikelola dengan sarana *grease trap*. Di *grease trap* ini berfungsi untuk memisahkan oli secara gravitasi, dan dilakukan secara bertingkat. Kemudian *outlet* dari *grease trap* ini ditampung di drum-drum untuk dikirim ke perusahaan pengolah limbah. Diagram alir sistem pengelolaan limbah dan foto *grease trap* dapat dilihat seperti pada Gambar 3. (Enviroteknolo Karya Mandiri, 2014).

Air limbah produksi dikelola dengan sarana *grease trap* yang dilengkapi dengan bak pengendap. Di sini padatan yang ada diendapkan dan oli yang terbawa dipisahkan di *grease trap*. Padatan dan oli yang sudah tertahan di *grease trap* secara periodik diambil secara manual dengan tenaga manusia. Sedangkan *outlet* air limbah ini dikumpulkan di dalam drum-drum kemudian dikirim ke perusahaan pengolahan limbah karena kualitasnya masih belum memenuhi standar limbah kawasan.

Tabel 1. Karakteristik air limbah produksi PT. Shei Tai Industrial.



**PT. UNILAB PERDANA**  
LABORATORIUM LINGKUNGAN HIDUP

GEDUNG UNILAB, Jl. Ciledug Raya No. 10, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta 12230 Telp. (021) 7253322 (hunting) Fax : 7253323 e-mail : unilabperdana@conetnet.net.id



**KAN**  
Kelembagaan Nasional  
Laboratorium Perairan  
LP-195-IDN

**LAPORAN HASIL PENGUJIAN**  
Nomor : 2526/LHP/IV/2014

Nama pelanggan : PT. ENVIROTEKNO KARYA MANDIRI (EKM)  
Alamat : Jl. Bola Basket B1 No. 16 Serus Pemai Benda Baru Pamulang - Tangerang  
No. identifikasi contoh : 1991-01/LC/03/2014  
Uraian contoh : Air Limbah (Outlet Oil Trap)  
Asal lokasi : Kawasan Industri MM 2100 Cibitung - Jawa Barat  
Tanggal diterima di Lab : 24 Maret 2014  
Tanggal pengujian : 24 Maret 2014 sampai 04 April 2014

**Hasil Pengujian**

NO.	PARAMETER	SATUAN	UCL BARU (*)	MUTU	RE	HASIL	METODE
<b>A. FISIKA</b>							
1	Suhu (°C)	°C	35	40	27,3	SNI 04-6999-33-2000	
2	Tekad padatan (TSP)	mg/L	2000	4000	381	SNI 04-6999-31-2000	
3	Kad padatan terapanan (TSS)	mg/L	200	400	846	SNI 04-6999-3-2004	
<b>B. KIMIA</b>							
1	pH (20°C)	-	6 - 9	6 - 9	7,2	SNI 04-6999-11-2000	
2	Berat terapanan (Bt)	mg/L	5	10	<0,0008	APHA Ed. 20th 2010 A, 3118 B, 3050 F, 3013	
3	Mangan terapanan (Mn)	mg/L	2	5	<0,00089	APHA Ed. 20th 2010 A, 3118 B, 3050 F, 3013	
4	Bahan (Bt)	mg/L	2	3	<0,00419	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
5	Terngasa (Cp)	mg/L	2	3	<0,00064	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
6	Berat (Bt)	mg/L	8	10	0,277	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
7	Kromium VI (Cr <sup>VI</sup> )	mg/L	0,5	0,5	<0,01	SNI 6989-7-2009	
8	Kromium total (Cr <sup>T</sup> )	mg/L	0,5	1	<0,00112	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
9	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1	<0,00100	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
10	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/L	0,002	0,005	<0,0005	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
11	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,1	1	<0,00051	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
12	Amonia (NH <sub>3</sub> )	mg/L	2	3	<0,4	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
13	Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5	<0,0005	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
14	Bismut (Bi)	mg/L	0,05	0,5	<0,0005	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,5	0,5	<0,00430	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
16	Kobalt (Co)	mg/L	0,5	0,5	<0,00445	APHA Ed. 20th 2100 B, 3050 F, 3013	
17	Selenia (Se)	mg/L	0,05	0,5	<0,0005	APHA Ed. 20th 6000-01N, E-2012	
18	Sulfida (S <sup>2-</sup> )	mg/L	0,05	0,1	<0,002	APHA Ed. 20th 6000-05C, 2012	
19	Fluorida (F <sup>-</sup> )	mg/L	2	3	0,97	APHA Ed. 20th 6000-05C, 2012	
20	Alatiran bebas (Al)	mg/L	1	2	<0,01	HACH	
21	Amonia bebas (NH <sub>3</sub> )	mg/L	1	1	1,18	SNI 6989-33-2006	
22	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	30	30	0,3	APHA Ed. 20th 6000-05C, E-2012	
23	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	1	3	<0,0005	SNI 6989-33-2006	
24	BOD <sub>5</sub>	mg/L	60	150	792	SNI 6989-72-2000	
25	COD	mg/L	100	300	2.264	SNI 6989-15-2000	
26	Kelembagaan anion (AMAS)	mg/L	5	10	0,07	SNI 6989-15-2000	
27	Ferend	mg/L	0,5	1	<0,001	APHA Ed. 20th 6000-05C, E-2012	
28	Klorida & Lemam	mg/L	-	-	0,2	HACH	

