

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis data dan juga pembahasan dari hasil analisis tersebut, sehingga nantinya dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis permasalahan.

4.1 Gambaran Umum PT ALP Petro Industry

Pada gambaran umum objek penelitian ini akan dibahas mengenai gambaran secara umum PT ALP Petro Industry.

4.1.1 Sejarah PT ALP Petro Industry

PT ALP Petro Industry merupakan perusahaan gabungan antara sebuah perusahaan yang berkedudukan di Italia dengan PT. Sinar Pejambon Indah yang berlokasi di Surabaya dengan akta kesepakatan yang ditandatangani pada tahun 1994.

Pada tahun 1995 PT ALP Petro Industry mulai dibangun dan beroperasi pada tahun 1997. Pada tahun 1997, PT ALP Petro Industry belum beroperasi secara normal karena teknis belum siap sehingga alat-alat belum beroperasi secara optimal. Pada Oktober 1999, PT ALP Petro Industry mulai beroperasi secara normal. Sebelum berubah nama pada tahun 2004 karena akuisisi saham, PT ALP Petro Industry hanya memproduksi pelumas dengan merk mereka sendiri. Sejak nama perusahaan berganti nama, perusahaan ini memproduksi pelumas merk sendiri hanya dalam jumlah yang lebih sedikit dari sebelumnya, karena perusahaan juga menerima jasa produksi pelumas dari merk lain dalam kemasan drum. PT ALP Petro Industry mengolah minyak pelumas bekas (*used oil*) menjadi *base oil*, dan kemudian dengan menambahkan *additive* dihasilkan minyak pelumas bermutu tinggi.

Ada beberapa keuntungan berdirinya PT ALP Petro Industry :

1. Membantu memenuhi kebutuhan minyak pelumas nasional.
2. Membantu menghindarkan konsumen dari minyak pelumas dibawah standar.
3. Membantu mencegah kerusakan lingkungan akibat banyaknya minyak pelumas bekas.
4. Mengurangi pemalsuan pelumas.
5. Memperkecil impor pelumas
6. Penyerapan tenaga kerja.

PT ALP Petro Industry terletak di Desa Legok Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan yang mencakup area seluas 6,145 Ha. Beberapa pertimbangan dalam pemilihan lokasi tersebut adalah:

1. Bahan Baku
Tersedianya bahan baku yang banyak karena dekat dengan daerah perindustrian yang ada di sekitar Surabaya sebagai sumber bahan baku.
2. Transportasi
Tersedianya jalan raya yang bagus dan mudah dijangkau, baik untuk mengirim hasil produk maupun mengangkut bahan baku.
3. Tersedianya Air
Air dapat diperoleh dengan mudah karena dapat diambil dari dalam tanah.

4.2 Proses Produksi

Proses produksi *lubricant oil* (minyak pelumas) di PT ALP Petro Industry dibagi dalam tiga bagian, yaitu proses *Refinery* yang termasuk didalamnya adalah unit *Preflash*, *Thermal de-Asphalting*, dan *Hydrofinishing* serta proses *Blending* dan *Filling*.

4.2.1 Proses *Refinery*

Refinery dimaksudkan untuk mengolah *used oil* menjadi *base oil* yang kemudian digunakan sebagai bahan baku minyak pelumas. Proses tersebut berlangsung pada unit *Preflash*, TDA dan *Hydrofinishing*.

4.2.1.1 Unit *Preflash*

Pada unit ini, air dan *gas oil* frakasi ringan dipisahkan dari *used oil*. Pertama-tama minyak pelumas bekas disaring dan dipompa ke *Preheater*. Disini temperatur dinaikkan hingga 90°C. Minyak selanjutnya dipompa ke *Mechanical Mixer* dan dicampur dengan NaOH 32°Be. Campuran ini dipanaskan hingga 140°C pada *Heat Exchanger*. Selanjutnya dialirkan ke kolom *Preflash* (T-301) yang bekerja pada tekanan 26.000 Pascal untuk mereduksi kadar air dari 10% menjadi 0,2%, menguapkan *gas oil* maupun *solvent* lainnya yang terkandung dalam minyak.

Dari puncak kolom, uap air serta hidrokarbon ringan dikirim ke *Condensor* dan diturunkan temperaturnya menjadi 40°C. Kemudian dialirkan ke Separator untuk memisahkan kondensat dengan uap tidak terkondensasi (*off-gas*). Kondensat air dipompa ke IPAL, sementara kondensat dari *gas oil* ringan dipompa ke *Coalescer* untuk

mereduksi kadar air sebelum ditampung di *storage gas oil* ringan (*light gas oil*). *Off-gas* dikirim ke *Incinerator* untuk dibakar. Akhirnya minyak yang sudah dihilangkan airnya dari dasar T-301 dipompa ke *Tanki Intermediate* (TK-401).

4.2.1.2 Unit TDA (*Thermal de-Asphalting*)

Unit ini dimaksudkan untuk memisahkan *gas oil*, *base oil* (*spindle, light and heavy oil*), dan residu yang mengandung hidrokarbon tinggi dan logam. Di TK-401 diberikan waktu yang cukup untuk mengendapkan material yang tersafonifikasi dengan NaOH serta memisahkannya. Endapan dipisah dan dipompa ke tangki penampungan. Minyak yang telah dipisah sabunya dipompa ke *Furnace* pH-401 untuk menaikkan temperatur hingga 350°C dan seterusnya dialirkan ke kolom Distilasi T-401. Dengan menggunakan *Cyclone* di bagian *flash area* pada kolom Distilasi T-401, aspal dipisah dari uapnya.

Kolom Distilasi T-401 bekerja pada tekanan 2000 Pascal. Metal, kotoran dan substansi aspal yang ada dalam minyak dikeluarkan dari dasar kolom, sementara fraksi *lubricant* yang berbeda titik didih dan viscositasnya di *stripping* pada kolom T-402 dan didinginkan berturut-turut dengan pendingin udara E-401, 402, dan 403.

Dari puncak kolom, *gas oil* dipisah menjadi dua. Pertama dikembalikan kekolom distilasi pada tray keempat (sebagai *reflux*), sedangkan aliran kedua didinginkan hingga 44°C pada *Heat Exchanger* E-404 (digunakan sebagai fluida kondensasi). *Vacuum equipment* terdiri dari tiga *stage exchanger* dengan *Steam Ejector*. *Heat Exchanger* E-405/406/407 bertujuan untuk mengondensasi dan mendinginkan vapor dari puncak kolom sebelum dipisah pada *Barometric Separator* CS-401. Air kondensat dikirim ke IPAL sedangkan *gas oil* ke *storage*. Gas yang tidak terkondensasi dipompa ke *Incinerator* untuk dibakar. Aspal dari dasar dipompa ke *storage* setelah disaring pada *Strainer* FIL-401 A/B.

4.2.1.3 Unit *Hydrofinishing*

Unit ini dimaksudkan untuk menjernihkan *base oil* (dari unit TDA) sehingga diperoleh *base oil* yang memenuhi syarat. Distilat *base oil* yang terbentuk di unit TDA dibawa ke unit HF dengan *Feed Pump* P-101 A/B. *Base oil* dicampur dengan *make up* dan gas hidrogen pada *Demetalization Reactor* R-101 A/B setelah dipanaskan dengan temperatur yang terkontrol dalam *Fired Heater* H-101 (320°C). *Make up* gas masuk melalui *Compressor* K-101 A atau B dengan tekanan 50 bar.

Dalam *Reactor* R-101, katalis akan memisahkan metal dari *oil* sehingga tidak mengganggu dalam proses *Refining*. *Effluent* R-101 dialirkan ke *Reactor* R-102 dimana temperatur dikontrol dengan menggunakan *recycled gas (quench gas)*. *Effluent* dari *Reactor* R-102 dikirim ke *Separator Drum* V-101, dimana *liquid* dan *vapor* dipisah. *Phase vapor* dicampur dengan larutan amoniak dan ditambahkan air sebagai *feed* pada *Washing Column* T-101. Disamping pencucian gas juga di dinginkan dengan menggunakan air secara sirkulasi dari tangki V-103 yang telah didinginkan pada pendingin udara E-101. Larutan amoniak yang diinjeksikan akan menetralisasi asam-asam halogen. Sementara air *make-up* melarutkan garam ammonium tersebut sehingga larutan mengandung kurang dari 4% garam.

Gas dingin dikompres oleh *Compressor* K-102 A/B dan digunakan untuk *control temperature feed* yang masuk ke reaktor, kemudian *recycle gas* dicampur dengan *feed* dan *make up gas* dari *Preheater* H-101.

Phase liquid dari V-101 dicampur dengan kondensat hidrokarbon dalam T-101 dan ditampung pada V-103 dan digunakan sebagai *feed* untuk kolom *Stripping* T-102. Kolom ini dilengkapi dengan kondensator udara E-102, *drum reflux* V-104, dan pompa *reflux* P-105 A/B.

Kondensat *steam* dipisah dari hidrokarbon ringan dalam V-104. Produk dasar kolom dikirim ke *Dryer* T-103 yang dilengkapi dengan *Overhead Condensor* E-104, *Ejector System* J-102 dan E-106, drum penampung V-105. Pada V-105, air dipisah secara gravitasi dan dipompa ke unit pengolahan air limbah secara *oily water*.

Produk bawah yang telah dikeringkan, dipompa dengan P-106 A/B dan dicampur dengan kondensat hidrokarbon dengan pompa P-107 A/B dari V-105, didinginkan dengan *Cooler* E-103 dan dikirim ke *storage* produk akhir.

4.2.2 Proses *Blending*

Pada unit ini, *base oil* sebagai produk dari *Refinery* selanjutnya dicampur dengan bahan additiv sesuai dengan tingkat formulasi AGIP. Produk kemudian disimpan dalam tangki dan siap dikirim ke *Filling Line*.

4.2.3 Proses *Filling*

Minyak pelumas jadi dari unit *Blending* kemudian dimasukkan dalam kemasan yang berupa botol plastik (0,8 dan 1 L), jerigen plastik (4 L), drum (200 L) atau *Flexi container* (1000 L). Pengisian dilakukan secara otomatis dengan mesin.

4.3 Karakteristik Air Limbah Masukan (Inlet) PT ALP Petro Industry

Proses pengolahan air limbah PT ALP Petro Industry dilakukan dengan pemantauan karakteristik air limbah pada unit-unit inlet, inlet dan outlet pada unit *primary treatment*, *secondary treatment*, *tertiary treatment* serta hasil outlet akhir. Hal ini perlu dilakukan agar proses pengolahan yang dilakukan dapat menghasilkan *effluent* yang aman bagi lingkungan. Proses pengolahan air di IPAL meliputi air yang mengandung bahan kimia dimana air tersebut merupakan parameter pencemar yang harus diolah lebih lanjut. Air limbah berasal dari proses *Hydrofinish sytem*, air dan minyak pelumas bekas yang telah dipisahkan di unit *Preflash*, *Thermal De-Asphalting*, dan air pencucian gas-gas dari *Blowdown System*.

Karakteristik limbah cair sangat penting dalam menentukan jenis proses pengolahan limbah cair yang dibutuhkan dan juga untuk mengetahui kualitas limbah sebelum dan sesudah melalui unit pengolahan, dimana proses pengolahan limbah tersebut menggunakan proses fisika, kimia, dan biologi sehingga diketahui efisiensi pengolahan yang dilakukan. Karakteristik fisik limbah cair atau parameter-parameter inlet yang masuk ke unit pengolahan adalah seperti pH, NH₃, PO₄, *oil content*, *phenol*, *turbidity*, S, TSS, BOD, dan COD. Adapun alternatif pengolahan untuk masing-masing parameter limbah inlet sebagai berikut:

Tabel 4.1 Alternatif pengolahan air limbah cair pada inlet IPAL PT ALP Petro Industry

Parameter	Alternatif Pengolahan
TSS	Oksidasi biologi, koagulasi, flokulasi di tangki <i>neutralization</i> dan sedimentasi
BOD	Pengolahan secara biologi, koagulasi
COD	Pengolahan secara biologi, secara kimia, koagulasi
NH ₃	Pengolahan secara biologi, nitrifikasi
<i>Turbidity</i>	Pengolahan secara biologi, koagulasi
<i>Suspended Solid</i>	Koagulasi dan sedimentasi
Sulfida	Pengolahan secara biologi
<i>Oil Content</i>	Dilakukan <i>oil separation</i>
<i>Phenol</i>	Pengolahan secara biologi
PO ₄	Pengolahan secara biologi, <i>neutralization</i>
pH	Pengolahan dengan <i>neutralization</i>

Parameter-parameter pencemar dapat menimbulkan dampak yang akan berpengaruh baik terhadap jalannya proses pengolahan maupun lingkungan sehingga

perlu diolah untuk meminimalisir dampak yang dapat ditimbulkan. Berdasarkan tabel alternatif pengolahan air limbah diatas, proses pengolahan air limbah di IPAL PT ALP Petro Industry disesuaikan dengan jenis pengolahan yang tepat untuk air limbah hasil pengolahan oli bekas.

Kualitas air inlet dapat dianalisis dengan cara membandingkannya berdasarkan batas baku mutu yang diperbolehkan menurut SK Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.

