

BAB V

TUGAS KHUSUS

5.1. Pendahuluan

5.1.1. Latar Belakang Masalah

PT Sunan Rubber adalah sebuah industri yang bergerak di bidang pengolahan karet. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair dan limbah padat. Dalam mengolah air limbah produksi urutan prosesnya yaitu, Bak rubber trap, bak penampungan awal, bak aerasi, bak sedimentasi, bak dinitrifikasi, bak pengeringan lumpur dan bak indikator. Air limbah yang datang dari lantai produksi mengalir melalui parit inlet di IPAL selanjutnya masuk ke bak rubber trap untuk pengendapan tatal/pasir, kemudian menuju ke bak aerasi. Di bak pengendapan ini harus dilakukan pengembalian endapan ke awal bak aerasi, karna mikroba ini dibutuhkan untuk mengurai limbah. Disamping itu bak pengendapan tidak ada pasokan oksigen sehingga bila lumpur didiamkan terlalu lama akan mati dan mengapung ke permukaan bak pengendapan, akibatnya air akan bewarna keruh dan berbau kembali. Untuk air lift pump di bak pengendapan harus dioperasikan selama 24 jam, dalam kondisi ada aliran limbah masuk maupun saat tidak ada limbah masuk. Besarnya bukaan kran udara air lift pump diatur sampai kepekatan lumpur kembali 2-2.5 kali kepekatan lumpur di bak aerasi. Pada awalnya pengembalian lumpur dari bak pengendapan, air yang terhisap masih bewarna seperti air limbah yang keluar, tapi dalam beberapa hari akan semakin pekat dan bewarna dari abu-abu berangsur kecoklatan. Maka dari itu air limbah diseragamkan pH, temperatur, COD, dan kadar padatan (TSS), dan untuk awal pengoperasian ini tidak perlu ada lumpur yang di buang ke bak pencernaan lumpur. Nilai DO di bak aerasi perlu dikendalikan dalam kisaran 1.0-3.0 ppm, sedangkan nilai DO di bak dinitrifikasi perlu dikendalikan dalam kisaran 0.5-10 ppm, dan nilai SV30 (sludge volume) dari bak aerasi dikendalikan antara 150-250 ml. Pengolahan yang baik akan mampu menghasilkan transparansi air hasil olahan di atas 40 cm, dan bila

warna air berangsur jernih dan mulai kuning, ini mengindikasikan berlebihnya mikroba, oleh sebab itu dapat saja standar acuan pembuangan lumpur diperbaiki. SV30 (sludge volume) kolam aerasi diukur dengan cara mengambil 1000 ml sampel air dibagian akhir bak aerasi sebelum masuk bak dinitrifikasi, yang diisikan kedalam gelas ukur 1000 ml, lalu diendapkan selama 30 menit, setelah itu dibaca ketinggian permukaan lumpur didalam gelas ukur tersebut. Transparency diukur dengan cara mencelupkan tongkat ukur kedalam bak sedimentasi, kedalaman lingkaran tongkat ukur yang masih dapat terlihat dinyatakan sebagai nilai transparency.

Jika pengoperasian blower yang hidup tidak stabil dengan pengolahan yang baik maka proses pada IPAL ini dapat terganggu dan bakteri kekurangan oksigen yang menyebabkan lumpur akan menjadi muda dan akan naik ke permukaan air. Untuk mengurangi bau dari limbah cair dan untuk menjernihkan air yang untuk di buang ke sungai harus melakukan tahapan awal dari proses pengolahan limbah. Berdasarkan latar belakang ini dicari pemecahan masalah untuk mengurangi kadar tingginya parameter air dan kadar lumpur yang berlebih di bak sedimentasi yang mengakibatkan limbah yang dibuang ke sungai sangat keruh dan tidak optimal.

5.1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan masalahnya, bagaimana cara menghilangkan kadar kekeruhan air limbah pada proses aerasi IPAL PT Sunan Rubber?

5.1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkaji ulang proses aerasi pada bak aerasi IPAL PT Sunan Rubber
2. Mendapatkan air jernih dari hasil pengelolaan air limbah

5.1.4. Ruang Lingkup Masalah

Penelitian ini hanya dilakukan pada bagian IPAL di PT Sunan Rubber Palembang.

5.1.5. Sistematika Laporan

Agar lebih mudah dipahami, maka laporan kerja praktik ini disajikan dalam beberapa bab. Berikut merupakan sistematika dari laporan kerja praktik ini.

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Sejarah Singkat Perusahaan
- 1.2 Lokasi Perusahaan dan Luas Lahan
- 1.3 Ketenagakerjaan
- 1.4 Misi dan Tujuan Perusahaan

BAB II PROSES PRODUKSI

- 2.1 Bahan Baku dan Bahan Pembantu
- 2.2 Produsen Pengadaan Bahan Baku
- 2.3 Tahapan Proses Produksi
- 2.4 Tahapan Pengolahan Limbah

BAB III STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

- 3.1 Bentuk-Bentuk Organisasi
- 3.2 Organisasi Perusahaan
- 3.3 Pembagian Tugas dan Wewenang

BAB IV KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3)

- 4.1 Pasal-pasal yang Berkaitan dengan K3
- 4.2 Penyakit yang Dianalisis Akibat Kerja
- 4.3 Alat-alat Proteksi Diri
- 4.4 Alat Proteksi Khusus dan Penyakit yang Dialami Pekerja Pabrik

BAB V TUGAS KHUSUS

- 5.1 Pendahuluan
- 5.1.1 Latar Belakang Masalah

Pada bagian ini akan diuraikan latar belakang masalah yang terdapat pada PT Sunnan Rubber Palembang, terutama pada bagian IPAL.

5.1.2 Rumusan Masalah

Pada bagian ini akan diuraikan rumusan masalah dari latar belakang yang telah diuraikan pada latar belakang.

5.1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, dijelaskan dan diuraikan pula tujuan dari penelitian yang dilakukan.

5.1.4 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup masalah diuraikan dengan tujuan agar lingkup masalah yang dibahas tidak melebar sehingga lingkup masalah yang dibahas sesuai dengan yang telah ditentukan.

5.1.5 Sistematika Laporan

5.2 Landasan Teori

Untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan, maka dilakukan studi pustaka yang berguna untuk membantu dalam mencari berbagai teori atau konsep masalah yang dapat dijadikan sebagai pedoman dan landasan berpikir.

5.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan diuraikan adalah metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini sehingga dapat diketahui langkah-langkah melakukan penelitian ini.

5.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan rumusan masalah yang akan diangkat dan diolah sesuai dengan teori yang telah didapatkan.

5.5 Analisis Hasil Penelitian

Analisis dilakukan setelah pengolahan data dilakukan, yaitu menganalisis dari perhitungan yang dilakukan dengan membandingkan dengan teori yang didapatkan.

5.6 Simpulan dan Saran

Simpulan dan saran dapat dibuat sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan.

5.2 Landasan Teori

5.2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Menurut Siregar, S.A (2005), limbah merupakan bahan buangan yang berbentuk cair, gas dan padat yang mengandung bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan. Air limbah yaitu air dari suatu daerah permukiman yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik.

5.2.1.1 Ciri- Ciri Air Limbah

Disamping kotoran yang biasanya terkandung dalam persediaan air bersih air limbah mengandung tambahan kotoran akibat pemakaian untuk keperluan rumah tangga, komersial dan industri. Beberapa analisis yang dipakai untuk penentuan ciri – ciri fisik, kimiawi, dan biologis dari kotoran yang terdapat dari air limbah.

