

**PENGARUH VOLUME LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT (LCPKS)  
TERHADAP *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) DAN HUBUNGANNYA DENGAN  
EFEKTIFITAS PENGGUNAAN KOLAM LIMBAH DI PABRIK  
PENGOLAHAN KELAPA SAWIT**

**Azhar Basyir Rantawi  
Ahdiat Leksi Siregar**

**Abstrak**

Instalasi Pengolahan Air Limbah yang kurang efektif akan mengakibatkan pendangkalan atau endapan (*TSS*) lumpur yang terjadi pada dasar kolam limbah sehingga menyebabkan berkurangnya daya tampung atau efektifitas kolam limbah dan LCPKS tidak terurai semua karena pendangkalan tersebut akan menempati volume kolam limbah sekian persen. Berkurangnya keefektifan kolam limbah tersebut dilihat dari sering meluapnya kolam limbah. Pendangkalan tersebut disebabkan karena hasil *Total Suspended Solid* yang terkandung di limbah cair tersebut. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah Mengetahui penyebab tingginya hasil limbah cair PMKS, Mengetahui berapa hasil *Total Suspended Solid* yang terdapat pada LCPKS, Mengetahui berapa ketinggian pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah PMKS berdasarkan hasil *Total Suspended Solid*, Mengetahui bagaimana dampak yang timbul akibat pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah tersebut.

Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2014, metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif analisis. Dimana data yang diperoleh dilapangan dikelompokkan sesuai dengan kebutuhan dan dilakukan perhitungan kemudian dideskripsikan dan dianalisis.

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penyebab tingginya hasil LCPKS yaitu pemakaian air pada *High Speed Separator* sebesar 3 ton/jam, Ketinggian pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah PMKS berdasarkan hasil *Total Suspended Solid* yaitu sebesar 2m, Volume kolam yang dibutuhkan agar dapat menampung %LCPKS sebanyak 76.28%, jam olah 19.23 jam, kapasitas pabrik 60.14 ton/jam serta *retention time* yang diharapkan 92 hari yaitu sebesar 81159.85 ton

**Kata Kunci :** LCPKS, *Total Suspended Solid*

## PENDAHULUAN

Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) merupakan produk sampingan yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit dimana produk utamanya adalah *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel* (PK). Proses pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) perlu dilakukan penanganan khusus karena pembangunan industri kelapa sawit harus memiliki tiga prinsip yaitu melindungi dan memperbaiki alam (*environmentally sound*), layak secara ekonomi (*economically viable*) dan diterima secara sosial (*socially acceptable*). Hal tersebut sesuai dengan konsep

pembangunan berwawasan lingkungan hidup yang dijelaskan pada Peraturan Pemerintah 27/1999 tentang Analisa Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.

Salah satu cara penanganan limbah cair pabrik kelapa sawit agar dapat memenuhi ketiga prinsip tersebut yaitu menggunakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dimana system IPAL diharapkan dapat menurunkan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) LCPKS berkisar 30.000 sampai 40.000 ppm menjadi 3500 mg/l – 5000 mg/l dengan waktu tinggal atau *retention time* minimal selama 60 hari dengan system *multifeeding* dan

pemanfaatan LCPKS pada PMKS untuk *Land Application*.

Sistem IPAL ini memiliki beberapa kelebihan yaitu dapat menurunkan kadar *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Potential of Hydrogen (pH)*, dan *Total Suspended Solid (TSS)* dengan efisiensi sekitar 80% – 90%, lumpur yang dibuang relatif sedikit dan tidak bersifat B3/ramah lingkungan, lumpur yang terbentuk berasal dari bakteri/mikroorganisme yang telah mati. Namun sistem IPAL ini memiliki kekurangan antara lain perlu dilakukan analisa secara berkala untuk *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Potential of Hydrogen (pH)*, dan *Total Suspended Solid (TSS)*, perlu dilakukan SDM yang memahami tentang bahan kimia dan biologi, serta perlu penambahan nutrisi/suplemen seperti urea/*bio active*.

IPAL yang kurang efektif akan mengakibatkan pendangkalan atau endapan (*TSS*) lumpur yang terjadi pada dasar kolam limbah sehingga menyebabkan berkurangnya daya tampung atau efektifitas kolam limbah dan LCPKS tidak terurai semua karena pendangkalan tersebut akan menempati volume kolam limbah sekian persen. Berkurangnya keefektifan kolam limbah tersebut dilihat dari sering meluapnya kolam limbah. Pendangkalan tersebut disebabkan karena hasil *Total Suspended Solid* yang terkandung di limbah cair tersebut.

Solusi yang dilakukan pada PMKS biasanya melakukan pengerukan pada kolam limbah agar lumpur yang mengendap di dasar kolam limbah berkurang dan tidak mengurangi keefektifan volume kolam limbah. Tetapi

pengerukan tersebut kurang efektif karena pengerukan tersebut tidak dilakukan pada semua kolam, lumpur akan terbentuk lagi dan mengendap di dasar kolam.

