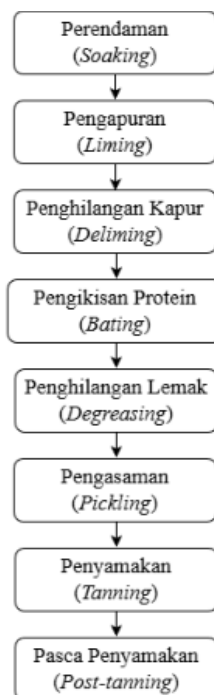


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit tersamak (*leather*). Secara garis besar, operasional industri ini terbagi ke dalam tiga tahapan utama, yakni pra-penyamakan (*beamhouse*), penyamakan (*tanning*), dan pasca-penyamakan (*post-tanning*) (Setiyono & Yudo, 2014). Dalam proses penyamakan, bahan baku yang digunakan adalah kulit hewan, seperti sapi, kerbau, kambing, maupun domba. Air limbah industri penyamakan kulit termasuk ke dalam limbah berbahaya bagi lingkungan. Hal tersebut dikarenakan air limbah dari proses produksi mengandung zat kimia yang bersifat toksik dan karsinogenik, seperti krom heksavalen (Cr^{6+}) (Nugraha, Suparno, & Indrasti, 2018). Selain itu, limbah cair industri ini juga mengandung berbagai polutan organik seperti BOD, COD, dan TSS (Fachria, Ramdan, & Aryantha, 2019). Adapun tahapan proses produksi pada industri penyamakan kulit disajikan dalam diagram berikut.



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Produksi Industri Penyamakan Kulit

(Sumber: Kuncoro & Soedjono, 2022)

2.2 Karakteristik Limbah Industri Penyamakan Kulit

2.2.1 Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai (Pungus et al., 2019). BOD umumnya digunakan sebagai indikator parameter limbah yang mudah terurai.

Kandungan BOD pada air limbah industri penyamakan kulit ini sebesar 368 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan BOD yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan untuk industri penyamakan kulit adalah sebesar 50 mg/L. Tingginya kadar BOD menunjukkan besarnya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di dalam air. Dampak utama dari tingginya beban organik ini adalah penurunan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) secara drastis, yang dapat menyebabkan kondisi anoksik di badan air. Penurunan oksigen tersebut tidak hanya mengancam kelangsungan hidup biota air, tetapi juga dapat memicu proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan bau tidak sedap serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan secara keseluruhan (Said, 2017).

2.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik secara kimiawi. COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik (Harahap et al., 2020). Nilai COD selalu lebih besar dari BOD dikarenakan jumlah senyawa kimia dapat dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan secara biokimia. Hal ini selaras dengan nilai yang ada pada *effluent* industri penyamakan kulit ini. Nilai COD berada pada angka 4984 mg/L, sementara nilai BOD sebesar 368 mg/L. COD

biasanya digunakan sebagai indikator pencemaran limbah yang tidak dapat terurai oleh bantuan mikroorganisme.

2.2.3 Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi yang terdapat pada parameter TSS merupakan senyawa bentuk padat yang berada dalam kondisi tersuspensi dalam air. Padatan tersebut kemungkinan berasal dari mineral-mineral misalnya pasir yang sangat halus, *silt*, lempung, atau berasal dari zat organik asam sulfat yang merupakan hasil penguraian jasad tumbuh-tumbuhan atau binatang yang telah mati. Di samping itu, padatan tersuspensi ini juga dapat berasal dari mikroorganisme misalnya plankton, bakteri, alga, virus, dan lain-lainnya. Semua elemen-elemen tersebut umumnya menyebabkan kekeruhan atau warna dalam air (Said, 2017).

Kandungan TSS pada air limbah industri penyamakan kulit ini adalah 502 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan TSS yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 60 mg/L. TSS merupakan penyebab utama kekeruhan air yang disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi di dalam air yang dapat mengganggu penyerapan cahaya matahari ke dalam air. Kekeruhan akan menghambat penembusan sinar matahari yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dan fitoplankton untuk melakukan fotosintesis.