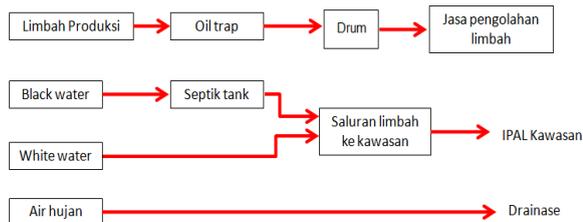
Keterangan : \*) = SBC, GUB. KOTA YK, JABAR No. 6/1998.  
 \*\*) = Parameter terakreditasi oleh KAN No. LP-195-IDN  
 \* = Amonia bebas sudah dikoreksi terhadap pH dan suhu  
 < = Lebih kecil

Jakarta, 04 April 2014  
 PT. UNILAB PERDANA  
  
 Halaman 1 dari 2

\*) Hasil yang ditunjukkan hanya berdasarkan dengan analisis yang dilakukan dan laporan hasil pengujian tidak akan digantikan kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari laboratorium



Gambar 2. Foto Kondisi Fisik Limbah Produksi.



Gambar 3. Diagram alir pengelolaan limbah produksi.

**2.4. Perbaikan Sistem Pengelolaan Limbah.**

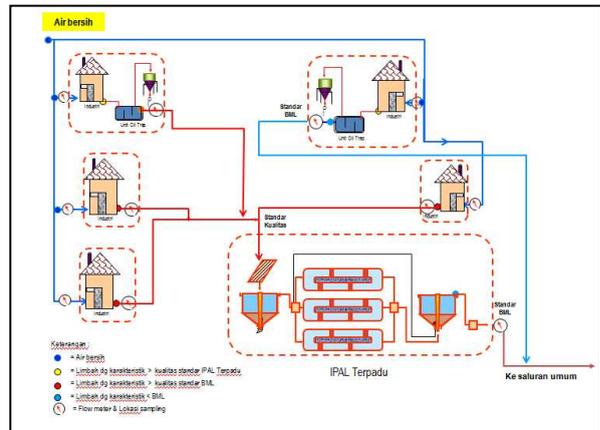
Karena PT. Shei Tai Industrial berada di dalam kawasan industri, maka dalam mengelola limbahnya perusahaan ini harus mengikuti peraturan yang ada di dalam kawasan, yang mana semua limbah cair yang dihasilkan harus dikirim untuk diolah di dalam IPAL kawasan dan dengan kualitas limbah yang harus memenuhi standar limbah kawasan seperti tabel 2, (Pengelola Kawasan MM 2100).

Tabel 2. Standar Kualitas Air Limbah Kawasan Industri MM 2100 Cibitung, Bekasi.

No	PARAMETER	Unit	Max	West Java (Governor) 1999
<b>I Physical</b>				
1	Temperatur	°C	40	38
2	Dissolved Solid	mg/l	4.000	2.000
3	Suspended Solid	mg/l	400	200
<b>II Chemical</b>				
1	pH		5,5 ~ 9,5	6,0 ~ 9,0
2	Iron (Fe)	mg/l	10	5
3	Manganese (Mn)	mg/l	0,2	0,1
4	Barium (Ba)	mg/l	1	0,5
5	Copper (Cu)	mg/l	4	2
6	Zinc (Zn)	mg/l	10	5
7	Chrom Hexavalen (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,2	0,1
8	Chrom Total (Cr)	mg/l	1	0,5
9	Cadmium (Cd)	mg/l	0,1	0,05
10	Mercury (Hg)	mg/l	0,004	0,002
11	Lead (Pb)	mg/l	0,2	0,1
12	Tin (Sn)	mg/l	4	2
13	Arsenic (As)	mg/l	0,2	0,1
14	Selenium (Se)	mg/l	0,1	0,05
15	Nickel (Ni)	mg/l	0,4	0,2
16	Cobalt (Co)	mg/l	0,8	0,4
17	Cyanide (CN)	mg/l	0,1	0,05
18	Sulfide (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,1	0,05
19	Flouride (F)	mg/l	4	2
20	Free Chlorine (Cl <sub>2</sub> )	mg/l	2	1
21	Free Ammoniac (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	2	1
22	Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	40	20
23	Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	2	1
24	BOD <sub>5</sub>	mg/l	200	50
25	COD, Cr	mg/l	400	100
26	Surfactant Anionic as MBAS	mg/l	10	5
27	Phenol Compound	mg/l	1	0,5
28	Oil and Fats	mg/l	10	5
29	Radio Isotop	According to regulation Ministry of Atomic Power		