Penelitian ini membahas mengenai “Pengaruh *Volume* Limbah Cair terhadap *Total Suspended Solid* dengan Efektifitas Penggunaan Kolam Limbah di PMKS” dimana dengan menganalisa penyebab pendangkalan/lumpur yang terjadi pada dasar kolam limbah diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut dari dasar permasalahannya, mengatasi yang terjadi secara efektif dan mencari solusi selain dari pengerukan kolam limbah.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab tingginya hasil limbah cair PMKS
2. Mengetahui berapa hasil *Total Suspended Solid* yang terdapat pada LCPKS
3. Mengetahui berapa ketinggian pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah PMKS berdasarkan hasil *Total Suspended Solid*
4. Mengetahui bagaimana dampak yang timbul akibat pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah tersebut.

## LANDASAN TEORI

Menurut PP 18 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah B3, pengertian limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung dapat mencemarkan dan/atau

merusak lingkungan hidup dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, keangsuran hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Pengertian ini selaras dengan pengertian limbah B3 sebagaimana yang tercantum dalam UU No.32 Tahun 2009 Pasal 1 angka 21 yang menyatakan bahwa “Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Pabrik Minyak Kelapa Sawit merupakan industri yang sarat dengan residu pengolahan. PMKS hanya menghasilkan 25-30% produk utama berupa 20-23% CPO dan 5-7% inti sawit kernel. Sementara sisanya sebanyak 70-75% adalah residu hasil pengolahan berupa limbah. Berdasarkan mutu limbah tersebut, setiap PKS wajib mengolah limbah cair tersebut. Dalam pengolahan air limbah itu sendiri, terdapat beberapa parameter kualitas yang digunakan. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, parameter dominan yang ada pada limbah domestik antara lain adalah *BOD*, *TSS*, *pH*, minyak dan lemak.

**Tabel 1.** Baku mutu air limbah untuk industri

<b>Parameter</b>	<b>Kadar Maksimum (mg/l)</b>	<b>Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)</b>
BOD <sub>5</sub>	250	1.5
COD	500	3.0
TSS	300	1.8
Minyak dan Lemak	30	0.18
Amonia Total sebagai (NH <sub>3</sub> -N)	20	0.12
pH	6.0 – 9.0	
<b>Debit Limbah Maksimum</b>	<b>6M<sup>3</sup> ton bahan baku</b>	

Sumber: Kepmen LH No. KEP-51/MENLH/10/1995

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 29 Tahun 2003 tentang Pedoman Syarat Dan Tata Cara Perizinan Pemanfaatan Limbah Cair dari Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit dalam pasal 3 dijelaskan syarat – syarat penggunaan limbah sebagai pengganti pupuk mineral pada lahan aplikasi yaitu:

- BOD* tidak boleh melebihi 5000 ppm,
- Nilai *pH* LCPKS berkisar 6-9,
- Dilakukan pada lahan selain lahan gambut,
- Dilakukan pada lahan dengan *permeabilitas* 1,5 – 15 cm/jam (daya serap tanah),
- Tidak boleh diaplikasikan pada lahan dengan kedalaman air tanah kurang dari 2 meter,
- Pembuatan sumur pantau.

Limbah cair yang dihasilkan pengolahan kelapa sawit sebanyak 120 m<sup>3</sup>/hari s 30 ton/jam dengan volume LCPKS 600 m<sup>3</sup>/hari yang berasal dari air drain (cairan buangan dari hasil pengolahan), air kondensat (air hasil perebusan TBS di perebusan), air cucian pabrik (air hasil pembersihan didalam pabrik), air *hydrocyclone* atau *claybath* (cairan hasil pemisahan antara cangkang dan *kernel* pada stasiun *kernel* di PKS) dan sebagainya. Dengan jumlah air limbah yang diproduksi tergantung pada sistem pengolahan, kapasitas olah, dan keadaan peralatan klarifikasi. (Naibaho, 1998)

Menurut Febijanto (2010), *BOD* yang dihasilkan dari hasil pengolahan di kolam *anaerobic* hingga mencapai 5000 mg/l membutuhkan waktu perombakan (*Retention Time*) selama 60 hari. Sehingga volume yang dibutuhkan untuk perombakan *anaerobic* yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Retention Time} = \frac{\text{Volume Kolam}}{\text{Rasio LCPKS terhadap Produksi TBS} \times \text{Kapasitas olah/hari} \times \text{jam}}$$

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah semua zat padat atau partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (pasir, lumpur, dan tanah liat). Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan

dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Tarigan, 2003).