1. Ciri-ciri Fisik

Ciri-ciri fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, salinitas, daya hantar listrik, bau dan temperature. Sifat fisik ini beberapa diantaranya dapat dikenali secara visual tapi untuk mengetahui secara pasti maka digunakan analisis laboratorium.

a. Padatan

Dalam limbah ditemukan zat padat yang secara umum diklasifikasikan kedalam dua golongan besar yaitu padatan terlarut dan padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel koloid dan partikel biasa. Jenis partikel dapat dibedakan berdasarkan diameternya. Jenis padatan terlarut maupun tersuspensi dapat bersifat organik maupun sifat inorganik tergantung dari mana sumber limbah. Disamping kedua jenis padatan ini ada lagi padatan yang dapat terendap karena mempunyai diameter yang lebih besar dan dalam keadaan tenang dalam beberapa waktu akan mengendap sendiri karena beratnya.

b. Kekeruhan

Sifat keruh air dapat dilihat dengan mata secara langsung karena ada partikel koloidal yang terdiri dari kwartz, tanah liat, sisa bahan-bahan, protein dan ganggang yang terdapat dalam limbah. Kekeruhan merupakan sifat optis larutan. Sifat keruh membuat hilang nilai estetikanya.

c. Bau

Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfide atau amoniak yang menimbulkan penciuman tidak enak bagi penciuman disebabkan adanya campuran nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah. Timbulnya bau yang diakibatkan limbah merupakan suatu indikator bahwa terjadi proses alamiah. Dengan adanya bau ini akan lebih mudah menghindarkan tingkat bahaya yang ditimbulkannya dibandingkan dengan limbah yang tidak menghasilkan bau.

d. Temperatur

Limbah yang mempunyai temperatur panas yang akan mengganggu pertumbuhan biota tertentu. Temperatur yang dikeluarkan suatu limbah cair harus merupakan temperature alami. Suhu berfungsi memperlihatkan aktifitas kimiawi dan biologis. Pada suhu tinggi pengentalan cairan berkurang dan mengurangi sedimentasi. Tingkat zat oksidasi lebih besar pada suhu tinggi dan pembusukan jarang terjadi pada suhu rendah.

e. Warna

Warna dalam air disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman, air dan buangan industri. Warna berkaitan dengan kekeruhan, dan dengan menghilangkan kekeruhan kelihatan warna nyata. Demikian juga warna dapat disebabkan zat-zat terlarut dan zat tersuspensi. Warna menimbulkan pemandangan yang jelek dalam air limbah meskipun warna tidak menimbulkan sifat racun.

2. Ciri-ciri Kimiawi

a. BOD

Pemeriksaan BOD dalam limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena ada sejumlah bakteri. Diperhitungkan selama dua hari reaksi lebih dari sebagian reaksi telah tercapai. BOD adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) semua zat-zat organik yang terlarut maupun sebagai tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Nilai ini hanya merupakan jumlah bahan organik yang dikonsumsi bakteri. Penguraian zat-zat organik ini terjadi secara alami. Aktifnya

bakteri-bakteri menguraikan bahan-bahan organik bersamaan dengannya habis pula terkonsumsi oksigen.

b. COD

Pengukuran kekuatan limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam limbah. Metode ini lebih singkat waktunya dibandingkan dengan analisa BOD. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia. Adanya racun atau logam tertentu dalam limbah pertumbuhan bakteri akan terhalang dan pengukuran BOD menjadi tidak realistis. Untuk mengatasinya lebih tepat menggunakan analisa COD. COD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganik dan organik sebagaimana pada BOD. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat anorganik.

c. Methan

Gas methan terbentuk akibat penguraian zat-zat organik dalam kondisi anaerob pada air limbah. Gas ini dihasilkan lumpur yang membusuk pada dasar kolam, tidak berdebu, tidak berwarna dan mudah terbakar. Methan juga ditemukan pada rawa-rawa dan sawah.

d. Keasaman air

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH tinggi atau rendah menjadikan air steril dan sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu. Limbah air dengan keasaman tinggi bersumber dari buangan yang mengandung asam seperti air pembilas pada pabrik pembuatan kawat atau seng.

e. Alkalinitas

Tinggi rendahnya alkalinitas air ditentukan air senyawa karbonat, garam hidrokisda, magnesium dan natrium dalam air. Tingginya kandungan zat tersebut mengakibatkan kesadahan dalam air. Semakin tinggi kesadahan suatu air semakin sulit air berbuih.

f. Lemak dan minyak

Kandungan lemak dan minyak yang terdapat dalam limbah bersumber dari industri yang mengolah bahan baku mengandung minyak bersumber dari proses klasifikasi dan proses perebusan. Limbah ini membuat lapisan pada permukaan air sehingga membentuk selaput.

g. Oksigen terlarut

Keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah oksigenterlarut. Keadaan oksigen terlarut dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan ikan dan biota dalam perairan. Semakin banyak ganggang dalam air semakin tinggi kandungan oksigennya.

h. Logam-logam berat dan beracun

Logam berat pada umumnya adalah metal-metal seperti copper, selter pada cadmium, air raksa, lead, chromium, iron dan nikel. Metal lain yang juga termasuk metal berat adalah arsen, selenium, cobalt, mangan, dan aluminium. Logam-logam ini dalam konsentrasi tertentu membahayakan bagi manusia.

3. Sifat Biologis

Bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawaan. Protein adalah salah satu senyawa kimia organik yang membentuk rantai kompleks, mudah terurai menjadi senyawa-senyawa lain seperti asam amino. Bahan yang mudah larut dalam air

akan terurai menjadi enzim dan bakteri tertentu. Bahan ragi akan terfermentasi menghasilkan alkohol. Pati sukar larut dalam air, akan tetapi dapat diubah menjadi gula oleh aktifitas mikrobiologi. Bahan-bahan ini dalam limbah akan diubah oleh mikroorganisme menjadi senyawa kimia yang sederhana seperti karbon dioksida dan air serta amoniak. (Ginting,2006).

5.2.1.2 Jenis Limbah

Berdasarkan karakteristiknya, limbah dapat digolongkan menjadi 4 macam, yaitu :

a. Limbah Cair

Menurut Qasim (1985), air limbah adalah cairan atau limbah yang dibawa melalui air yang berasal dari rumah tangga, komersial, atau proses industri, bersama dengan air permukaan, air hujan atau infiltrasi air tanah. Sedangkan menurut Metcalf & Eddy (2003), air limbah adalah kombinasi cairan dan sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perkantoran industri yang kadang-kadang hadir bersama air tanah, air permukaan dan hujan. Menurut Tjokrokusumo (1998), air limbah dapat juga diartikan sebagai suatu kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas kedalam air dengan sifat yang dapat berup aendapan atau padat, padat tersuspensi, terlarut/koloid, emulsi yang menyebabkan air sehingga harus dipisahkan atau dibuang.

Air limbah merupakan cairan atau limbah yang terbawa kedalam air, baik berupa benda padat, cair dan gas dengan sifat yang dapat berupa endapan atau padat, padat tersuspensi, terlarut/koloid, emulsi, yang berasal dari rumah tangga, komersi alat atau proses industri, yang kadang terdapat bersama dengan air tanah, air permukaan, air hujan atau infiltrasi air tanah.

Sugiharto (1987) membagi klasifikasi sumber air limbah menjadi dua bagian, yaitu air limbah rumah tangga (*domestic waste*

water) dan air limbah industri. Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar organik, non-organik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air. Sumber utama air limbah domestik (rumah tangga) dari masyarakat adalah dari daerah perumahan, perdagangan, kelembagaan dan rekreasi. Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari industri, pertanian, peternakan perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain. Limbah ini sangat bervariasi lebih lagi untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, pestisida, bahan pupuk yang mengandung nitrogen dan sebagainya.

b. Limbah Padat

Limbah padat berasal dari kegiatan industri dan domestik. Limbah domestik pada umumnya berbentuk limbah padat rumah tangga, limbah padat kegiatan perdagangan, perkantoran, peternakan, pertanian serta dari tempat-tempat umum. Jenis-jenis limbah padat: kertas, kayu, kain, karet/kulit tiruan, plastik, metal, gelas/kaca, organik, bakteri, kulit telur, dll.

Limbah padat adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari sisa proses pengolahan. Limbah ini dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu limbah padat yaitu dapat didaur ulang, seperti plastik, tekstil, potongan logam dan kedua limbah padat yang tidak punya nilai ekonomis.

Bagi limbah padat yang tidak punya nilai ekonomis dapat ditangani dengan berbagai cara antara lain ditimbun pada suatu tempat, diolah kembali kemudian dibuang dan dibakar.

c. Limbah Gas dan Partikel

Polusi udara adalah tercemarnya udara oleh beberapa partikulat zat (limbah) yang mengandung partikel (asap dan jelaga), hidrokarbon, sulfur dioksida, nitrogen oksida, ozon (asap kabut fotokimiawi), karbon monoksida dan timah. Udara adalah media

pencemar untuk limbah gas. Limbah gas atau asap yang diproduksi pabrik keluar bersamaan dengan udara.