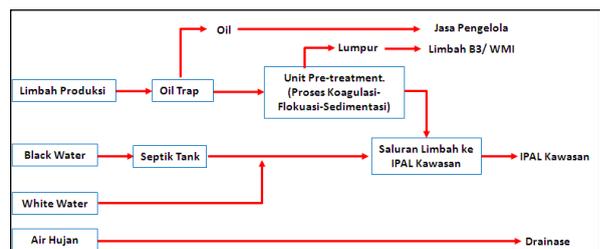
Note : According to Degree of Governor of West Java No. 6/1999, Dated on March 13, 1999.

Secara detail, sistem pengelolaan limbah di dalam kawasan MM 2100 ditunjukkan pada Gambar 4 (Setiyono, 2014).



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Pengelolaan Limbah Di Kawasan Industri MM 2100.

Diagram alir sistem pengelolaan limbah di dalam perusahaan yang direncanakan dapat dilihat seperti pada Gambar 5. Pengelolaan air limbah produksi ini dilakukan mulai dari sumbernya, yang mana air limbah produksi disalurkan terlebih dahulu masuk ke *oil trap* yang telah diperbaiki. Setelah melalui *oil trap*, limbah ini disalurkan ke bak ekualisasi, terus dilakukan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Kemudian endapan yang terbentuk ditampung ke dalam drum untuk dikirim ke perusahaan pengolah limbah B-3, sedangkan filtratnya yang sudah memenuhi standar kualitas limbah kawasan seperti tertera dalam tabel 2 dikirim ke IPAL kawasan.

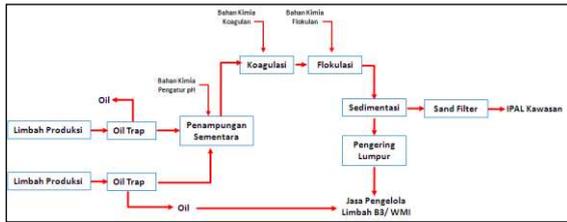


Gambar 5. Diagram Alir Perbaikan Sistem Pengelolaan Limbah PT. Shei Tai Industrial.

**2.5. Teknologi pre-treatment air limbah produksi PT. Shei Tai Industrial**

Pengolahan *pre-treatment* air limbah PT. Shei Tai Industrial bertujuan untuk menurunkan kadar bahan polutan limbah agar limbah ini dapat memenuhi standar kualitas limbah kawasan. Karena kandungan utama limbah PT. Shei Tai Industrial ini berupa oli, bahan kimia *coolant* dan padatan anorganik seperti serpihan logam, maka proses

pengolahan yang dipilih adalah dengan proses fisika dan kimia. Jika dengan teknologi ini kualitas limbah yang dihasilkan sudah memenuhi standar kualitas limbah kawasan, maka *outlet* limbah ini akan langsung disalurkan ke IPAL kawasan, namun jika masih belum memenuhi standar maka proses pengolahan akan dilanjutkan dengan proses biologi. Secara detail diagram alir proses pengolahan yang akan diterapkan adalah sebagai berikut (Enviroteknokarya Mandiri, 2014).



Gambar 6. Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Produksi PT. Shei Tai Industrial.

### 2.5.1. Proses Screening (Penyaringan)

Di dalam proses pengolahan air limbah, *screening* atau saringan dilakukan pada tahap paling awal. Saringan untuk penggunaan umum (*general purpose screen*) dapat digunakan untuk memisahkan bermacam-macam benda padat yang ada di dalam air limbah yang utama adalah serpihan logam dari blok mesin yang diproduksi.



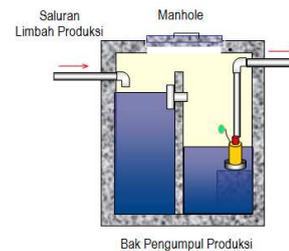
Gambar 7. Sreen Untuk Screping Serpihan Logam.

Serpihan logam ini harus dipisahkan di tahap paling awal pada proses pengelolaan limbah. Benda-benda tersebut jika tidak dipisahkan dapat menyebabkan penyumbatan pada pipa saluran air limbah, kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan lainnya karena sifatnya yang keras dan tajam.

### 2.5.2. Unit Pemisah Pasir (Grit Removal) dan Pemisah Oli (Oil Trap)

Di dalam proses pengolahan air limbah, pasir, kerikil halus, dan juga benda-benda lain misalnya serpihan logam yang lolos dari *screen* dan lain lain harus dipisahkan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk:

- 1) Melindungi kerusakan pada peralatan mekanik seperti pompa, flow meter dll, agar tidak terjadi abrasi atau kebuntuan.
- 2) Untuk menjaga atau mencegah kebuntuan di dalam sistem perpipaan dan terjadinya pengendapan di dalam saluran.
- 3) Untuk mencegah pengerasan (*cementing*) di dasar bak pengolahan proses berikutnya.
- 4) Untuk mengurangi atau menghilangkan akumulasi dari material *inert* yang tidak dapat terurai di dalam bak aerasi atau reaktor biologis serta bak pengolah lumpur yang akan mengakibatkan kerugian volume (*loss of usable volume*).