Limbah lumpur aktif maupun limbah organik lainnya dapat ditangani dengan proses pencernaan aerobik. Beberapa keuntungan proses pencernaan aerobik antara lain hasil pencernaan aerobik tidak berbau, bersifat seperti humus, mudah dibuang, dan mudah dikeringkan sebaliknya untuk proses pencernaan anaerobik. Selain itu, pencernaan anaerobik lebih mudah dilakukan dan biayanya lebih murah dibandingkan pencernaan anaerobik. Beberapa kerugian pencernaan aerobik adalah penambahan energi untuk memasok oksigen sehingga biaya operasinya lebih mahal, tidak menghasilkan gas metana dan lebih banyak menghasilkan lumpur sisa dibandingkan pencernaan anaerobik (Said, 1996).

Selama proses perombakan bahan organik (LCPKS yang masih mengandung minyak dan lemak serta padatan-padatan lainnya) akan berlangsung dalam suasana *anaerob* yang dibantu oleh bakteri *anaerob* dan dalam proses tersebut akan terjadi tahapan 4 (empat) proses perombakan, yaitu :

a. Proses *Hydrolysis*

Merupakan tahapan awal dalam proses dekomposisi bahan organik *polimer* (dalam bentuk makro seperti protein, karbohidrat dan lemak) oleh mikroba atau bakteri pengurai yang memproduksi *enzym ekstra seluler (hydrolase)* seperti *lipase*, *protease*, dan *karbohidrase* menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sehingga mudah dikonsumsi oleh *mikroorganisme*.

b. Proses *Acidogenesis*

Merupakan tahapan lanjutan setelah proses *hydrolysis* bahan-bahan organik dari bentuk *polimer* menjadi *monomer-monomer* sederhana yang selanjutnya akan dirombak lagi menjadi asam-asam mudah menguap yang melibatkan bakteri *acetogenic* (penghasil *ion hydrogen* dari asam tertentu) yang ditandai dengan meningkatnya konsentrasi *VFA (Volatile Fatty Acid)* atau asam-asam mudah menguap dalam larutan.

c. Proses *Achetogenesis*

Tahapan selanjutnya adalah proses perombakan (*hydrolysis*) senyawa-senyawa *unikarbon* seperti  $H_2 / CO_2$  atau  $HCOOH$  yang *dikatabolisis* oleh bakteri *homoacetogenic* maupun senyawa-senyawa multikarbon menjadi *asam acetat (CH3COOH)*.

d. Proses *Methanogenesis*

Tahapan terakhir dalam proses perombakan secara *anaerobic* adalah berlangsungnya proses pembentukan *gas methane* oleh bakteri *methanogenic* seperti *methanobacillus omelianskii* yang mengkatabolisis *asam acetat* dan senyawa karbon tunggal menjadi *gas bio*.

Tahapan – tahapan dalam pengolahan

Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit antara lain :

1. Pendinginan

Pendinginan dilakukan dua cara,yaitu :

- a. Menara pendingin,yaitu air limbah dengan menggunakan menara,yang kemudian dibantu dengan bak pendingin. Menara dibuat dari plat *stainlesssteel* yang tahan karat atau

dengan konstruksi kayu. Alat ini mampu menurunkan suhu limbah dari  $60^{\circ}C - 40^{\circ}C$ .

- b. Kolam pendingin,yaitu pendinginan limbah dengan kolam. Pendinginan ini dikombinasikan dengan pengutipan minyak. Pendinginan didalam kolam dilakukan selama 48 jam.

2. *Deoling Pond*

*Deoling Pond* berfungsi untuk mengutip minyak hingga kadar minyak 0.4%. *Netralisasi*

3. Kolam Pembiakan Bakteri

Kolam pembiakan bakteri dibuat untuk membiakkan bakteri pada awal pengoperasian kolam pengendalian limbah. Untuk membiakkan bakteri diperlukan kondisi yang optimum dalam hal :

- a. pH netral yaitu 7.0
- b. Suhu  $30 - 40^{\circ}C$  untuk bakteri mesophil,  $57 - 60^{\circ}C$  untuk bakteri thermophil.
- c. Nutrisi yang cukup mengandung nitrogen dengan posfat.
- d. Kedalaman kolam 5 – 6 m.
- e. Ukuran kolam diupayakan dapat menampung limbah 2 hari olah setara  $400 m^3$  untuk PKS kapasitas 30 ton TBS/Jam.

4. Kolam Anaerobik

Limbah yang telah dinetralkan dialirkan ke dalam kolam anaerobic untuk diproses.Untuk mengefektifkan proses perombakan dalam kolam anaerob maka perlu diperhatikan beberapa faktor:

a. Sirkulasi

Untuk mempertinggi frekuensi persinggungan antara bakteri dengan substrat maka dilakukan sirkulasi dalam kolam itu sendiri.

b. Resirkulasi

Resirkulasi ialah pemasukan hasil olah limbah dari kolam dihilir ke kolam dihilir dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi substrat dalam hal pH, nutrisi dan kelarutan.

c. Kandungan Minyak

Kandungan Minyak yang masuk ke dalam kolam akan mempengaruhi aktifitas bakteri, yaitu minyak tersebut berperan sebagai isolasi antara substrat dengan bakteri juga minyak tersebut jika bereaksi dengan alkali dapat membentuk sabun berbusa yang sering mengapung dipermukaan kolam dan bercampur dengan benda – benda yang lain dan disebut dengan “*scum*”.