Tabel 4.2 Perbandingan Kualitas *Influent* (Limbah Masukan) Limbah Cair dengan Baku Mutu

No	Parameter	Influen Limbah	SK Gubernur Jatim No. 45 Thn 2002
1	pH	8.1	6 – 9
2	BOD ₅	646.5 mg/l	50 mg/l
3	COD	2118.7 mg/l	100 mg/l
4	TSS	25.6 mg/l	200 mg/l
5	Sulfida	0.2 mg/l	0,06 mg/l
6	Phenol	26.7 mg/l	0,5 mg/l
7	<i>Oil Content</i>	30.3 mg/l	5 mg/l
8	NH ₃ -N	7.2 mg/l	1 mg/l

Sumber: Hasil Perbandingan Data Sekunder dengan Baku Mutu Limbah Cair

Berdasarkan perbandingan pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa masing-masing parameter pencemar tidak memenuhi standar baku mutu yang diperbolehkan, misal sulfida yang dapat menimbulkan rasa dan bau, serta bersifat korosif (pada perpipaan) dan iritan, phenol dapat menimbulkan rasa, NH₃ dapat menimbulkan bau, dan BOD yang berpengaruh terhadap penguraian zat anorganik oleh bakteri yaitu untuk penjernihan air limbah, sehingga perlu adanya proses pengolahan lebih lanjut agar menghasilkan *effluent* yang aman terhadap lingkungan sekitar.

4.4 Proses Pengolahan Air Limbah

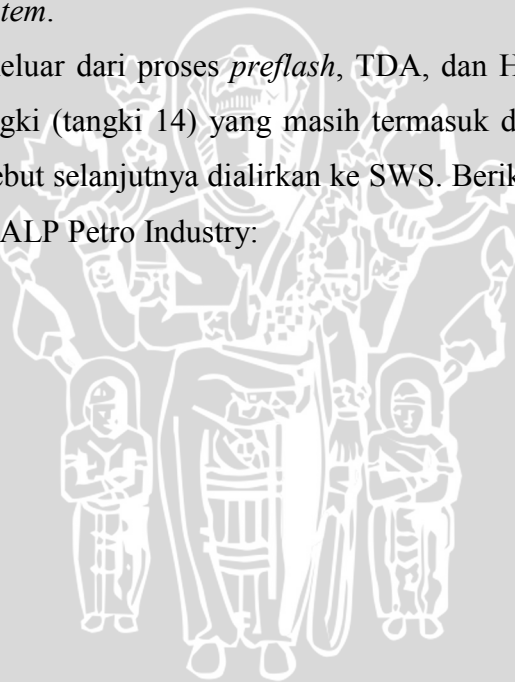
Berdasarkan proses produksi minyak pelumas bekas di PT ALP Petro Industry, yang mana proses tersebut akan menghasilkan limbah. Macam-macam limbah yang dihasilkan dari proses produksi yaitu limbah gas, limbah cair, dan limbah padatan. Limbah gas, seperti yang berasal dari cerobong *boiler*, *incinerator* dan *furnace* sangat berbahaya, sehingga perlu diukur dan diteliti agar tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan hingga dapat dibuang ke lingkungan dengan aman. Sedangkan limbah

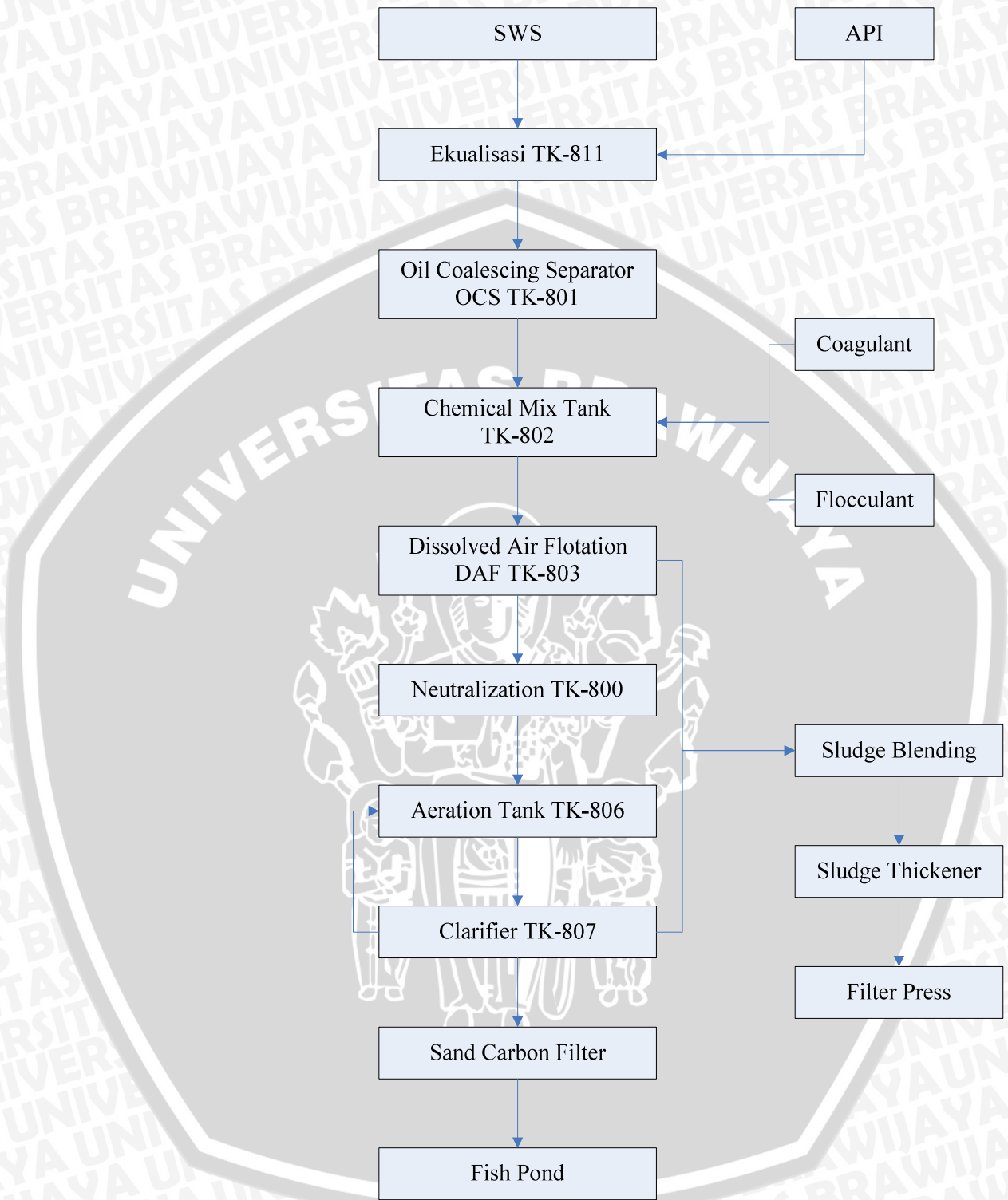
cair dan limbah padatan yang berbahaya harus melalui proses pengolahan lanjutan di unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau *Waste Water Treatment Plant* (WWTP).

IPAL merupakan suatu unit untuk mengolah air limbah atau buangan dari seluruh proses kilang PT ALP Petro Industry. Disamping itu juga mengolah air limbah yang berasal dari air hujan, sisa-sisa *drain* dari area proses dan sisa buangan dari *blending part*. Masing-masing kilang tersebut mempunyai *sump pit* untuk penampungan yang saling berhubungan melalui line header menuju *sump pit* pertama.

Proses pengolahan air di IPAL meliputi air yang mengandung bahan kimia dimana air tersebut merupakan parameter-parameter yang harus diolah lebih lanjut. Air limbah berasal dari proses *hydrofinish system*, air dan minyak pelumas bekas yang telah dipisahkan di unit *preflash*, *thermal de-asphalting*, *hydrofinishing* dan air pencucian gas-gas dari *blowdown system*.

Air limbah yang keluar dari proses *preflash*, TDA, dan HDF (*hydro finishing*) ditampung pada suatu tangki (tangki 14) yang masih termasuk didalam bagian proses produksi. Dari tangki tersebut selanjutnya dialirkan ke SWS. Berikut ini diagram proses pengolahan air limbah PT ALP Petro Industry:





Gambar 4.1 Skema pengolahan air limbah
 Sumber: Data sekunder PT ALP Petro Industry



Adapun fungsi dari masing-masing unit pengolahan limbah cair di WWTP PT ALP Petro Industry adalah sebagai berikut:

4.4.1 *Sour Water Stripper (SWS)*

Pengolahan air ini dilakukan dari seluruh air sisa proses yang berasal dari unit *pre flash*, TDA, dan HF (*hydrofinishing*) yang ditampung pada suatu tangki (tangki 14), kemudian dipompa masuk ke kolom *Sour Water Stripper*. Disini air dipanaskan sampai 105 °C sebelum masuk ke kolom, selanjutnya pH atau keasaman air didalam kolom diatur dengan menginjeksikan NaOH untuk menaikkan pH menjadi 7-8. Pada tahap ini, diharapkan diharapkan gas-gas beracun seperti H₂S, NH₃, dan HC dan fraksi-fraksi ringan senyawa organik beracun dapat teruapkan.

Air bebas gas ini dikirim langsung ke TK-811 *feed* WWT atau API separator. Selanjutnya bila kualitas air sudah layak dapat dibuang ke sungai, dengan P-806A dan P-806B air di pompa ke pit 2 dan mengalir ke pit 4 dengan P-806C dikirim ke *Equalization & Feed Tank* (TK-811) dengan kapasitas 100 m³.

4.4.2 *API (American Petroleum Institute)*

Unit API di PT ALP Petro Industry memiliki desain dengan kapasitas penampungan sebesar 90 m³, L sebesar 23.875 mm dan W sebesar 8.175 mm, dengan luas total unit sebesar 195 m².

API adalah bak penampung air limbah yang berfungsi untuk memisahkan oli dari limbah yang berasal dari proses *Blending water*, air hujan, dan tumpahan oli. Di dalam API separator akan terjadi *interface* minyak diatas dan air dibawah. Disamping itu API dilengkapi dengan *sump pit* air bebas minyak dan dua pompa P-807 kapasitas kecil dan P-808 kapasitas besar untuk memompa air ke sungai.

Cara pengoperasian sistem ini dapat secara manual atau otomatis, sehingga bila musim penghujan bisa dioperasikan secara otomatis untuk mencegah level API *overflow* yang mengakibatkan minyak ikut ke sungai. Hal ini tidak diharapkan, maka P-807 dan P-808 di set tertentu sehingga apabila API berada di level tinggi maka pompa akan berjalan secara otomatis sehingga minyak tidak sampai luber masuk ke sungai dan akan mencemari lingkungan sekitar. Selanjutnya minyak yang ada dipermukaan level API dapat di pompa ke TK-811 (*Equalization*) dengan menggunakan P-806A atau P-806B yang sebelumnya ditampung terlebih dahulu di *vessel reservoir* dan *liquid condensation* harus di *drain*, untuk selanjutnya di suplai ke seluruh unit WWT untuk digunakan.

4.4.3 *Equalization (Physical Treatment)*

Equalization berfungsi sebagai bak yang menampung air limbah dari SWS dan API untuk di homogenkan antara konsentrasi dengan polutannya. Dengan adanya *Equalization* ini diharapkan debit yang masuk ke proses tidak berfluktuasi dan dapat diatur konstan. Air limbah dalam bak *Equalization* ini tidak boleh dipompa habis agar sisanya dapat menghomogenkan air limbah yang baru. Aliran *Equalization* ini dibuat dengan konstruksi kolam besar yang akan mengumpulkan aliran dari buangan dan kemudian air akan dipompa ke pengolah dengan jumlah yang konstan.

Di TK-811 (*Equalization*) ini juga menampung aliran produk *bottom* SWS dan buangan dari *Filter Press* (FP-800) yang dilepas karena menimbulkan bau di lingkungan sekitar. Gas yang terakumulasi di TK-811 akan mengalir melalui pipa-pipa yang bergabung dengan gas dari TK-14 dan dibakar di *flare*. Dari TK-811 ditarik pompa P-801A atau P-801B yang digerakkan oleh udara dari TK-809 (*Air Reservoir*) melalui pipa 4 masuk ke TK-801 (OCS) Oil Coalescing Separator.

4.4.4 *Oil Coalescing Separator (OCS)*

OCS ini mempunyai fungsi untuk mengendapkan partikel diskrit dan memisah oli dan air yang terkandung dalam air limbah. Air yang sudah terpisah menuju proses berikutnya sedangkan yang belum terpisah menuju *oil decant tank*. Didalam OCS terdapat tiga outlet. Air di lewatkan saringan dan dengan sistem *overflow*, dari bawah tangki untuk menghindari kandungan minyak yang berlebihan selanjutnya dimasukkan ke Chemical Mix Tank yang dilengkapi sistem pengaduk. *Overflow* yang mengandung minyak pada permukaan atas dipompa dengan P-801 ke *Oil Decant Tank*, untuk dipisahkan air dan minyaknya, air di *drain* ke pit 4 dan minyak ditampung ke drum, selanjutnya dibawa ke *oil slop* atau *use oil*.

