

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan sebagai bahan pembelajaran untuk penyusunan tugas akhir ini :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti	Metode Analisa	Hasil
1	Optimasi kinerja instalasi pengolahan air limbah industri pabrik kelapa sawit	Nastiti Sri Fatmawati, Joni Hermana	Pengumpulan data primer, sekunder, dan hasil sampling lalu dilakukan pengolahan data-data tersebut	Evaluasi dimensi perhitungan dengan dimensi aktual tidak sesuai dan pengolahan limbah aktif saat ini tidak sesuai kapasitas.
2	Evaluasi pengolahan air	Arsyad Hadamuan	Pengumpulan data primer	Evaluasi dimensi kolam

	limbah pabrik kelapa sawit dan pabrik inti sawit kecamatan karang baru kabupaten aceh tamiang	HRP	dan sekunder	yang sudah ada, dan perlu adanya penambahan kolam agar bisa melakukan pengolahan limbah sesuai aturan yang berlaku
3	Evaluasi instalasi pengolahan air limbah industri penyamakan kulit pada UPT lingkungan industri kulit kabupaten magetan	Ratnasari Hidayati	Pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer seperti debit limbah dan data sekunder seperti kualitas air limbah	Perlu adanya pergantian pola produksi penyamakan kulit yaitu 10 penyamak/hari. Selain itu perlu penambahan dimensi bak sedimentasi akhir agar mendapat

				waktu tinggal yang sesuai kriteria.
--	--	--	--	---

2.2 Pengertian Limbah

Menurut (Mahida, 1984) limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya, baik secara langsung dan tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

2.3 Limbah Industri Kelapa Sawit

Proses pengolahan pabrik kelapa sawit menghasilkan limbah cair minyak kelapa sawit yang mengandung bahan organik yang tinggi, sehingga kadar air pencemar akan semakin tinggi juga.

Pengolahan sawit pada pabrik kelapa sawit menghasilkan 3 jenis limbah yaitu:

- a. limbah cair
- b. limbah padat, dan
- c. gas

Dimana limbah gas keluar dari cerobong asap boiler, dan limbah padat berupa solid, cangkang, sabut, dan abu, Diantara yang diatas yang menjadi permasalahan adalah limbah cair karena jumlahnya sangat banyak

dibanding jumlah yang lainnya. Dampak yang diperoleh dari hasil limbah cair industri minyak kelapa sawit adalah badan air penerima akan tercemar, karena biasanya hampir setiap industri pabrik kelapa sawit berlokasi dekat dengan badan sungai. Sehingga sungai yang tercampur menjadi kotor dan senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya sangat membahayakan terhadap lingkungan maupun kesehatan.

Hasil dari limbah cair industri kelapa sawit bila dibiarkan tanpa dilakukan pengelolaan terlebih dahulu dapat mengakibatkan terbentuknya senyawa amonia (NH_3N), dan ini disebabkan bahan organik yang terkandung didalam limbah cair tersebut akan terurai dan membentuk senyawa amoniak. Salah satu bentuk teknik pengendalian dan pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit adalah dengan melakukan biodegradasi terhadap komponen organik menjadi senyawa organik sederhana dalam kondisi aerob sehingga baku mutu limbah cair dapat disesuaikan dengan daya dukung lingkungan penerima. Sehingga dengan demikian aspek pengendalian pengolahan secara optimal dapat :

1. Mengurangi tingkat pencemaran dan dampak negatif yang ditimbulkan dari limbah serta dapat dikendalikan dengan baik.
2. Tercapainya hasil standar yang ditetapkan/baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit yang dapat di sesuaikan dengan daya dukung lingkungan, terutama terhadap media air (sungai).

2.4 Sumber Asal Air Limbah

Data mengenai sumber air limbah dapat dipergunakan unruk memperkirakan jumlah rata-rata air limbah dari berbagai jenis perumahan, industri dan aliran air tanah yang ada disekitarnya. Kesemuanya ini harus dihitung perkembangannya atau pertumbuhannya sebelum membuat suatu bangunan pengolahan air limbah serta merencanakan pemasangan saluran pembawanya (Sugiharto,1987).

