

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri Penyamakan Kulit

Karakteristik limbah cair yang berasal dari industri kulit umumnya berwarna keruh dan berbau tidak sedap, mengandung sisa-sisa darah, bulu halus, protein terlarut, bubur kapur, sisa garam, asam, sisa cat dan zat samak krom. Krom merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi lingkungan. Salah satu jenisnya adalah krom (VI) yang mempunyai kelarutan dan toksisitas tinggi. Keberadaan limbah krom tidak boleh melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Sifat kelarutan dan toksisitas krom menentukan tingkat bahaya pencemaran di lingkungan (Nahadi, 2000).

Keberadaan logam berat di lingkungan dapat menurunkan populasi mikroba baik dalam jumlah maupun keanekaragaman spesiesnya. Mikroba jenis tertentu dapat ditemukan resisten atau toleran terhadap pencemaran. Sifat resisten atau toleran tersebut ditunjukkan dengan kemampuan tumbuh mikroba dalam berbagai konsentrasi logam berat.

2.1.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen secara biologis adalah konsentrasi oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan. BOD berperan sangat penting untuk mengetahui kualitas perairan karena semakin tinggi kadar BOD di suatu perairan maka tingkat kualitas perairan tersebut semakin buruk (Salmin, 2005).

Parameter BOD dapat ditemukan pada limbah cair industri penyamakan kulit. Kandungan BOD air buangan industri penyamakan kulit ini adalah 500 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan BOD yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan sebesar 50 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

2.1.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical oxygen demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi atau banyaknya oksigen-oksigen yang

dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. COD merupakan salah satu parameter kunci sebagai pendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD, maka semakin buruk kualitas air yang ada (Andara, dkk. 2014)

Kandungan COD air buangan Industri Penyamakan Kulit ini adalah 1100 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 110 mg/L.

2.1.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Sebagai contoh, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat tahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992)

Standart Baku Mutu TSS yang diijinkan adalah 60 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013). TSS yang dihasilkan pada Industri Penyamakan Kulit ini adalah sebesar 600 mg/L

2.1.4 Krom Total

Kromium adalah elemen yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah pada batuan, hewan, tanah, debu, juga gas. Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam, logam ini seiring ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur yang lain (Mukaromah, 2008).

Kromium masuk ke perairan melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya krom secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi atau pengikisan yang terjadi pada batuan mineral. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel krom yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya krom yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber krom yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Pratiwi, 2013).

Salah satu industri yang menghasilkan atau mengeluarkan limbah cair krom adalah Industri penyamakan kulit.

Parameter Krom dapat ditemukan pada limbah cair industri penyamakan kulit. Kandungan Krom air buangan industri penyamakan kulit ini adalah 6 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan Krom yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan sebesar 0,6 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

2.1.5 Minyak Dan Lemak

Minyak dan lemak yang mencemari air sering dimasukkan ke dalam kelompok padatan, yaitu padatan yang mengapung di atas permukaan air. Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri. Karena berat jenisnya lebih kecil dari pada air maka minyak tersebut membentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutup permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk ke dalam air.

Kandungan Minyak dan Lemak air buangan Industri Penyamakan Kulit ini adalah 50 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 5 mg/L.

2.1.6 NH₃-N (Amonia Total)

Amoniak NH₃ berasal dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air buangan industri dan penduduk. Kadar amoniak tinggi selalu menunjukkan pencemaran. Rasa dan bau amoniak kurang sehingga kadar amoniak harus rendah. Nitrogen organik (N total) adalah jumlah N organik dan N amoniak bebas. Analisa N organik umumnya hanya dilaksanakan pada sampel air yang diduga mengandung zat organik. Jika dikalikan faktor konversi nilai N total bisa dinyatakan sebagai kandungan protein zat organik

Adanya ammonia di perairan dapat menjadi indikasi terjadinya kontaminasi oleh pemupukan yang berasal dari material organik. Nitrogen tinggi juga berasal dari pertanian. Konsentrasi Nitrogen dalam bentuk nitrat secara bertahap dapat meningkat di beberapa mata air di areal pertanian. Bila air tersebut dikonsumsi oleh masyarakat untuk mandi, cuci dan kakus dapat menimbulkan dampak negatif pada kesehatan masyarakat (Dewi, 2013).