Secara alamiah udara mengandung unsur kimia seperti O₂, N₂, NO₂, CO₂, H₂ dan lain-lain. Penambahan gas ke dalam udara melampaui kandungan alami akibat kegiatan manusia akan menurunkan kualitas udara. Zat pencemar melalui udara diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu partikel dan gas. Partikel adalah butiran halus dan masih mungkin terlihat dengan mata telanjang seperti uap air, debu, asap, kabut dan fume-Sedangkan pencemaran berbentuk gas hanya dapat dirasakan melalui penciuman (untuk gas tertentu) ataupun akibat langsung. Gas-gas ini antara lain SO₂, NO_x, CO, CO₂, hidrokarbon dan lain-lain.

d. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Suatu limbah digolongkan sebagai limbah B3 bila mengandung bahan berbahaya atau beracun yang sifat dan konsentrasinya, baik langsung maupun tidak langsung, dapat merusak atau mencemarkan lingkungan hidup atau membahayakan kesehatan manusia. Yang termasuk limbah B3 antara lain adalah bahan baku yang berbahaya dan beracun yang tidak digunakan lagi karena rusak, sisa kemasan, tumpahan, sisa proses, dan oli bekas kapal yang memerlukan penanganan dan pengolahan khusus. Bahan-bahan ini termasuk limbah B3 bila memiliki salah satu atau lebih karakteristik berikut: mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif, dan lain-lain, yang bila diuji dengan toksikologi dapat diketahui termasuk limbah B3.

5.2.2. Aerasi

Perpindahan masa zat dari proses gas ke fase cair atau sebaliknya, terjadi bila ada kontak antara permukaan cairan dengan udara. Di dalam praktek pengolahan air umumnya udara dan proses perpindahan gas umumnya diberi istilah “Aerasi”. Gas – gas yang menjadi perhatian dibidang pengolahan air adalah O₂, CO₂, CH₄, H₂S, NH₃ dan Cl₂. Gaya penggerak perpindahan massa dari udara ke dalam air atau sebaliknya, dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat di dalam air atau sebaliknya dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat di dalam larutan dan kelarutan gas pada konsentrasi tertentu (Sutrisno, 2010).

Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi yang pertama kali dilakukan di Inggris pada awal abad 19. Sejak itu proses ini diadopsi seluruh dunia sebagai pengolah air limbah domestik sekunder secara biologi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO₂ dan H₂O, NH₄, dan sel biomassa baru. Udara disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan (Gariel Bitton, 1994).

Menurut Anna dan Malte (1994) berpendapat keberhasilan pengolahan limbah secara biologi dalam batas tertentu diatur oleh kemampuan bakteri untuk membentuk flok, dengan demikian akan memudahkan pemisahan partikel dan air limbah. Lumpur aktif adalah ekosistem yang kompleks yang terdiri dari bakteri, protozoa, virus, dan organisme-organisme lain. Lumpur aktif dicirikan oleh beberapa parameter, antara lain, Indeks Volume Lumpur (*Sludge Volume Index = SVI*) dan *Stirred Sludge Volume Index (SSVI)*. Perbedaan antara dua indeks tersebut tergantung dari bentuk flok, yang diwakili oleh faktor bentuk (*Shape Factor = S*).

Pada kesempatan lain Anna dan Malte (1997) menyatakan bahwa proses lumpur aktif dalam pengolahan air limbah tergantung pada pembentukan flok lumpur aktif yang terbentuk oleh mikroorganisme

(terutama bakteri), partikel inorganik, dan polimer exoselular. Selama pengendapan flok, material yang terdispersi, seperti sel bakteri dan flok kecil, menempel pada permukaan flok. Pembentukan flok lumpur aktif dan penjernihan dengan pengendapan flok akibat agregasi bakteri dan mekanisme adesi. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa flokulasi dan sedimentasi flok tergantung pada hypobisitas internal dan eksternal dari flok dan material exopolimer dalam flok, dan tegangan permukaan larutan mempengaruhi hydropobisitas lumpur granular dari reaktor lumpur anaerobik.

Akumulasi besi dapat berasal dari influent air limbah atau melalui penambahan FeSO_4 yang digunakan untuk menghilangkan fosfor. Jumlah besi dalam lumpur aktif akan berkurang setelah memasuki kondisi anaerobik dan mungkin berasosiasi dengan adanya aktifitas bakteri heterotrofik. Berkurangnya fosfor dalam lumpur aktif dapat menyebabkan fosfor terlepas ke dalam air. Jika ini terjadi merupakan potensi untuk terjadinya eutrofikasi pada perairan.

Menurut Enri dan Anni (1995), juga mengemukakan bahwa limbah padat yang berasal dari suatu instalasi pengolah air limbah industri tekstil dapat digolongkan ke dalam limbah berbahaya karena mengandung logam berat. Mereka mengkaji kemungkinan proses solidifikasi mempergunakan tanah lempung dengan hasil yang cukup baik dari segi kekuatan tekan bebas, permeabilitas, dan hasil lindinya.

A. Tujuan dan Sasaran

Penerapan teknologi ini dengan tujuan dapat menghilangkan limbah organik sederhana dan mudah urai, organik kompleks seperti warna, bau. Proses ini juga menghilangkan logam berat. Sasaran dari penerapan teknologi ini adalah air hasil pengolahan limbah tekstil tidak mencemari lingkungan.

B. Manfaat

Teknologi ini dapat menurunkan total padatan tersuspensi (TSS) hingga mencapai 91%, COD 62%, Fe 96% dan BOD₅ 97%. Proses ini juga menghilangkan warna dan bau dari limbah tersebut.

5.2.2.1 Sistem Lumpur Aktif Konvensional

Proses Lumpur Aktif Konvensional dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar V.1. Sistem Lumpur Aktif Konvensional

e. Bak Aerasi

Oksidasi aerobik material organik dilakukan dalam tangki ini. Efluent pertama masuk dan tercampur dengan Lumpur Aktif Balik (*Return Activated Sludge =RAS*) atau disingkat LAB membentuk lumpur campuran (*mixed liquor*), yang mengandung padatan tersuspensi sekitar 1.500 - 2.500 mg/l. Aerasi dilakukan secara mekanik. Karakteristik dari proses lumpur aktif adalah adanya daur ulang dari biomassa. Keadaan ini membuat waktu tinggal rata-rata sel (biomassa) menjadi lebih lama dibanding waktu tinggal hidrauliknya (Sterritt dan Lester, 1988). Keadaan tersebut membuat sejumlah besar mikroorganisme mengoksidasi senyawa organik dalam waktu yang singkat. Waktu tinggal dalam tangki aerasi berkisar 4 - 8 jam.

f. Bak Sedimentasi

Tangki ini digunakan untuk sedimentasi flok mikroba (lumpur) yang dihasilkan selama fase oksidasi dalam tangki aerasi. Seperti disebutkan diawal bahwa sebahgian dari lumpur dalam tangki

penjernih didaur ulang kembali dalam bentuk LAB kedalam tangki aerasi dan sisanya dibuang untuk menjaga rasio yang tepat antara makanan dan mikroorganisme (*F/M Ratio*).

g. Parameter

Parameter yang umum digunakan dalam lumpur aktif (Davis dan Cornwell, 1985; Verstraete dan van Vaerenbergh, 1986) adalah sebagai berikut:

1. *Mixed-liqour suspended solids* (MLSS). Isi tangki aerasi dalam sistem lumpur aktif disebut sebagai *mixed liqour* yang diterjemahkan sebagai lumpur campuran. MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk didalamnya adalah mikroorganisma. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (filter), kemudian filter dikeringkan pada temperatur 105⁰C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.
2. *Mixed-liqour volatile suspended solids* (MLVSS). Porsi material organik pada MLSS diwakili oleh MLVSS, yang berisi material organik bukan mikroba, mikroba hidup dan mati, dan hancuran sel (Nelson dan Lawrence, 1980). MLVSS diukur dengan memanaskan terus sampel filter yang telah kering pada 600 - 650⁰C, dan nilainya mendekati 65-75% dari MLSS.
3. *Food - to - microorganism ratio* (F/M Ratio). Parameter ini merupakan indikasi beban organik yang masuk kedalam sistem lumpur aktif dan diwakili nilainya dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari (Curds dan Hawkes, 1983; Nathanson, 1986). Adapun formulasinya sebagai berikut :

$$F/M = \frac{Q \times BOD_5}{MLSS \times V}$$

dimana :

Q = Laju alir limbah Juta Galon per hari (MGD)

BOD₅ = BOD₅ (mg/l)

MLSS = *Mixed liquor suspended solids* (mg/l)

V = Volume tangki aerasi (Gallon)

4. Rasio F/M dikontrol oleh laju sirkulasi lumpur aktif. Lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M-nya. Untuk tangki aerasi konvensional rasio F/M adalah 0,2 - 0,5 lb BOD₅/hari/lb MLSS, tetapi dapat lebih tinggi hingga 1,5 jika digunakan oksigen murni (Hammer, 1986). Rasio F/M yang rendah mencerminkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi lapar, semakin rendah rasio F/M pengolahan limbah semakin efisien.
5. *Hydraulic retention time* (HRT). Waktu tinggal hidraulik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan influent masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif; nilainya berbanding terbalik dengan laju pengenceran (D) (Sterritt dan Lester, 1988).

$$HRT = 1/D = V/Q$$

dimana :

V = Volume tangki aerasi

Q = Laju influent air limbah ke dalam tangki aerasi

D = Laju pengenceran.