4.4.5 *Chemical Mix Tank (Chemical Treatment)*

Chemical mix tank berfungsi untuk menggabungkan partikel koloid sehingga membentuk partikel yang lebih besar ukurannya atau mendestabilkan partikel *suspended* dengan menambahkan *coagulant* (N 3276) dan *flocculant* (N 7128) agar terbentuk flok sehingga dapat mengendap.

Coagulant dan *flocculant* di injeksikan dengan P-802A dan P-802B untuk menaikkan daya tarik partikel aktif untuk dapat bergabung menjadi suatu ikatan yang

kuat membentuk flok-flok, besarnya injeksi ini tergantung dari jenis airnya. Masing-masing pompa ditentukan stroke-nya untuk pengaturan seberapa banyak *chemical* yang diperlukan untuk injeksi. Untuk penambahan koagulasi, pH diatur sesuai dengan hasil percobaan *jar test*. Kondisi air limbah yang masuk proses pengolahan, setiap harinya adalah berbeda sehingga untuk pemberian dosis diperlukan *jar test* untuk menentukan besarnya dosing yang dibutuhkan.. Penentuan dosing bahan kimia di dasarkan atas nilai *turbidity jar test*.

Injeksi *flocculant* dan *coagulant* harus selalu dimonitor baik stroke pompa/pH dan juga warna *effluent* yang keluar, dengan memperhatikan kondisi jangan sampai minyak dipermukaan TK-801 (OCS) masuk ke TK-802 (*Chemical Mix Tank*) yang akan mengakibatkan masalah ke proses IPAL. Apabila terjadi perubahan debit dosing bahan kimia, maka dilakukan perubahan stroke pompa dosing sesuai dengan hasil kalibrasi pompa dosing.

Disamping itu pompa *feed* dari TK-811 harus diatur supaya seimbang dan tidak terjadi *overflow* yang akan masuk ke TK-802. Stroke pada P-802A antara 50-100% dan stroke pada P-802B antara 30-50% tergantung analisa laborat. Pengecekan rutin pH dan DO ditempat-tempat pengambilan sampel yang sudah ditentukan dan hasilnya harus segera dianalisa untuk mempertahankan kondisi tetap normal.

4.4.6 *Dissolved Air Flotation (DAF)*

Dengan menggunakan sistem *Dissolved Air Flotation (DAF)* ini, flok-flok dari minyak yang sudah terbentuk akan terangkat keatas dan terpisah dari air. Padatan yang mengapung atau flok hasil dari *Chemical Mix Tank*, kemudian dengan skrap berputar dialirkan ke *Suction Pump* P-804A dan pada bagian bawah TK-803 yang komposisinya banyak padatan, dipompa secara berkala 4 jam sekali ke TK-804 (*Sludge Blending*) untuk dipisahkan antara cairan dan padatan. Dari TK-802 kemudian dimasukkan secara *overflow* ke TK-803A *Dissolved Air Flotation* yang juga dilengkapi pengaduk mekanik. Disamping itu, flok-flok tersebut akan diproses pada *Sludge Blending* dan untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada *sludge* tersebut maka *sludge* diproses ke *Sludge Thickener* dan yang terakhir menuju *Filter Press*.

Tangki ini memiliki empat sistem outlet, pada bagian atas dan tengah akan masuk pompa P-804 yang sebagian besar mengandung bahan padatan. Bagian samping yang paling banyak kandungan airnya masuk ke DAF Skid yang terdiri dari P-803A/B, *ejector*, dan TK-803B. Dari DAF Skid kemudian dikembalikan ke TK-803A gelembung

udara (dari *educator*) sebagai aerasi dan penyempurnaan *chemical*. Secara rutin injeksi ini harus selalu dimonitor agar kemungkinan pompa tidak meghisap sehingga tidak ada aliran dan udara yang ditambahkan tidak boleh terlalu besar tekanannya agar flok tidak pecah.

4.4.7 *Neutralization (Chemical Treatment)*

Tangki *Neutralization* berfungsi untuk mengkondisikan agar pH air limbah dari DAF netral atau sesuai untuk proses biologi aerob. Air limbah sebelum masuk ke proses biologi dinetralkan terlebih dahulu dengan *caustic soda* NaOH sehingga pH proses sebelum ke bak aerasi menjadi netral yaitu antara 7,0 – 7,5. Dari *overflow* bagian bawah permukaan atas DAF masuk ke TK-800 *Neutralization* yang terdiri dari dua ruangan. Pertama dilengkapi dengan pengaduk mekanik dan di injeksikan bahan kimia NaOH untuk menormalkan pH *effluent* dengan P-802 yang sudah di atur secara otomatis, sedangkan yang kedua dilengkapi dengan pH meter untuk mengontrol secara otomatis keasaman air didalamnya sehingga pH air menjadi normal.

Dari tangki *Neutralization* di atur dengan level *switch* yang apabila level tinggi maka P-803A/B akan jalan dan apabila levelnya rendah maka pompa akan berhenti, aliran *discharge* yang kelihatan jernih mengalir masuk ke TK-806A (Aerator).

4.4.8 *Aerator (Biological Treatment)*

Bak aerasi merupakan tempat terjadinya pengolahan atau penguraian bahan organik dalam air limbah secara biologi aerob dengan menggunakan mikroorganisme/bakteri. Senyawa organik yang *biodegradable* diubah menjadi CO₂ dan sel bakteri baru. Untuk menjaga kinerja bakteri maka DO (*Dissolved Oxygen*) harus dijaga antara 2-4 mg/l dengan penambahan oksigen dari *blower*. Sedangkan untuk menjaga agar konsentrasi atau massa bakteri di bak aerasi sesuai dengan desain, maka sebagian atau seluruh bakteri dari *clarifier* dikembalikan ke bak aerasi.

Untuk melangsungkan reproduksi dan fungsinya, suatu organisme harus memiliki sumber energi, karbon sebagai sintesa untuk sel yang baru, dan elemen organik seperti nitrogen, fosfor, sulfat, potassium, kalsium, dan magnesium. Penambahan nutrien dengan nutrien organik sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme. Kebutuhan nutrien organik disebut juga faktor pertumbuhan yang artinya adalah senyawa yang dibutuhkan oleh organisme sebagai bahan pokok atau bahan pendahuluan dari bahan organik sel yang tidak dapat disintesa dari sumber karbon lain. Nutrien

organik juga dibutuhkan untuk sintesa sel. Karbon dan sumber energi biasa juga disebut substrat dan nutrisi. Kaitannya dengan penambahan nutrisi, tergantung pada ratio F/M yaitu perbandingan makanan dan mikroorganisme. Aerasi juga digunakan untuk mentransfer oksigen, untuk pengolahan biologi, untuk *stripping* pelarut dari air limbah, dan untuk menghilangkan gas yang mudah menguap (*volatile*) seperti H₂S dan NH₃.

Suplai air limbah dalam bak aerasi dilakukan secara kontinyu selama 24 jam/hari dengan DO minimal 2 mg/l dan kondisi harus netral antara 6,5 – 8,5 dengan pH optimal 7,2 – 7,5. *Dissolved Oxygen* (DO) yaitu banyaknya oksigen terlarut dalam air dan diperlukan untuk proses penguraian senyawa organik dalam air limbah, DO harus dijaga pada semua titik berkisar 2-4 mg/l, jika melebihi 4 mg/l maka *sludge* yang terbentuk akan terganggu. Bak aerator ini dilengkapi dengan sistem aerasi dari udara yang berasal dari *blower* TK-802B/C, disini dimonitor nilai DO, SVI, MLVS, MLSS sebagai tanda adanya aktivitas mikroorganisme.

Sludge Volume (SV) digunakan sebagai indikator banyaknya bakteri yang terbentuk (dalam volume/ml). Nilai SV berdasarkan kriteria desain adalah 300-400 ml/L. Besarnya nilai SV ini tergantung pada nilai BOD masukan. *Sludge Volume Index* (SVI) yaitu perbandingan antara SV dan MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*) dan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi bakteri. Nilai SVI berdasarkan kriteria desain yaitu 80-150 mg/l. Berdasarkan literatur, apabila SVI kurang dari 80 mg/l maka nilai MLSS bertambah besar, bakteri yang terdapat dalam tangki sudah tua sehingga mudah mengendap sehingga harus dibuang sebagian dan jika nilai SVI lebih besar dari 150 mg/l, maka akan terjadi *bulking sludge*, jumlah MLSS lebih kecil dan bakteri sukar mengendap. Sedangkan MLSS yaitu indikator banyaknya bakteri (dalam mg) yang terbentuk dalam air limbah atau untuk menunjukkan perkiraan jumlah mikroba dalam lumpur. Nilai MLSS berdasarkan kriteria desain adalah 3000-5000 mg/l. Berdasarkan referensi, dalam bak aerasi ini dihasilkan *sludge return* yang berfungsi untuk menjaga massa bakteri bak aerasi. Berdasarkan debit *return sludge* dapat dihitung dan dalam prakteknya, untuk pengontrolan *return sludge* dipasang *flow meter*.

4.4.9 Clarifier

Hasil tangki Aerator selanjutnya masuk secara *overflow* ke *Clarifier* TK-807 dimana dengan gerakan dan gaya mekanis dari *Clarifier* maka padatan yang masih tersuspensi didalam air dapat terkumpul di bagian bawah kemudian dari *Clarifier* bagian bawah yang sebagian besar berupa *sludge* dibawa dengan *air lift pump* ke

Digester (TK-806B). Dalam bak *Clarifier* ini terjadi proses pemisahan, antara lumpur dengan *supernatant*. Pada lapisan permukaan atas TK-807 yang dengan sistem sekrup dan hanya jika diperlukan, sebagian dialirkan kembali ke aerator TK-806A dengan menggunakan *air lift pump* sampai dicapai kondisi MLSS sesuai dengan desain. Kondisi ini harus dijaga agar waktu tinggal dalam *clarifier* tidak terlalu lama, hal ini untuk menghindari proses anaerob sedangkan *supernatant* mengalir secara *overflow* ke *Sand Filter* untuk dilakukan proses penyaringan.

Digester dilengkapi dengan sistem aerasi udara yang berasal dari *blower* K-802A/B. Pengontrolan dan penganalisaan kualitas air mulai dilakukan agar proses dapat berjalan dengan baik dan air dapat langsung ke proses selanjutnya tanpa mengulang proses.

4.4.10 *Sand Carbon Filter (Physical Treatment)*

Sand Carbon Filter berfungsi untuk menyaring padatan (*suspended solid*) atau partikel yang tidak dapat mengendap atau yang masih terdapat di *supernatant* hasil dari proses sedimentasi. Dalam tangki ini dilakukan *backwash* secara kontinyu. Dari *Clarifier* bagian bawah permukaan atas yang sedikit padatannya *overflow* ke *filter feed chamber* TK-806C. Dengan menggunakan pompa P-800A, air *overflow* masuk ke unit *tertiary treatment (Sand and Carbon Filter)* yang selanjutnya air dapat dibuang ke *Fish Pond* yaitu tempat untuk mengontrol langsung kelayakan air untuk kehidupan.

4.4.11 *Sludge Blending*

Sludge atau partikel-partikel dari proses sedimentasi dan DAF ditampung dan dicampur dalam *Sludge Blending*. Dalam pengoperasiannya, air dalam *Sludge Blending* harus segera dialirkan ke dalam *Sludge Thickener* agar waktu tinggal tidak terlalu lama untuk menghindari fase anaerob sehingga tidak timbul bau.

Dari *Digester* (TK-806B) yang banyak kandungan padatannya, kemudian dibawa pada *Sludge Blending* TK-804. Disini masih diberi sistem aerasi udara agar penguraian oleh bakteri dapat berlangsung sempurna. Dari tangki *Sludge Blending* kemudian *overflow* ke tangki *Sludge Thickener*.

4.4.12 *Sludge Thickener*

Sludge Thickener berfungsi untuk memekatkan lumpur agar konsentrasi lumpur lebih tinggi sehingga beban *Filter Press* bisa berkurang. Dalam tahapan ini, *sludge* dari

proses *sludge blending* ditampung untuk dikentalkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pemisahan *supernatant* dan *sludge*.

4.4.13 *Filter press (Physical Treatment)*

Filter Press merupakan alat untuk memadatkan lumpur dengan mengurangi kandungan air dari lumpur. *Sludge* yang sudah terpisah dengan *supernatant* dialirkan ke *Filter Press* untuk mengurangi kadar air yang terkandung di *sludge* tersebut dengan cara di press sehingga *sludge* berbentuk padat.