Gambar 8. Bak pemisah pasir

Bak pemisah pasir ini juga didesain sebagai bak pemisah oli dan minyak yang berfungsi untuk memisahkan oli dan senyawa hidrokarbon lainnya di dalam proses emulsi mekanik, karena kandungan minyak ini dapat mengganggu proses koagulasi-flokulasi. Air yang dihasilkan harus bebas oli dan minyak, sehingga proses koagulasi-flokulasi dapat berjalan dengan sempurna dan pemakaian bahan kimia dapat efektif dan efisien. Pemisahan oli/minyak dilakukan tanpa adanya penambahan bahan kimia, tetapi hanya dilakukan dengan cara gravitasi alami, dimana butiran oli/minyak naik keatas karena berat jenisnya (*specific gravity*). Oli yang terkandung di dalam limbah relatif mudah untuk dipisahkan dan teknologinya relatif lebih sederhana namun dapat diterapkan dengan efektif di sini.

Berdasarkan hasil percobaan pemisahan oli dari limbah secara laboratorium, maka oli yang terkandung dapat terpisah secara sempurna dalam waktu kurang dari 45 menit, sedangkan proses produksi diasumsikan berjalan selama 12 jam, sehingga debit limbah sebesar  $5 \text{ m}^3/12 \text{ jam} = 416,67 \text{ liter m}^3/\text{jam}$ . Untuk keamanan proses, maka waktu tinggal dibuat dalam waktu 2 jam dan bak dibuat dengan sistem bertingkat (skat). Dengan demikian maka volume bak yang diperlukan  $416,67 \text{ lt} \times 2 \text{ jam} = 833 \text{ lt} \approx 1 \text{ m}^3$ . Disain yang ada :

Volume Efektif Oil Trap :

$$R-1 = 70 \times 75 \times 90 = 472,5$$

$$R-2 = 60 \times 75 \times 80 = 360,0$$

$$R-3 = 60 \times 75 \times 70 = 315,0$$

$$\text{TOTAL} = 1.147,5 \text{ lt.}$$

$$= 1,147 \text{ m}^3.$$

### 2.5.3. Proses Pengaturan pH

Proses pengaturan pH bertujuan untuk mengontrol pH limbah agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan, dengan cara penambahan bahan kimia asam/basa. Hal ini dimaksudkan agar proses pengolahan selanjutnya dapat berjalan dengan baik. Bahan kimia yang umum digunakan adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) atau asam klorida (HCl) untuk menetralkan air limbah yang bersifat alkali. Sedangkan untuk zat alkali yang banyak digunakan antara lain : *soda ash* atau soda abu ( $NaHCO_3$ ), Kapur tohor ( $CaO$ ),  $Ca(OH)_2$ ,  $CaCO_3$ , natrium hidroksida ( $NaOH$ ). Berdasarkan hasil analisa, air limbah produksi PT. Shei Tai Industrial dalam kondisi netral sehingga untuk proses koagulai-flokulasi perlu merubah pH agar proses dapat berjalan dengan baik. Karena proses pengolahan yang dilakukan secara *bact*, sehingga diperlukan proses pengontrolan pH secara manual dengan mudah.

### 2.5.4. Proses Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi adalah proses destabilisasi koloid dengan penambahan senyawa kimia yang disebut zat koagulan. Flokulasi adalah proses penggumpalan (*agglomeration*) dari koloid yang tidak stabil menjadi gumpalan partikel halus (*micro-floc*), dan selanjutnya menjadi gumpalan partikel yang lebih besar dan dapat diendapkan dengan cepat. Senyawa kimia lain yang diberikan agar pembentukan flok menjadi lebih cepat atau lebih stabil dinamakan flokulan atau zat pembantu flokulasi (*flocculant aid*).

Untuk menghilangkan partikel-partikel yang sangat halus maupun koloid yang sulit mengendap diperlukan adanya bantuan bahan kimia untuk proses pengendapan. Sehingga tujuan dari penambahan bahan kimia ini adalah agar partikel-partikel yang sukar mengendap tadi menggumpal menjadi besar dan berat sehingga kecepatan pengendapannya lebih besar. Pada umumnya proses ini menggunakan dua jenis bahan kimia, yaitu bahan kimia koagulan dan flokulan.