2.2.4 Krom (Cr)

Kromium merupakan polutan logam berat utama dalam air limbah penyamakan kulit. Meskipun krom trivalen (Cr^{3+}) adalah bentuk yang paling dominan digunakan, ketidakstabilan proses kimia dapat memicu oksidasi menjadi krom heksavalen (Cr^{6+}) yang memiliki tingkat toksisitas dan kelarutan jauh lebih berbahaya bagi lingkungan. (Kuncoro & Soedjono, 2022). Akumulasi kromium dalam badan air tanpa pengolahan yang tepat dapat menyebabkan kerusakan ekosistem serta risiko kesehatan jangka panjang bagi manusia.

Dalam kegiatan operasionalnya, proses penyamakan kulit yang menggunakan kromium hanya mampu menyerap sekitar 60% hingga 70% dari total bahan kimia yang digunakan, sementara sisanya terbuang sebagai limbah cair (Maryudi et al., 2021). Kandungan kromium dalam limbah ini sering kali

melampaui baku mutu yang ditetapkan, sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang efektif. Seperti halnya pada industri penyamakan ini. Kandungan krom total dari air buangnya sebesar 12,27 mg/L. Nilai ini jauh melampaui baku mutu yang dipersyaratkan, yaitu sebesar 0,6 mg/L. Pemanfaatan presipitasi kimia menggunakan basa seperti NaOH atau kapur masih menjadi metode utama untuk mereduksi krom hingga efisiensi di atas 99%, namun tantangan selanjutnya terdapat pada pengelolaan lumpur (*sludge*) mengandung krom yang dihasilkan agar tidak mencemari lingkungan (Wardhani et al., 2013).

2.2.5 Derajat Keasaman (pH)

pH atau konsentrasi ion hidrogen, merupakan salah satu parameter paling mendasar dalam menilai kualitas air dan air limbah. Nilai pH menunjukkan sejauh mana suatu perairan bersifat asam atau basa, sehingga sangat menentukan stabilitas proses kimia, fisika, dan biologis di dalamnya. Pada air limbah industri penyamakan kulit, pH terukur sebesar 5,85, yang berarti berada di bawah baku mutu standar 6 – 9. Kondisi ini mengindikasikan bahwa limbah bersifat relatif asam. pH yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menimbulkan berbagai masalah dalam proses pengolahan air limbah.

Nilai pH ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen dalam air, semakin besar konsentrasi ion hidrogen dalam air semakin rendah nilai pH dan perairan semakin bersifat toksik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan menyukai kondisi pH yang berkisar antara 7,0 – 8,5. Kondisi pH sangat mempengaruhi dinamika kimiawi unsur/senyawa dan proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan terhambat dengan menurunnya pH perairan. namun demikian logam berat dalam kondisi ionnya dan meningkatkan tingkat toksisitasnya pada pH yang rendah. Penurunan pH perairan mulai dari pH 6 akan mempengaruhi kelimpahan keanekaragaman plankton dan bentos, sementara pH 5 ke bawah akan mempengaruhi penurunan yang signifikan pada biomassa zooplankton dan peningkatan filamen alga hijau, dan pada pH 4 sebagian besar tumbuhan hijau akan mati (Suyasa, 2015).

2.3 Bangunan Pengolahan Air Buangan

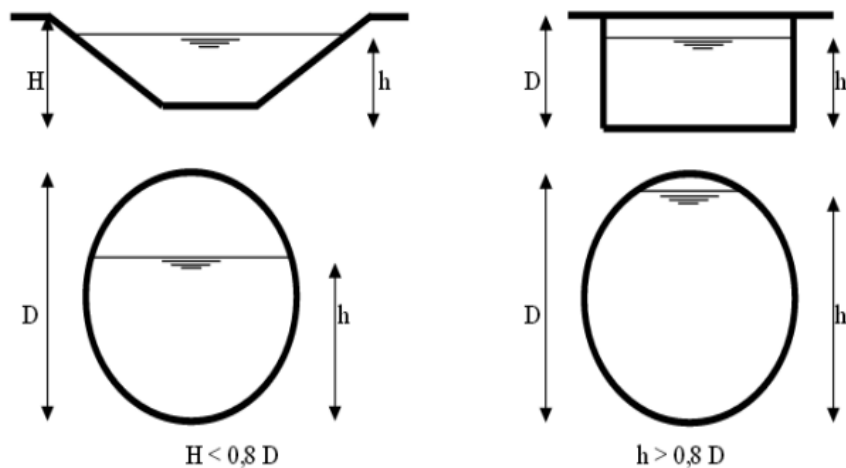
Tujuan utama pengolahan air buangan pada industri ini adalah mengurangi partikel-partikel tersuspensi, BOD dan COD, mengurangi komponen beracun, serta mengurangi bahan-bahan yang tidak dapat didegradasi agar konsentrasinya menjadi lebih rendah. Kegiatan pengolahan air limbah perlu dikelola dengan baik tergantung dari jenis kandungan limbahnya. Berdasarkan tingkat perlakuan proses pengolahan air limbah terdiri dari empat tahapan pengolahan air limbah, yaitu:

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre-Treatment*)
2. Pengolahan pertama (*Primary Treatment*)
3. Pengolahan kedua (*Secondary Treatment*)
4. Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*)
5. Pengolahan lumpur (*Sludge Treatment*)

2.3.1 Saluran Pembawa

Saluran pembawa adalah saluran yang mengantarkan air dari satu bangunan ke bangunan pengolahan air limbah lainnya. Saluran pembawa biasa terbuat dari dinding berbahan beton. Saluran pembawa dibedakan menjadi saluran pembawa terbuka (*open channel flow*) dan tertutup (*pipe flow*). Saluran ini mampu mengalirkan air dengan memerhatikan beda ketinggian atau perbedaan elevasi antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya. Apabila saluran pembawa ini di atas lahan yang datar, maka diperlukan kemiringan/*slope* (m/m). Pada saluran pembawa, setiap 10 m saluran pembawa terdapat bak kontrol. Atau apabila terjadi jika ada ukuran screen lebih besar dari saluran, maka peletakan *screen* dipasang di bak kontrol.

Saluran terbuka merupakan sistem saluran yang permukaan airnya terpengaruh dengan udara luar (atmosfer). Saluran terbuka membutuhkan kemiringan atau *slope* (m/m). Saluran terbuka dapat berbentuk trapesium, segi 7 empat, segitiga, setengah lingkaran atau kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut. Pada saluran tertutup, aliran yang terjadi dalam suatu pipa disebabkan karena adanya perbedaan tekanan (kemiringan/gradien tekanan). Cairan yang ada sepenuhnya mengisi pipa dan aliran dalam tekanan.



Gambar 2.2 Saluran Terbuka dan Tertutup

(Sumber: Nasution, 2005)

2.3.2 Bar Screen

Screen atau biasa disebut dengan *bar screen* digunakan dalam pengolahan air baik air bersih maupun air limbah untuk menghilangkan padatan kasar berupa potongan-potongan kayu, bahan – bahan dari plastik, kain, dan lain sebagainya yang berukuran $>0,5 - 1,0$ cm sehingga tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air buangan selanjutnya. Prinsip dari *screening* adalah untuk menghilangkan material kasar yang terdapat pada aliran air buangan yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat pengolahan, mengurangi efektifitas pengolahan dan biaya pada proses pengolahan, serta kontaminasi pada aliran air.

Padatan yang disaring kemudian dibuang ke wadah yang terletak di belakang *screen* untuk disimpan, dikeringkan, dan diakumulasi/dipadatkan sebelum akhirnya dibuang. Peran utama *screening* adalah untuk menghilangkan bahan-bahan kasar dari aliran air yang mampu: (1) merusak peralatan unit pengolahan berikutnya; (2) mengurangi kinerja dan efektivitas unit dan proses pengolahan secara keseluruhan; dan (3) mencemari saluran air. 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 (Reynolds & Richards, 1996).

2.3.3 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.

Tujuan dari menampung air limbah di bak penampung yaitu untuk meminimalisasi atau mengontrol fluktuasi dari aliran air limbah yang diolah agar memberikan kondisi aliran yang stabil pada proses pengolahan selanjutnya. 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.

Kriteria perencanaan:

- Waktu tinggal (T_d) = 10800 s
- Tebal dinding = ≥ 20 cm
- Freeboard = 5 – 30%
- H optimal = 4 m

Rumus yang digunakan:

- Volume bak penampung (V)

$$V = Q \times t_d$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit limbah (m}^3/\text{s)}$$

$$T_d = \text{Waktu detensi (detik)}$$

- Dimensi bak penampung

$$V = L \times B \times H$$

Keterangan:

$$V = \text{Volume bak (m}^3\text{)}$$

$$L = \text{Panjang bak (m)}$$

W = Lebar bak (m)

H = Tinggi bak (m)

2.3.4 Presipitasi

Logam berat adalah parameter yang menjadi perhatian khusus dalam pengolahan air limbah industri, seperti tembaga, perak, seng, kadmium, merkuri, timbal, kromium, besi, dan nikel. Sebagian besar logam berat yang ditemukan dalam proses pengolahan limbah berada dalam bentuk anorganik. Metode paling umum untuk menghilangkan logam berat anorganik adalah presipitasi kimia atau pengendapan kimia. Logam mengendap pada berbagai tingkat pH, tergantung pada faktor-faktor seperti logam itu sendiri, garam tidak larut yang telah terbentuk (misalnya, hidroksida, karbonat, sulfida, dll.), adanya zat pengompleks seperti amonia, asam sitrat, asam etilendiamintetra asetat (EDTA), dll.

Ketika terdapat dua atau lebih logam berat ditemukan dalam aliran limbah yang sama, pH optimum untuk pengendapan mungkin berbeda untuk setiap ion. Metode yang dapat digunakan untuk mengendapkan satu atau lebih logam pada sumber pada satu pH, dan mengolah aliran yang tersisa pada pH lain, yaitu:

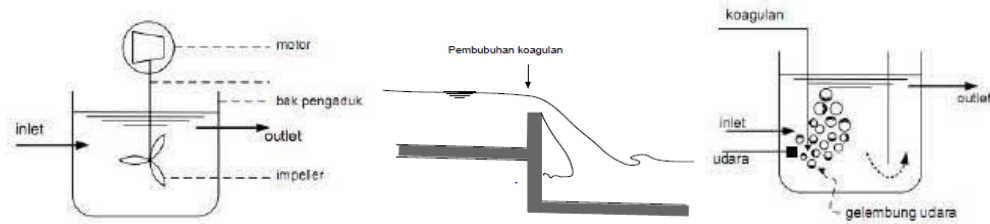
1. Menyelidiki zat pengompleks atau *chelating* lainnya untuk menentukan pengaruhnya terhadap proses pengendapan.
2. Menggunakan skala *batch* dengan menggunakan sampel limbah yang akan diolah untuk menentukan proses pengolahan yang optimal.
3. Uji presipitasi harus menggunakan berbagai kemungkinan bahan kimia untuk menentukan mana yang menghasilkan efluen yang paling dapat diterima.
4. pH harus disesuaikan pada kisaran yang sesuai. Waktu yang diperlukan untuk pencampuran dan sedimentasi yang tepat juga dapat ditentukan dengan program pengujian skala *batch*. Setelah diuji menggunakan skala *batch*, dapat diterapkan pada skala kontinyu, yakni pada instalasi pengolahan air limbah (Lanouette, 1976).

2.3.5 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).

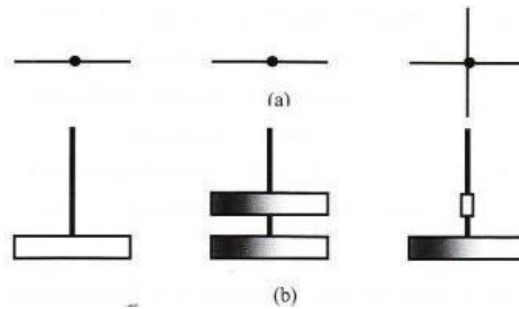
Proses destabilisasi terjadi salah satunya akibat dari pengadukan cepat, pengadukan cepat bertujuan agar menghasilkan turbulensi pada air sehingga bahan kimia (koagulan) dapat didispersikan kedalam air. Secara umum pengadukan cepat ialah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatan yang besar (300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



Gambar 2.3 Pengadukan Mekanis, Pengadukan Hidraulis, dan Pengadukan Pneumatis

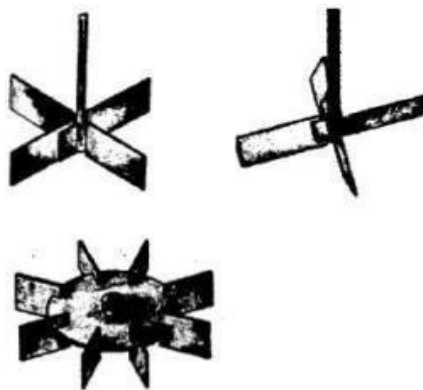
Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling).



Gambar 2.4 Pengaduk Tipe *Paddle*
(Sumber: Masduqi & Assomadi, 2016)

Keterangan:

- (a) = Tampak atas dan samping tampak atas
- (b) = Tampak samping



Gambar 2.5 Pengaduk Tipe *Turbine*
(Sumber: Qasim et al., 2000)



Gambar 2.6 Pengaduk Tipe *Propeller*

(Sumber: Qasim et al., 2000)

Keterangan:

- (a) = *Propeller 2 blades*
- (b) = *Propeller 3 blades*

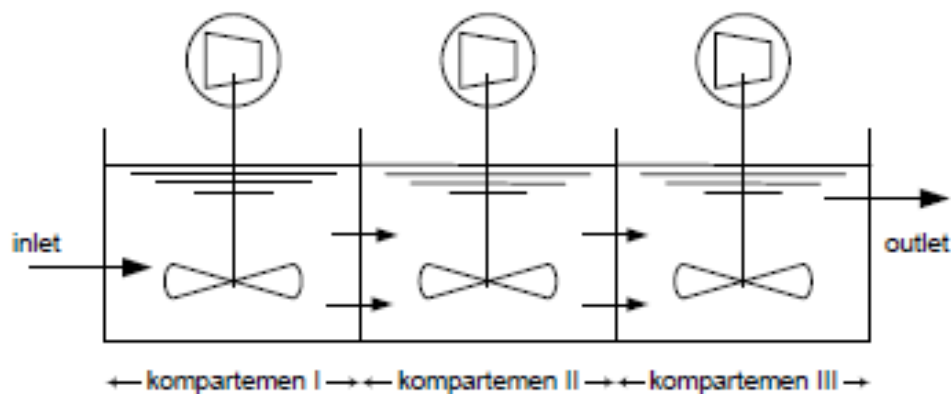
Bahan kimia yang umum digunakan pada proses koagulasi dibagi menjadi tiga golongan, yaitu zat koagulan, zat alkali dan zat pembantu koagulan. Zat koagulan dipakai untuk menggumpalkan partikel yang tersuspensi, zat warna, koloid dan lain-lain agar membentuk gumpalan partikel yang besar (flok). Sedangkan 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.

2.3.6 Flokulasi

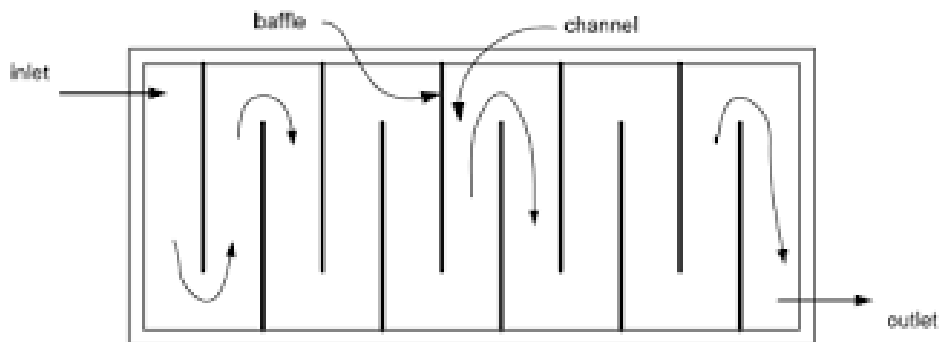
Pada hakikatnya flokulator adalah kombinasi antara pencampuran dan pengadukan sehingga flok-flok halus yang terbentuk pada bak pencampur cepat akan saling bertumbukan dengan partikel-partikel kotoran atau flok-flok yang lain sehingga terjadi gumpalan-gumpalan flok yang semakin besar (Said, 2017).

Proses flokulasi berfungsi untuk membentuk flok-flok agar menjadi besar dan satbil 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 atau disaring. 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 2.7 Pengadukan Lambat Secara Mekanis



Gambar 2.8 Pengadukan Lambat Secara Hidraulis

Dalam proses flokulasi terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. Proses flokulasi harus sesuai dengan cara pengadukan yang dilakukan agar pembentukan flok dapat berjalan dengan baik dan efektif.
2. Kecepatan pengadukan di dalam bak flokulator harus bertahap dan kecepatannya semakin pelan ke arah aliran keluar.

3. Waktu pengadukan rata-rata 20 – 40 menit.
4. Perencanaan peralatan pengadukan didasarkan pada perhitungan gradien kecepatan dalam bak flokulator.

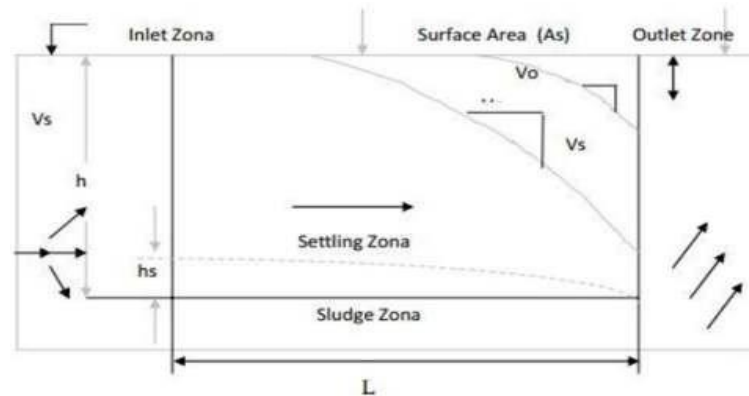
2.3.7 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air adalah sebagai berikut:

1. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
2. Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
3. Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, NaCl, dan chlorine.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

Pengendapan yang terjadi terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Berikut merupakan tipe-tipe pengendapan pada bak sedimentasi.

1. Pengendapan Tipe I (*Free Settling*)
2. Pengendapan Tipe II (*Flocculent Settling*)
3. Pengendapan Tipe III (*Zone/Hindered Settling*)
4. Pengendapan Tipe IV (*Compression Settling*)



Gambar 2.9 Zona Pada Bak Sedimentasi

Pada setiap zona tersebut terjadi proses-proses sebagai berikut:

1. Zona Inlet

Terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling ($\pm 25\%$ panjang bak).

2. Zona Settling

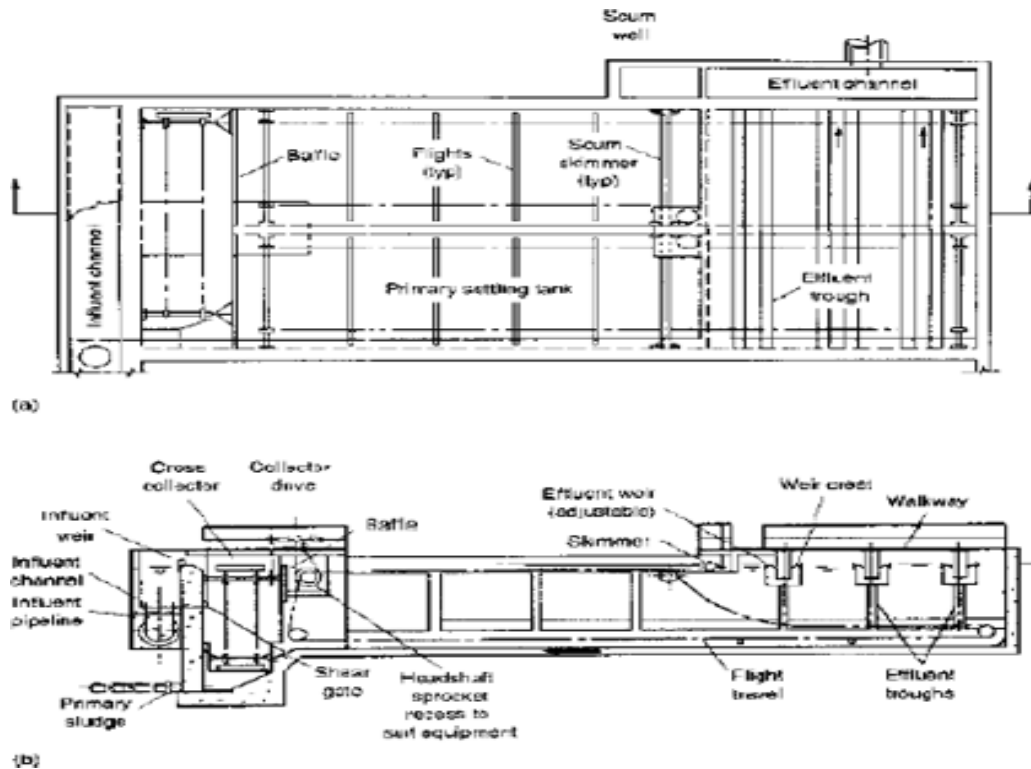
Terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya

3. Zona Sludge

Sebagai ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurasan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada $1/5$ volume bak.

4. Zona Outlet

Pada zona ini dihasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.



Gambar 2.10 Denah dan Potongan Sedimentasi Rectangular

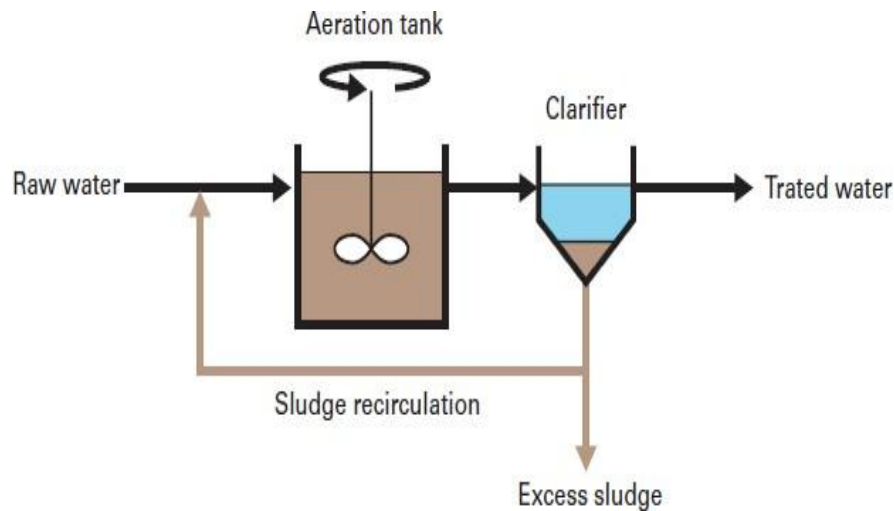
(Sumber: Metcalf & Eddy, 2003)

2.3.8 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 Proses *Activated Sludge*

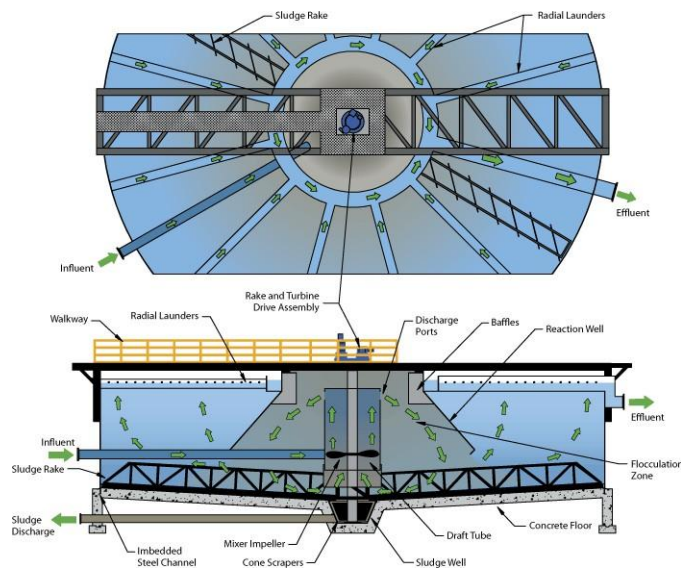
Tujuan dari proses pengolahan menggunakan unit *activated sludge* yaitu untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah Sedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO_2 dan H_2O , sedang fraksi terbesar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

2.3.9 Clarifier

Unit clarifier merupakan unit lanjutan dari pengolahan sebelumnya. Bangunan clarifier digunakan untuk mengendapkan lumpur setelah proses sebelumnya, biasanya proses lumpur aktif. Pada unit pengolahan ini, terdapat *scrapper 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 dibawah sepasang *blades*. Lumpur lepas dari pipa dan masuk ke dalam sumur pengumpul lumpur yang terdapat ditengah bagian bawah clarifier. Lumpur dihilangkan dari sumur pengumpul dengan cara gravitasi. Waktu tinggal berdasarkan rata-rata aliran per hari, biasanya 1 – 2 jam. Pada dasarnya clarifier sama saja dengan bak pengendap

pertama, hanya saja clarifier biasa digunakan sebagai bak pengendap kedua setelah proses biologis.

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 sistem activated sludge, luas permukaan clarifier, dan kemampuan mengendap lumpur.



Gambar 2.12 Unit Clarifier

2.4 Persen Removal

Unit dalam bangunan pengolahan air limbah dirancang untuk mengurangi parameter pencemar tertentu dengan efisiensi yang bervariasi pada setiap unitnya. Kemampuan suatu unit dalam menyisihkan polutan dinyatakan dalam bentuk persen (%) atau lebih umum disebut dengan persen removal. Berikut merupakan persen removal pada rancangan unit pengolahan air limbah industri penyamakan kulit.

Tabel 2.1 Persen Removal Unit Pengolahan Air Limbah

No	Unit	Parameter	Persen Removal (%)	Sumber
1	Saluran Pembawa	-	-	-
2	Bar Screen	-	-	-
3	Bak Penampung	-	-	-
4	Presipitasi - Bak Pengendap Awal	Krom Total (Cr)	97,6%	Wardhani,E., Dirgawati, M., & Alvina, F. I. (2013). Combination Process Precipitation and Adsorption Activated Carbon in Wastewater Treatment Tannery Industry. Jurnal Lingkungan Tropis, 7(1).
5	Koagulasi - Flokulasi	-	-	-
6	Sedimentasi	TSS	80 - 90%	Metcalf & Eddy. (2004). Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, hlm. 497.
		COD	41,5%	Song, Z., Williams, C. J. M., & Edyvean, R. G. J. (2000). Technical note: Sedimentation of tannery wastewater. Water Research, 34(7), 2171–2176
7	Activated Sludge	BOD	80 - 99%	Cavaseno, V. (1980). Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering. McGraw-Hill Publications Co, hlm. 15.
		COD	50 - 95%	

No	Unit	Parameter	Persen Removal (%)	Sumber
8	Clarifier	TSS	60 - 80%	Huisman, L. (2004). Sedimentation and Flotation: Mechanical Filtration. Delft University of Technology, hlm. 12.

2.5 Profil Hidrolis

Profil hidrolis disajikan secara grafis “hidrolik *grade line*” dalam instalasi pengolahan untuk menyatakan elevasi unit pengolahan (influen – efluen) 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.

Dalam pembuatan profil hidrolis terdapat hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

a. 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.

b. 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 mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, di sini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen 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.

c. 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 bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air pada bangunan kedua.
- Didapat tinggi muka air bangunan sebelum bangunan kedua demikian seterusnya hingga bangunan terakhir.