6. *Umur lumpur (Sludge age)*. Umur lumpur adalah waktu tinggal rata-rata mikroorganisme dalam sistem. Jika HRT memerlukan waktu dalam jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam tangki aerasi dapat dalam hari lamanya. Parameter ini berbanding terbalik dengan laju pertumbuhan mikroba. Umur lumpur dihitung dengan formula sebagai berikut (Hammer, 1986; Curds dan Hawkes, 1983) :

$$\text{Umur Lumpur (Hari)} = \frac{\text{MLSS} \times V}{\text{SS}_e \times Q_e + \text{SS}_w \times Q_w}$$

dimana :

MLSS = *Mixed liquor suspended solids* (mg/l).

V = Volume tangki aerasi (L)

SS_e = Padatan tersuspensi dalam effluent (mg/l)

SS_w = Padatan tersuspensi dalam lumpur limbah (mg/l)

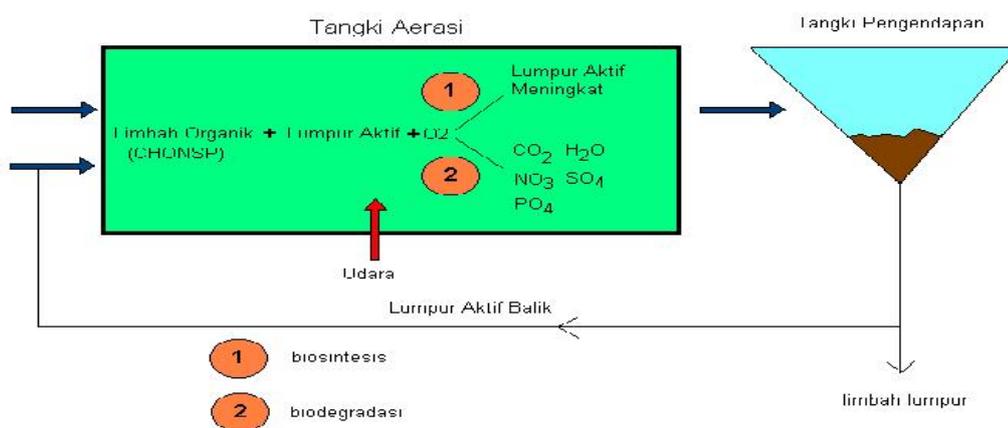
Q_e = Laju effluent limbah (m³/hari)

Q_w = Laju influent limbah (m³/hari).

7. Umur lumpur dapat bervariasi antara 5 - 15 hari dalam konvensional lumpur aktif. Pada musim dingin lebih lama dibandingkan musim panas (U.S. EPA, 1987a). Parameter penting yang mengendalikan operasi lumpur aktif adalah laju pemuatan organik, suplay oksigen, dan pengendalian dan operasi tangki pengendapan akhir. Tangki ini mempunyai dua fungsi: penjernih dan penggemukan mikroba. Untuk operasi rutin, orang harus mengukur laju pengendapan lumpur dengan menentukan indeks volume lumpur (SVI), Voster dan Johnston, 1987.

5.2.2.2 Oksidasi Bahan Organik Dalam Bak Aerasi

Air limbah domestik mempunyai rasio C:N:P sebesar 100 : 5 : 1, yang mencukupi untuk kebutuhan sebagian besar mikroorganisme. Bahan organik dalam air limbah terdapat dalam bentuk terlarut, koloid, dan fraksi partikel. Bahan organik terlarut sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme heterotrophik dalam *mixed liquor*. Bahan organik ini cepat hilang oleh adsorpsi dan proses flokulasi, dan juga oleh absorpsi dan oksidasi oleh mikroorganisme. Aerasi dalam beberapa jam dapat membuat perubahan dari BOD terlarut menjadi biomassa mikrobial. Aerasi mempunyai dua tujuan : 1. memasok oksigen bagi mikroorganisme aerobik, dan 2. menjaga lumpur aktif agar selalu konstan teragitasi untuk melaksanakan kongsak yang cukup antara flok dengan air limbah yang baru datang pada sistem pengolahan limbah. Konsentrasi oksigen yang cukup juga diperlukan untuk aktifitas mikroorganisme heterotrophik dan autotrophik, khususnya bakteri nitrit. Tingkat oksigen terlarut harus antara 0,5 - 0,7 mg/l. Proses nitrifikasi berhenti jika oksigen terlarut dibawah 0,2 mg/l (Dart dan Stretton, 1980). Curds dan Hawkes (1983) membuat ringkasan reaksi degradasi dan biosintesis yang terjadi dalam tangki aerasi dalam proses lumpur aktif (Gambar 2).



Gambar V.2. Penghilangan Bahan Organik Dalam Proses Lumpur Aktif
(Curds dan Hawkes, 1983 dalam Gabriel Bitton, 1994.)

5.2.3 Pengendapan Lumpur

Campuran air dan lumpur (*mixed liquor*) dipindahkan dari tangki aerasi ke tangki pengendapan, tempat lumpur dipisahkan dari air yang telah diolah. sebagian lumpur aktif dikembalikan ke tangki aerasi dan sebagian lagi dibuang dan dipindahkan ke pengolahan aerobik. Sel mikrobial terjadi dalam bentuk agregat atau flok, densitasnya cukup untuk mengendap dalam tangki penjernih. Pengendapan lumpur tergantung ratio F/M dan umur lumpur. Pengendapan yang baik dapat terjadi jika lumpur mikroorganisme berada dalam fase endogeneous, yang terjadi jika karbon dan sumber energi terbatas dan jika pertumbuhan bakteri rendah. Pengendapan lumpur yang baik dapat terjadi pada rasio F/M yang rendah (contoh : tingginya konsentrasi MLSS). Sebaliknya, Rasio F/M yang tinggi mengakibatkan pengendapan lumpur yang buruk.

Dalam air limbah pemukiman, rasio F/M yang optimum antara 0,2 dan 0,5 (Gaudy dan Gaudy, 1988; Hammer, 1986). Rata-rata waktu tinggal sel yang diperlukan untuk pengendapan yang efektif adalah 3 - 4 hari (Metcalf dan Eddy, 1991). Pengendapan yang tidak baik dapat terjadi akibat gangguan yang tiba-tiba pada parameter fisik (suhu dan pH), kekurangan makanan (contoh N, suhu, mikronutrien), dan kehadiran zat racun (seperti logam berat) yang dapat menyebabkan hancurnya sebagian flok yang sudah terbentuk (Chudoba, 1989). Cara konvensional untuk monitoring pengendapan lumpur adalah dengan menentukan Indeks Volume Sludge (*Sludge Volume Index = SVI*). Caranya adalah sebagai berikut : Lumpur campuran dari tangki aerasi dimasukkan dalam silinder volume 1 liter dan dibiarkan selama 30 menit. Volume sludge dicatat. Volume lumpur yang mengendap adalah SV, MLSS adalah mixed liquor suspended solid (mg/l). Dalam pengolahan lumpur yang konvensional (MLSS < 3 500 mg/l) nilai SVI berkisar 50 - 150 ml/g.

$$\text{SVI (ml/g)} = \frac{\text{SV} \times 1.000}{\text{MLSS}}$$

dimana :

SVI = Index Volume Lumpur

MLSS = *Mixed liquor suspended solids* (mg/l).

5.2.4 Blower

Menurut BH Manurung (2012), blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang-kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter. Di industri-industri kimia alat ini biasanya digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam tahap proses-proses secara kimiawi dikenal dengan nama booster atau circulator.

A. Klasifikasi Blower

Secara umum blower dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu :

1. *Positive Displacement Blower*

Pada jenis ini udara atau gas dipindahkan volume per volume dalam ruangan yang disebabkan adanya pergerakan elemen impeler yang berputar karena adanya penambahan massa udara atau gas yang dipindahkan. Jenis positive displacement blower yang sering digunakan adalah rotary blower (blower rotary) yaitu :

a. *Vane Blower*

Pada umumnya digunakan untuk kapasitas yang kecil dengan fluida yang bersih. Ditinjau dari bentuk dan cara kerja

elemen impeler vane blower dibagi menjadi dua type yaitu :
Slanding vane dan Fleksibel vane.

Slanding vane adalah : impeller yang berputar terdapat suatu mekanisme yang dapat bergerak sliding (keluar masuk) didalamnya dan lazim disebut vane. Karena gerakan impeller eksentrik terhadap casing maka terjadilah perubahan ruang dimana udara atau gas dialirkan oleh vane tersebut. Jumlah vane untuk satu blower bervariasi tergantung besarnya kapasitas dan tekanan discharger yang diharapkan.

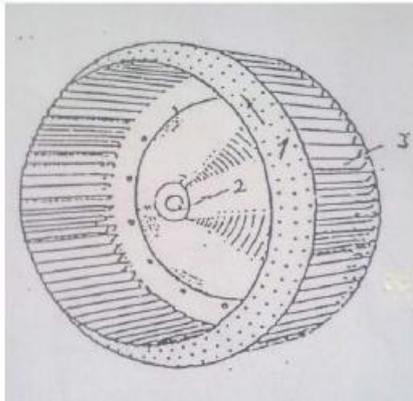
2. *Sentrifugal Blower*

Blower sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu- sudu yang dipasang pada poros yang berputar yang diselubungi oleh sebuah rumah (casing). Udara memasuki ruang casing secara horizontal akibat perputaran poros maka ruang pipa masuk menjadi vakum lalu udara dihembuskan keluar.

Dari bentuk sudut (blade) impeller ada 3 jenis yaitu :

a. *Forward Curved Blade*

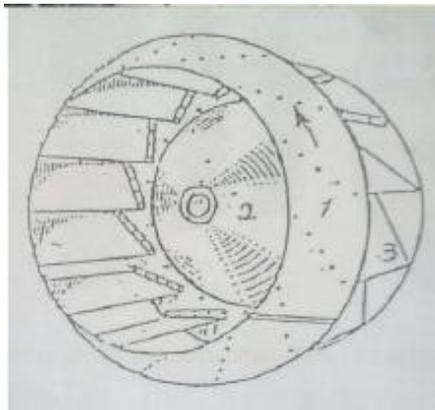
Forward Curved adalah bentuk blade yang arah lengkungan bagian ujung terpasang diatas searah dengan putaran roda. Pada forward curved terdapat susunan blade secara paralel (multi blade) keliling shroud. Karena bentuknya, maka pada jenis ini udara atau gas meninggalkan blade dengan kecepatan yang tinggi sehingga mempunyai discharge velocity yang tinggi dan setelah melalui housing scroll sehingga diperoleh energi potensial yang besar.



Gambar V.3 Blower *Forward Curved Blade*

b. *Backward Curved Blade.*

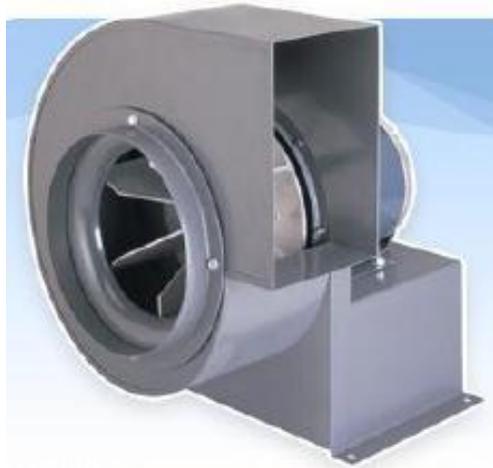
Type ini mempunyai susunan blade yang sama dengan forward curved blade, hanya arah dan sudut blade akan mempunyai sudut yang optimum dan merubah energi kinetik ke energi potensial (tekanan secara langsung). Blower ini didasarkan pada kecepatan sedang, akan tetapi memiliki range tekanan dan volume yang lebar sehingga membuat jenis ini sangat efisien untuk ventilator.



Gambar V.4 Blower *Backward Curved Blade*

c. *Radial Blade*

Didalam pemakaiannya dirancang untuk tekanan statis yang tinggi pada kapasitas yang kecil. Namun demikian perkembangan saat ini jenis bentuk radial blade dibuat pelayanan tekanan dan kecepatan putaran tinggi.



Gambar V.5 Blower *Radial Blade*

5.2.5. Operasi Blower

Operasi blower adalah hampir sama dengan operasi pompa, waktu menstart atau menstop haruslah dicek-in terlebih dahulu untuk mengurangi beban penggerakannya. Tetapi hanya satu hal saja yang perlu diperhatikan selama pengoperasian, yakni pengecekan yang dilakukan sesekali terhadap temperatur dan jumlah oil atau dapat dilihat dari batas kerja / jam kerjanya. Operasi pompa yang dimaksud diatas, waktu menstart atau menjalankan adalah:

1. Tutup discharge valve
2. Buka suction valve
3. Lakukan drain dan vent
4. Nol-kan Indukator PG
5. Switch on (beban nol) tunggu keadaan normal, amati getaran, bunyi, suhu, pressure head, pemakaian daya, tetesan cairan pada sel pompa atau sambungan pompa.
6. Keadaan normal tercapai
 - a. Buka discharge valve
 - b. Amati pemakaian daya pada pompa
 - c. Batas maksimum pembebanan

Dan saat menstop atau menghentikan pompa adalah :

1. Tutup penuh discharge valve
2. Lakukan pencatatan : getaran, suhu, pemakaian daya, pressure head-maksimum
3. Keadaan normal tercapai switch off
4. Tutupkan suction valve
5. Lakukan drain
6. Periksa keadaan pompa
7. Pulihkan rangkaian pipa saluran

5.3 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah-langkah dalam penyelesaian masalah secara sistematis dan terarah yang berguna untuk memecahkan permasalahan yang terdapat di sebuah permasalahan. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam metode penelitian, yaitu:

1. Studi Lapangan

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT Sunnan Rubber. Peneliti melakukan diskusi dengan koordinator lapangan dan tenaga kerja yang ada terhadap kendala-kendala yang terdapat dalam industri ini.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil studi lapangan yang dilakukan, maka ditemukanlah masalah pada industri karet tersebut yaitu bagaimana cara mengurangi kadar lumpur pada proses penjernihan air IPAL PT Sunnan Rubber.

3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka ditentukanlah tujuan penelitian yang sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan.

4. Studi Literatur

Untuk mendukung penelitian yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah, maka dilakukanlah studi literatur dari berbagai referensi, buku, internet, jurnal, dan lain-lain.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan data-data yang dibutuhkan dari masalah yang telah dirumuskan sebelumnya dengan cara sebagai berikut:

1. Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek dirumuskan dalam rumusan masalah.
2. Wawancara, yaitu dengan melakukan proses tanya-jawab kepada tenaga kerja dan pembimbing lapangan.

6. Pengolahan Data

Mengajukan usulan bagaimana cara mengurangi kadar lumpur pada proses penjernihan air IPAL PT Sunan Rubber.

7. Analisis

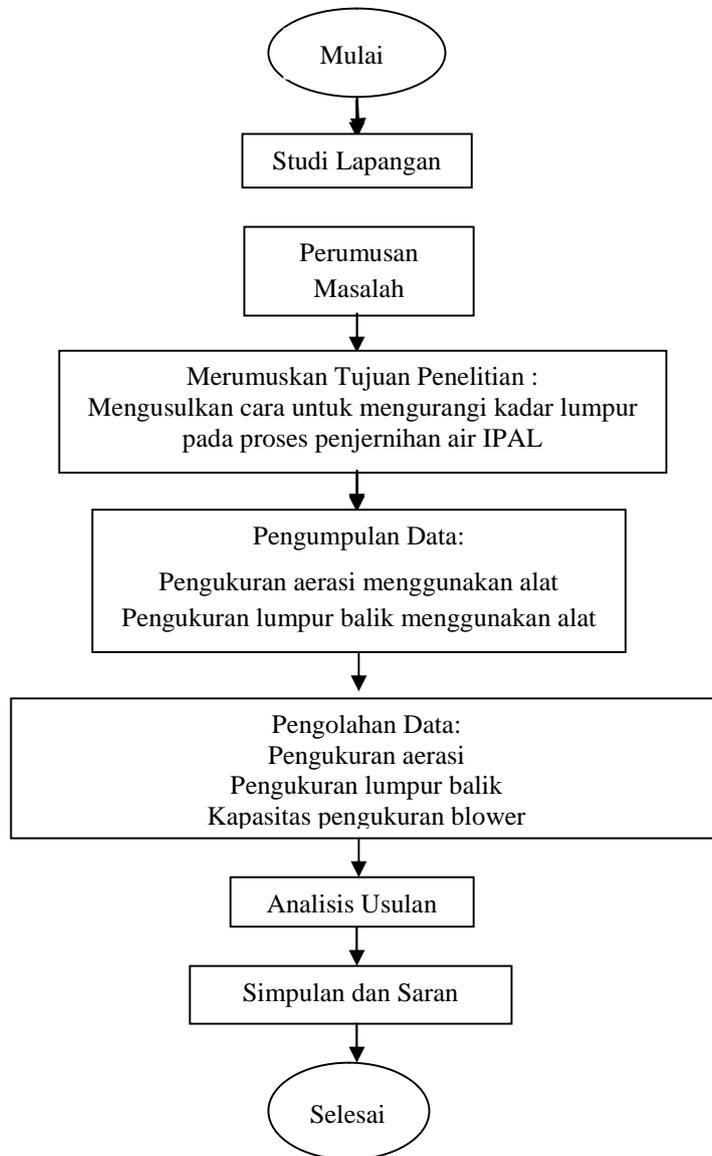
Analisis merupakan hasil dari pengolahan data serta perkiraan perbandingan keadaan sebelum dan sesudah usulan untuk mengurangi kadar lumpur pada proses penjernihan air IPAL PT Sunan Rubber.