Kandungan amonia total air buangan Industri Penyamakan Kulit ini adalah 5 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 0,5 mg/L.

2.1.7 Sulfida (H₂S)

Hidrogen sulfida (H₂S), adalah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktifitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktivitas anaerobik), seperti di rawa, dan saluran pembuangan kotoran. Gas ini juga muncul pada gas yang timbul dari aktivitas gunung berapi dan gas alam (Sugiharto, 1987).

Kandungan sulfida air buangan Industri Penyamakan Kulit ini adalah 8 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 0,8mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

2.1.8 pH

pH merupakan sebuah parameter kualitas yang penting bagi air baku dan air limbah. Ukuran konsentrasi pH yang cocok bagi semua kehidupan biologis bisa dibilang sangat kecil dan kritis yaitu diantara 6 hingga 9. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah dalam netral (7). Semakin kecil nilai pHnya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto, 1987).

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

2.2.1 Saluran Pembawa

Saluran pembawa merupakan saluran yang digunakan untuk mengalirkan air limbah dari unit bangunan ke unit bangunan lainnya. Saluran pembawa dibedakan menjadi saluran pembawa tertutup (pipe flow) dan saluran pembawa terbuka (open channel flow).

Saluran pembawa tertutup (pipe flow) merupakan sistem saluran yang permukaan airnya tidak memiliki kontak dengan udara luar, sehingga saluran tertutup memiliki suatu tekanan hidraulik.

Saluran terbuka (open channel flow) merupakan sistem saluran yang permukaan airnya memiliki kontak dengan udara luar. Saluran terbuka memiliki beberapa macam bentuk diantaranya segi empat, trapesium, segitiga, dan setengah lingkaran. Saluran ini biasanya terbuat dari dinding berbahan beton, sehingga dipengaruhi oleh koefisien koefisien manning (n).

2.2.2 Bar Screen

Screening merupakan unit pertama yang digunakan pada pengolahan air limbah. Screening digunakan dalam menghilangkan sampah padat seperti kertas, plastik, atau kain yang dapat merusak dan menyumbat aliran air, pipa dan pompa. (United States Environmental Protection Agency, 2003). Umumnya pada perencanaan air limbah, screening terbagi menjadi dua jenis, yaitu saringan kasar (coarse screen) dan saringan halus (fine screen).

Coarse screens dapat menghilangkan benda – benda berukuran besar dan mempunyai ukuran celah 6 – 150 mm. Saringan kasar atau coarse screens dibedakan menjadi pembersihan mekanik dan manual. Fine screens atau saringan halus mempunyai ukuran celah 1,5 – 6 mm (Liu and Liptak, 1999)

Berdasarkan (Liu and Liptak, 1999), beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan bar screen antara lain adalah:

- Kecepatan aliran,
- Jarak antar bar,
- Ukuran bar (batang),
- Sudut inklinasi,
- Head loss yang diizinkan



Gambar 2. 1 Bar Screen

2.2.3 Bak Penampung

penampungan akhir dari bak pengolahan yang berfungsi untuk menampung air limbah yang telah diolah pada bak pengolahan, kemudian dialirkan dari sistem perpipaan untuk menghasilkan air buangan (Effluent) yang aman bagi lingkungan. Bak penampung adalah sebuah bak yang digunakan untuk menampung air limbah dari saluran pembawa. Bak penampung juga sebuah unit penyeimbang sehingga debit dan kualitas limbah yang masuk ke instalasi dalam keadaan konstan.

2.2.4 DAF

Pada sistem DAF, udara dilarutkan di dalam cairan di bawah tekanan beberapa atmosfer sampai jenuh, kemudian dilepaskan ke tekanan atmosfer. Akibat terjadinya perubahan tekanan maka udara yang terlarut akan lepas kembali dalam bentuk gelembung yang halus (30-120 mikron).