Koagulan adalah bahan kimia yang berfungsi untuk menggumpalkan partikel-partikel padat tersuspensi, zat warna, koloid dan lain-lain agar membentuk gumpalan partikel. Flokulan adalah bahan kimia yang berfungsi untuk pembentukan flok-flok agar menjadi besar dan stabil sehingga dapat diendapkan dengan mudah atau disaring. Untuk proses pengendapan dan penyaringan maka partikel-partikel kotoran halus maupun koloid yang ada dalam air baku harus digumpalkan menjadi flok-flok yang cukup besar dan kuat. Bahan koagulan dan flokulan dipilih berdasarkan karakteristik air limbah yang akan diolah dengan melakukan pengujian dengan alat *jar test* di laboratorium seperti pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Penggunaan *Jar Test* Limbah PT. Shei Tai Industrial

Penelitian dengan alat *jar test* diperlukan untuk memilih jenis bahan koagulan dan flokulan yang tepat sesuai dengan karakteristik air limbah yang akan diolah, dan untuk mengetahui dosis pemakaiannya serta kondisi pH optimumnya. Pemilihan bahan-bahan kimia ini, disamping memperhatikan kualitas air olahan, juga harus dipertimbangkan faktor harga bahan dan jumlah endapan (*sludge*) yang akan dihasilkan. Hasil *jar test* limbah PT. Shei Tai Industrial dapat dilihat seperti pada gambar 10 dan tabel 3 dan 4 (Envirotekno Karya Mandiri, 2014).



Gambar 10. Foto Hasil *Jar Test* Limbah PT. Shei Tai

Tabel 3. Hasil *Jar Test*

No.	Chemicals and Dosage					Condition Of Flocc	Treated Water Quality		
	Coagulant	(mg/l)	pH Adjust Agent	pH	Flocculant (mg/l)		Settling Time (sec/4 cm)	pH (25°C)	TSS (ppm)
1	MN 7033	250	NaOH	7 - 8	MN 3200	1	Floating	7.3	8
2	MN 7033	500	NaOH	7 - 8	MN 3200	2	Floating	7.2	12
3	MN 7033	1000	NaOH	7 - 8	MN 3200	2	23"	7.3	5
4	MN 7033	1500	NaOH	7 - 8	MN 3200	4	35"	7.3	5
5	MN 7033	2000	NaOH	10,6	MN 3200	3	60"	6.8	37
6	MN 7033	250	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2	MN 3200	2	40"	7.8	14
7	MN 7033	1000	Ca(OH) <sub>2</sub>	10,2	MN 1610	4	15"	7.5	10
8	MN 7033	400	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2	MN 1610	2	13"	7.6	15
9	MN 7033	800	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,0	MN 1610	2	18"	7.5	18
10	MN 7033	1000	NaOH	10,6	MN 3200	4	20"	7.3	5

Berdasarkan hasil analisa kualitas filtrat limbah hasil koagulasi-flokulasi PT. Shei Tai Industrial, maka semua parameter yang ada masih di bawah standar limbah yang diijinkan untuk disalurkan ke IPAL kawasan MM 2100. Dengan demikian, unit *pre-treatment* ini cukup dilakukan dengan proses *screening*, pengendapan, pemisahan oli, koagulasi-flokulasi dan diakhiri dengan proses sedimentasi.

### 2.5.5. Reaktor Koagulasi - Flokulasi

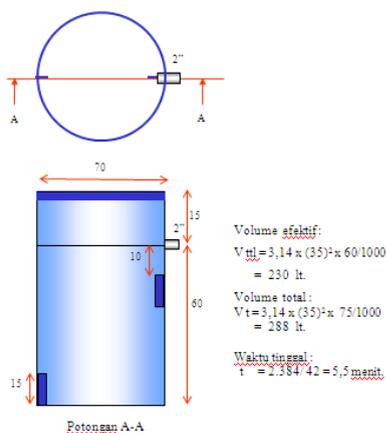
Reaktor koagulasi-flokulasi dilengkapi dengan alat pengaduk/agitator agar bahan kimia yang dibutuhkan dapat bercampur dengan air limbah

secara cepat dan merata. Oleh karena kecepatan pengadukan dan waktu tinggal yang akan memberikan kesempatan kontak antara bahan kimia dengan partikel padatan di dalam limbah diberikan secukupnya agar dapat terbentuk butiran endapan yang dapat berkembang menjadi flok-flok berukuran besar dan stabil yang mudah diendapkan. Untuk itu diperlukan pengadukan yang cepat guna pembentukan bibit endapan dan pengadukan lambat untuk proses pertumbuhan flok.

Tabel 4. Hasil Analisa Kualitas Limbah Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi Dibandingkan Dengan Standar Kualitas Limbah Kawasan MM 2100.

No	PARAMETER	Unit	Max MM 2100	Hasil Analisa
<b>I Physical</b>				
1	Temperatur	°C	40	27,3
2	Dissolved Solid	mg/l	4.000	608
3	Suspended Solid	mg/l	400	17
<b>II Chemical</b>				
1	pH		5,5 - 9,5	7,6
2	Iron (Fe)	mg/l	10	< 0,00306
3	Manganese (Mn)	mg/l	0,2	< 0,00289
4	Barium (Ba)	mg/l	1	< 0,00419
5	Copper (Cu)	mg/l	4	< 0,00864
6	Zinc (Zn)	mg/l	10	< 0,00851
7	Chrom Hexavalen (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,2	< 0,01
8	Chrom Total (Cr)	mg/l	1	< 0,00312
9	Cadmium (Cd)	mg/l	0,1	< 0,00180
10	Mercury (Hg)	mg/l	0,004	< 0,0005
11	Lead (Pb)	mg/l	0,2	< 0,00451
12	Tin (Sn)	mg/l	4	< 0,4
13	Arsenic (As)	mg/l	0,2	< 0,005
14	Selenium (Se)	mg/l	0,1	< 0,002
15	Nickel (Ni)	mg/l	0,4	< 0,00430
16	Cobalt (Co)	mg/l	0,8	< 0,00442
17	Cyanide (CN)	mg/l	0,1	< 0,005
18	Sulfide (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,1	< 0,002
19	Flouride (F)	mg/l	4	0,30
20	Free Chlorine (Cl <sub>2</sub> )	mg/l	2	< 0,01
21	Free Ammoniac (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	2	0,56
22	Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	40	0,2
23	Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	2	0,18
24	BOD <sub>5</sub>	mg/l	200	64
25	COD, Cr	mg/l	400	185
26	Surfactant Anionic as MBAS	mg/l	10	0,06
27	Phenol Compound	mg/l	1	< 0,001
28	Oil and Fats	mg/l	10	2,3
29	Radio Isotop @			

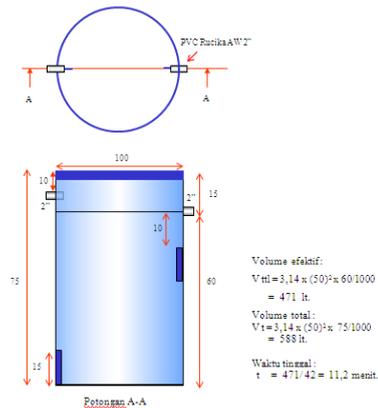
Sumber : (Enviroteknokarya Mandiri, 2014).



Gambar 11. Gambar Desain Reaktor Koagulasi.

Spesifikasi di dalam proses koagulasi-flokulasi tersebut sebagai berikut :

- 1) Kapasitas proses= 5 m<sup>3</sup>/2 jam= 42 lt/mnt.
- 2) Waktu tinggal proses koagulasi= 5 menit.
- 3) Waktu tinggal proses flokulasi= 10 menit.
- 4) Rotasi proses koagulasi = 100 rpm.
- 5) Rotasi proses flokulasi = 30 rpm.
- 6) Volume reaktor koagulasi :
- 7) Volume reaktor flokulasi :



Gambar 12. Gambar Desain Reaktor Flokulasi.

### 2.5.6. Sedimentasi atau Pengendapan

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan flok yang terbentuk pada proses koagulasi-flokulasi secara gravitasi. Proses sedimentasi pada pengolahan air limbah umumnya untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan proses pengolahan selanjutnya. Pada awalnya, gumpalan padatan yang terbentuk pada proses koagulasi masih berukuran kecil. Gumpalan-gumpalan kecil ini akan terus saling bergabung menjadi gumpalan yang lebih besar dalam proses flokulasi. Dengan terbentuknya gumpalan-gumpalan besar, maka beratnya akan bertambah, sehingga karena gaya beratnya gumpalan-gumpalan tersebut akan bergerak ke bawah dan mengendap pada bagian dasar tangki sedimentasi.

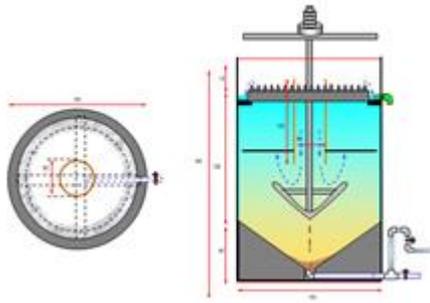
Bak sedimentasi dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Pada bak ini aliran air limbah sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan atau suspensi untuk mengendap. Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah *surface loading* (beban permukaan), kedalaman bak dan waktu tinggal. Waktu tinggal mempunyai satuan jam, cara perhitungannya adalah volume tangki dibagi dengan laju alir per hari. Beban permukaan sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak, satuannya m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> per hari.

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

$V_o$  = laju beban permukaan ( $m^3/m^2$  hari)  
 $Q$  = aliran rata-rata harian, ( $m^3$ / hari)  
 $A$  = total luas permukaan ( $m^2$ )

Untuk keamanan proses, maka waktu tinggal pengendapan dibuat dalam waktu 1 jam dan bak dibuat dengan bentuk silinder yang bagian bawahnya berupa kerucut. Dengan demikian maka volume bak yang diperlukan  $2,5 m^3/jam \times 1 jam = 2,5 m^3$ . Disain yang ada :

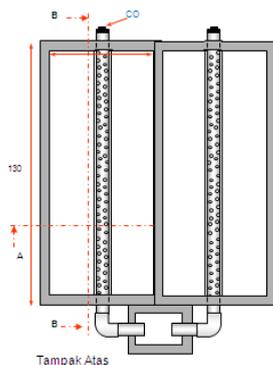
Volume efektif:  
 $3,14 \times (75)^2 \times 125 / 1000 = 1.226,5 \text{ lt}$   
 $3,14 \times (75)^2 \times 50 \times (1/3) / 1000 = 294,5 \text{ lt}$   
 Total = 2.502 lt  
 Waktu tinggal t<sub>tl</sub> = 2.502 / 2.500 = 1 jam.



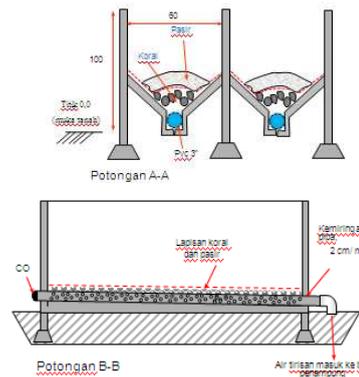
Gambar 13. Gambar Desain Bak Sedimentasi.

### 2.5.7. Pengeringan Lumpur

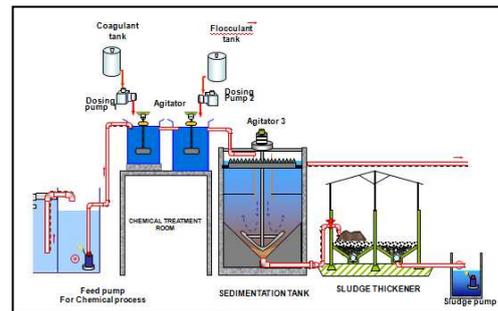
Lumpur yang dihasilkan dari proses sedimentasi diolah lebih lanjut untuk mengurangi sebanyak mungkin air yang masih terkandung didalamnya. Proses pengolahan lumpur yang bertujuan mengurangi kadar air tersebut sering disebut dengan pengeringan lumpur. Pengeringan lumpur dilakukan secara alamiah, yaitu dengan mengalirkan endapan lumpur ke bak pengering (*sludge drying bed*) yang didisain dengan cara meniris kandungan air kemudian lumpur yang tertahan di bak ini dikeringkan secara alami. Karena proses pengeringan membutuhkan waktu beberapa hari, maka bak ini dibuat dua buah dan dioperasikan secara bergantian. Gambar disain bak pengering lumpur ini adalah sebagai berikut :



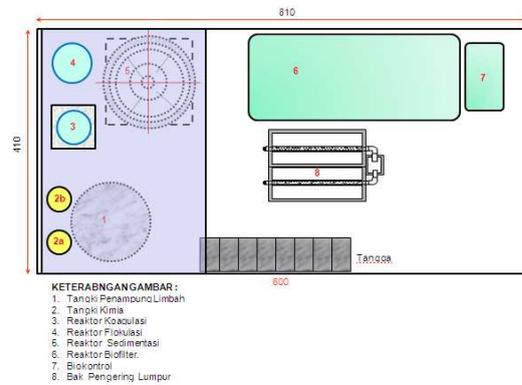
Gambar 14. Tampak Atas Bak Pengering Lumpur.



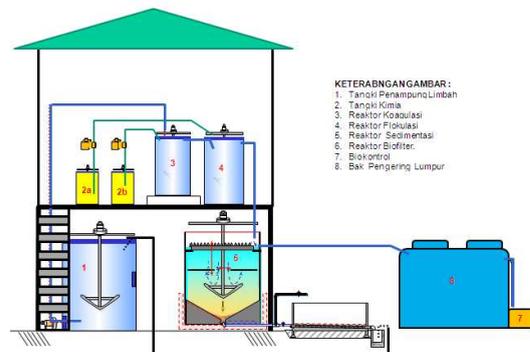
Gambar 15. Potongan A-A dan B-B Bak Pengering Lumpur.



Gambar 16. Diagram Proses Pengolahank-Flokulasi Dan Sedimentasi



Gambar 17. Layout Unit Pre-Treatment



Gambar 18. Tampak Depan Unit Pre-Treatment.

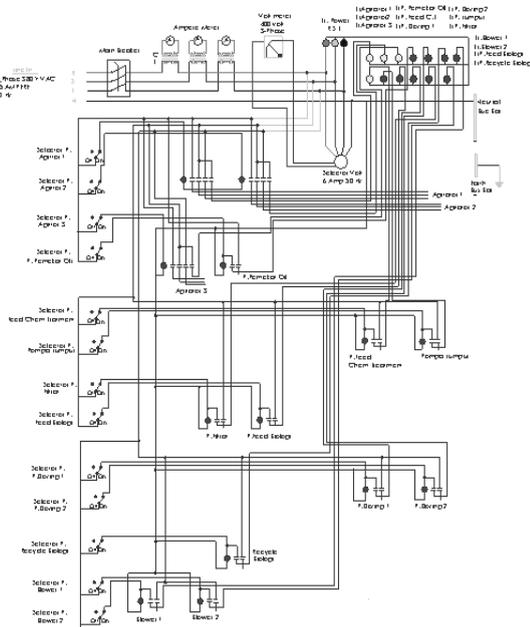
**2.5.8. Jenis Peralatan Elektrikal dan Konsumsi Listrik**

Jenis peralatan mekanikal dan elektrikal yang ada adalah, pompa, agotator dan pompa dosing. Jenis peralatan dan konsumsi power listrik yang diperlukan dapat dilihat seperti pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Jenis Peralatan Dan Kebutuhan Energi Listrik di IPAL

No	Jenis Peralatan	Jumlah (Unit)	Daya (Watt)
1	Pompa pengumpul limbah produksi	1	300
2	Pompa feed	1	250
3	Pompa sirkulasi air limbah	1	250
4	Pompa dosing bahan kimia (koagulant & flokulant)	2	50
5	Agitator reaktor koagulasi & reaktor flokulasi	2	90
6	Agitator bak pengendap	1	250
7	Lampu penerangan	4	40
Total konsumsi listrik			1.230

Untuk mengoperasikan peralatan dan mesin yang ada, diperlukan satu panel yang dapat mengoperasikan dan mengontrol peralatan yang ada dari satu tempat. Peralatan ini disebut panel kontrol. Adapun panel listrik ditempatkan pada rumah panel yang menempel dengan dinding bangunan. Diagram kelistrikan untuk unit ini dapat dilihat seperti pada gambar 19.



Gambar 19. Diagram alir kelistrikan IPAL

**2.5.9. Konsumsi Bahan Kimia dan Biayanya**

Berdasarkan hasil *jar test*, kebutuhan biaya bahan kimia untuk proses koagulasi-flokulasi sebesar Rp. 30.750,00/m<sup>3</sup> limbah yang diolah. Jika faktor

keamanan diambil sebesar 20%, maka perkiraan biaya bahan kimia untuk operasional pengolahan limbah PT. Shei Tai Industrial sebesar Rp. 36.900,00/m<sup>3</sup> limbah.

Tabel 6. Konsumsi dan Biaya Bahan Kimia.

Chemical	Dosis, ppm	Konsumsi, Kg/m <sup>3</sup>	Harga, Rp./Kg	Cost, Rp./m <sup>3</sup>
Koagulan MN 7033	1.000,0		30.000	30.000
Flokulan MN 3200	2,5		300.000	750
Asam/ basa	Tergantung kondisi	Tergantung kondisi	—	—
Total kebutuhan biaya bahan kimia				30.750

**3. KESIMPULAN**

**3.1. Kesimpulan**

- 1) Limbah produksi PT. Shei Tai Industrial banyak mengandung oli dan bahan kimia tersuspensi maupun terlarut.
- 2) Berdasarkan hasil evaluasi dan analisa hasil percobaan, maka teknologi *pre-treatment* ini dapat dilakukan dengan proses fisiki-kimia, yaitu dengan proses penyaringan padatan, pemisahan oli, koagulasi – flokulasi dan diakhiri dengan proses pengendapan.
- 3) Meski telah melakukan *pre-treatment* limbah produksinya, tetapi limbah padat yang dihasilkan dari proses *pre-treatment* ini tetap harus dikirim ke pengelola limbah B3.

**3.2. Saran**

- 1) Untuk memantau kualitas limbah buangnya, sebaiknya setelah unit *pre-treatment* ini dibangun dilengkapi dengan sarana *quality control outlet* limbah.
- 2) Calon operator unit ini sebaiknya diberikan pelatihan-pelatihan yang cukup.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Pengelola Kawasan MM 2100, "Data standar Kualitas Air Limbah & Air Industri Kawasan MM 2100".
- *Envirotekno Karya Mandiri* "Laporan Analisis, Evaluasi dan Perencanaan Pengelolaan Limbah PT. Shei Tai Industrial" 2014.
- Standar kualitas air limbah industri wilayah Jawa Barat berdasarkan Pergub Jawa Barat No. 6/1999, tanggal 13 Maret 1999.
- Setiyono, (2014). "Kawasaki Motor Green Industri". BPPT Press, 2014.
- Setiyono, Satmoko Yudo "Panduan Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Otomotif" BPPT Press 2014.