

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri

Setiap sektor industri dan jenis kegiatan yang menghasilkan limbah, memiliki karakteristik limbah yang berbeda-beda, tergantung pada jenis produksi/kegiatan yang dihasilkan. Hal ini juga berlaku pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) milik industri Rumah Potong Ayam (RPA), yang memiliki karakteristik tersendiri. Mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Rumah Potong Hewan, terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menilai kandungan dalam air limbah. Parameter-parameter tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Limbah RPA

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD	100
COD	200
TSS	100
Minyak & Lemak	15
NH3-N	25

(Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013)

2.1.1 BOD

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri aerobik melalui proses biologis (biological oxidation) secara dekomposisi aerobik. BOD adalah oksigen yang dibutuhkan untuk bakteri aerobik dan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. Tingginya kadar BOD menunjukkan air limbah yang sangat tercemar dan berbahaya. Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan salah satu empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar

terjadi di dalam air. Angka BOD menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen terlarut oleh bakteri untuk mengoksidasi senyawa organik, baik yang terlarut maupun sebagian yang tersuspensi di dalam air (Royani et al., 2021).

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Rumah Pemotongan Hewan kandungan BOD yang diperbolehkan adalah 100 mg/L. Sedangkan industri Rumah Pemotongan Hewan memiliki kandungan masih dalam jangkauan baku mutu yaitu sebesar 1648 mg/L.

2.1.2 COD

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik di dalam air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses kimia dan mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air (Masduqi & F.Assomadi, 2016). COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik dalam air menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Semakin tinggi nilai COD, maka kandungan zat organik dalam air juga semakin besar, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air (Fadzry et al., 2020).

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Rumah Pemotongan Hewan kandungan COD yang diperbolehkan adalah 200 mg/L. Sedangkan industri Rumah Pemotongan Hewan memiliki kandungan masih dalam jangkauan baku mutu yaitu sebesar 2603 mg/L.

2.1.3 TSS

Zat padat tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan kumpulan partikel padat yang tidak larut dan melayang dalam air. Partikel-partikel ini dapat berasal dari berbagai sumber, baik alami maupun buatan, dan mencakup material

seperti pasir, lumpur, serta tanah liat. Selain itu, TSS juga mencakup komponen biotik, yaitu organisme hidup seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, dan fungi. Tidak hanya itu, zat padat tersuspensi juga dapat terdiri atas komponen abiotik seperti detritus dan partikel-partikel anorganik lainnya. Kandungan TSS yang tinggi dalam suatu perairan dapat memengaruhi kualitas air, terutama dalam hal kejernihan dan kehidupan organisme akuatik yang bergantung pada cahaya dan kadar oksigen terlarut (Tarigan & Edward, 2023).

Tingginya konsentrasi TSS dapat menghambat penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air sehingga menyebabkan rendahnya nilai produktivitas suatu perairan. Konsentrasi TSS yang tinggi berkaitan dengan adanya aktivitas manusia sehingga perairan tersebut teraduk dengan substrat berlumpur. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Rumah Potong Hewan kandungan COD yang diperbolehkan adalah 200 mg/L. Sedangkan industri Rumah Potong Hewan memiliki kandungan masih dalam jangkauan baku mutu yaitu sebesar 1212 mg/L.

2.1.4 Minyak & Lemak

Minyak dan lemak sebenarnya mirip, minyak dan lemak merupakan bahan (ester) dari alkohol atau gliserol (gliserin) dengan asam lemak. Gliseride asam lemak yang cair dan temperaturnya normal merupakan minyak, sedangkan yang padat merupakan lemak. Jika minyak tidak dihilangkan sebelum air limbah diolah, dapat mengganggu kehidupan biologis di permukaan perairan permukaan dan membuat lapisan tembus cahaya.