Dissolved Air Flotation adalah proses menghilangkan minyak dan lemak, menghancurkan emulsi yang dikandungnya. Emulsi minyak dalam limbah dapat dilarutkan dalam berbagai cara, termasuk pemanasan, distilasi, pelepasan gelembung, senyawa perekat, sentrifugasi, dan penyaringan. Dari metode tersebut, ultrafiltrasi adalah metode yang paling efektif untuk memisahkan minyak dan asam lemak dari limbah industri yang diolah.

→ Flotasi

Flotasi merupakan unit pemisah pada fase cair atau fasa padat dari fasa cair. Pemisahan partikel dari cairan flotasi didasarkan pada perbedaan berat jenis partikel dengan bantuan gelembung udara

→ Koagulasi-Flokulasi

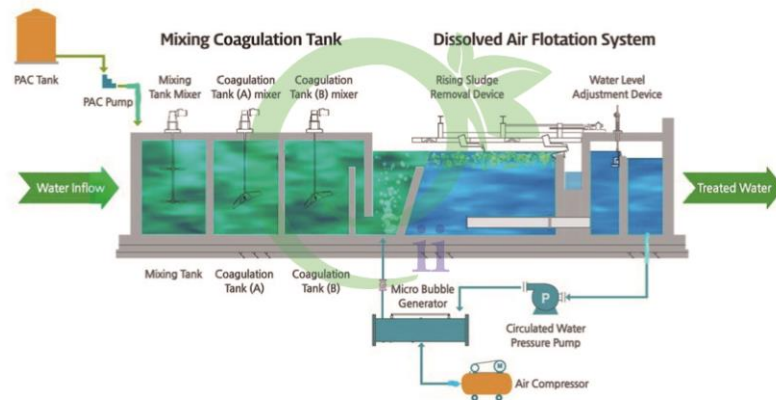
Proses koagulasi merupakan proses dasar pengolahan air untuk menghilangkan partikel-partikel koloid dan padatan tersuspensi. Dalam proses tersebut terdapat pengadukan dalam pengolahan air limbah, diantaranya adalah pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat (flash mixing) bertujuan untuk mempercepat penyebaran bahan kimia (koagulan) melalui air limbah. Koagulan yang paling efektif untuk digunakan dalam pengadukan cepat adalah alum dan ferric chloride karena proses hidrolisnya berjalan lebih cepat yang selanjutnya akan mengalami adsorpsi partikel koloid. Sedangkan pada pengadukan lambat untuk proses kecepatan penyebaran koagulan lebih lama dibandingkan pada proses flash mixing. Koagulan yang umum digunakan

dalam proses koagulasi adalah PAC, aluminium sulfat, feri sulfat, dan ferro sulfat (Syaiful, Jn, & Andriawan, 2014).

Dalam proses koagulasi-flokulasi pengadukan merupakan operasi yang mutlak diperlukan. Pengadukan cepat berperan penting dalam pencampuran koagulan dan destabilisasi partikel. Sedangkan pengadukan lambat berperan dalam upaya penggabungan flok. Kecepatan pengadukan merupakan parameter penting dalam pengadukan yang dinyatakan dengan gradien kecepatan (Ali Masduqi dan Abdu F. Assomadi, 2012).

→ Bak Pengendap 1

Bak Pengendap I berfungsi untuk memisahkan padatan tersuspensi dan terlarut dari cairan dengan menggunakan sistem gravitasi dengan syarat kecepatan horizontal partikel tidak boleh lebih besar dari kecepatan pengendapan. Skimmer yang ada pada bak pengendap I gunakan untuk tempat pelimpahan lemak dan minyak yang mengambang.