Untuk mengaktifkan proses perombakan maka *scum* yang terlalu tebal diatas permukaan kolam limbah perlu dibuang. Karena *scum* yang tebal sangat menyulitkan gas methan yang terbentuk keluar ke udara terbuka. Juga *scum* ini dapat menghambat pergerakan limbah sehingga penyebaran bakteri dan lumpur aktif dimasukkan tidak merata.

4. Kedalaman dan Volume Kolam

Kedalaman kolam anaerobik tetap harus dipertahankan yaitu dengan melakukan pengorekan secara terjadwal.

## Sistem Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan suatu unit proses yang bertujuan untuk menurunkan beban pencemar yang terkandung di dalam air limbah sehingga menjadi layak untuk dimanfaatkan atau dilepas ke lingkungan penerima atau badan penerima. Sistem pengolahan LCPKS ada 2 (dua) menurut Febijanto (2010), yaitu :

1. *Single feeding*

Merupakan sistem pengolahan limbah dengan mengalirkan limbah mentah (*raw effluent*) hanya ke 1 (satu) kolam saja dan selanjutnya dari kolam ini akan dialirkan secara simultan melalui beberapa proses dan tahapan tertentu bergantung kepada sistem pengendalian yang digunakan. Pada prinsipnya, pengolahan dengan sistem *single feeding* adalah pengolahan yang bertujuan untuk pembuangan produk limbah ke lingkungan dengan cara *anaerobic* dan *aerobic*.

Adapun kekurangan dari penggunaan sistem *single feeding* adalah sebagai berikut:

- Membutuhkan waktu yang lama untuk perombakan hingga memenuhi baku mutu air yang layak dibuang ke lingkungan,
- Membutuhkan kolam yang banyak, sehingga biaya instalasi yang lebih besar bila dibandingkan dengan *multiple feeding*,
- Pengaktifan kolam yang lebih lama dan membutuhkan bakteri yang banyak,
- Kandungan nutrisi dalam limbah akan terbuang.

Adapun kelebihan dari penggunaan sistem *single feeding* adalah sebagai berikut :

- Produk limbah yang dihasilkan dapat langsung dibuang ke lingkungan sehingga

tidak perlu memikirkan tentang pengolahan lanjutan,

- b. Sistem pengaliran limbah dilakukan dengan cara dialirkan saja dari satu kolam ke kolam selanjutnya.

2. *Multiple feeding*

Merupakan sistem pengolahan limbah dengan sistem pengenceran (*dilution*) LCPKS antara *raw effluent* (LCPKS segar) dengan *diggest effluent* (yang sudah diolah). Dalam pengolahan menggunakan *multi-feeding* terdapat 2 (dua) prinsip pengolahan, yaitu:

- a. Perlakuan sebelumnya  
Pemisahan minyak dengan air serta padatan yang terlarut dengan sistem *centrifugasi* (dalam hal ini bisa menggunakan *sludge separator*, *sludge centrifuge*, atau *decanter*).
- b. Perlakuan pengendalian  
Perombakan bahan-bahan organik dalam LCPKS segar dengan mencampurkan pada LCPKS yang sudah matang (proses *dilution* atau pengenceran).

Adapun dari kelebihan *Multiple Feding* yaitu:

- a. LCPKS yang dihasilkan mempunyai potensial nutrisi yang tinggi sebagai substitusi pupuk,
- b. Rentang waktu proses yang singkat, setiap hari LCPKS dapat diumpun dan juga dialirkan ke lapangan (seluruh kolam IPAL kegiatan bakterinya sudah aktif).

Adapun kekurangan dari penggunaan sistem *Multiple feeding* adalah sebagai berikut:

- a. Terjadinya pendangkalan yang hampir merata pada seluruh kolam IPAL,

- b. Dibutuhkan kejelian dalam melihat proses dekomposisi di dalam kolam IPAL agar proses perombakan dapat merata pada seluruh kolam.