Minyak yang teremulsi merupakan campuran minyak yang bersifat stabil, yang tidak dapat secara cepat dipisahkan dengan proses gravitasi tanpa penambahan bahankimia tertentu (bahan kimia deemulsifikasi). Minyak yang teremulsi dapat berbentuk fisika maupun kimiawi. Emulsi fisika merupakan campuran dari air dan minyak pekat atau bahan lain yang berminyak yang pada umumnya tidak terlarut dalam air, mereka juga biasanya terbentuk secara mekanik (melalui proses pemompaan

sentrifugal secara cepat). Emulsi fisika juga pada umumnya tidak terlalu stabil (lebih mudah dipisahkan) dibandingkan dengan emulsi secara kimia yang hanya dapat dipisahkan dengan pemanasan atau dengan pembubuhan koagulan (seperti aluminium sulfat ($\text{Al}(\text{SO}_4)_2$) (Terrence P. Driscoll and Friends, 2008).

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Rumah Pemotongan Hewan kandungan minyak dan lemak yang diperbolehkan adalah 15 mg/L. Sedangkan industri Rumah Pemotongan Hewan memiliki kandungan masih dalam jangkauan baku mutu yaitu sebesar 180 mg/L.

2.1.5 Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Amonia adalah senyawa kimia yang bersifat basa dan memiliki kandungan unsur Nitrogen yang dapat memicu pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Sumber amonia adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik. Kandungan amonia air buangan industri ini adalah 141 mg/L, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 25 mg/L. (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

Bangunan pengolahan air buangan dirancang untuk mengurangi polutan pada air buangan atau limbah dengan metode yang paling efektif. Beban pencemar yang dimaksud adalah partikel berbahaya, BOD, COD, organisme patogen, komponen toksik dan zat lainnya yang berpotensi menyebabkan penyakit pada manusia atau organisme lainnya. Berdasarkan kandungan pada air limbah industri berikut adalah bangunan pengolahan yang digunakan:

2.2.1 Saluran Pembawa

Saluran pembawa digunakan untuk mengalirkan air limbah menuju unit pengolahan selanjutnya. Perencanaan saluran pembawa memperhatikan beda

ketinggian atau elevasi dari daerah perencanaan. Jika daerah perencanaan datar maka perlu untuk membuat kemiringan / slope. Kemudian saluran pembawa harus mampu menampung debit maksimal yang dihasilkan pada effluent limbah dan tidak timbul endapan saat debit minimum. Oleh karena itu untuk memastikan tidak terjadi penyumbatan maka setiap 10 m dibuat bak kontrol.

Saluran pembawa terdiri dari saluran terbuka dan tertutup (pipa). Pada saluran terbuka biasanya terbuat dari cor beton dan memiliki bentuk persegi, trapesium maupun setengah lingkaran seperti pada **Gambar 2.1** Karena terbuka sehingga terdapat kontak dengan udara langsung. Saluran terbuka memerlukan tempat yang luas dan biasanya digunakan untuk drainase air hujan atau limbah yang tidak membahayakan kesehatan dan lingkungan (Wesli, 2008).



Gambar 2. 1 Saluran Terbuka

Sedangkan saluran tertutup (**Gambar 2.2**) digunakan untuk air limbah atau air kotor yang membahayakan kesehatan dan mengganggu keindahan. Air Limbah yang melalui saluran tertutup tidak dipengaruhi oleh udara luar atau kontak langsung dengan udara. Saluran tertutup dapat menggunakan pipa dengan memperhatikan bahan yang digunakan dengan karakter limbah yang dihasilkan (Wesli, 2008).



Gambar 2. 2 Saluran Terbuka

2.2.2 Screening/Bar screen

Screening atau saringan dilakukan pada tahap paling awal dalam proses pengolahan air limbah. Secara umum, proses screening dilakukan untuk memisahkan berbagai benda padat yang ada pada air limbah seperti kertas, plastik, kayu, kain, dan benda padat lainnya. Benda-benda tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur serta sistem perpipaan jika tidak dipisahkan terlebih dahulu dalam air limbah (Said, 2017). Tujuan dari unit ini adalah untuk menahan sampah/benda-benda padat besar yang terbawa dalam lumpur tinja agar tidak mengganggu dan mengurangi beban pada sistem pengolahan selanjutnya (Dirjen Cipta Karya, 2013).