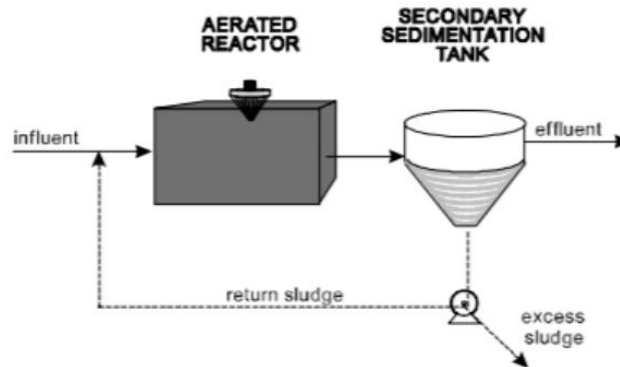


Gambar 2. 2 DAF

2.2.5 Activated Sludge

Activated sludge (lumpur aktif) banyak digunakan di dunia untuk mengolah air limbah domestik maupun industri, ketika dibutuhkan kualitas efluen yang tinggi namun lahan yang tersedia terbatas. Akan tetapi, activated sludge memiliki sistem yang lebih termekanisasi daripada sistem lainnya, sehingga akan memerlukan konsumsi energi yang lebih tinggi. Secara umum lumpur aktif sebenarnya terbagi menjadi 2 unit yaitu reaktor dan clarifier.

Disertai adanya sirkulasi lumpur, sehingga terjadi regenerasi bakteri dan proses bisa berlangsung selalu disertai oleh bakteri (Sperling, 2007).



Gambar 2. 3 Skema Lumpur Aktif

2.2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Pada Adsorpsi ada yang disebut Adsorben dan Adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi, 2008). Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letakletak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (Saragih, 2008).

Mekanisme Adsorpsi Proses adsorpsi dapat berlangsung jika padatan atau molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul adsorbat, sehingga didalamnya terjadi gaya kohesif atau gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak terakumulasi/melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif sedangkan

yang terakumulasi/melekat disebut adsorbat (Ginting, 2008). Proses adsorpsi menunjukkan dimana molekul akan meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat rekasi kimia dan fisika. Proses 5 adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat antar molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain (Khairunisa, 2008).

2.2.7 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 masyarakat umum. Pengolahan kedua ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah khusus diantaranya yang mengandung fenol, nitrogen, fosfat, bakteri patogen dan lainnya.

Clarifier (Bak Pengendap II) berfungsi untuk memisahkan lumpur aktif dari Mixed-liquor suspended solids (MLSS). Lumpur yang mengandung mikroorganisme (bakteri) yang masih aktif akan diresirkulasi kembali ke activated sludge (tangki aerasi) dan sludge yang mengandung mikroorganisme yang sudah mati atau tidak aktif lagi dalirkan ke pengolahan lumpur. Langkah ini merupakan langkah akhir untuk meghasilkan effluen yang stabil dengan konsentrasi BOD dan SS yang rendah. Dengan adanya volume yang besar dari solid yang flokulen dalam MLSS, maka diperlukan 38 pertimbangan khusus untuk mendesain bak pengendap II. Adapun faktor – faktor yang menjadi pertimbangan dalam desain adalah:

1. Tipe tangki yang digunakan
2. Karakteristik pengendapan sludge
3. Kecepatan aliran
4. Penempatan weir dan weir loading rate.



Gambar 2. 4 Clarifier

(Sumber: https://www.tpomag.com/online_exclusives/2023/03/how-to-maximize-clarifier-performance_sc_002y7)