8. Simpulan

Simpulan jawaban dari tujuan penelitian yang dilakukan yang akan dilihat dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

9. Saran

Saran yang dibuat yaitu saran bagi perusahaan dan saran bagi penulis sendiri. Langkah-langkah penelitian disajikan secara detail pada Gambar 5.1.



GAMBAR V.6 METODE PENELITIAN

5.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

TABEL V.1 DATA IPAL

| Tanggal | Jam | V-notch | | Sv.30 | | PH | | DO | | | | Transparasi | Keterangan |
|---------|-------|---------|--------|--------|-----|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-------------|--------------|
| | | Inlet | Outlet | Aerasi | LB | Inlet | Outlet | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1/08/16 | 09:30 | 297,3 | 164,2 | 300 | 800 | 5.0 | 5.5 | 2.7 | 1.8 | 1.5 | 0.7 | 60 cm | |
| | 13:30 | 297,3 | 164,2 | 340 | 810 | 5.0 | 5.2 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 80 cm | |
| 2/08/16 | 09:05 | 322,1 | 211,6 | 450 | 820 | 5.1 | 5.9 | 1.9 | 1.6 | 0.7 | 0.6 | 70 cm | Buang lumpur |
| | 13:15 | 297,3 | 164,2 | 460 | 910 | 5.1 | 5.6 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 70 cm | |
| 3/08/16 | 08:30 | 297,3 | 164,2 | 440 | 830 | 5.2 | 5.3 | 1.5 | 1.3 | 0.9 | 0.7 | 80 cm | Buang lumpur |
| | 13:05 | 89,4 | 51,8 | 430 | 870 | 5.5 | 5.3 | 1.8 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | | |
| 4/08/16 | 08:41 | 43,5 | 51,8 | 380 | 610 | 5.8 | 7.0 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 0.4 | 80 cm | |
| | 13:17 | 404,6 | 91,7 | 370 | 790 | 5.8 | 5.9 | 1.4 | 1.5 | 0.6 | 0.5 | 80 cm | |
| 5/08/16 | 08:42 | 375,7 | 182,1 | 360 | 900 | 5.3 | 5.4 | 1.3 | 1.5 | 0.9 | 0.7 | 80 cm | Buang lumpur |
| | 13:15 | 251,4 | 157,4 | 300 | 850 | 5.5 | 5.5 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 80 cm | |
| 6/08/16 | 09:45 | 89,4 | 51,8 | 290 | 790 | 5.7 | 5.7 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 80 cm | |
| | 14:00 | 89,4 | 51,8 | 250 | 800 | 5.4 | 5.5 | 1.1 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 80 cm | |
| 7/08/16 | 09:50 | 251,4 | 164,2 | 420 | 690 | 5.1 | 5.6 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 50 cm | |
| 8/08/16 | 13:45 | 251,4 | 164,2 | 450 | 850 | 5.1 | 5.5 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 70 cm | |

LANJUTAN TABEL V.1

| Tanggal | Jam | V.notch | | Sv.30 | | PH | | DO | | | | Transparasi | Keterangan |
|----------|-------|---------|--------|--------|-----|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-------------|--------------|
| | | Inlet | Outlet | Aerasi | LB | Inlet | Outlet | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 9/08/16 | 09:20 | 251,4 | 164,2 | 380 | 900 | 5.1 | 5.9 | 2.1 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 90 cm | |
| | 13:50 | 251,4 | 164,2 | 320 | 830 | 5.2 | 5.0 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 55 cm | |
| 10/08/16 | 09:00 | 251,4 | 164,2 | 350 | 820 | 5.4 | 5.7 | 2.2 | 2.1 | 0.9 | 0.6 | 100 cm | |
| | 14:00 | 535,1 | 222,0 | 280 | 950 | 5.7 | 5.4 | 1.2 | 1.4 | 0.8 | 0.6 | 80 cm | |
| 11/08/16 | 08:45 | 735,1 | 222,0 | 300 | 800 | 5.1 | 5.4 | 1.9 | 1.5 | 0.7 | 0.5 | 80 cm | Buang lumpur |
| | 14:38 | 297,3 | 164,2 | 250 | 850 | 4.9 | 5.2 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 80 cm | |
| 12/08/16 | 08:47 | 073,7 | 164,2 | 300 | 900 | 5.3 | 5.0 | 1.8 | 1.6 | 0.8 | 0.6 | 80 cm | |
| | 13:49 | 251,4 | 157,4 | 300 | 870 | 4.3 | 5.4 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 0.5 | 80 cm | Buang lumpur |
| 13/08/16 | 08:40 | 297,3 | 164,2 | 390 | 870 | 5.9 | 5.5 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 80 cm | |
| | 13:40 | 251,4 | 157,4 | 400 | 890 | 5.7 | 5.5 | 1.7 | 1.5 | 0.9 | 0.5 | 90 cm | |
| 14/08/16 | 10:00 | 297,3 | 164,2 | 400 | 910 | 5.7 | 5.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 90 cm | |
| 15/08/16 | 09:30 | 251,4 | 164,2 | 300 | 500 | 5.9 | 5.5 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 80 cm | Buang lumpur |
| | 13:20 | 404,6 | 220,0 | 300 | 870 | 5.5 | 5.4 | 1.4 | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 70 cm | |
| 16/08/16 | 09:24 | 404,6 | 220,0 | 400 | 850 | 5.3 | 5.8 | 1.0 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 70 cm | |
| | | 273,3 | 164,2 | 380 | 900 | 5.2 | 5.8 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 70 cm | |

LANJUTAN TABEL V.1

| Tanggal | Jam | V-notch | | Sv.30 | | PH | | DO | | | | Transparasi | Keterangan |
|----------|-------|---------|--------|--------|-----|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-------------|--------------|
| | | Inlet | Outlet | Aerasi | LB | Inlet | Outlet | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 17/08/16 | | 51,1 | 15,92 | 400 | 750 | 5.5 | 5.3 | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 75 cm | |
| 18/08/16 | | 210,5 | 91,7 | 450 | 800 | 5.4 | 5.7 | 1.1 | 1.2 | 0.5 | 0.4 | 80 cm | |
| | 15:15 | 322,1 | 211,6 | 450 | 850 | 5.7 | 5.3 | 1.6 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 75 cm | |
| 19/08/16 | 09:10 | 89,4 | 51,8 | 500 | 730 | 5.1 | 5.9 | 1.7 | 2.1 | 0.7 | 0.5 | 80 cm | |
| | 13:48 | 297,3 | 164,2 | 340 | 940 | 5.0 | 5.8 | 1.1 | 1.2 | 1.9 | 0.5 | 80 cm | |
| 20/08/16 | 09:09 | 68,6 | 68,6 | 420 | 500 | 5.0 | 5.0 | 2.5 | 1.8 | 0.9 | 0.6 | 80 cm | Buang lumpur |
| | 13:45 | 251,4 | 164,2 | 330 | 850 | 5.0 | 5.9 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 80 cm | |
| 21/08/16 | 09:45 | 251,4 | 91,7 | 350 | 900 | 5.1 | 5.0 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 80 cm | |
| | 14:17 | 158,7 | 09,9 | 450 | 600 | 5.9 | 5.1 | 1.6 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 80 cm | |
| 22/08/16 | 08:50 | 251,4 | 91,7 | 440 | 780 | 5.2 | 5.9 | 3.8 | 4.0 | 3.3 | 3.3 | 100 cm | Buang lumpur |
| | 13:05 | 348,2 | 91,7 | 370 | 720 | 5.4 | 5.6 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 40 cm | |
| 23/08/16 | 08:50 | 435,0 | 157,4 | 350 | 850 | 5.5 | 5.6 | 3.7 | 3.8 | 3.3 | 3.3 | 40 cm | |
| | 13:05 | 251,4 | 91,7 | 330 | 950 | 4.8 | 5.0 | 3.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 | 60 cm | |
| 24/08/16 | 08:50 | 157,4 | 51,8 | 360 | 780 | 5.1 | 5.2 | 3.5 | 3.5 | 3.3 | 3.2 | 70 cm | |
| | 13:10 | 157,4 | 91,7 | 370 | 850 | 4.3 | 5.5 | 3.4 | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 70 cm | |

LANJUTAN TABEL V.1

| Tanggal | Jam | V.notch | | Sv.30 | | PH | | DO | | | | Transparasi | Keterangan |
|-----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|------|----------|--------|----------|-------------|---------------|
| | | Inlet | Outlet | Aerasi | LB | Inlet | Outlet | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 25/08/16 | 09:13 | 251,4 | 91,7 | 370 | 640 | 5.0 | 5.5 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 3.4 | 90 cm | |
| | 13:45 | 375,7 | 97,7 | 350 | 850 | 3.6 | 5.4 | 0.9 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 60 cm | |
| 26/08/16 | 09:45 | 273,7 | 164,2 | 400 | 800 | 4.1 | 4.4 | 0.8 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 60 cm | Olah lumpur |
| | 14:23 | 273,7 | 164,2 | 400 | 900 | 3.5 | 5.4 | 2.4 | 2.6 | 2.1 | 1.2 | 50 cm | |
| 27/08/16 | 09:30 | 251,4 | 211,6 | 500 | 880 | 4.6 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 0.5 | 0.3 | 60 cm | |
| | 14:55 | 348,2 | 91,7 | 330 | 800 | 3.6 | 4.5 | 3.7 | 4.1 | 0.7 | 0.4 | 60 cm | |
| 28/08/16 | | | | | | | | | | | | | Libur |
| 29/08/16 | 09:03 | 89,4 | 51,8 | 380 | 870 | 5.6 | 4.4 | 2.6 | 3.8 | 3.4 | 2.4 | 40 cm | |
| | 14:35 | 251,4 | 91,7 | 320 | 750 | 4.2 | 4.3 | 2.7 | 2.8 | 1.1 | 2.9 | 50 cm | |
| 30/08/16 | 08:50 | 191,7 | 91,7 | 330 | 680 | 5.9 | 4.3 | 3.0 | 3.0 | 0.7 | 0.3 | 60 cm | Mulai membaik |
| | 13:40 | 157,4 | 157,4 | 390 | 900 | 5.9 | 4.9 | 2.8 | 3.1 | 0.7 | 0.5 | 60 cm | |
| 31/08/16 | 09:00 | 297,3 | 267,6 | 230 | 690 | 6.1 | 4.6 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 0.5 | 60 cm | |
| | 13:30 | 297,3 | 267,6 | 320 | 710 | 6.0 | 4.8 | 1.0 | 1.1 | 0.7 | 0.3 | 50 cm | |
| Rata-rata | | 259,7161 | 137,6129 | 366,4286 | 890,8214 | 5,194643 | 5,4 | 1,85 | 1,778571 | 1,1125 | 0,921429 | | |

5.4.1 Pengolahan Data Aerasi

Perhitungan pengolahan data-data yang sebenarnya yaitu : Laju sirkulasi lumpur aktif, waktu tinggal hidraulik, Umur lumpur dan Index Volume Lumpur.

Rasio F/M dikontrol oleh laju sirkulasi lumpur aktif. Lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M-nya. Untuk tangki aerasi konvensional rasio F/M adalah 0,2 - 0,5 lb BOD₅/hari/lb MLSS.

$$\begin{aligned} F/M &= \frac{Q \times BOD_5}{MLSS \times V} \\ &= \frac{259,7161 \times 1,085}{259,7161 \times 2107 \text{ m}^3} \\ &= \frac{281,7919}{547221,8227} = 0,51495 \end{aligned}$$

Dari rumus di atas, ini hasil perhitungan yang sebenarnya menurut data yang telah di ambil di pabrik PT Sunnan Rubber, dan telah di dapatkan 0,51495 lb BOD₅/hari/lb MLSS.

Hdraulic retention time (HRT). Waktu tinggal hidraulik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan influent masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif; nilainya berbanding terbalik dengan laju pengenceran.

$$\begin{aligned} HRT &= 1/D = V / Q \\ &= 2107 / 259,7161 \\ &= 8,112704603 \end{aligned}$$

Menurut rumus yang sudah ada inilah hasil perhitungan waktu air limbah yang harus di buang ke sungai yaitu setiap 8,11 menit harus di endapkan dan lalu di buang ke sungai.

5.4.2 Pengolahan Lumpur Aktif

Umur lumpur (Sludge age). Umur lumpur adalah waktu tinggal rata-rata mikroorganisme dalam sistem. Jika HRT memerlukan waktu dalam jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam tangki aerasi dapat dalam hari lamanya. Parameter ini berbanding terbalik dengan laju pertumbuhan mikroba.

$$\begin{aligned}\text{Umur Lumpur (hari)} &= \frac{MLSS \times V}{SSe \times Q_e + SS_w \times Q_w} \\ &= \frac{259,7161 \times 2107}{259,7161 \times 890,8214} \\ &= \frac{547,221.8277}{231,360.65980454} \\ &= 2.3652359959\end{aligned}$$

Dari data yang sebenarnya telah di dapatkan dan dilakukan perhitungan dengan rumus yang sudah ada yaitu 2.36 hari atau di konvensikan 57 jam sekali pembuangan lumpur yang harus dilakukan.

Untuk monitoring pengendapan lumpur adalah dengan menentukan Indeks Volume Sludge (*Sludge Volume Index = SVI*). Caranya adalah sebagai berikut : Lumpur campuran dari tangki aerasi dimasukkan dalam silinder volume 1 liter dan dibiarkan selama 30 menit. Volume lumpur yang mengendap adalah SV, MLSS adalah mixed liquor suspended solid (mg/l). Dalam pengolahan lumpur yang konvensional (MLSS < 3 500 mg/l) nilai SVI berkisar 50 - 150 ml/g.

$$\begin{aligned}\text{SVI (Ml/g)} &= \frac{SV \times 1.000}{MLSS} \\ &= \frac{251 \times 1.000}{259,7161} \\ &= \frac{251.000}{259,7161} \\ &= 966.4398\end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan menurut rumus di atas dan data yang sudah di dapatkan dari pabrik yaitu 966 ml/g, sedangkan Index Volume Lumpur yang baik adalah 50 – 150 ml/g.

5.5 Analisis Hasil Penelitian Air Limbah

5.5.1 Analisis Teknik Pada IPAL

Pada pengolahan air limbah di IPAL PT Sunnan Rubber, air limbah yang di olah dari hasil pencucian karet-karet di pabrik dan limbah-limbah lainnya di olah di IPAL PT Sunnan Rubber. Pada IPAL I terdapat 2 Bak penampungan, yaitu Bak penampungan air limbah dan Bak penampungan tatal/ sisa-sisina karet yang ikut masuk ke air limbah dan kotoran-kotoran dari karet itu tersebut seperti kayu, pasir tanah dan lain-lain. Dan pada IPAL II terdapat Bak hasil pengendapan tatal, Bak pengeringan tatal yang siap di buang dan juga bak-bak arus air limbah yang akan diproses di IPAL III dengan bantuan 4 mesin air untuk menyalurkan ke IPAL III yang dilengkapi dengan pipa air limbah. Setelah memasuki IPAL III terdapat Bak aerasi, bak sedimentasi, bak deniftrifikasi, bak lumpur balik, bak indikator dan pembuangan lumpur.

Perpindahan masa zat dari proses gas ke fase cair atau sebaliknya, terjadi bila ada kontak antara permukaan cairan dengan udara, Gaya penggerak perpindahan massa dari udara ke dalam air atau sebaliknya, dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat di dalam air atau sebaliknya dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat di dalam larutan dan kelarutan gas pada konsentrasi tertentu. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 . dan sel biomassa baru. Udara disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan, lumpur aktif dicirikan oleh beberapa parameter, antara lain, Indeks Volume Lumpur (*Sludge Volume Index = SVI*) dan *Stirred Sludge Volume Index (SSVI)*. Perbedaan antara dua indeks tersebut tergantung dari bentuk flok, yang diwakili oleh faktor bentuk (*Shape Factor = S*).