Adapun jenis dari bar screen adalah *fine screen* (saringan halus) dan *coarse screen* (saringan kasar). Sedangkan menurut mekanisme operasinya terdapat 2 jenis bar screen yaitu dengan pembersihan manual dan mekanik. Pada perancangan ini, memakai jenis *coarse screen* dan manual. *Coarse Screen* berbentuk seperti batangan paralel, umumnya dikenal sebagai "bar screen" digunakan untuk menyaring padatan kasar yang berukuran antara 6mm - 150mm seperti ranting kayu, kain dan kotoran lainnya. *Coarse Screen* berfungsi untuk melindungi pompa, valve, pipa dan peralatan lainnya terhadap kerusakan atau tersumbat oleh benda-benda tersebut. Pembersihan manual biasanya dilakukan di industri kecil atau menengah. Prinsip yang digunakan adalah material padat yang kasar dihilangkan dengan rangkaian material baja yang ditempatkan dan dipasang melintang arah aliran. Kecepatan arah aliran adalah 0,3 - 0,6 m/s sehingga padatan tidak tertahan di depan saringan tidak terjepit. Tebal batang

biasanya 5-15mm dan jarak antar batang biasanya 20-40 mm dan penampang batang berbentuk persegi panjang. Bar Screen dibersihkan secara manual, biasanya layar dimiringkan 30° hingga 45° ke arah horizontal.



Gambar 2. 3 Barscreen

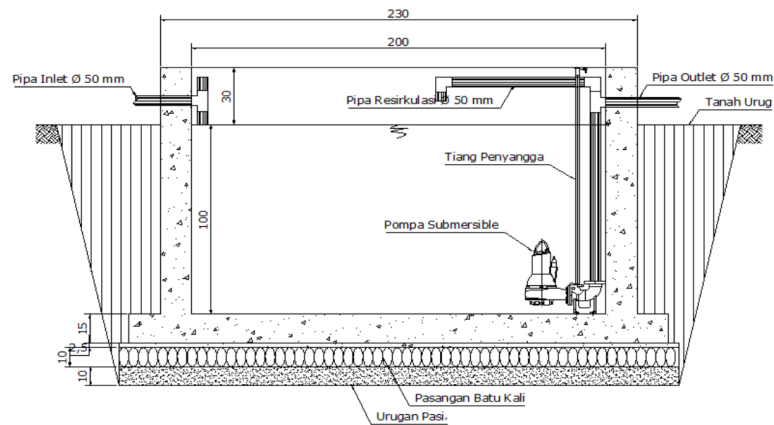
2.2.3 Bak Penampung

Bak penampung merupakan unit penyeimbang dimana debit dan kualitas limbah yang akan menuju unit selanjutnya harus sudah dalam kondisi konstan. Bak penampung akan menampung sementara air limbah pada periode waktu tertentu dan mengalirkan air dari bangunan ke bangunan pengolah air limbah lainnya. Bak penampung dimanfaatkan ketika ada pembersihan atau perbaikan unit yang membutuhkan waktu lama atau mengharuskan proses pengolahan limbah dihentikan, maka limbah dari industri dapat disimpan pada bak penampung.

Cara kerja daripada bak penampung ini adalah, ketika air limbah yang keluar dari proses produksi, maka selanjutnya air limbah dialirkan ke bak penampung. Disini debit air limbah diatur. Agar dapat memenuhi kriteria perencanaan untuk unit bangunan selanjutnya (Eddy, 2003). Manfaat utama dari aplikasi bak penampung antara lain:

- pengolahan biologis dapat dioptimalkan karena shock loading rate mampu dikurangi/dicegah, zat penghambat dapat diencerkan;
- kualitas efluen dan kinerja tangki sedimentasi sekunder setelah pengolahan biologis air limbah mampu dioptimalkan melalui peningkatan konsistensi dalam pemuatan padatan;

- kebutuhan luas permukaan dalam unit filtrasi dapat dikurangi, kinerja filter ditingkatkan, dan siklus backwash pada filter yang lebih seragam dimungkinkan dilakukan dengan muatan hidrolik yang lebih rendah (efisiensi penggunaan);
- dalam pengolahan kimia, mampu mengurangi penggunaan bahan kimia akibat ketidakstabilan parameter yang fluktuatif setiap jamnya.