**METODOLOGI**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2014 di Pabrik Minyak Kelapa Sawit.

**Tabel 2.** Penggunaan Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Fungsi
1	<i>Stopwatch</i>	Untuk menghitung waktu debit aliran <i>final effluent</i>
2	Paralon	Untuk mengukur ketinggian <i>final effluent</i> (rasio LCPKS).
3	Meteran	Untuk mengukur tinggi dan diameter bak <i>reservoir</i>
4	Selang	Untuk mengukur level lumpur dan air pada kolam limbah.
5	Baju Pelampung	Untuk <i>safety</i> ketika melakukan pengukuran kedalaman aktual kolam limbah.
6	Ban	Untuk penopang ketika melakukan pengukuran kedalaman aktual kolam limbah.
7	Data Laporan Produksi bulan Mei (2015)	Untuk bahan perhitungan rata-rata LCPKS yang dihasilkan per hari.
8	Data Analisa <i>Sample Cair</i> (limbah) Laboratorium	Untuk referensi hasil analisa Laboratorium.
9	Data Dimensi Kolam Limbah	Untuk perhitungan <i>retention time</i> dan volume kolam limbah yang dibutuhkan.
10	Data Analisa Hasil <i>Total Suspended Solid</i>	Untuk referensi hasil analisa kandungan <i>Total Suspended Solid</i> pada limbah.

## Metode Penelitian

### 1. Tahap Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam tahap pengumpulan data ini adalah:

#### a. Studi Dokumentasi

Metode pengumpulan data dengan metode literatur yaitu pengumpulan data-data berdasarkan data tertulis, seperti data laporan harian produksi dan laporan kerja harian stasiun (*log sheet*), data analisa laboratorium, *mechinarilist* di PMKS.

#### b. Observasi

Metode pengumpulan data dengan metode observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan dan pengujian secara langsung di lapangan.

### 2. Tahap Pengolahan Data Awal

Tahap pengolahan data awal dimulai dengan cara mengumpulkan data yang telah diperoleh dari metode observasi dan studi dokumentasi yang kemudian dilanjutkan dengan menginput data kedalam komputer dan dikelompokkan sesuai dengan data yang akan digunakan.

### 3. Tahapan Penelitian

- Melakukan pengukuran terhadap panjang dan lebar fat pit. Pengukuran debit aliran limbah cair dilakukan dengan cara mengambil titik awal ketinggian hasil limbah cair tersebut di dalam fat pit kemudian selama tiga menit di lakukan pengukuran kembali berapa kenaikan hasil limbah cair tersebut dengan syarat pompa untuk mengumpulkan limbah ke kolam

limbah dimatikan agar hasil pengukuran tersebut akurat. Setelah mendapat hasil berapa kenaikan hasil limbah cairnya di kalkulasikan dengan per jam limbah cair yang di hasilkan berdasarkan kapasitas olah dan jam olah pabrik. Pengukuran dilakukan tiga kali sehari dimana dua jam setelah proses dan selanjutnya setiap satu jam sekali.

- Melakukan pengukuran kedalaman kolam limbah actual dengan cara melakukan pengukuran pada tiga titik (kiri,tengah,dan kanan) menggunakan alat manual yaitu ban sebagai alat untuk menuju ke tengah kolam dan selang sebagai alat untuk pengukur kedalaman kolam. Selang tersebut berukuran 5m,kemudian selang tersebut di celupkan ke dalam kolam limbah dan setelah di celupkan selang tersebut di tutup agar hampa udara. Di dalam selang tersebut akan terlihat level lumpur dan air kemudian di ukur berapa ketinggian untuk lumpur dan air yang terdapat pada kolam limbah tersebut. Pengukuran kolam limbah di lakukan pada setiap kolam anaerob yaitu kolam2 , 3, 4 dan 5 pada sore hari.

### 4. Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kemudian dilakukan analisis terhadap kesesuaian design dengan daya tampung kolam limbah serta pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah terhadap hasil *Total Suspended Solid (TSS)*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Data Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) secara teori 55% - 65% tetapi pada PMKS ini mempunyai hasil LCPKS lebih tinggi yaitu 76.28% dapat dilihat dari data dibawah ini :

**Tabel 3.** Data Limbah Cair PMKS

No	Troughput (ton/jam)	TBS Olah (Ton)	Jam Olah (jam)	LCPKS/ jam (m <sup>3</sup> /jam)	LCPKS/ hari (m <sup>3</sup> /hari)	% LCP KS
1.	65.39	1176.99	18.00	46.14	830.45	70.55
2.	57.95	1028.54	17.75	41.46	735.99	71.55
3.	60.96	1199.05	19.67	45.55	896.00	74.72
4.	57.42	1191.56	20.75	54.89	1139.09	95.60
5.	60.87	730.44	12.00	50.22	602.69	82.51
6.	60.96	1215.32	19.00	46.14	876.58	72.13
7.	63.43	1352.89	21.33	45.84	977.85	72.27
8.	41.61	776.85	18.00	32.70	588.67	78.59
9.	49.63	1190.33	23.98	50.46	1209.97	92.61
10.	58.34	1399.08	23.98	39.11	937.62	67.02
11.	70.73	1696.14	23.98	55.77	1337.41	78.85
12.	61.45	1254.75	20.42	47.30	965.95	76.98
13.	61.73	1480.33	23.98	47.71	1144.15	76.56
14.	64.47	1257.12	19.50	46.90	914.46	72.74
15.	60.04	910.80	15.17	42.34	642.30	70.52
16.	63.18	873.73	13.83	42.90	648.56	74.22
17.	64.19	1161.7	15.58	44.56	694.23	69.42
Rata	60.14	1095.77	19.23	45.88	890.70	76.28