Peraturan Perundangan Yang Mengatur Pengelolaan Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit, diantaranya :

- a. Undang-Undang Nomor 5 tahun 1984 tentang Perindustrian.
- b. Undang-Undang No. 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Bahwa air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak, sehingga perlu di jaga kualitasnya agar tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan serta makhluk hidup lainnya.
- c. Undang-Undang No. 23 tahun 1992 tentang Kesehatan.
- d. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep – 51/MenLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri Minyak Sawit.
- e. Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan lingkungan hidup.
- f. Peraturan Pemerintah No. 27 tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

- g. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 17 tahun 2001 tentang Jenis Usaha dan atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi Dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.
- h. Peraturan Pemerintah No. 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.
- i. Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. (sebagai pengganti UU No. 20 tahun 1990).

2.5 Karakteristik Limbah Cair PKS

Limbah cair PKS mengandung padatan terlarut maupun emulsi minyak di dalam air. Limbah cair mengandung senyawa-senyawa organik seperti selulosa dan tannin ataupun turunan alkaloid lainnya seperti karotin. Padatan terlarut melayang dan juga mengemulsi serta bahan-bahan organik lainnya yang terurai ataupun terdegradasi disebabkan mikroorganisme, ini menyebabkan bau dan berwarna hitam (Nainggolan.2011).

2.6 Baku Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)

Limbah yang dibuang ke badan air penerima (sungai) harus memenuhi baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan di dalam peraturan agar limbah tersebut aman dan tidak berbahaya lagi bagi lingkungan dan manusia. Baku mutu limbah cair untuk industri minyak kelapa sawit, dimana Keputusan

Menteri Lingkungan Hidup No.Kep-51/MENLH/10/1995. Dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Industri Minyak Sawit

PARAMETER	KADAR	BEBAN
	MAKSIMUM	PENCEMARAN
	Mg L	MAKSIMUM
BOD ₅	250	1.5
COD	500	1.5
TSS	300	1.8
MINYAK DAN LEMAK	30	0.18
AMONIA TOTAL (NH ₃ -N)	20	0.12
PH	6.0 – 9.0	

Sumber : KEP 51-/MENLH/10/1995

2.7 Teknologi Pegelolaan Limbah Pabrik kelapa Sawit (LCPKS)

Teknologi pengelolaan limbah cair pabrik kelapa sawit adalah salah satu cara untuk memisahkan, menghilangkan, dan mengurangi unsur pencemar dalam limbah. Teknologi pengolahan limbah mempunyai ukuran dan spesfik. Kemampuan wadah penampungan limbah seperti kolam diukur dengan waktu penahanan hidrolis (WFH). Waktu penahan hidrolis atau waktu tinggal limbah dalam reaktor mempunyai peranan yang amat penting dalam menuju keberhasilan pengelolaan limbah.

Besarnya debit limbah dibandingkan dengan ukuran volume kolam atau reaktor akan menentukan waktu tinggal limbah dalam kolam. Sedangkan volume kolam sangat dipengaruhi konsentrasi padatan limbah. Semakin besar volume limbah maka akan semakin besar kolam limbah yang diperlukan sehingga mengakibatkan waktu penahan hidrolis (WPH) menjadi lebih lama, akan tetapi sebaliknya jika volume kolam kecil maka WPH akan menjadi lebih singkat tapi mungkin prosesnya tidak sempurna. Karena itu perlu diketahui ukuran bak kolam baik dari segi kedalaman maupun luas permukaan (Harahap,2012).

2.8 Pemeliharaan Kolam Limbah

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam hal pemeliharaan kolam limbah Menurut Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan :

- a. Menguras lumpur yang berada pada tiap-tiap kolam, jika kolam telah memenuhi $\frac{1}{3}$ kedalaman kolam pada dimensi awal.
- b. Memeriksa jaringan pipa dan instalasi lainnya yang ada pada sistem secara rutin untuk menegah terjadinya penyumbatan ataupun kerusakan lainnya.
- c. Pemeliharaan konstruksi kolam secara rutin dan memperbaiki setiap kerusakan yang terjadi pada dinding kolam.