Gambar 2. 4 Bak Penampung

2.2.4 Dissolved Air Flotation (DAF)

Flotasi adalah unit operasi yang digunakan untuk memisahkan partikel padat atau cair dari fase cair. Pemisahan dilakukan dengan memasukkan gelembung gas halus (udara) ke dalam fase cair. Gelembung menempel pada partikel, dan gaya apung gabungan partikel dan gelembung gas cukup besar untuk menyebabkan partikel naik ke permukaan. Partikel yang memiliki densitas lebih tinggi dari cairan dengan demikian dapat dibuat naik.

Air flotation atau aerasi pada tekanan atmosfer terjadi ketika udara akan masuk kedalam fluida dengan menggunakan mekanisme rotor-disperser. Rotor yang terendam dalam fluida akan mendorong udara menunjukkan disperser sehingga udara bercampur dengan air sehingga partikel yang mengapung dapat disisihkan. Sistem ini memiliki keuntungan antara lain tidak memerlukan area yang luas dan lebih efektif dalam menyisihkan partikel minyak. Proses flotasi udara terlarut/ *Dissolved Air Flotation*

(DAF) merupakan sistem pengolahan air yang telah terbukti efektif dalam proses pemisahan partikel tak terlarut dari dalam air. Prinsip dari proses ini adalah terjadinya pengikatan flok oleh gelembung-gelembung udara yang berasal dari proses pencampuran antara udara dengan air dalam tekanan tinggi, sehingga udara akan terlarut dalam air dan membentuk gelembung-gelembung udara dengan ukuran yang sangat kecil, antara 10 mm – 100 mm. Pada proses ini padatan tersuspensi dan akan dipisahkan dengan sistem mekanik (Risna & Oktafiani, 2025)

Sistem dalam flotasi udara terlarut *Dissolved Air Flotation* (DAF) udara didistribusikan dipecahkan dalam air limbah di bawah tekanan beberapa atmosfer, diikuti dengan pelepasan tekanan ke tingkat atmosfer. Dalam sistem tekanan kecil, seluruh aliran dapat diberi tekanan melalui pompa hingga 275 hingga 350 kPa dengan udara terkompresi ditambahkan pada suction pompa. Dalam tangki retensi di bawah tekanan selama beberapa menit untuk memberikan waktu bagi udara untuk larut, kemudian masuk melalui katup pengurang tekanan ke tangki flotasi di mana udara keluar dari oli dengan gelembung yang sangat halus (Metcalf & Eddy, 2004).

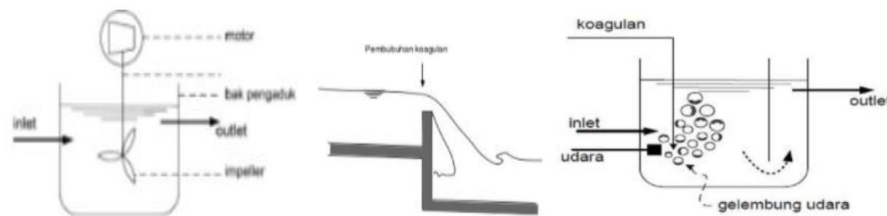
Pada tugas perancangan ini menggunakan tambahan bahan kimia dengan proses koagulasi-flokulasi yang digunakan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersuspensi, zat warna, koloid, dll. Berikut penjelasannya:

1. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan. Koloid mempunyai ukuran tertentu sehingga gaya Tarik menarik antara partikel lebih kecil daripada gaya tolak menolak akibat muatan listrik. Pada kondisi stabil penggumpalan partikel tidak terjadi dan Gerakan brown menyebabkan partikel tetap menjadi suspensi. Melalui koagulasi maka akan terjadi destabilisasi sehingga partikel koloid menyatu dan menjadi besar, sehingga partikel koloid yang awalnya sulit dipisahkan dari air menjadi mudah dipisahkan dengan menambahkan flokulasi dan sedimentasi (Said, 2017).

Proses destabilisasi terjadi salah satunya akibat dari pengadukan cepat, pengadukan cepat bertujuan agar menghasilkan turbulensi pada air sehingga bahan kimia (koagulan) dapat didispersikan ke dalam air. Secara umum pengadukan cepat adalah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatan yang besar (300 sampai 1000/s) selama 5 hingga 60 detik yang bergantung pada maksud serta tujuan dari pengadukan itu sendiri (Masduqi, 2016).

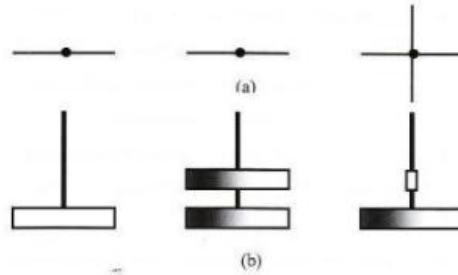
Menurut caranya, pengadukan cepat dibagi menjadi tiga cara, yaitu pengadukan mekanis, pengadukan hidraulis, dan pengadukan pneumatis. Pengadukan mekanis adalah metode pengadukan dengan memakai peralatan mekanis yang terdiri dari motor, poros pengaduk, dan alat pengaduk yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Pengadukan hidraulis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan yang dihasilkan dari energi hidraulis dari suatu aliran hidraulis yang dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau lompatan hidraulis pada suatu aliran. Sedangkan pengadukan pneumatis merupakan pengadukan yang memakai udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga pengadukan (Masduqi, 2016).



Gambar 2. 5 Pengadukan Mekanis, Pengadukan Hidraulis dan Pengadukan Pneumatis

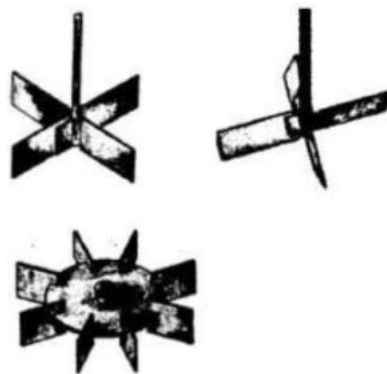
Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle*

(pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling). Bentuk ketiga impeller dapat dilihat pada gambar 2.6, gambar 2.7, dan gambar 2.8.



Gambar 2. 6 Tipe Paddle a) Tampak Atas dan Samping Tampak Atas, (b) Tampak Samping

(Sumber: Masduqi & Assomadi, 2012 hal 112)



Gambar 2. 7 Tipe Paddle (a)turbine blade lurus, (b) turbine blade dengan piringan, (c) turbine dengan blade menyerong

(Sumber: Qasim, et all., 2000)



Gambar 2. 8 Tipe Propeller (a) propeller 2 blade, (b) propeller 3 blade

(Sumber: Qasim, et all., 2000)

Bahan kimia yang biasanya dipakai untuk proses koagulasi umumnya dibagi menjadi tiga golongan, yaitu zat koagulan, zat alkali dan zat pembantu koagulan. Zat koagulan dipakai untuk menggumpalkan partikel yang tersuspensi, zat warna, koloid dan lain-lain agar membentuk gumpalan partikel yang besar (flok). Sedangkan zat alkali dan zat pembantu koagulan berfungsi untuk mengatur pH agar kondisi air baku dapat menunjang proses flokulasi, serta membantu agar pembentukan flok dapat berjalan lebih efisien (Said, 2017).

Beberapa macam koagulan yang sering digunakan dalam proses penjernihan air adalah Poly Aluminium Chloride (PAC), aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), ferri klorida (FeCl_3), dan ferri sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$). Pada umumnya koagulan yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah aluminium sulfat atau yang lebih dikenal dengan tawas. Adapun beberapa keuntungan dari penggunaan koagulan-koagulan diatas.

- *Poly Alumunium Chloride (PAC)*

PAC adalah garam khusus pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari PAC adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel, sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya. Keuntungan penggunaan PAC sebagai koagulan dalam proses penjernihan air yaitu korosivitasnya rendah karena PAC adalah koagulan bebas sulfat sehingga aman dan mudah dalam penyimpanan dan transportasinya dan penggunaan PAC sebagai koagulan tidak menyebabkan penurunan pH yang cukup tajam.

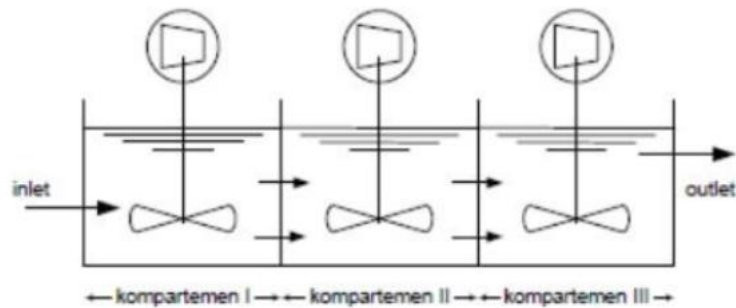
- Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas oleh operator water treatment.

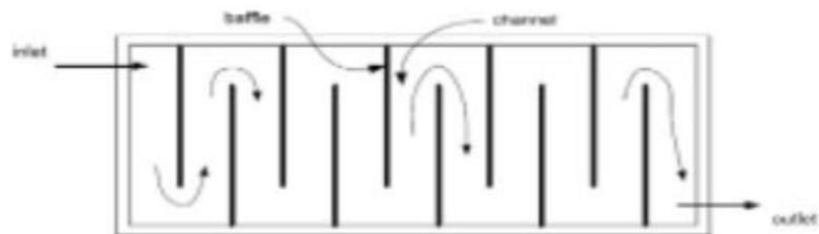
2. Flokulasi

Pada hakikatnya flokulator adalah kombinasi antara pencampuran dan pengadukan sehingga flok-flok halus yang terbentuk pada bak pencampur cepat akan saling bertumbukan dengan partikel-partikel kotoran atau flok-flok yang lain sehingga terjadi gumpalan-gumpalan flok yang semakin besar (Said, 2017).

Proses flokulasi berfungsi untuk membentuk flok-flok agar menjadi besar dan stabil sehingga dapat diendapkan dengan mudah atau disaring. Untuk proses pengendapan dan penyaringan, partikel-partikel kotoran halus maupun koloid yang ada dalam air baku harus digumpalkan menjadi flok-flok yang cukup besar dan kuat untuk diendapkan. Proses pembentukan flok dimulai dari proses koagulasi sehingga terbentuk flok-flok yang masih halus. Flok tersebut kemudian akan saling bertumbukan dengan sesama flok atau dengan partikel kotoran yang ada dalam air baku sehingga akan menggabung membentuk gumpalan flok yang besar sehingga mudah mengendap. Umumnya pengadukan lambat dapat berupa pengadukan mekanis dengan memakai impeller atau berupa pengadukan hidraulis dengan baffle channel (Said, 2017).



Gambar 2. 9 Pengadukan Lambat secara Mekanis



Gambar 2. 10 Pengadukan Lambat secara Hidraulis

Dalam proses flokulasi beberapa hal berikut perlu diperhatikan (Said, 2017):

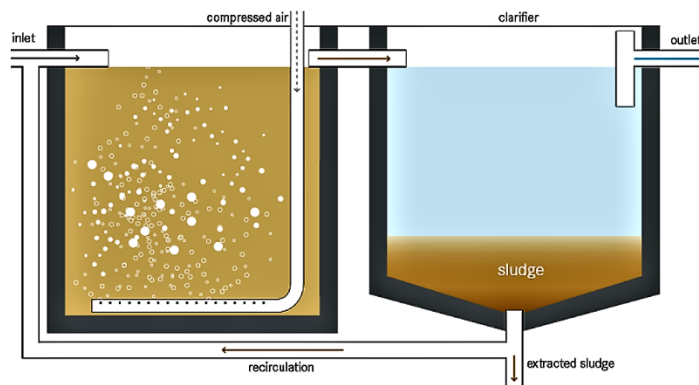
- Proses flokulasi harus sesuai dengan cara pengadukan yang dilakukan agar pembentukan flok dapat berjalan dengan baik dan efektif
- Kecepatan pengadukan di dalam bak flokulator harus bertahap dan kecepatannya semakin pelan ke arah aliran keluar
- Waktu pengadukan rata-rata 20-40 menit
- Perencanaan peralatan pengadukan didasarkan pada perhitungan gradien kecepatan dalam bak flokulator.

2.2.5 *Activated Sludge*

Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi, pengolahan aerob 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. Activated sludge merupakan metode yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Mikroorganisme sendiri selain menguraikan dan menghilangkan kandungan material, juga menjadikan material yang terurai tadi sebagai tempat berkembang biaknya.

Pengaturan jumlah massa mikroba dalam sistem lumpur aktif dapat dilakukan dengan baik dan relatif mudah karena pertumbuhan mikroba dalam kondisi tersuspensi sehingga dapat terukur dengan baik melalui analisa laboratorium. Tetapi jika dibandingkan dengan sistem sebelumnya operasi sistem ini jauh lebih rumit. Khususnya untuk limbah industri dengan karakteristik tertentu.



Gambar 2. 11 Activated Sludge

Tujuan dari proses pengolahan menggunakan unit activated sludge yaitu untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah Sedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO_2 dan H_2O , sedang fraksi terbesar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi (Sperling, 2007).

2.2.6 Clarifier

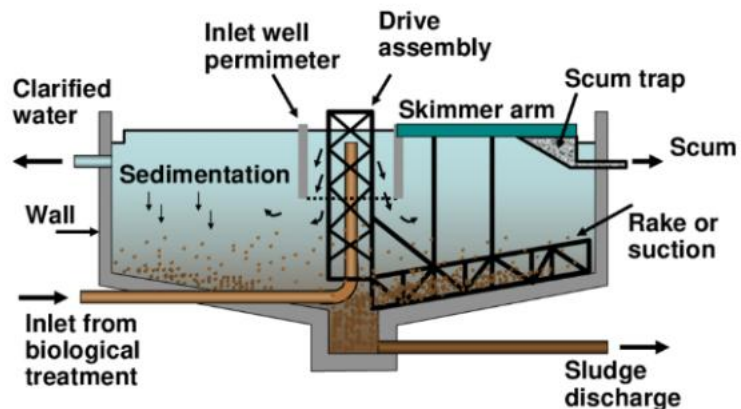
Bangunan ini digunakan untuk mengendapkan lumpur setelah proses sebelumnya, biasanya proses lumpur aktif. Pada unit pengolahan ini, terdapat scraper

blade yang berjumlah sepasang yang berbentuk vee (V). Alat tersebut digunakan untuk pengeruk lumpur yang bergerak, sehingga sludge terkumpul pada masing-masing vee dan dihilangkan melalui pipa di bawah sepasang blades. Lumpur lepas dari pipa dan masuk ke dalam sumur pengumpul lumpur yang terdapat di tengah bagian bawah clarifier. Lumpur dihilangkan dari sumur pengumpul dengan cara gravitasi.

Waktu tinggal berdasarkan rata-rata aliran per hari, biasanya 1–2 jam. Kedalaman clarifier rata-rata 10–15 feet (3–4,6 meter). Clarifier yang menghilangkan lumpur biasanya mempunyai kedalaman ruang lumpur (sludge blanket) yang kurang dari 2 feet (0,6 meter).

Secondary clarifier merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem activated sludge. Bagian ini berperan dalam proses pemisahan lumpur dari limbah yang telah diolah di dalam reaktor biologi. Ada lima parameter yang paling berpengaruh terhadap performa secondary clarifier, yaitu:

- Konsentrasi MLSS yang masuk ke *clarifier*
- Debit air limbah
- Debit resirkulasi system *activated sludge*
- Luas permukaan *clarifier*, dan
- Kemampuan mengendap lumpur.



Gambar 2. 12 Clarifier

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu, oleh karena itu pengolahan jenis ini akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua, banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi lingkungan. Pengolahan ini merupakan pengolahan khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah. Biasanya dilaksanakan pada industri yang menghasilkan air limbah khusus, yaitu seperti mengandung fenol, nitrogen, fosfat dan bakteri patogen lainnya. Salah satu contoh pengolahan ketiga ini adalah bangunan *clarifier*. *Clarifier* sama saja dengan bak pengendap pertama, hanya saja *clarifier* biasa digunakan sebagai bak pengendap kedua setelah proses biologis.

2.3 Persen Removal

Pada unit bangunan pengolah air limbah terdapat parameter yang akan diproses di dalamnya. Setiap bangunan mengolah parameter yang berbeda sehingga memiliki Removal yang berbeda. Persen Removal berarti besar persentase penghilangan dan / atau pembersihan dan / atau penghapusan nilai atau jumlah parameter dalam satuan persen (%). Besar persen Removal unit pengolahan air limbah industri tekstil dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. 2 Persen Removal

Unit Pengolahan	Parameter	%Removal	Sumber
Saluran Pembawa	-	-	-
Barscreen	-	-	-
Bak Penampung	-	-	-
Dissolved Air Flotation	TSS 65% - 98%	80%	Qasim. 1999. Wastewater Treatment, chapter 7.18, page 159
	Minyak Lemak 65% - 95%	90%	
Activated Sludge	BOD 80 - 99%	95%	Cavaseno, V. (1987). Industrial Wastewater
	COD 50% - 95%	95%	

	TSS 60% - 85%	70%	and Solid Waste, page 15
	Amonnia 33% - 99%	90%	
Clarifier	TSS 60% - 80%	70%	Huisman, L. (1977). Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Page 12

2.4 Profil Hidrolis

Profil hidrolis disajikan secara grafis “hidrolik grade line” dalam instalasi pengolahan untuk menyatakan elevasi unit pengolahan (influen - effluen) dan perpipaan. Hal ini dilakukan untuk memastikan aliran air dapat mengalir secara gravitasi, mengetahui kebutuhan pompa, dan untuk menghindari terjadinya banjir atau luapan air akibat aliran balik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut:

- Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu:
 - Kehilangan tekanan pada saluran terbuka
 - Kehilangan tekanan pada bak
 - Kehilangan tekanan pada pintu
 - Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus dihitung secara khusus.
- Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris
- Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris yang berhubungan dengan bangunan pengolahan adalah sebagai berikut:

- Kehilangan tekanan pada perpipaan Cara yang mudah dengan monogram “Hazen William” Q atau V diketahui maka S didapat dari monogram.
- Kehilangan tekanan pada aksesoris Cara yang mudah adalah dengan mengekuivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, di sini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekuivalen sekaligus S .
- Kehilangan tekanan pada pompa Bisa dihitung dengan rumus, grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok Cara perhitungannya juga dengan bantuan monogram.
- Tinggi Muka Air Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan, sehingga dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara:
 - Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
 - Menambahkan kehilangan tekanan antara bangunan kedua dengan 60 bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air pada bangunan kedua Didapat tinggi muka air bangunan sebelum bangunan kedua demikian seterusnya hingga bangunan terakhir