### 2. Data Pemakaian Air pada High Speed Separator

**Tabel 4.** Pemakaian Air pada High Speed Separator

Hari ke	Penambahan Air HSS (%)	Pemakaian Air (ton/jam)
1	10.37	1.56
2	10.75	1.61
3	11.99	1.80
4	20.10	3.01
5	14.76	2.21
6	10.88	1.63
7	11.57	1.74
8	13.59	2.04
9	19.84	2.98
10	8.91	1.34
11	13.35	2.00
12	13.05	1.96
13	12.19	1.83
14	11.69	1.75
15	10.32	1.55
16	11.74	1.76
17	10.09	1.51

### 3. Data Desain Kolam Limbah Terpasang

**Tabel 5.** Desain Kolam Limbah Terpasang

Kolam	Ukuran	Isi	Retention Time
1	35 M x 70 M x 3M	7350 M <sup>3</sup>	10 hari
2	30 M x 110 M x 4.5 M	14850 M <sup>3</sup>	20 hari
3	30 M x 110 M x 4.5 M	14850 M <sup>3</sup>	20 hari
4	30 M x 110 M x 4.5 M	14850 M <sup>3</sup>	20 hari
5	30 M x 110 M x 4.5 M	14850 M <sup>3</sup>	20 hari
Total		66750 M <sup>3</sup>	90 hari

### 4. Data Dimensi Kolam Limbah Pada Saat Ini.

**Tabel 6.** Data Dimensi Kolam Limbah Pada Saat ini

Kolam	Ukuran	Isi	Retention Time
1	35 M x 70 M x 1M	2450 M <sup>3</sup>	3 hari
2	30 M x 110 M x 2.5 M	8250 M <sup>3</sup>	9 hari
3	30 M x 110 M x 2.5 M	8250 M <sup>3</sup>	9 hari
4	30 M x 110 M x 2.5 M	8250 M <sup>3</sup>	9 hari
5	30 M x 110 M x 2.5 M	8250 M <sup>3</sup>	9 hari
Total		35450M <sup>3</sup>	39 hari

### 5. Data Analisa Total Suspended Solid

**Tabel 7.** Analisa Total Suspended Solid

Pengujian	Total Suspended Solid (mg/l)
1	22120 mg/l
2	1735 mg/l
3	37860 mg/l
4	2470 mg/l
Rata – rata	16046.25 mg/l

### Perhitungan

#### 1. Hasil Total Suspended Solid terhadap Pendangkalan Kolam

Diketahui :

Hasil LCPKS/hari

= 890 ton/hari = 890.000 liter

Total TSS

= 16046.25 mg/l

Maka Total Hasil TSS/hari  
 = 16046.25 mg/l x 890.000 liter  
 = 14281163000 mg  
 = 14281163 gram  
 = 14281.163 kg  
 = 14.28 ton / hari  
 Jika TSS/ tahun  
 = TSS/hari x Hari Kerja Efektif  
 = 14.28 ton/hari x (362 – 52 – 13) hari/tahun  
 = 4284 ton/tahun (1 ton = 1 M<sup>3</sup>)

Dengan jumlah TSS pertahun sebesar 4284 ton/tahun maka dapat di ketahui berapa pendangkalan yang terjadi di pendangkalan yang terjadi dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume Kolam} &= 30 \text{ m} \times 110 \text{ m} \times y \\ 4284 \text{ ton} &= 2200 \text{ m}^2 \times y \\ 4284 \text{ m}^3 &= 2200 \text{ m}^2 \times y \\ Y &= 1.95 \text{ m} = 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi padatan yang terbentuk atau pendangkalan yang terjadi di kolam yaitu 2m/tahun.