2.9 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Metode pengolahan air limbah pabrik kelapa sawit yang lazim dan biasa digunakan oleh pihak industri perkebunan kelapa sawit ada 2 metode yaitu :

1. Sistem aplikasi lahan (Land application)
2. Sistem kolam (ponding system)

Agar dapat mengurangi tingkat pencemaran limbah sebelum dibuang ke badan sungai, maka perlu dilakukan pengolahan pada air limbah minyak kelapa sawit tersebut, pada umumnya dalam pengelolaan limbah PKS menggunakan sistem yang disebut dengan sistem kolam (biologis) aerob-anaerob. Sistem pengolahan air limbah secara biologis berlangsung secara berkelanjutan, yaitu pada kolam anaerobik, akultatif, aerobik, dan sedimentasi tanpa menambahkan zat kimia lainnya.

Proses pada sistem kolam dapat dikatakan sebagai proses biologi yang bertujuan untuk merombak zat pencemar organik menjadi karbondioksida dan jaringan selulosa sehingga mudah untuk memisahkan antara limbah air dan bahan pencemar.

2.10 Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LPKS)

Pengoperasian pabrik kelapa sawit secara efisien dan efektif akan menghasilkan limbah cair sekitar 0,6 – 0,8 m³/ton tandan buah segar (TBS). Untuk menanggulangi masalah limbah cair pada IPAL PKS pada umumnya menggunakan unit-unit kolam pengolahan. PKS yang menggunakan sistem ini pada umumnya mempergunakan lahan yang cukup luas dan mempunyai beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan bahan baku mutu limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

2.11 Sistem Penyaluran Air Limbah

- a. Sistem penyaluran limbah terpisah
- b. Sistem penyaluran limbah tercampur

2.12 Tinjauan Hidrolika Aliran Dalam IPAL

2.12.1 Aliran Melalui Pipa

Pipa merupakan aliran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran, dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh, fluida yang dialirkan melalui pipa biasanya berupa zat cair atau gas dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer.

Apabila zat cair didalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk dalam aliran saluran terbuka. Karena mempunyai permukaan bebas, maka fluida yang dialirkan adalah zat cair. Tekanan di permukaan zat cair disepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer. (Triatmodjo, Bambang, 2003).

2.12.2 Kehilangan Tenaga Akibat Gesekan Pipa

Apabila pipa mempunyai penampang konstan maka $V_1 = V_2$ dan persamaan diatas dapat ditulis dalam bentuk yang lebih sederhana untuk kehilangan tenaga akibat gesekan.

$$h_f = \left(Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right) - \left(Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right) \quad (2.1)$$

Atau

$$H_f = \Delta z - \frac{\Delta p}{\gamma} \quad (2.2)$$

Kehilangan tenaga sama dengan jumlah dari perubahan tekanan dan tinggi tempat.

2.12.3 Kehilangan Tenaga Sekunder Dalam Pipa

Disamping adanya kehilangan tenaga akibat gesekan (kehilangan tenaga primer), terjadi pula kehilangan tenaga yang disebabkan oleh perubahan penampang pipa, sambungan, belokan, dan kutub (kehilangan

tenaga sekunder). Pada pipa panjang, kehilangan tenaga primer biasanya jauh lebih besar dari pada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut kehilangan tenaga sekunder dapat diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang 5 % dari kehilangan tenaga primer maka kehilangan tenaga tersebut bisa diabaikan.

a. Kehilangan energi akibat penyempitan

$$H_c = K_c \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.3)$$

Dimana :

H_c = tinggi hilang akibat penyempitan

K_c = koefisien kehilangan energi akibat penyempitan

V_2 = kecepatan rata-rata dengan diameter D_2

Tabel 2.3 Nilai K_c untuk berbagai nilai D_2/D_1

D_2/D_1	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
K_c	0,5	0,45	0,38	0,28	0,14	0,00

Sumber : Hidraulika II, Bambang Triadmodjo, 2003.