Food - to - microorganism ratio (F/M Ratio). Parameter ini merupakan indikasi beban organik yang masuk kedalam sistem lumpur aktif dan diwakili nilainya dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari, lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M-nya. Untuk tangki aerasi konvensional rasio F/M adalah 0,2 - 0,5 lb BOD₅/hari/lb MLSS, tetapi dapat lebih tinggi hingga 1,5 jika digunakan oksigen murni. Dari perhitungan yang sebenarnya adalah untuk bakteri yang baik dan mendapatkan air limbah yang jernih yaitu 0,2 – 0,5 lb BOD₅/hari/lb MLSS, sedangkan fenomena kejadian yang sebenarnya dan juga telah di hitung dengan rumus yang sudah ada telah di dapatkan 0,51495 lb BOD₅/hari/lb MLSS, nilai ini belum sempurna untuk mendekati kebutuhan bakteri yang baik. Jika kurang dari 0,2 lb BOD₅/hari/lb MLSS maka bakteri tersebut akan banyak mati dikarenakan kekurangan oksigen, dan jika lebih dari 0,5 lb BOD₅/hari/lb MLSS maka bakteri tersebut akan banyak mati juga karena berlebihan oksigen.

Hydraulic retention time (HRT). Waktu tinggal hidraulik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan influent masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif; nilainya berbanding terbalik dengan laju pengenceran. Setelah di lihat dari kejadian di IPAL, air yang akan di buang ke sungai dan melewati bak indikator, airnya tidak di endapkan di bak tersebut dan mengalir terus menerus. Sehingga menyebabkan lumpur muda ikut terbang ke sungai jika tidak di endapkan terlebih dahulu. Dari rumus yang sudah ada dan telah di hitung dengan data-data dari pabrik telah ditemukan 8,11 menit, yaitu air limbah yang akan di buang di sungai harus di endapkan setiap 8,11 menit sekali di bak indikator, karna lumpur muda akan harus mengendap dahulu di bak indikator agar air yang akan di buang ke sungai itu bersih dan tidak ada lagi lumpur yang ikut ke sungai.

Umur lumpur (Sludge age). Umur lumpur adalah waktu tinggal rata-rata mikroorganisme dalam sistem. Jika HRT memerlukan waktu dalam jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam tangki aerasi dapat dalam hari lamanya. Parameter ini berbanding terbalik dengan laju pertumbuhan mikroba. Umur lumpur dapat bervariasi antara 5 - 15 hari dalam konvensional

lumpur aktif. Pada musim dingin lebih lama dibandingkan musim panas. Parameter penting yang mengendalikan operasi lumpur aktif adalah laju pemuatan organik, suplay oksigen, dan pengendalian dan operasi tangki pengendapan akhir. Tangki ini mempunyai dua fungsi: penjernih dan penggemukan mikroba. Untuk operasi rutin, orang harus mengukur laju pengendapan lumpur dengan menentukan indeks volume lumpur. Setelah mendapatkan data-data dari pabrik dan di hitung menggunakan rumus yang sudah ada bahwa yang terjadi pada pabrik itu dalam pembuangan lumpurnya tidak teratur. Dan ada 2 alasan karyawan pabrik tidak membuang lumpur yang seharusnya dibuang, yang pertama mereka masih dipertahankan lumpur yang berlebihan itu dengan menghidupkan blower, yang kedua mereka tidak langsung membuang karena bak penampungan lumpur itu belum kering dan juga belum digali di bak penampungan itu. Pekerja pabrik menunggu 3-4 hari bak penampungan limbah itu kering dan baru bisa dibuang. Dikarnakan dengan alasan ini sangat berpengaruh terhadap lumpur yang berlebihan, bakteri yang kekurangan makanan dan juga kelebihan oksigen, dan juga air limbah yang tidak jernih karena lumpur muda yang masih menyatu dalam air limbah itu tersebut. Dalam pengolahan lumpur aktif yang sebenarnya dan juga sudah dihitung dengan rumus yang seharusnya, didapatkan 2,36 hari jika dikonversikan setiap 57 jam sekali pembuangan lumpur. Jika 57 jam dalam sekali pembuangan lumpur ini dilakukan secara rutin maka lumpur yang akan di olah tidak berlebihan, bakteri yang ada akan sesuai dengan makanannya, blower yang digunakan stabil, dan juga air limbah yang dibuang ke sungai akan jernih. Dari alasan berikut sebaiknya pabrik harus menambahkan bak penampungan lumpur aktif agar ketika lumpur aktif yang dibuang setiap 57 jam sekali mempunyai bak penampungan, dan tidak harus diolah dahulu agar lumpurnya membaik dan juga tidak menunggu 3-4 hari bak penampungan lumpur itu kering dahulu baru bisa dibuang.

Pengendapan yang tidak baik dapat terjadi akibat gangguan yang tiba-tiba pada parameter fisik (suhu dan pH), kekurangan makanan (contoh N, suhu, mikronutrien), dan kehadiran zat racun (seperti logam berat) yang dapat

menyebabkan hancurnya sebagian flok yang sudah terbentuk. Cara konvensional untuk monitoring pengendapan lumpur adalah dengan menentukan Indeks Volume Sludge (*Sludge Volume Index* = SVI). Volume lumpur yang mengendap adalah SV, MLSS adalah mixed liquor suspended solid (mg/l). Dalam pengolahan lumpur yang konvensional (MLSS < 3 500 mg/l) nilai SVI berkisar 50 - 150 ml/g. Dari pengolahan lumpur yang baik yaitu kisaran 50 – 150 ml/g, sedangkan dari data yang di dapat dari pabrik dan sudah dihitung dengan rumus yang sebenarnya telah didapatkan hasil 966 ml/g. Hal ini terjadi dikarenakan pembuangan lumpur aktif yang seharusnya dibuang dalam 2,36 atau 57 jam sekali tidak dilakukan secara teratur dengan alasan para pekerja untuk menunggu 3-4 hari baru bak penampungan lumpur itu kering dan bisa dibuang.

5.6 Kesimpulan dan Saran

Dari permasalahan dan solusi yang diberikan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

5.6.1 Kesimpulan

Dari penelitian diatas didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. Dalam mengkaji ulang proses aerasi dapat dilakukan dengan cara melihat proses aerasi pada PT Sunan Rubber kisaran 300 – 380, data tersebut melebihi batas ambang proses aerasi sehingga dilakukan usulan menurut teori *Umur lumpur (Sludge age)* dengan didapatkan hasil 200 - 250 dalam jangka waktu 2,36 hari atau 57 jam sekali pembuangan lumpur dibak penampungan lumpur.
2. Air jernih yang akan dibuang ke sungai mencapai transparansi 80 – 100 cm. Setiap 57 jam sekali lumpur aktif harus dibuang ke bak pembuangan lumpur aktif, proses ini akan terus dilakukan sehingga Index Volume Sludge tidak tinggi sampai 966 ml/g dan hasil optimalnya ialah 50 – 150 ml/g. Dan juga F/M Ratio yang optimal 0,2 – 0,5, jika tidak bakteri akan mati dan lumpur akan meluap karena kelebihan makanan atau berlebihan oksigen dengan hasil

0,51495 yang sudah diteliti. Setelah itu air limbah harus diendapkan terlebih dahulu di bak indikator dengan waktu 8,11 menit, endapan dilakukan penyedotan dengan pipa sedangkan air jernih dibuang ke sungai.

5.6.2 Saran

1. Sebaiknya pekerja pabrik harus menstabilkan blower yang akan dihidupkan antara 2 – 3 blower tergantung dengan situasi bakteri yang membutuhkan oksigen. Jika tidak maka bakteri tersebut akan kekurangan oksigen dan juga bila berlebihan maka bakteri akan kelebihan oksigen, hal ini bisa menyebabkan lumpur mati.
2. Untuk mendapatkan air limbah jernih yang akan di buang ke sungai, maka pekerja pabrik harus mengendapkan air limbah tersebut selama 8,11 menit di bak indikator. Jika dilihat dari fenomena yang sebenarnya pekerja pabrik langsung dibuang ke sungai, tidak di endapkan dulu selama 8,11 menit di bak indikator.
3. Untuk mendapatkan lumpur yang baik dan bakteri yang stabil tidak kurang dan tidak berlebihan oksigen maka dalam 2,36 hari atau 57 jam sekali pembuangan lumpur, pekerja pabrik harus membuang lumpur tersebut di bak penampungan, agar bakteri yang memakan lumpur stabil tidak kurang dan tidak lebih. Dan sebaiknya pabrik harus memperbanyak bak penampungan lumpur aktif, tidak hanya menunggu 3-4 hari bak penampungan lumpur aktif kering baru akan dibuang lumpur.
4. Jika pekerja pabrik tidak menerapkan menurut teori maka bakteri akan mati karna kurangnya oksigen, air limbah tidak jernih karna tidak di endapkan, lumpur yang seharusnya dibuang 2,36 hari atau 57 jam sekali pembuangan lumpur aktif, tidak dibuang maka index volume sludge akan tinggi menjadi 966 m³/g yang seharusnya 50 – 150 m³/g.