## 2. Volume Kolam Limbah dan Retention Time Terpasang

### Retention Time untuk Kolam no.01

Diketahui :  
 Kapasitas PKS (Tph) : 60 ton/jam  
 Volume kolam limbah : 7.350 M<sup>3</sup>  
 LCPKS : 60% to TBS  
 Waktu Olah : 20 jam/hari

Sehingga, *retention time* kolam no. 01 yang dibutuhkan untuk perombakan yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Volume kolam dibutuhkan} &= RT \times \text{Jam Olah} \times 60 \% \times \text{Tph} \\ 7350 \text{ M}^3 &= RT \times 20 \text{ jam/hari} \times 60 \% \times 60 \text{ Ton/Jam} \\ 7350 \text{ M}^3 &= RT \times 720 \text{ Ton/hari} \\ RT &= \frac{7350 \text{ ton}}{720 \text{ ton/hari}} \end{aligned}$$

$$RT = 10.2 \text{ hari}$$

### Retention Time untuk Kolam no.02 sampai 05

Diketahui :  
 Kapasitas PKS (Tph) : 60 ton/jam  
 Volume kolam limbah : 14.850 M<sup>3</sup>  
 LCPKS : 60% to TBS  
 Waktu Olah : 20 jam/hari

Sehingga, *retention time* kolam no. 01 yang dibutuhkan untuk perombakan yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Volume kolam dibutuhkan} &= RT \times \text{Jam Olah} \times 60 \% \times \text{Tph} \\ 14850 \text{ M}^3 &= RT \times 20 \text{ jam/hari} \times 60 \% \times 60 \text{ Ton/Jam} \\ 14850 \text{ M}^3 &= RT \times 720 \text{ Ton/hari} \\ RT &= \frac{14850 \text{ ton}}{720 \text{ ton/hari}} \\ RT &= 20.6 \text{ hari} \end{aligned}$$

## 3. Volume dan Retention Time Kolam Limbah Aktual Terhadap Pendangkalan

*Retention time* untuk Kolam Limbah no.01  
 Volume kolam actual= RT X Jam Olah X %LCPKS X Tph  
 35450 M<sup>3</sup>= RT X 19.23 jam/hari X 76.28% X 60.14 Ton/Jam  
 35450M<sup>3</sup>= RT X 882 Ton/hari

$$\begin{aligned} RT &= \frac{35.450 \text{ ton}}{882 \text{ ton/hari}} \\ RT &= 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

*Retention time* untuk Kolam Limbah no.02 sampai 05

$$\begin{aligned} \text{Volume kolam actual} &= RT \times \text{Jam Olah} \times \% \text{LCPKS} \times \text{Tph} \\ 8250 \text{ M}^3 &= RT \times 19.23 \text{ jam/hari} \times 76.28\% \times 60.14 \text{ Ton/Jam} \\ 8250 \text{ M}^3 &= RT \times 882 \text{ Ton/hari} \end{aligned}$$

$$RT = \frac{8250 \text{ ton}}{882 \text{ ton/hari}}$$

$$RT = 9.4 \text{ hari}$$

#### 4. Penggunaan Kolam Limbah yang Efektif

Diketahui :

Kapasitas Olah : 60.14 ton/jam

Jam Olah : 19.23 jam/hari

% LCPKS : 76.28 %

*Retention time* : 92 hari

Volume Kolam Efektif = *retention time* x Jam Olah x TPH x %LCPKS

= 92 hari x 19.23 jam x 60.14 ton/jam x 76.28 %

= 81159.85 ton (1M<sup>3</sup>= 1Ton)

Volume Kolam Limbah Aktual = 35450

M<sup>3</sup>= 35450 ton (1M<sup>3</sup>= 1Ton)

Kekurangan Volume Kolam

= Volume Kolam Efektif – Volume Kolam Aktual

= 81159.85 M<sup>3</sup> – 35450 M<sup>3</sup>

= 45709.85 M<sup>3</sup>

Penambahan Kolam Limbah

= 45709.85 M<sup>3</sup>/ Volume kolam Anaerob

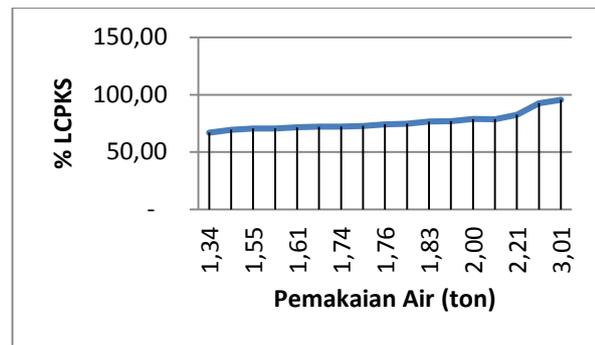
= 45709.85 M<sup>3</sup> / 14850 M<sup>3</sup>

= 3 kolam limbah

## PEMBAHASAN

### 1. Penyebab Tingginya LCPKS.

Penyebab tingginya LCPKS adalah pemakaian air pada *High Speed Separator* dimana kerja mesin ini menggunakan *water balance* yang berfungsi untuk pencucian mesin tersebut dan untuk umpan air agar dapat mengutip minyak yang terdapat pada *sludge*. Kapasitas *High Speed Separator* adalah 15 ton/jam dan penggunaan air pada *High Speed Separator* sebesar 3 ton/jam.

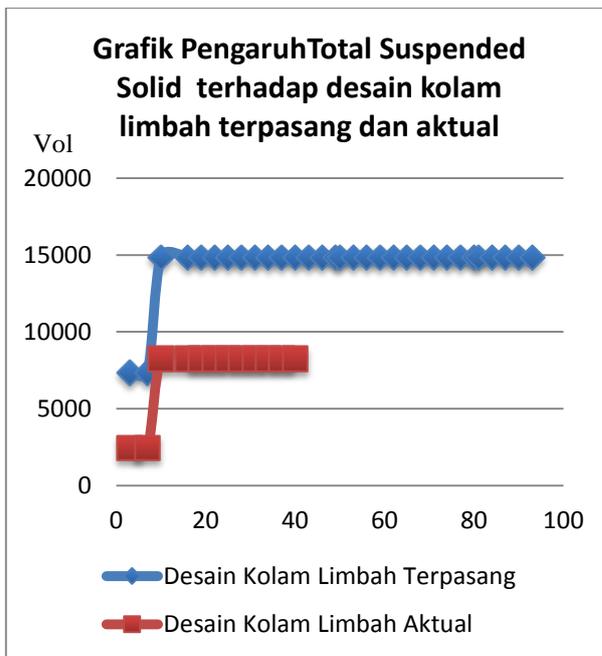


**Gambar 1.** Grafik Pengaruh Pemakaian Air terhadap Hasil LCPKS PMKS

Grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pemakaian air pada *HSS* berbanding lurus dengan hasil LCPKS dimana semakin banyak pemakaian air pada *HSS* maka semakin tinggi LCPKS yang dihasilkan.

### 2. Pengaruh *Total Suspended Solid* terhadap Efektifitas Kolam Limbah.

*Total Suspended Solid* yang terdapat pada LCPKS yaitu sebanyak 4284 ton/tahun dan mengakibatkan pendangkalan pada kolam limbah setinggi 2 M. Pendangkalan pada kolam limbah akan mempengaruhi efektifitas kolam limbah tersebut (volume dan *retention time*). Pengaruh *TotalSuspended Solid* terhadap efektifitas kolam limbah dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



**Gambar 2.** Grafik Pengaruh *Total Suspended Solid* terhadap efektifitas kolam limbah

Grafik diatas menjelaskan mengenai pengaruh *total suspended solid* dengan desain kolam limbah terpasang dan aktual terhadap volume dan *retention time* kolam limbah. Dimana volume dan *retention time* desain kolam limbah aktual menjadi berkurang volume nya menjadi 39125 M<sup>3</sup> dan *retention time* menjadi 43 hari. Hal ini disebabkan karena semakin jauh tempat pengendapannya, maka kecepatan alirannya semakin berkurang, sehingga kesempatan untuk mengendap padatan yang ada dalam limbah semakin besar (Lin, 2001).

### 3. Penggunaan Efektifitas Kolam Limbah.

Dapat dilihat dari perhitungan diatas bahwa efektifitas kolam limbah berkurang sebanyak 42033.85 M<sup>3</sup> dan akibat dari pendangkalan tersebut maka perlu dilakukan penambahan kolam sebanyak 3 kolam limbah dengan volume perkolamnya sebesar 14850 M<sup>3</sup> dan total kolam seluruhnya sebesar 81159.85 M<sup>3</sup>.

## KESIMPULAN

1. Hasil LCPKS pada PMKS adalah sebesar 76.28% penyebab tingginya hasil LCPKS yaitu pemakaian air pada *High Speed Separator* sebesar 3 ton/jam.
2. Hasil *Total Suspended Solid* dengan rata dari bulan Januari sampai dengan Maret sebesar 16046.25 mg/l atau 14.28 ton/hari atau 4284 ton/tahun. Ketinggian pendangkalan yang terjadi pada kolam limbah PMKS berdasarkan hasil *Total Suspended Solid* yaitu sebesar 2m.
3. Dampak yang ditimbulkan akibat adanya pendangkalan pada kolam limbah yaitu:
  - a. Volume Kolam Limbah yang seharusnya bisa menampung LCPKS sebanyak 66750 M<sup>3</sup> tetapi karena adanya pendangkalan setinggi 2M maka volume kolam limbah hanya bisa menampung 39125 M<sup>3</sup>.
  - b. *Retention time* kolam limbah yang seharusnya diharapkan selama 92 hari menjadi 43 hari.
  - c. Akibat dari pendangkalan yang terjadi berarti terdapat lumpur yang mengendap didasar kolam limbah dan untuk penanggulangannya maka diperlukan pengerukan secara terjadwal dimana akan menambah *cost* untuk pengerukan tersebut.
4. Volume kolam yang dibutuhkan agar dapat menampung %LCPKS sebanyak 76.28%, jam olah 19.23 jam, kapasitas pabrik 60.14 ton/jam serta *retention time* yang diharapkan 92 hari yaitu sebesar 81159.85 ton