b. Kehilangan energi akibat pembesaran tampang

$$H_e = K_e \frac{V_1^2}{2g} \quad (2.4)$$

Dimana

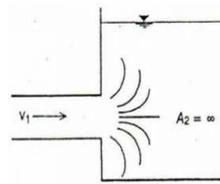
$$K_e = \left(\frac{A_1}{A_2} - 1 \right)^2 \quad (2.5)$$

Apabila pipa masuk ke kolam yang besar seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7, dimana $A_2 = \infty$ sehingga $V_2 = 0$ maka :

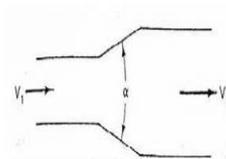
$$H_e = \frac{V_1^2}{2g} \quad (2.6)$$

Kehilangan tenaga pada pembesaran penampang akan berkurang apabila perbesaran dibuat secara berangsur-angsur seperti di tunjukkan pada gambar 2.8 kehilangan tenaga diberikan oleh persamaan berikut :

$$H_e = K \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (2.7)$$



Gambar 2.1 Pipa menuju Kolam



Gambar 2.2 Pembesar Penampang

Tabel 2.4 Nilai K_e untuk berbagai nilai α

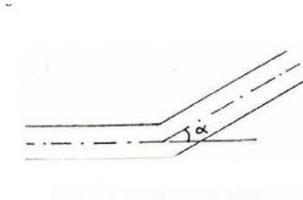
A	10°	20°	30°	40°	50°	60°	75°
K_e	0,078	0,31	0,49	0,60	0,67	0,72	0,72

Sumber : Hidraulika II, Bambang Triadmodjo, 2003.

a. Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa

Kehilangan tenaga yang terjadi pada belokan tergantung pada sudut belokan pipa. Rumus kehilangan tenaga pada belokkan adalah sama dengan rumus pada perubahan penampang, yaitu :

$$H_b = K_b \frac{V^2}{2g} \quad (2.8)$$



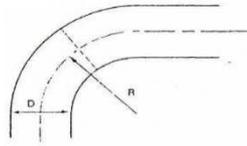
2.3 Belokkan pipa

Tabel 2.5 Nilai K_b untuk berbagai nilai α

A	20°	40°	60°	80°	90°
K_c	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber : Hidraulika II, Bambang Triadmodjo, 2003

Untuk sudut belokan 90° dan dengan belokkan halus (berangsur-angsur), kehilangan tenaga tergantung pada perbandingan antara jari-jari belokkan dan diameter pipa. Nilai K_b untuk berbagai nilai R/D diberikan dalam tabel 2.6.



2.4 Perbandingan nilai R/D untuk nilai K

Tabel 2.6 Nilai K_b untuk berbagai nilai R/D

A	1	2	4	6	10	16	20
K_c	0,35	0,19	0,17	0,22	0,32	0,38	0,42

Sumber : Hidraulika II, Bambang Tiadmodjo, 2003

2.13 Garis Tenaga dan Garis Tekanan pada Pipa

Sesuai dengan prinsip bernoulli, tenaga total atau tinggi tekanan efektif di setiap titik pada saluran pipa merupakan jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan.

$$H = z \frac{\rho}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

Dimana :

H = tenaga total atau tinggi tekanan efektif pada suatu titik (m)

z = ketinggian dasar saluran terhadap suatu datum (m)

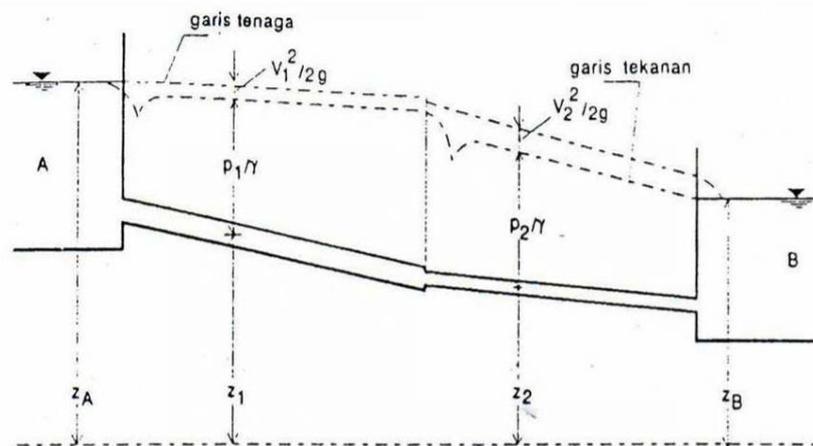
p = tekanan air pada suatu titik (N/m^2)

γ = berat jenis zat cair (kg/m^3)

v = kecepatan aliran pada pipa (m/s)

g = gravitasi (m/s^2)

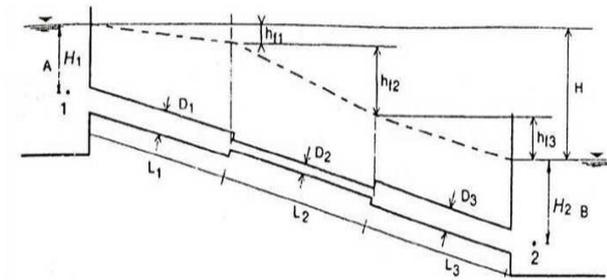
Garis yang menghubungkan titik-titik tersebut dinamakan garis tenaga, yang digambarkan di atas tampang memanjang pipa seperti yang di tunjukan pada gambar 2.5. Perubahan diameter pipa dan tempat-tempat tertentu dimana kehilangan tenaga sekunder terjadi ditandai dengan penurunan garis tenaga. Apabila kehilangan tenaga sekunder diabaikan, maka kehilangan tenaga hanya disebabkan oleh gesekan pipa. (Triadmodjo, Bambang 2003).



Gambar 2.5 Garis tenaga dan garis tekanan

2.13.1 Pipa Hubungan Seri

Apabila suatu aliran pipa terdiri dari pipa-pipa dengan ukuran yang berbeda, dan pipa tersebut adalah dalam hubungan seri. Gambar 2.6 menunjukkan suatu sistem tiga pipa dengan karakteristik berbeda yang dihubungkan dengan secara seri. Panjang, diameter, dan koefisien gesekan masing-masing pipa adalah L_1, L_2, L_3 ; D_1, D_2, D_3 , dan f_1, f_2, f_3 .

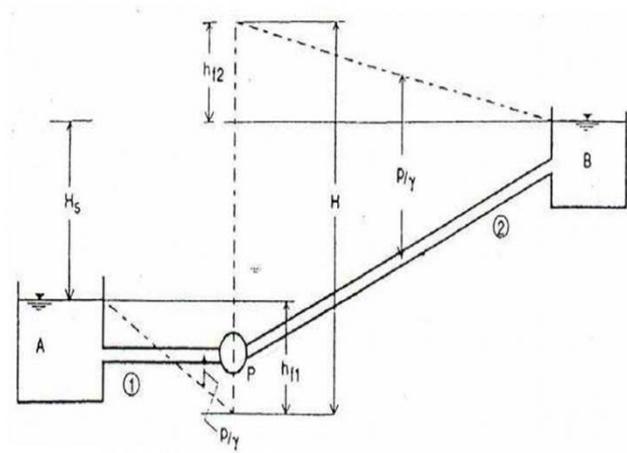


Gambar 2.6 Pipa Hubungan Seri

2.13.2 Pipa Dengan Pompa

Pompa digunakan untuk menaikkan zat cair dari kolam ke suatu kolam lain dengan selisih elevasi muka air H_s , seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7 maka daa yang digunakan oleh pompa untuk menaikkan zat cair setinggi H_s adalah sama dengan tinggi H_s ditambah dengan kehilangan tenaga selama pengaliran dalam pipa tersebut.

Kehilangan tenaga adalah ekivalen dengan penambahan tinggi elevasi, sehingga efeknya sama dengan jika pompa menaikkan zat cair setinggi $H = H_s + \sum h_f$ dalam gambar tersebut tinggi kecepatan diabaikan sehingga garis tenaga terhimpit dengan garis tekanan.



Gambar 2.7 Pipa Dengan Pompa