Dari TK-804 atau TK-805 dengan *line* yang saling berhubungan dengan *bottom* TK-806B (digester) ditarik dengan P-804B masuk ke *Filter Press* sebagai *filling*, tergantung pada kondisi *sludge*. Apabila jumlahnya banyak maka langsung dilakukan *drying* dan airnya dibuang ke TK-811 melalui pipa. *Sludge* tersebut akan di press dengan menggunakan power dari udara yang sebelumnya ditampung di TK-809 (*air reservoir*), setelah *sludge* kering kemudian dikeluarkan dari *Filter Press* dan selanjutnya ditampung dalam drum serta dijaga tetap kering dan dikirim ke tempat penampungan secara periodik ke PPLI Cileungsi – Bogor, karena *sludge* tersebut dianggap mengandung bahan berbahaya dan beracun. Menurut hasil analisis TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*), *sludge* yang dihasilkan oleh IPAL di PT ALP Petro Industry tidak mengandung logam berat dan berbahaya. Analisis TCLP terhadap *sludge* yang dihasilkan yaitu dengan melihat kondisi *sludge* apakah berbahaya bagi masyarakat dan *environmental* karena kontaminan yang ada dapat diserap. Penentuan analisis TCLP terhadap kontaminan diidentifikasi dengan *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). Selesai pengambilan *sludge* dari *filter press*, filter harus dibersihkan sampai tidak ada sisa *sludge* yang tercecer atau bau yang kurang sedap.

Untuk mengoperasikannya, *filter press* harus selalu di monitor dimana proses digerakkan oleh udara dari TK-809 (*air reservoir*). Disamping itu, posisi *valve* harus benar sehingga pada waktu dilakukan *filling*, P-804A tidak *overload* karena *sludge* terlalu tebal/berat. Saat kondisi *drying* juga harus di monitor dan sisa air harus sering dibuang supaya cepat kering.

4.4.14 *Fish Pond*

Air limbah yang telah melewati *Sand Carbon Filter* di alirkan ke *Fish Pond* sebelum dibuang ke outlet atau badan penerima air. Tujuan *fish pond* adalah sebagai

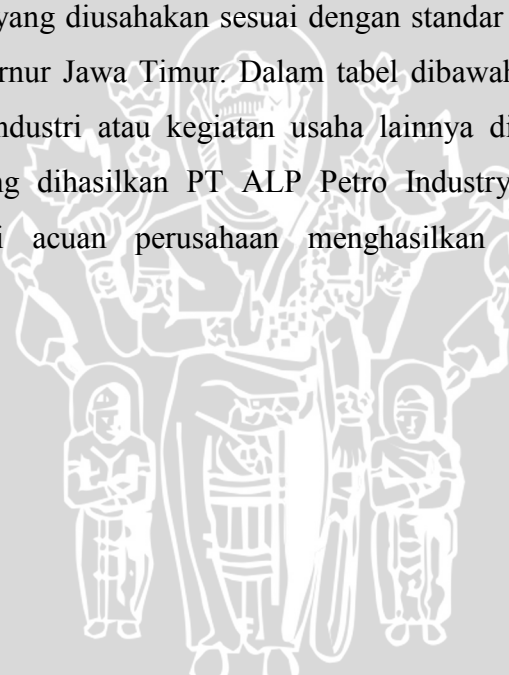
indikator untuk mengontrol langsung kelayakan air limbah/*effluent* secara visual apakah air limbah yang dibuang sudah cukup baik dengan adanya indikator ikan di bak tersebut.

Sebelum membuang air limbah ke sungai, kondisi air buangan harus diperiksa terlebih dahulu apakah sudah memenuhi syarat untuk dibuang. Jika air yang dibuang belum memenuhi syarat, maka harus dikembalikan ke aerator TK-806A melalui pipa.

Persyaratan parameter air limbah yang diizinkan untuk dibuang ke sungai harus memenuhi standar baku mutu yang diperbolehkan yaitu sesuai dengan SK Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002.

4.5 Karakteristik Air Limbah Keluaran (Outlet) PT ALP Petro Industry

Dari hasil pengolahan limbah cair pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT ALP Petro Industry, limbah masukan yang sudah diproses menghasilkan limbah keluaran (*outlet/effluent*) yang diusahakan sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh SK Gubernur Jawa Timur. Dalam tabel dibawah ini, disebutkan baku mutu limbah cair bagi industri atau kegiatan usaha lainnya di Jawa Timur. Sesuai dengan hasil limbah yang dihasilkan PT ALP Petro Industry untuk air pertanian, golongan yang menjadi acuan perusahaan menghasilkan karakteristik *effluent* merupakan Golongan II.



Tabel 4.3 Baku mutu limbah cair bagi industri atau kegiatan usaha lainnya di Jawa Timur

BAKU MUTU LIMBAH CAIR (TERMASUK PENGOLAH LIMBAH TERPUSAT / KAWASAN INDUSTRI)						
No	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Limbah Cair			
			I	II	III	IV
A	FISIKA					
1	Temperatur	°C	35	38	40	45
2	Zat Padat terlarut	mg/liter	1500	2000	4000	5000
3	Zat Padat tersuspensi	mg/liter	100	200	200	500
B	KIMIA					
1	PH	mg/liter	6-9	6-9	6-9	6-9
2	Besi (Fe)	mg/liter	5	10	15	20
3	Mangan (Mn)	mg/liter	0.5	2	5	10
4	Barium (Ba)	mg/liter	1	2	3	5
5	Tembaga (Cu)	mg/liter	1	2	3	5
6	Seng (Zn)	mg/liter	5	10	15	20
7	Krom Heksavalen (Cr ⁶)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	2
8	Krom Total (Cr tot)	mg/liter	0.1	0.5	1	2
9	Cadmium (Cd)	mg/liter	0.01	0.05	0.1	1
10	Raksa (Hg)	mg/liter	0.001	0.002	0.005	0.01
11	Timbal (Pb)	mg/liter	0.1	0.5	1	3
12	Timah Putih (Sn)	mg/liter	2	3	4	5
13	Arsen (As)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	1
14	Selenium (Se)	mg/liter	0.01	0.05	0.5	1
15	Nikel (Ni)	mg/liter	0.1	0.2	0.5	1
16	Kobalt (Co)	mg/liter	0.2	0.4	0.6	1
17	Sianida (CN)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	1
18	Sulfida (HS)	mg/liter	0.01	0.06	0.1	1
19	Fluorida(F)	mg/liter	1.5	15	20	30
20	Klorin Bebas (Cl ₂)	mg/liter	0.02	0.03	0.04	0.05
21	Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	mg/liter	0.5	1	5	20
22	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/liter	10	20	30	50
23	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/liter	0.06	1	3	5
24	BOD	mg/liter	30	50	150	300
25	COD	mg/liter	80	100	300	600
26	Detergentan ionic	mg/liter	0.5	1	10	15
27	Phenol	mg/liter	0.01	0.5	1	2
28	Minyak dan Lemak	mg/liter	1	5	15	20
29	PCB	mg/liter	NIHIL	NIHIL	NIHIL	NIHIL

Sumber: Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002

Pengukuran hasil *effluent* sangat penting untuk mengetahui kadar atau komposisi yang terkandung didalamnya karena merupakan indikator apakah proses pengolahan limbah yang telah dilakukan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Sementara *effluent* yang dihasilkan PT ALP Petro Industry ada 2 parameter yang tidak sesuai

dengan baku mutu yang ada, yaitu pada COD dan NH_3N . Hal ini nantinya akan mempengaruhi kualitas limbah yang akan dibuang ke lingkungan.

Tabel 4.4 Perbandingan Kualitas *Effluent* Limbah Cair PT ALP Petro Industry dengan Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri Pengolahan Oli Bekas

Parameter		Rata-rata <i>Effluent</i>	Baku Mutu
Ph	-	6.6	6 – 9
TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	mg/L	60 mg/l	200 mg/l
BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	20.0 mg/l	50 mg/l
COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	137.3 mg/l	100.0 mg/l
Sulfida	mg/L	0.024 mg/l	0.06 mg/l
Phenol	mg/L	0.048 mg/l	0.5 mg/l
Minyak dan Lemak	mg/L	4.3 mg/l	5.0 mg/l
$\text{NH}_3\text{-N}$	mg/L	21.33 mg/l	1.00 mg/l

Sumber: Data PT ALP Petro Industry

4.6 RKL RPL AMDAL

Jenis dampak yang ditimbulkan berdasarkan laporan akhir RKL RPL yang disetujui oleh Departemen Pertambangan RI No. 4959/0115/SJ.T/95 tanggal 28 Desember 1995 pada tahap pasca konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Penurunan kualitas udara,
2. Penurunan kualitas perairan dan air tanah,
3. Penurunan keanekaragaman flora dan fauna,
4. Penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan.

4.7 *Problem Formulation*

Problem formulation merupakan tahap awal dari seluruh penilaian risiko lingkungan. Tahap ini merupakan proses untuk mengidentifikasi dan menggambarkan permasalahan adanya potensi risiko lingkungan dan efek yang ditimbulkan, mengumpulkan informasi, dan mengembangkan suatu rencana analisis risiko.

Problem formulation dimulai dengan indentifikasi risiko melalui wawancara dengan pihak perusahaan yang terkait dengan proses pengolahan limbah cair dari setiap unit pada IPAL. Hasil identifikasi selanjutnya dipakai sebagai dasar untuk menganalisis risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Root Cause Analysis* (RCA).

Tabel 4.5 Aktivitas Pengolahan Setiap Unit

NO	TEKNIS PENGOLAHAN		MESIN/ALAT	MANUSIA	PROSEDUR
	AKTIVITAS	SUB AKTIVITAS			
1.	Pengumpulan limbah di SWS	Pengumpulan limbah cair dari TK-14	Tanki pengumpul (TK-14)	Monitor pengumpulan limbah cair	Air limbah dari seluruh departemen dikumpulkan di TK-14
		Pemanasan air limbah	Sour Water Stripper	Monitor suhu	Memanaskan air limbah hingga mencapai suhu 105°C
		Penginjeksian NaOH	SWS	Menginjeksikan NaOH	NaOH diinjeksikan untuk menaikkan pH menjadi 7-8
2.	Pemisahan oli dari air limbah di API	Memisahkan oli dari air limbah	API	Monitor proses otomatis; Melakukan pemisahan manual	Air limbah yang berasal dari proses blending water, air hujan dan tumpahan oli dipisah dengan interface minyak diatas dan air dibawah.
		Memompa air ke tanki Ekualisasi	Pipa	Monitor proses	Air yang sudah terpisah dari minyak dipompa menuju Equalization untuk diproses
3.	Pengolahan limbah cair secara fisika di Physical Treatment I	Menampung dan menghomogenkan limbah cair	Equalization Tank	Monitor dan mengoperasikan alat	Air limbah disini tidak boleh dipompa sampai habis agar dapat menghomogenkan air limbah selanjutnya
		Mengalirkan air limbah ke Oil Coalescing Separator	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke OCS
		Mengendapkan partikel diskrit dan memisahkan oli	OCS (TK-801)	Mengoperasikan alat dan memastikan oli terpisah dari air limbah	Air dan oli dipisahkan lagi karena tercampur dari air yang berasal dari TK-14
		Mengalirkan air limbah ke Chemical Mix Tank	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke Chemical Mix Tanx

Tabel 4.5 Aktivitas Pengolahan Setiap Unit (Lanjutan)

NO	TEKNIS PENGOLAHAN		MESIN/ALAT	MANUSIA	PROSEDUR
	AKTIVITAS	SUB AKTIVITAS			
4.	Pengolahan limbah cair secara kimia di Chemical Treatment	Menggabungkan partikel koloid sehingga membentuk flok yang dapat mengendap	Chemical Mix Tank (TK-802)	Monitor air limbah dan mengoperasikan alat	Terbentuk flok dalam <i>effluent</i> , pH dan warna <i>effluent</i> sesuai dan minyak dari TK-801 tidak masuk ke TK-802.
		Menginjeksikan coagulant, flocculant dan polymer	P-802A dan P-802B	Memonitor dan melakukan jartest untuk mengetahui dosis yang diperlukan sebelum diinjeksi	Stroke pada P-802A antara 50-100% dan pada P-802B antara 30-50%
		Pengecekan rutin dan Pengambilan sampel	Chemical Mix Tank (TK-802) dan laboratorium	Mengambil sampel dan menganalisa	pH, DO tetap pada kondisi normal.
		Mengalirkan air limbah ke DAF	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke DAF
		Memperkuat flok dan ikatan partikel aktif yang lebih sempurna serta mengikat unsur-unsur polimeris	Dissolved Air Flotation (TK-803)	Memonitor	Mengangkat flok keatas agar terpisah dari air. <i>Effluent</i> yang keluar dan masuk ke Neutralization berwarna jernih
		Memompa flok ke Sludge Blending (TK-804)	Pompa (P-804A)	Mengoperasikan pompa	Flok dibawa ke Sludge Blending untuk dipisahkan antara air dan lumpurnya
		Mengondisikan pH limbah cair dari TK-803 netral	Pompa (P-802) menginjeksikan Soda Kaustik NaOH Tanki Neutralization (TK-800) pH meter	Memonitor dan menginjeksikan Soda Kaustik NaOH Mengontrol secara otomatis keasaman air	pH netral antara 7.0-7.5 untuk proses aerob dan berwarna jernih
		Mengalirkan air limbah ke aerator	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke tanki aerator

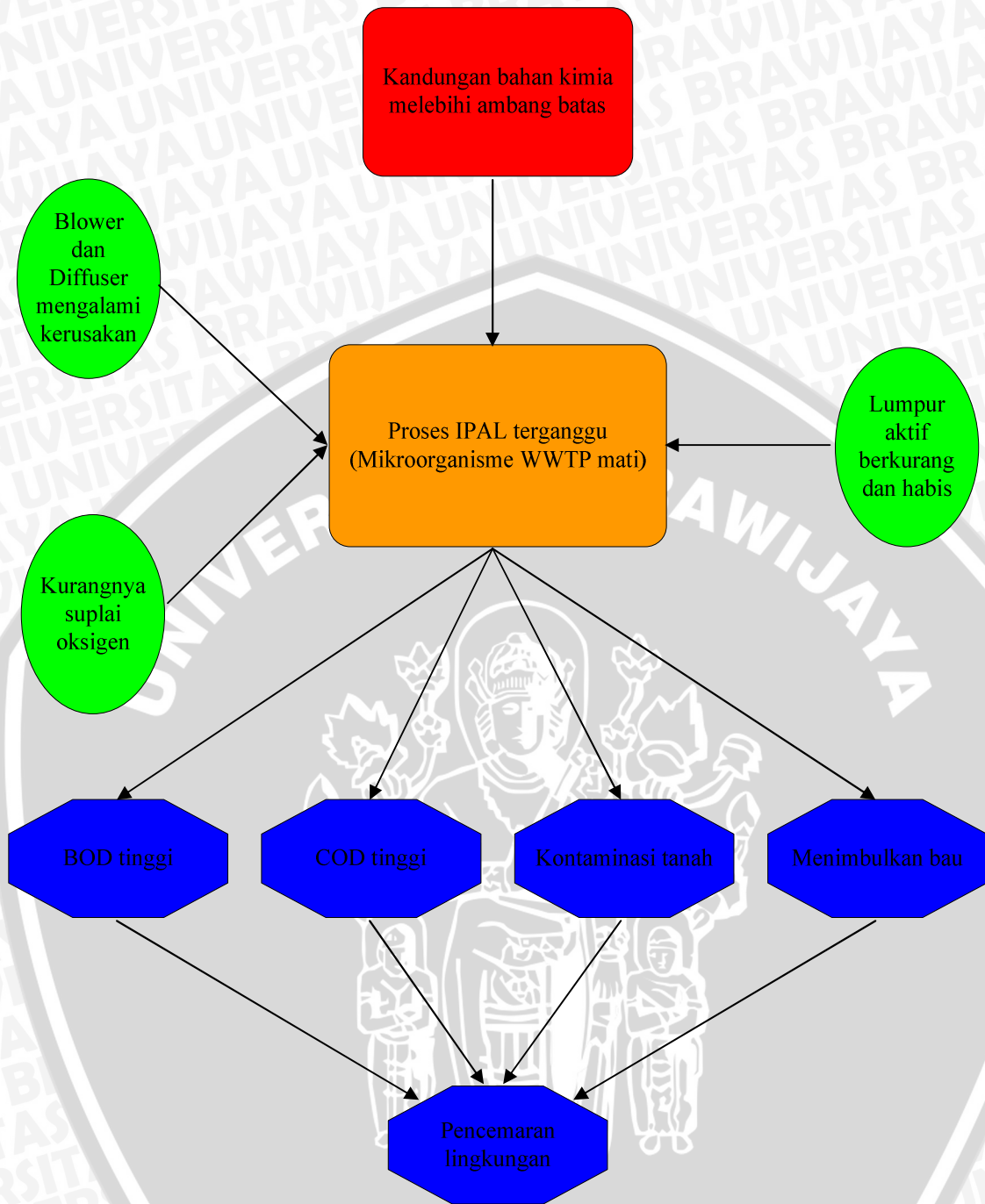
Tabel 4.5 Aktivitas Pengolahan Setiap Unit (Lanjutan)

NO	TEKNIS PENGOLAHAN		MESIN/ALAT	MANUSIA	PROSEDUR
	AKTIVITAS	SUB AKTIVITAS			
5.	Pengolahan limbah cair secara biologi di Biological Treatment	Pengolahan atau penguraian air limbah secara biologi aerob dengan menggunakan mikroorganisme/bakteri	Aerator dan Blower (K-802)	Mengontrol DO	Dissolved Oxygen (DO) antara 2-4 mg/l
				Mengontrol pH	pH netral antara 6.5 – 8.5 dengan optimalisasi 7.2 – 7.5
		Mengalirkan air limbah yang sudah diolah ke Clarifier	Pipa	Monitor air limbah yang sudah diolah ke Clarifier	Air limbah yang sudah diolah (wate water) mengalir melalui pipa dengan kadar MLSS (Mix Liquor Suspended Solid) 3000-5000 mg/l
		Pemisahan air limbah antara lumpur dengan supernatant	Clarifier (TK-807)	Monitor air limbah agar tidak terlalu lama.	Waktu tinggal air limbah tidak terlalu lama supaya tidak terjadi proses anaerob
		Mengalirkan kembali air limbah ke Aerator TK-806	Air lift pump	Monitor MLSS yang tidak sesuai desain	MLSS sesuai desain dengan kadar 3500 mg/l
		Mengalirkan supernatant ke Sand Filter	Pipa	Monitor supernatant	Supernatant masuk ke Sand Filter
		Mengalirkan air limbah ke Carbon Filter	Pipa (P-800A)	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke Carbon Filter
6.	Pengolahan air limbah secara fisika di Physical Treatment II	Menyaring padatan atau partikel yang tidak dapat mengendap atau yang masih terdapat di supernatant secara kontinyu	Sand Filter	Mengoperasikan alat dan monitoring	Air limbah disaring dengan pasir secara kontinyu supaya lebih jernih
		Mengalirkan air ke Carbon Filter	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke Carbon Filter
		Menyaring air limbah	Carbon Filter	Mengontrol karbon aktif	Karbon aktif dari Carbon Filter sekitar 4 m ³ /batch/3 bulan
		Mengalirkan air limbah ke fish pond	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke fish pond

Tabel 4.5 Aktivitas Pengolahan Setiap Unit (Lanjutan)

NO	TEKNIS PENGOLAHAN		MESIN/ALAT	MANUSIA	PROSEDUR
	AKTIVITAS	SUB AKTIVITAS			
7.	Pengolahan lumpur sisa air limbah	Pengolahan lumpur atau partikel-partikel dengan sistem aerasi udara	Sludge Blending (TK-804)	Monitor lumpur	Penguraian lumpur oleh bakteri sempurna dan tidak terjadi fase anaerob (tidak menimbulkan bau)
		Mengalirkan lumpur dan air limbah ke Sludge Thickener	Pipa	Monitor lumpur dan air limbah	Lumpur dan air limbah masuk ke Sludge Thickener
		Memekatkan lumpur agar konsentrasi lumpur lebih tinggi	Sludge Thickener	Monitor lumpur dan air limbah	Lumpur mengental
		Mengalirkan sisa air limbah kembali ke Aerator	Pipa	Monitor air limbah	Air limbah masuk ke aerator
		Mengalirkan lumpur ke Filter Press	Pipa	Monitor lumpur	Lumpur masuk ke Filter Press
		Memadatkan lumpur dengan mengurangi air dari lumpur dengan cara ditekan (press)	Filter Press	Monitor lumpur	Lumpur berbentuk padat
	Air Reservoir (TK-809)	Monitor gerakan pressing oleh udara			
8.	Pengujian air limbah dalam fish pond (kolam indicator)	Pengujian kualitas air limbah	Ikan	Monitor dampak air limbah terhadap ikan	Air limbah yang sudah diolah dan dijernihkan sebagian dialirkan ke kolam indicator untuk mengetahui kualitas air apakah berbahaya bagi biota air

Dalam *problem formulation* ini membuat gambaran permasalahan yang dituangkan dalam model konseptual. Berikut ini adalah model konseptual dari permasalahan yang ada.



Gambar 4.2 Model Konseptual pada Proses IPAL

Keterangan:

- Issue
- Hazard
- Factor Influencing Likelihood
- Effect to Ecosystem

4.8 Identifikasi Risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis digunakan untuk mengetahui risiko pada IPAL. Disusun berdasarkan *brainstorming* dengan pihak terkait pada bagian pengolahan air limbah. Sebelum *brainstorming* dilakukan, diambil 3 responden (1 supervisor dan 2 operator) untuk mengisi kuesioner awal. Selanjutnya setelah didapat penilaian dari ketiga responden dilakukan *brainstorming* untuk menentukan *Occurrence* dan *Severity* yang tepat dan sesuai. Pada FMEA dilakukan justifikasi sebagai bentuk penilaian *Severity* dan *Occurrence*.



Tabel 4.7 Identifikasi Risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No	Component	Function	Function Failure	Potential Failure Mode	O	Potential Effect of Failure	S	Risk	RPN
1.	Sour Water Stripper (TK-800)	Memanaskan air dan mengatur pH dengan menginjeksikan NaOH	Suhu tidak mencapai 105°C dan pH tidak mencapai 7-8	NaOH gagal diinjeksikan	1	pH air limbah tidak sesuai karakteristik	1	Air limbah terlalu basa atau asam	1
2.	Equalization Tank (TK-811)	Sebagai tempat pengumpulan air limbah dari SWS dan API	Tidak mampu mengumpulkan limbah dari setiap unit	Kelebihan Supply limbah cair dari SWS dan API	1	Volume limbah cair di TK-811 penuh	1	Limbah cair tumpah (leakage)	1
				Pipa sebagai tempat aliran limbah cair ke OCS (TK-801) rusak	3	Limbah cair tidak dapat dialirkan ke OCS (TK-801)	2	Limbah cair tumpah (leakage)	6
				Kualitas pipa kurang bagus	2				4
				Lama usia pipa	4				8
				Korosifitas pipa	3				6
3.	Oil Coalescing Separator (TK-801)	Memisahkan oli/minyak dan air yang terkandung dalam limbah	Oli/minyak yang terkandung masih terlalu banyak	Oli/minyak masuk ke Chemical Mix Tank (TK-802) karena overflow berlebihan	3	Oli/minyak mengontaminasi proses di Chemical Mix Tank (TK-802)	1	Bakteri aerator kolaps/keracunan	1
				Terjadi kebocoran	2	Limbah cair tumpah (leakage) Pencemaran lingkungan	6		
4.	Chemical Mix Tank (TK-802)	Menggabungkan partikel koloid menjadi partikel yang ukurannya lebih besar	Flok tidak menggumpal	Tidak dapat menggumpalkan partikel suspended	4	Fungsi/beban proses selanjutnya (DAF) menjadi berat	1	Kandungan COD masih tinggi	4
		Menstabilkan partikel suspended sehingga membentuk flok	Partikel flok kurang padat			Terjadi korosifitas pada pipa dan kebocoran	2	Limbah cair tumpah (leakage)	8
		Menginjeksikan flocculant dan coagulant	Dosis terlalu banyak atau terlalu sedikit Pengaduk rusak	Terbatasnya bahan kimia untuk menjernihkan air	1	Penjernihan air tidak dapat dilakukan	1	Warna air limbah tidak sesuai karakteristik	1
5.	Dissolved Air Flotation (TK-803A)	Memisahkan flok dari air dengan menambahkan polymer agar gumpalan kuat	Penambahan polymer tidak sesuai kebutuhan	Pompa P-802C rusak	3	Dosis polymer melebihi kebutuhan	2	Warna air limbah tidak sesuai karakteristik	6
			Tidak tercampur dengan baik	Dosis polymer berlebihan	2				4
		Memompa flok	Pompa tidak menghisap	Tidak ada aliran dan udara yang ditambahkan	2	Aliran dan udara terlalu besar	2	Flok pecah	4
		Mengaduk air yang mengandung flok	Tidak mampu mengaduk dengan rata	Pengaduk mekanik rusak	4	Hasil flok tidak menggumpal dengan sempurna	4	DAF macet dan terjadi tumpahan limbah cair	16
		Memisahkan padatan ke Sludge Blending	Padatan masih tertinggal di TK-803A	Terjadi penyumbatan pada pompa P-804 dan pipanya	7	Pompa P-804 rusak Lumpur pada DAF berlebihan	1 2	Timbul bau	7 14

Tabel 4.7 Identifikasi Risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Lanjutan)

No	Component	Function	Function Failure	Potential Failure Mode	O	Potential Effect of Failure	S	Risk	RPN		
6.	Neutralization (TK-800)	Menetralkan pH air limbah dari DAF agar sesuai dengan spesifikasi proses biologi aerob	Air limbah tidak dapat dinetralkan	Caustic soda, NaOH terlalu banyak atau terlalu sedikit	8	Penetralkan air tidak dapat dilakukan	2	Air limbah asam atau basa (Penurunan kualitas limbah)	16		
				Terbatasnya bahan kimia untuk menetralka air	6				4		
				Pompa rusak	2	NaOH gagal diinjeksikan	2		Limbah cair tumpah (leakage)	4	
						Terjadi kebocoran	2			4	
7.	Aerator (TK-806A)	Tempat pengolahan atau penguraian bahan organik dalam air limbah secara biologi aerob dengan menggunakan mikroorganisme atau bakteri	Pertumbuhan mikroorganisme terlalu cepat/banyak	Mikroorganisme pengurai limbah tidak dapat mengurai bahan organik	8	Mikroorganisme mati	2	Penurunan kualitas limbah dan menimbulkan bau	16		
				Blower K-802 pada sistem aerasi untuk mengalirkan udara rusak akibat korosi	1	Supply oksigen untuk mikroorganisme berkurang, bahan-bahan kimia tidak terdegradasi	1		Terjadi pengendapan lumpur sehingga mengganggu metabolisme mikroorganisme	1	1
						2	2			2	
				Lamanya usia Blower K-802 dan Difuser	2	Supply oksigen untuk mikroorganisme berkurang, bahan-bahan kimia tidak terdegradasi	1		Terjadi pengendapan lumpur sehingga mengganggu metabolisme mikroorganisme	1	2
						2	4				
				Kualitas Blower K-802 dan Difuser yang kurang bagus	5	Supply oksigen untuk mikroorganisme berkurang, bahan-bahan kimia tidak terdegradasi	1		Terjadi pengendapan lumpur sehingga mengganggu metabolisme mikroorganisme	1	5
						2	10				
				Flow meter sebagai pengontrol return sludge rusak	2	Return Sludge sebagai penjaga massa bakteri bak aerasi tidak berfungsi	1		Massa bakteri bak aerasi tidak berfungsi	1	2

Tabel 4.7 Identifikasi Risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Lanjutan)

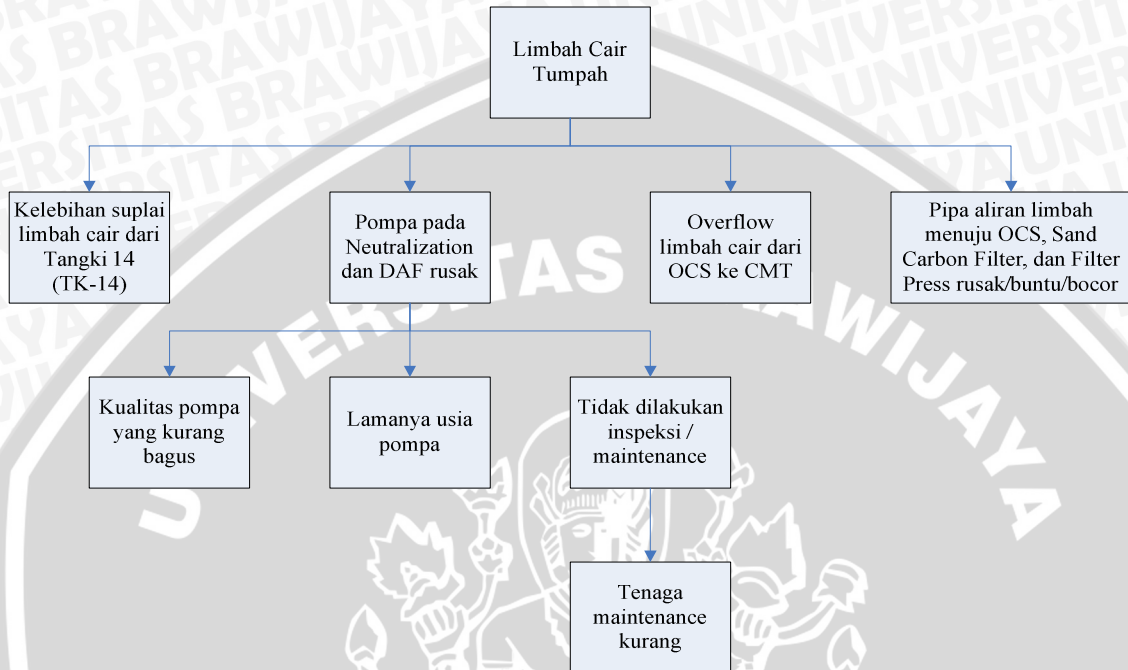
No	Component	Function	Function Failure	Potential Failure Mode	O	Potential Effect of Failure	S	Risk	RPN	
8.	Clarifier (TK-807)	Memisahkan antara lumpur dengan supernatant	Lumpur dengan supernatant sulit terpisah	Pipa untuk mengalirkan lumpur kembali ke tangki aerasi rusak	3	Lumpur tercecer, kontaminasi tanah	2	Pencemaran lingkungan	6	
			Partikel padat pada lumpur tidak dapat diendapkan	Pipa untuk mengeluarkan lumpur ke Digester (TK-806B) rusak	3				6	
		Mengendapkan partikel padat pada lumpur aktif dan penjernihan air	Penjernihan air tidak dapat dilakukan dan terjadi kemacetan	Pipa untuk mengalirkan air ke Sand Carbon Filter rusak atau buntu	Pipa untuk mengalirkan air ke Sand Carbon Filter rusak atau buntu	4	Overflow pada TK-807	1	Limbah cair tumpah (leakage)	4
				Pengontrolan/analisa kualitas air mengalami kesalahan	Pengontrolan/analisa kualitas air mengalami kesalahan	5	Hasil analisa pengujian tidak akurat/salah	1	Penurunan kualitas limbah	5
				Waktu tinggal <i>effluent</i> terlalu lama dalam TK-807	Waktu tinggal <i>effluent</i> terlalu lama dalam TK-807	8	Terjadi proses anaerob	2	Timbul bau	16
				Lumpur aktif habis	Lumpur aktif habis	4	Konsentrasi atau jumlah bahan organik dan mineral termasuk dalam mikroorganisme tidak konstan	3	Bakteri WWTP mati	12
9.	Sand Carbon Filter (SF-800) (CF-800)	Menyaring padatan atau partikel yang tidak dapat mengendap atau yang masih terdapat di supernatant hasil dari proses sebelumnya	Partikel tidak dapat tersaring	Karbon sudah jenuh	7	Air limbah kurang jernih	1	Warna air limbah tidak sesuai karakteristik	7	
				Pasir sudah jenuh	7				7	
10.	Sludge Blending (TK-804)	Memisahkan cairan dan padatan	Cairan dan padatan masih menyatu atau tercampur	Air terlalu lama di Sludge Blending dan tidak segera di alirkan ke Sludge Thickener	7	Terjadi fase anaerob	2	Timbul bau tidak sedap	14	
				Sistem aerasi udara terganggu	7	Penguraian bakteri tidak sempurna	2		14	
11.	Sludge Thickener (TK-805)	Memekatkan lumpur agar konsentrasi lumpur lebih tinggi sehingga beban Filter Press bisa berkurang	Lumpur masih cair dan tidak pekat/kental	Filter Press tidak bisa berfungsi secara maksimal	2	Terjadi tumpahan dan ceceran lumpur (sludge)	2	Limbah cair tumpah (leakage)	4	

Tabel 4.7 Identifikasi Risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Lanjutan)

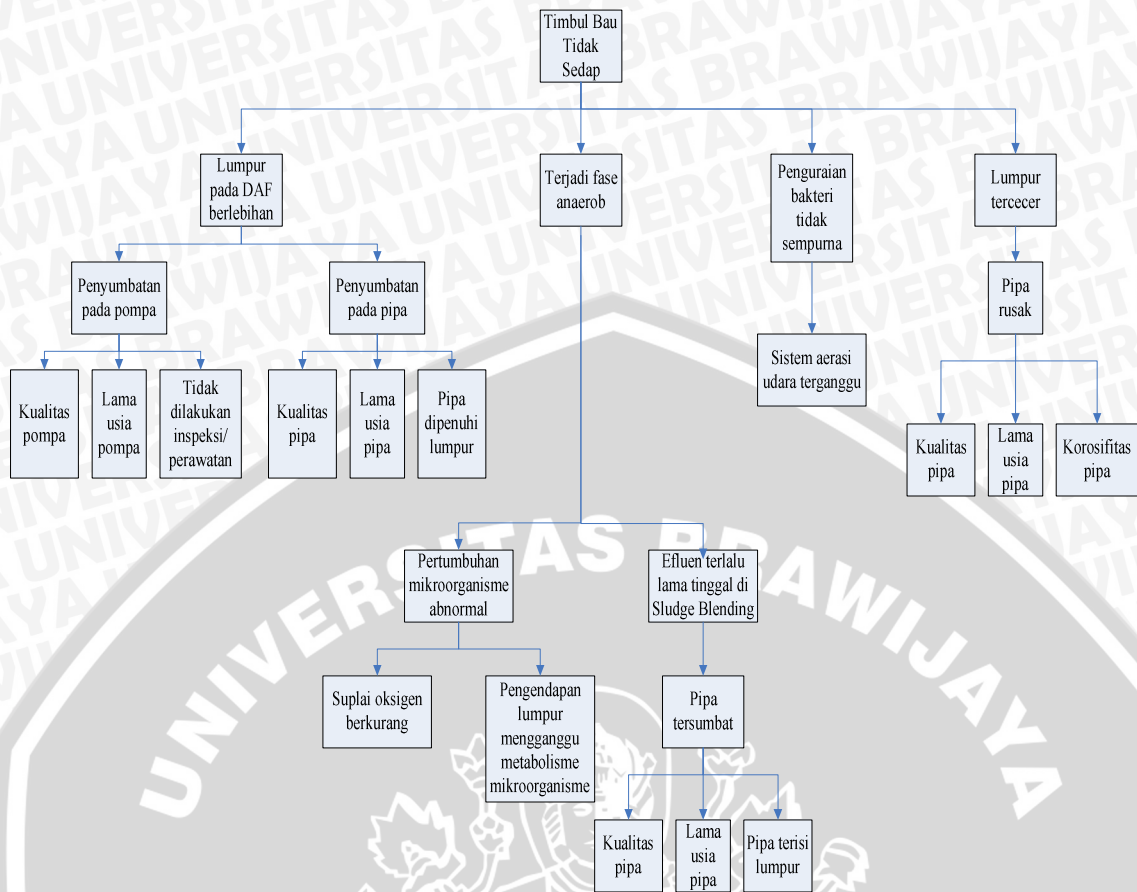
No	Component	Function	Function Failure	Potential Failure Mode	O	Potential Effect of Failure	S	Risk	RPN
12.	Filter Press (FP-800)	Memadatkan lumpur dengan mengurangi kandungan air dalam lumpur dengan cara ditekan	Lumpur tidak dapat diperas atau dipadatkan	Pipa untuk mengambil lumpur dari Sludge Thickener (TK-805) rusak atau bocor	2	Lumpur tercecer dan mengontaminasi tanah	2	Pencemaran lingkungan	4
				Pipa untuk mengambil lumpur dari Sludge Thickener (TK-805) korosif	2			Menimbulkan bau	4
13.	Fish Pond	Indikator untuk mengontrol langsung kelayakan air/effluent secara visual terhadap air yang akan dibuang ke lingkungan	Kualitas effluent tidak diketahui dan cenderung berbahaya bagi lingkungan	Terbatasnya bahan kimia untuk melakukan pengujian di laboratorium	1	Pengujian di lab tidak dapat dilakukan	1	Penurunan kualitas <i>effluent</i>	1
				Kesalahan laboran dalam melakukan pengujian di lab	1	Hasil analisa pengujian tidak akurat/salah	1		1
				Ikan yang dipakai untuk indikator pengujian effluent mati	5	Effluent tidak memenuhi standar baku mutu limbah cair sesuai SK Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002	1		5

4.9 Identifikasi Akar Penyebab dengan *Root Cause Analysis* (RCA)

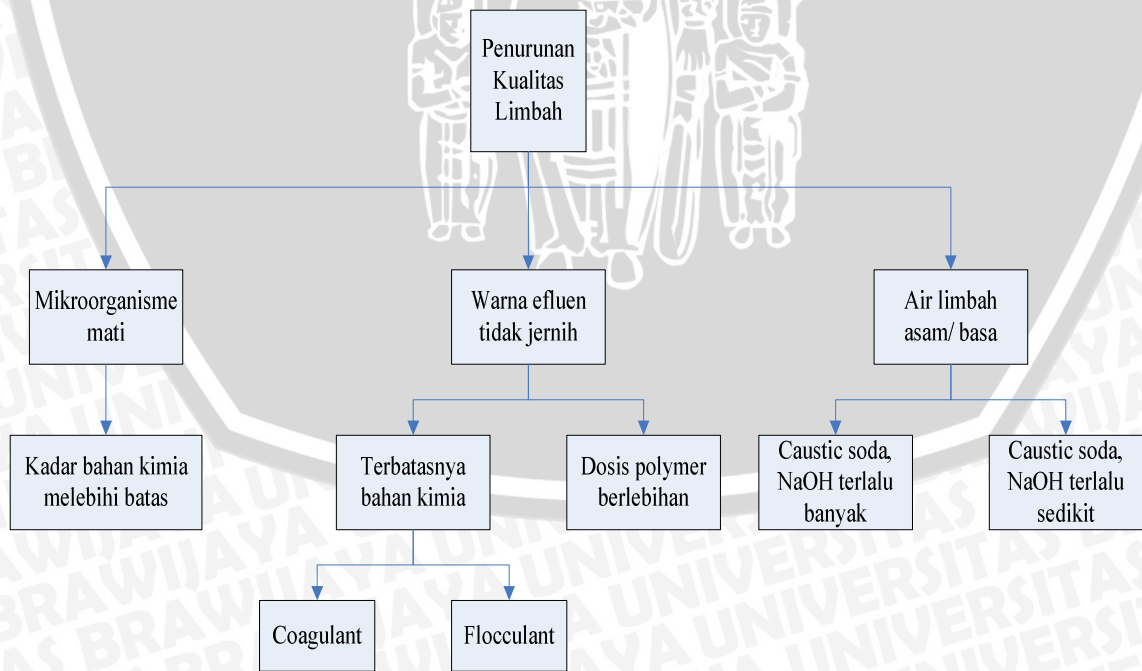
Berdasarkan identifikasi risiko dengan FMEA diatas, dapat dilakukan identifikasi terhadap akar penyebab dari permasalahan yang terjadi dengan metode *Root Cause analysis* (RCA). RCA ini dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan yang berkaitan dengan IPAL PT ALP Petro Industry.



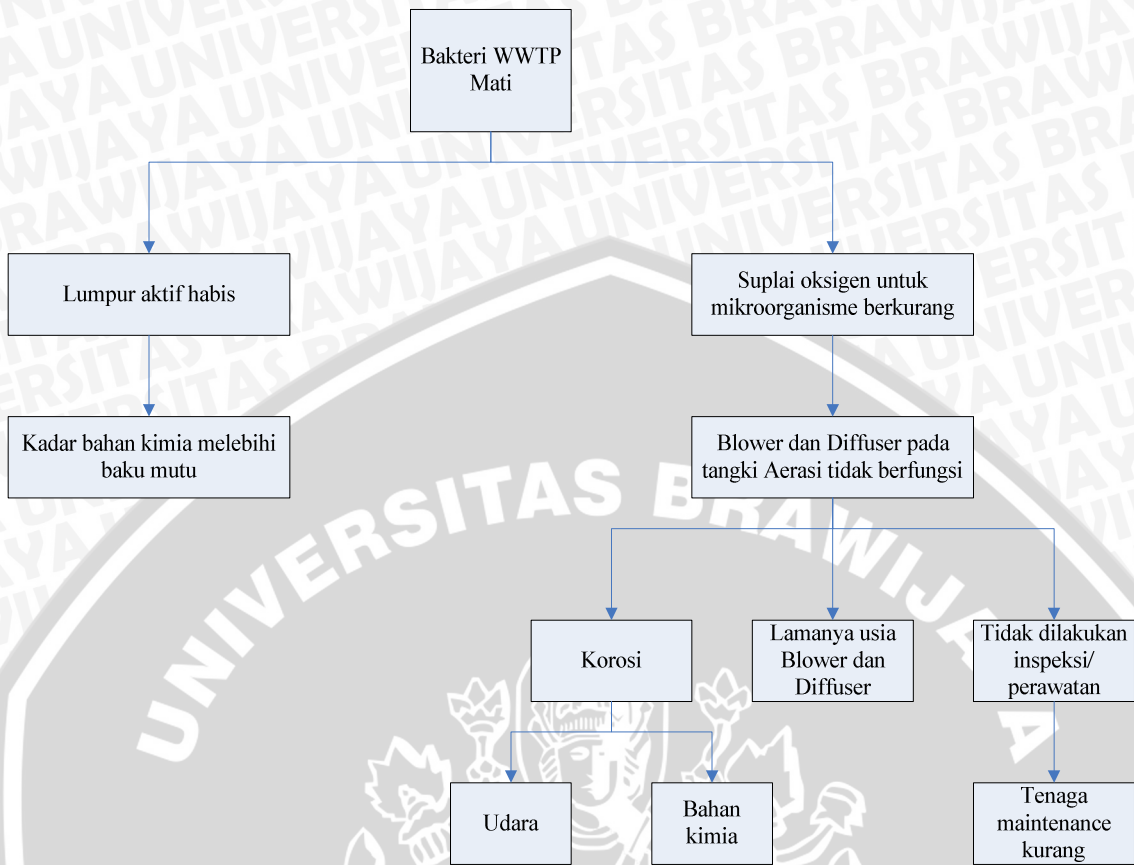
Gambar 4.3 *Root Cause Analysis* Limbah Cair Tumpah



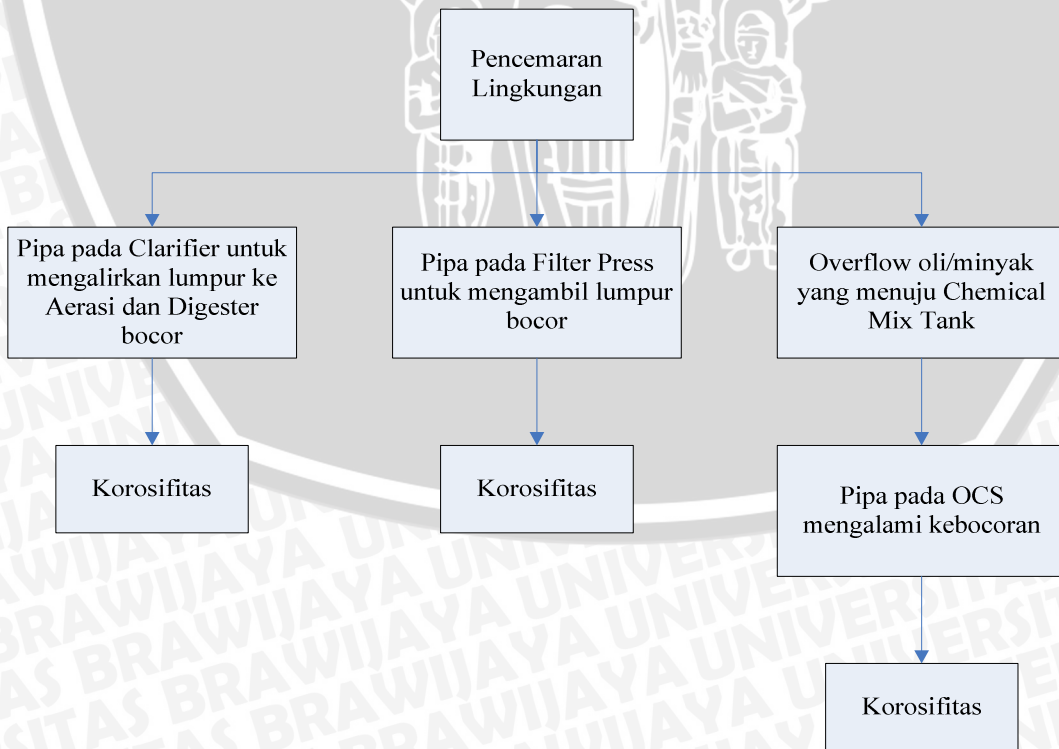
Gambar 4.4 Root Cause Analysis Timbul Bau Tidak Sedap



Gambar 4.5 Root Cause Analysis Penurunan Kualitas Limbah



Gambar 4.6 Root Cause Analysis Bakteri WWTP Mati



Gambar 4.7 Root Cause Analysis Pencemaran Lingkungan

4.10 Risk Analysis (Analisis Risiko)

Pada tahap ini dilakukan penilaian risiko, analisa terhadap risiko, dan mengukur tingkat risiko yang terjadi. Dari risiko yang sudah teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengestimasi probabilitas atau kemungkinan terjadinya risiko, menentukan tingkat risiko dan mengetahui nilai risiko.

Penilaian *likelihood* dan *consequences* ini dilakukan dengan wawancara dan *brainstorming* dengan pihak pelaksana IPAL PT ALP Petro Industry untuk mengestimasi probabilitas kejadian risiko. Nilai kategori *likelihood* dan *consequences* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 Nilai *Likelihood* Risiko

No	Risiko	<i>Likelihood</i>
1.	Limbah cair tumpah	<i>Rare</i>
2.	Timbul bau tidak sedap	<i>Likely</i>
3.	Penurunan kualitas limbah	<i>Unlikely</i>
4.	Bakteri WWTP mati	<i>Moderate</i>
5.	Pencemaran lingkungan	<i>Rare</i>

Tabel 4.9 Nilai *Consequences* Risiko

No	Risiko	<i>Consequences</i>
1.	Limbah cair tumpah	<i>Insignificant</i>
2.	Timbul bau tidak sedap	<i>Insignificant</i>
3.	Penurunan kualitas limbah	<i>Major</i>
4.	Bakteri WWTP mati	<i>Major</i>
5.	Pencemaran lingkungan	<i>Minor</i>

4.10.1 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis*

Berdasarkan dari tabel FMEA ditemukan sepuluh risiko yang teridentifikasi diantaranya adalah limbah cair tumpah, pencemaran lingkungan, air limbah terlalu asam atau basa, bakteri aerator kolaps atau keracunan, kandungan COD dan BOD masih tinggi, warna air limbah tidak sesuai karakteristik, flok pecah, timbul bau tidak sedap, penurunan kualitas limbah, bakteri WWTP mati. Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak manajemen serta dalam RPN yang sudah ditetapkan pada lampiran, sepuluh risiko yang telah ditemukan disederhanakan menjadi lima risiko yaitu limbah cair tumpah, timbul bau tidak sedap, penurunan kualitas limbah, bakteri WWTP mati,

dan pencemaran lingkungan. Kelima risiko ini memiliki nilai RPN yang tinggi dan muncul lebih banyak daripada risiko lainnya.

1. Limbah cair tumpah (*Leakage*)

Limbah cair tumpah terjadi pada *Neutralization* dan DAF. Limbah cair yang tumpah dapat mengakibatkan pencemaran pada tanah. Dampak dari pencemaran tanah adalah rusaknya struktur tanah, air tanah dapat terkontaminasi, dan bahkan dapat mengganggu mikroorganisme yang ada didalam tanah. Ketika limbah cair telah mencemari permukaan tanah, maka dapat menguap, terbawa air hujan dan atau masuk kedalam tanah.

2. Timbul bau tidak sedap

Timbulnya bau tidak sedap pada Instalasi Pengolahan Air limbah dapat menyebar ke seluruh lingkungan sekitar perusahaan. Hal ini dapat mengganggu kenyamanan warga dan aktivitas di area perusahaan.

Jika dalam jangka panjang bau limbah tidak segera diatasi dan menyengat, dapat mengancam kesehatan lingkungan. Tidak hanya bagi manusia saja, tanaman dan hewan dapat terkena dampaknya juga. Bau tidak sedap memicu adanya bakteri atau hewan yang merugikan kesehatan.

3. Penurunan kualitas limbah

Penurunan kualitas limbah terjadi ketika parameter fisika dan kimia tidak sesuai dengan standar baku mutu yang sudah ditentukan. Jika penurunan kualitas limbah pada IPAL PT ALP Petro Industry terjadi maka akan berdampak pada lingkungan sekitar perusahaan. Pengaruh parameter-parameter air limbah pada lingkungan adalah sebagai berikut:

- a. pH air yang terlalu rendah dapat menyebabkan air menjadi bersifat korrosif dan apabila terlalu basa juga dapat menyebabkan iritasi/terbakar pada kulit.
- b. BOD dan COD apabila berlebihan dapat menyebabkan kualitas air menjadi buruk dengan meningkatnya mikroorganisme dalam air.
- c. Phenol dapat menjadi toksik pada biota air dan manusia apabila melebihi baku mutu.
- d. NH_3N apabila berlebihan dapat menyebabkan pencemaran air dengan meningkatnya tumbuhan air didalam air.
- e. Minyak dan lemak apabila berlebihan di badan air maka akan menyebabkan tertutupnya permukaan air, sehingga menyebabkan transfer oksigen berkurang dan akan menyebabkan suplai oksigen berkurang pula.

4. Bakteri WWTP mati

Bakteri WWTP mati ketika metabolisme mikroorganisme terganggu. Metabolisme mikroorganisme terganggu pada saat lumpur aktif dalam *Biological Treatment* atau Tangki Aerasi berkurang bahkan habis dan ketika suplai oksigen untuk mikroorganisme berkurang, sehingga apabila terjadi kematian pada bakteri akan mempengaruhi aktivitas proses pengolahan limbah menggunakan proses biologi.

5. Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan terjadi akibat dari pipa-pipa pada Instalasi Pengolahan Air Limbah yaitu pada *Equalization Tank*, *Clarifier* dan *Sludge Thickener* mengalami kebocoran sehingga lumpur tercecer. Lumpur yang tercecer ini adalah lumpur yang mengandung mikroorganisme dan dapat mencemari tanah.

4.10.2 Analisis *Root Cause Analysis*

1. Limbah cair tumpah (*Leakage*)

Tumpahnya limbah cair disebabkan karena suplai limbah cair yang berlebihan dari seluruh departemen di pabrik yang terkumpul dalam Tangki 14. Salah satu departemen yaitu dari departemen produksi, dimana jika terjadi kondisi abnormal dari proses produksi seperti mesin atau pompa yang tidak dapat berfungsi dengan baik. Mesin atau pompa yang rusak untuk mengalirkan limbah cairnya ke IPAL dapat menyebabkan suplai limbah cair berlebihan.

Penyebab lain terjadinya limbah cair tumpah adalah pompa pada *Neutralization* dan DAF karena lamanya usia, kualitas pompa yang kurang bagus sehingga mempengaruhi kinerja pompa, dan karena tidak dilakukannya inspeksi pada pompa karena jumlah operator yang kurang untuk melakukan perawatan.

Limbah cair yang tumpah juga disebabkan karena pipa yang berfungsi mengalirkan air limbah dari *Equalization Tank* menuju *Oil Coalescing Separator*, pipa dari *Clarifier* ke *Sand Carbon Filter* dan pipa dari *Sludge Blending* ke *Filter Press* buntu. Serta *overflow* limbah cair dari *Oil Coalescing Separator* ke *Chemical Mix Tank* dapat mengakibatkan limbah cair tumpah.

2. Timbul bau tidak sedap

Timbulnya bau tidak sedap karena terjadi fase anaerob pada proses Aerasi dan *Sludge Blending*. Hal ini disebabkan suplai oksigen berkurang, terjadi pengendapan lumpur yang terlalu lama sehingga mengganggu metabolisme mikroorganisme pada saat *Biological Treatment*. Selain itu juga karena penguraian bakteri yang tidak

sempurna serta ceceran lumpur pada Instalasi Pengolahan Air Limbah dapat menimbulkan bau yang tidak sedap.

3. Penurunan kualitas limbah

Kualitas limbah cair (*effluent*) menjadi kurang baik ketika warna *effluent* tidak jernih. Penyebabnya karena keterbatasan atau kelebihan bahan kimia berupa *coagulant*, *flocculant*, dan *polymer* yang digunakan untuk menjernihkan air mengakibatkan warna *effluent* menjadi keruh atau berwarna putih susu. Disamping itu pada *Sand Carbon Filter* penyaringan tidak dapat dilakukan dengan sempurna sebab pasir dan karbon sudah jenuh, hal ini disebabkan periode penggantian pasir dan karbon yang terlalu lama.

Penurunan kualitas *effluent* juga disebabkan karena nilai karakteristik *effluent* tidak memenuhi standar baku mutu limbah cair dalam arti kadar bahan kimia dalam limbah melebihi batas. Nilai karakteristik yang tidak sesuai ini dapat disebabkan oleh metabolisme mikroorganisme dalam air terganggu atau mati sehingga tidak mampu mengolah limbah cair secara biologis. Hal ini juga dapat dipengaruhi oleh *effluent* yang masih asam atau basa sebab *caustic soda* dan NaOH terlalu banyak atau terlalu sedikit.

4. Bakteri WWTP mati

Bakteri WWTP mati pada proses pengolahan limbah diakibatkan dari lumpur aktif pada *Clarifier* habis karena bahan kimia yang melebihi batas baku mutu mengakibatkan jumlah populasi mikroorganisme tidak konstan, maka akan mengakibatkan proses IPAL terganggu.

Bakteri WWTP mati juga disebabkan karena kurangnya suplai oksigen untuk mikroorganisme dalam air. Suplai oksigen berkurang karena *diffuser* dan *blower* yang berfungsi menyediakan oksigen pada proses biologi rusak. Kerusakan pada *diffuser* dan *blower* dapat disebabkan lamanya usia, kualitas *blower* dan *diffuser* yang kurang bagus sehingga mempengaruhi kinerja *blower* dan *diffuser*, serta karena tidak dilakukannya inspeksi pada *blower* dan *diffuser* karena jumlah operator yang kurang untuk melakukan perawatan.

5. Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh kebocoran pipa pada *Clarifier* yang berfungsi mengalirkan lumpur kembali ke tangki Aerasi dan mengeluarkan lumpur ke *Digester*, serta pada pipa *Filter Press* untuk mengambil lumpur dari *Sludge Thickener*. Pipa pada *Clarifier* dan *Filter Press* bocor disebabkan karena korosi dan

perawatan yang tidak dilakukan secara rutin sehingga kebocoran dari pipa ini menyebabkan lumpur keluar dan membuat tanah terkontaminasi.

4.10.3 Analisis Risiko Berdasarkan *Likelihood*

1. Limbah cair tumpah (*Leakage*)

Risiko limbah cair tumpah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah sangat kecil kemungkinannya terjadi, karena PT ALP Petro Industry telah memiliki satu bangunan yaitu Tangki (TK-14) yang berfungsi untuk menampung limbah cair ketika kapasitasnya melebihi debit air limbah pada Sour Water Stripper. Oleh karena itu, risiko limbah cair tumpah dapat digolongkan pada level *Rare* yaitu kemungkinan terjadinya jarang sekali.

2. Timbul bau tidak sedap

Risiko timbul bau tidak sedap sering terjadi sehingga termasuk dalam level *Likely*, hal ini terjadi karena terjadinya fase anaerob pada proses aerasi dan sludge blending dimana disebabkan oleh sistem aerasi udara terganggu sehingga penguraian bakteri tidak sempurna.

3. Penurunan kualitas limbah

Risiko penurunan kualitas limbah termasuk dalam level *Unlikely*, yaitu kemungkinan terjadi kadang-kadang. Kemungkinan terjadinya penurunan kualitas limbah karena warna *effluent* yang tidak jernih disebabkan keterbatasan bahan kimia yang digunakan untuk mencampur *effluent* pada proses IPAL.

4. Bakteri WWTP mati

Bakteri WWTP mati yang dapat disebabkan berkurangnya suplai oksigen saat ini terjadi. Hal ini terjadi karena *diffuser* dan *blower* aerasi yang tidak berfungsi, penyebabnya adalah korosi, lama usia dan perawatan yang tidak dilakukan secara rutin sehingga mikroorganisme yang ada pada tangki aerasi berkembang terlalu cepat dan banyak atau bahkan berkurang dan habis. Maka risiko bakteri WWTP mati termasuk dalam level *Moderate*, yaitu sedang terjadi

5. Pencemaran lingkungan

Risiko pencemaran lingkungan termasuk dalam level *Rare*, yaitu kemungkinan jarang sekali terjadi. Hal ini dikarenakan perawatan dan pemantauan pipa-pipa yang ada pada Instalasi Pengolahan Air Limbah dilakukan berkala secara internal selama 2-3 hari sekali dan dari pihak eksternal dilakukan tiap satu bulan sekali.

4.10.4 Analisis Risiko Berdasarkan *Consequence*

1. Limbah cair tumpah (*Leakage*)

Risiko limbah cair tumpah termasuk pada level *Insignificant*, yang berarti bahwa tidak ada luka-luka, kerugian finansial yang rendah jika terjadi tumpahan limbah cair dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah

2. Timbul bau tidak sedap

Risiko timbul bau tidak sedap termasuk pada level *Insignificant*, yang berarti bahwa tidak ada luka-luka, kerugian finansial yang rendah jika terjadi tumpahan limbah cair dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah.

3. Penurunan kualitas limbah

Penurunan kualitas limbah termasuk pada level *Major*, yang apabila terjadi maka akan menimbulkan kerugian yang luas, luka yang serius, kemampuan proses terganggu, serta kerugian finansial yang besar bagi pihak PT ALP Petro Industry.

4. Bakteri WWTP mati

Bakteri WWTP mati memiliki tingkat *consequence* pada level *Major*, yang berarti bahwa risiko menimbulkan kerugian yang luas, kemampuan proses terganggu dan kerugian finansial yang besar.

5. Pencemaran lingkungan

Risiko pencemaran lingkungan termasuk dalam level *Minor*, yang berarti bahwa apabila terjadi maka membutuhkan pertolongan pertama dan kerugian finansial sedang.

4.11 Risk Characterization

Dari hasil analisis risiko yang telah dilakukan dan diketahui nilai *likelihood* serta *consequences*, tahap selanjutnya adalah melakukan pemetaan risiko dengan matriks risiko.

Tabel 4.10 Matriks Risiko Proses WWTP Terganggu

Likelihood	Consequence				
	1 <i>Insignificant</i>	2 <i>Minor</i>	3 <i>Moderate</i>	4 <i>Major</i>	5 <i>Catastrophic</i>
(A) <i>Almost certainly</i>	H	H	E	E	E
(B) <i>Likely</i>	Timbul bau tidak sedap	H	H	E	E
(C) <i>Moderate</i>	L	M	H	Bakteri WWTP mati	E
(D) <i>Unlikely</i>	L	L	M	Penurunan kualitas limbah	E
(E) <i>Rare</i>	Limbah cair tumpah	Pencemaran lingkungan	M	H	H

Analisis *risk characterization*:

1. Limbah cair tumpah (*Leakage*)
Risiko limbah cair tumpah termasuk dalam level *low risk*. Artinya risiko ini diterima dengan persetujuan oleh pihak manajemen dan dapat diatasi dengan prosedur yang rutin.
2. Timbul bau tidak sedap
Risiko timbul bau tidak sedap termasuk dalam level *moderate risk*. Artinya risiko ini diterima dengan persetujuan dan memerlukan tanggung jawab yang jelas dari pihak manajemen.
3. Penurunan kualitas limbah
Risiko penurunan kualitas limbah termasuk dalam level *high risk*. Artinya risiko ini tidak diinginkan dan hanya dapat diterima ketika pengurangan risiko tidak dapat dilaksanakan, sehingga memerlukan perhatian khusus dari pihak manajemen.
4. Bakteri WWTP mati
Risiko bakteri WWTP mati termasuk dalam level *extreme risk*. Artinya risiko ini tidak dapat ditoleransi dan memerlukan penanganan dengan segera dari pihak manajemen.
5. Pencemaran lingkungan
Risiko pencemaran lingkungan termasuk dalam level *low risk*. Artinya risiko ini diterima dengan persetujuan oleh pihak manajemen dan dapat diatasi dengan prosedur yang rutin.

4.12 Risk Management

Risk management merupakan upaya yang dilakukan untuk memperkecil atau mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan konsekuensi atau akibat yang ditimbulkan. Upaya ini merupakan mitigasi atau penanganan risiko. Upaya mitigasi risiko pada penelitian ini hanya sebatas memberikan rekomendasi atau usulan kepada perusahaan.

1. Limbah cair tumpah

Upaya mitigasi risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi risiko limbah cair tumpah yaitu:

- a. Melakukan inspeksi limbah cair yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air limbah melalui Tangki 14 (TK-14) sampai dialirkan ke *Physical Treatment*.
- b. Melakukan perawatan rutin pada pompa di *Neutralization* dan *Dissolved Air Flotation* (DAF).
- c. Memasang alat pendeteksi untuk mengetahui volume limbah cair ketika hampir penuh.
- d. Melakukan inspeksi pada pipa *Oil Coalescing Separator* (OCS), *Chemical Mix Tank* (CMT), *Sand Carbon Filter* dan *Filter Press* untuk menghindari terjadinya *overflow* saat mengalirkan limbah.

2. Timbul bau tidak sedap

Upaya mitigasi risiko yang dapat dilakukan untuk meminimasi risiko timbulnya bau tidak sedap yaitu:

- a. Pemeriksaan dan perawatan berkala pada blower dan diffuser Aerator.
- b. Monitoring secara rutin pada Aerator dan *Sludge Blending* untuk mencegah fase anaerob terjadi.
- c. Mengurangi kebocoran pada pipa agar limbah yang bercampur lumpur tidak tercecer dan tidak menimbulkan bau.
- d. Membuat fasilitas penampung limbah yang bau, dilakukan proses penanganan limbah lebih lanjut untuk meminimalisasi limbah yang kurang sedap.
- e. Limbah yang bau bukan merupakan suatu parameter bahwa limbah itu berbahaya namun hanya dampaknya lebih kepada gangguan indra penciuman belaka. Bahkan bisa saja limbah yang tidak bau namun justru memiliki kandungan yang berbahaya seperti racun dan sebagainya.

3. Penurunan kualitas limbah

Upaya mitigasi risiko yang dapat dilakukan untuk meminimasi risiko penurunan kualitas limbah yaitu:

- a. Melakukan inspeksi atau perawatan pada tanki Aerator.
 - b. Memonitor proses di *Biological Treatment*.
 - c. Memonitor penginjeksian *coagulant* dan *flocculant* serta *polymer* yang sesuai dosis.
 - d. Ketersediaan bahan kimia yang mencukupi kebutuhan dosing agar tidak mengalami penurunan kualitas limbah cair
 - e. Meningkatkan ketelitian laboran dalam pengujian laboratorium.
 - f. Melakukan inspeksi sumber air limbah yang banyak mengandung bahan kimia kemudian dilakukan *pretreatment* dilokasi itu hingga kualitasnya sama dengan limbah organik.
4. Bakteri WWTP mati

Upaya mitigasi risiko yang dapat dilakukan untuk meminimasi risiko bakteri WWTP mati yaitu:

- a. Melakukan inspeksi/ perawatan pada *Blower* dan *Diffuser*.
 - b. Memonitor proses pengolahan biologis pada *Biological Treatment* dan Tangki Aerasi.
 - c. Memonitor jumlah populasi lumpur aktif agar tidak sampai berkurang dan habis.
 - d. Melakukan pembiakan bakteri dalam inkubator sampai kadar yang sesuai dengan kebutuhan limbah.
 - e. Memberikan makanan berupa urea (dengan kandungan Phospat dan Nitrogen) untuk menjamin kelangsungan hidup bakteri pada unit biologis.
5. Pencemaran lingkungan

Upaya mitigasi risiko yang dapat dilakukan untuk meminimasi risiko pencemaran lingkungan yaitu:

- a. Melakukan inspeksi pada pipa untuk menghindari kebocoran.
- b. Memonitor sumber adanya tumpahan atau terjadinya kebocoran.
- c. Memasang isolasi pada pipa untuk mencegah tumpahan lumpur sehingga tidak terjadi kontaminasi tanah.