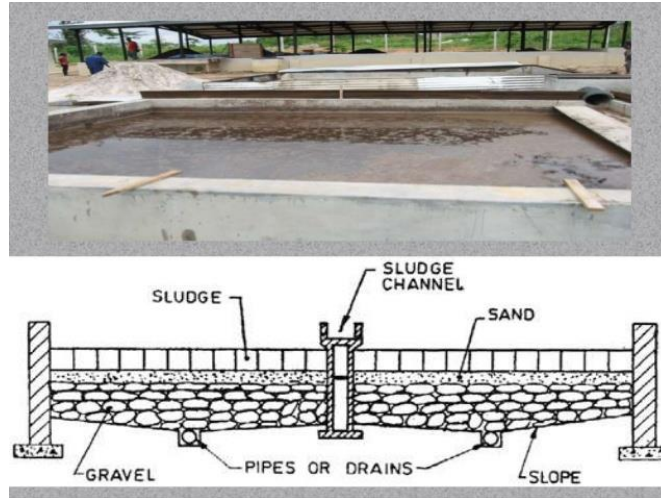
2.2.8 Sludge Drying Bed

Prinsip pengolahan lumpur yaitu mengurangi kadar air dan volume lumpur yang salah satunya melalui pengeringan atau dewatering dengan unit pengolahan yang biasa disebut Sludge Drying Bed (SDB). Pengeringan mampu mengurangi volume lumpur dan meningkatkan kadar Total Suspended Solid (TSS) (Hu dkk., 2017). Indonesia sebagai negara tropis dengan curah hujan yang tinggi mempunyai kondisi lingkungan lembab dan intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah pada setiap musim, sehingga proses pengeringan lumpur pada unit SDB dapat terganggu atau tidak berjalan sempurna (Hutagalung, 2012).

Ukuran dan jenis media filter pada unit SDB yang bervariasi juga mempengaruhi proses pengeringan lumpur. Media pasir untuk tempat pembuangan limbah buangan sebaiknya memiliki diameter efektif antara 0,30 mm - 0,75 mm (Kuffour dkk., 2009). Waktu pengeringan lumpur selama 15 hari, tebal lumpur (cake) di atas media filter 25-30 cm, tebal pasir 15-20 cm, dan tebal lapisan kerikil 25-30 cm (Cofie dkk., 2006). Kadar air pada lumpur yang didapatkan setelah 10 hingga 15 hari pengeringan adalah 60 - 70%.

Selain pengaruh media, ketebalan lumpur juga mempengaruhi kecepatan pengeringan lumpur. Ukuran ketebalan lumpur di SDB

memungkinkan untuk memperkirakan tingkat kenaikan tinggi lumpur, yang menentukan umur setiap siklus pengisian dan pengosongan. Tingkat ini merupakan faktor penting untuk mengevaluasi dan memperbaiki kinerja pengeringan unit SDB (Uggetti dkk., 2012). Ketebalan lumpur yang biasanya diaplikasikan adalah 20 sampai 30 cm.



Gambar 2. 5 SDB

(Sumber: <https://wastewater101.net/2018/10/study-time-treatment-plant-discussion-solids-handling-10/sludge-drying-beds-5-638/>)

2.3 Persen Removal

Tabel 2.1 % Removal

No	Unit Bangunan	% Removal	Literatur
1.	Saluran Pembawa & Bar Screen	-	-
2	Bak Penampung	-	-
3	DAF	-	-
	Koagulasi-Flokulasi	-	-
	Flotasi	Minyak-Lemak: 65-98%	Syed R. Qasim. 1999. WWTP Planning, Design, and Operation, page 159

		Sulfida (H ₂ S): 88-98%	W. Wesley Eckenfelder, Jr. Industrial Water Pollution Control (Third Edition). 2000, page 109
	Bak Pengendap 1	TSS: 50-85%	Cavaseno, Industrial Waste water and solid Waste engineering, page 14
4	Trickling Filter	1. Cr: 89 % 2. BOD: 90% 3. COD: 90% 4. Amonia Total (NH ₃ -N): 99%	(Dhokpande, dkk. 2014. <i>A Review On Research On Application Of Trickling Filters In Removal Of Various Pollutants From Effluent</i> . International Journal of Engineering Sciences & Research Technology)
5	Bak Pengendap 2	TSS: 60-80%	Metcalf & Eddy, WWET Disposal, and Reuse 4th edition, page 497
6	SDB	-	-

2.4 Profil Hidrolis

Profil Hidrolis adalah memperhitungkan 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. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut:

1. Kehilangan Tekanan Pada Bangunan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan.

2. Tinggi Muka Air

Pelaksanaan pembangunan dapat mempengaruhi proses pengolahan apabila adanya atau terjadi kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dan menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan. Pada perhitungan

tinggi muka air dipengaruhi oleh kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada).

3. Kehilangan Tekanan Pada Perpipaan dan Aksesoris

Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris yang berhubungan dengan bangunan pengolahan adalah sebagai berikut:

- a. Kehilangan Tekanan pada Perpipaan
- b. Kehilangan tekanan pada aksesoris
- c. Kehilangan tekanan pada pompa
- d. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok