

LAPORAN AKHIR

PERBANDINGAN DESIGN ALAT SEDIMENTASI YANG BERBENTUK BALOK DAN LIMAS PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT



Dibuat sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:
OCTA ENDANG SARI
0612 3040 0327

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
PALEMBANG
2015

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

PERBANDINGAN DESIGN ALAT SEDIMENTASI YANG BERBENTUK BALOK DAN LIMAS PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT

Oleh:

**Octa Endang Sari
0612 3040 0327**

Pembimbing I,

**Dr. Martha Aznury, M.Si
NIP. 197006192001122003**

**Palembang, Juli 2015
Pembimbing II,**

**Ir. Aisyah Suci Ningsih, M.T.
NIP. 196902191994032002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP. 196607121993031003**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 30 Juni 2015**

Tim Penguji:

- 1. Anerasari, M, B.Eng., M.Si** ()
NIP. 196605311992012001
- 2. Idha Silviyati, S.T., M.T.** ()
NIP 197507292005012003
- 3. Adi Syakdani, S.T., M.T.** ()
NIP 196904111992031001
- 4. Ir. Syahrul Effendy, M.T** ()
NIP. 196312231996011001

**Palembang, Juli 2015
Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Robert Junaidi, M.T
NIP. 196607121993031003**

Moto dan Persembahan

Moto:

“Don’t Say NO Before Trying!!! Always Try to Dig a Little More!”

Ucapan Terima Kasih Kupersembahkan untuk:

- ❖ *Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat kesehatan, kekuatan, serta jalan terang dalam setiap langkah-langkahku.*
- ❖ *Manak dan Bapak yang selalu mendukung, memberikan nasihat, kekuatan dalam setiap pilihan yang kuambil, serta sumber doa terbaikku.*
- ❖ *Kedua adikku Yoga Antonius dan Fadhillah tri Utami, yang selalu menjadi penyemangat dan motivasiku agar selalu menjadi yang terbaik.*
- ❖ *Keluarga besarku, yang selalu memberikan nasihat, semangat, doa-doa, serta kebahagiaan dalam gerak langkahku.*
- ❖ *Kepada Mr. Tri Amrullah, yang selalu siap siaga membantu, menemaniku suka maupun duka, serta senantiasa menjadi penopangku.*
- ❖ *Kedua pembimbingku yang telah sabar dalam membimbing dan memberikan arahan dalam gerak usahaku.*
- ❖ *Teluruh dosen dan Staff Jurusan Teknik Kimia yang telah mendidikku dengan keras dan penuh kesabaran.*
- ❖ *Sahabat-sahabat Rukandku yang senantiasa memberi dukungan meskipun jauh dimata dekat dihati.*
- ❖ *My twin Hasni Kesuma Ratih, yang senantiasa menjadi supporter terbaik dan tempat berbagi suka dukaku.*
- ❖ *Para tempat curhatku Arizka, Nia, Dedi, Sari, dan Septi yang selalu siaga dalam mendengarkan segenap keluh kesahku, serta memberikan lengkungan kebahagiaan dibibirku.*
- ❖ *Sahabat-sahabat seperjuanganku (Copo B), yang senantiasa memberikan canda tawanya sepanjang perjalanan studi ini.*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan L&Tku yang selalu bersama-sama dalam berjuang keras untuk menyelesaikan tugas akhir ini.*
- ❖ *Orang-orang yang tanpa sadar telah memberikan arti besar dalam perjuanganku.*
- ❖ *Almamaterku yang kuhanggakan.*

ABSTRAK

Perbandingan *Design* Alat Sedimentasi Yang Berbentuk Balok Dan Limas Pada Pengolahan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit (*Palm Oil Mill Effluent*)

(Octa Endang Sari, 2015, 60 Halaman, 11 Tabel, 19 Gambar, 4 Lampiran)

Air limbah industri minyak kelapa sawit (*palm oil mill effluent*) merupakan limbah cair yang mengandung bahan organik yang tinggi, memiliki pH rendah, yaitu 4-5, serta mengandung kadar *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) yang tinggi, yaitu 28000 mg/l dan 48000mg/l. Oleh karena itu air limbah industri kelapa sawit merupakan salah satu sumber pencemaran yang potensial apabila air limbah langsung dibuang ke badan air. Sebagai alternatif pengolahan air limbah tersebut, dirancang dua alat *design*, alat *design* I berbentuk balok dan alat *design* II berbentuk limas. Kedua alat *design* dibandingkan untuk mengetahui yang lebih efisien berdasarkan laju alir pengumpunan pada 2 L/min, 4 L/min, 6 L/min dan waktu tinggal air limbah selama 1 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam pada proses sedimentasi. Proses sedimentasi merupakan parameter penting yang mengawali proses pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit, sehingga kegagalan pada tahap sedimentasi akan menyebabkan pengolahan air limbah tidak optimal. Laju alir yang optimal dari ketiga variasi laju alir yaitu 6 L/min, sementara waktu tinggal yang optimal yaitu pada saat 24 jam. Sehingga berdasarkan dari laju alir dan waktu tinggal air limbah, alat *design* II lebih efisien dibandingkan dengan alat *design* I dalam pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit pada proses sedimentasi.

Kata kunci: Air limbah industri minyak kelapa sawit (POME), sedimentasi, *slurry*

ABSTRACT

The Comparison of Sedimentation Tool Design Shaped Beams And Pyramid on Wastewater Treatment of Palm Oil Industry (Palm Oil Mill Effluent)

(Octa Endang Sari, 2015,60 Pages,11 Tables ,19 Pictures , 4 Appendixes)

Palm oil industry wastewater (palm oil mill effluent) is wastewater containing organic matter, has a low pH, about 4-5, and containing high level of biological oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD), about 28000mg/l and 48000mg/l. Therefore it is one of the potential sources of contamination when it directly discharged into river. As an alternative to the treatment, designed two tools, the first tool is beam-shaped and the second is pyramid-shaped. The tools will be compared to find more efficient by feed flow rate at 2 L/min, 4 L/min, 6 L/min and residence time of waste water at 1 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, 24 hours in sedimentation process. Sedimentation process is an important parameter that start the palm oil industry wastewater treatment process, so the failure at the stage of sedimentation will cause unoptimal treatment. The Optimal flow rate of the third flow rate variation is 6 L / min, while the optimal residence time is at 24 hours. So, based on the flow rate and residence time of wastewater, design tool II is more efficient than the design tool I in wastewater treatment of palm oil industry in the process of sedimentation.

Key word: palm oil industry wastewater, palm oil mill effluent, sedimentation, slurry

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “*Pengaruh Laju Alir Pengumpulan dan Waktu Tinggal Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit pada Proses Sedimentasi*” ini dengan sebaik-baiknya dan tepat pada waktunya.

Laporan Akhir ini dibuat sebagaimana persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan ini telah disusun berdasarkan data pengamatan selama melakukan percobaan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama pembuatan Laporan Akhir ini telah banyak yang memberikan bantuan baik materil maupun spiritual. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. R.D Kusumanto, S.T.,M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Robert Junaidi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Zulkarnain, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Dr. Martha Aznury, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dengan penuh cinta kasih, kepedulian dan kesabaran yang tinggi membimbing penulis.
5. Ir. Aisyah Suci Ningsih, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dengan penuh perhatian dan kepedulian memberikan nasihat, serta arahan dan bimbingan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia beserta staff Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Teknisi-teknisi di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya telah membantu penulis selama penelitian.
8. Kedua Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan dengan sepenuh hati serta dorongan yang sangat luar biasa sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Akhir.

9. Saudara-saudara yang ikut serta mendoakan dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Akhir.
10. Teman-teman seperjuangan kelas 6 KB terima kasih atas bantuan dan semangatnya untuk menyelesaikan Laporan Akhir.Teman-teman Mahasiswa se-Almamater.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Akhir ini, karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sangat berarti guna penyempurnaan Laporan Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Rumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Industri Minyak Kelapa Sawit	5
2.2. Air Limbah Industri Minyak Kelapa sawit (<i>Palm Oil Mill Effluent</i>) ...	7
2.2.1 Pengolahan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit.....	9
2.2.2 Analisa Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit.....	14
2.2.3 Pemanfaat Hasil Pengolahan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit.....	16
2.3 Definisi dan Proses Sedimentasi.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2 Alat Penelitian.....	28
3.2.1. Rancang Bangun Alat Sedimentasi dalam Pengolahan Air Limbah.....	28
3.2.2 Penentuan Efisiensi Alat.....	30
3.3 Bahan Penelitian.....	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.4.1 Merancang Peralatan.....	30
3.4.2 Proses Pengamatan.....	31
3.5 Diagram Alir Proses.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Penelitian.....	33
4.1.1 Data Perbandingan Volume Air dan Volume <i>Slurry</i> Berdasarkan Variasi Laju Alir dan Waktu Tinggal Pengumpanan.	33

4.1.2 Hasil Perhitungan Efisiensi Alat <i>Design I</i> dan Alat <i>Design II</i> berdasarkan Volume <i>Slurry</i> terhadap Laju Alir Pengumpanan.	34
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Volume air dan Volume <i>Slurry</i> pada Alat <i>Design I</i>	38
4.2.2 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Volume air dan Volume <i>Slurry</i> pada Alat <i>Design II</i>	41
4.2.3 Perbandingan %Volume <i>Slurry</i> pada Alat <i>Design I</i> dan <i>Design II</i> pada Waktu Tinggal 24 Jam.....	43
4.2.4 Perbandingan Efisiensi Alat <i>design I</i> dan alat <i>design II</i>	46
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Produksi minyak kelapa sawit.....	5
2. Produksi dan ekspor minyak kelapa sawit indonesia.....	6
3. Jenis, potensi, dan pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit	7
4. Jarakteristik <i>palm oil mill effluent</i> yang masuk ke kolam Pengendalian limbah.....	8
5. Baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit	9
6. Komposisi biogas.....	17
7. Degradasi asetogenesis	20
8. Pengaruh laju alir dan waktu tinggal terhadap volume air dan volume <i>slurry</i>	33
9. Pengaruh laju alir dan waktu tinggal terhadap % volume <i>slurry</i>	33
10. Pengaruh laju alir dan waktu tinggal terhadap % volume <i>slurry</i>	34
11. Perbandingan efisiensi alat <i>design I</i> dan alat <i>design II</i> pada waktu tinggal 24 jam.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alur proses pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit.....	10
2. <i>Cooling pond</i>	11
3. <i>Mixing pond</i>	12
4. <i>Anaerob pond</i>	12
5. Kolam Sedimentasi.....	13
6. <i>Land application</i>	14
7. Mekanisme sedimentasi <i>batch</i>	23
8. Mekanisme sedimentasi semi batch.....	24
9. Mekanisme sedimentasi kontinyu.....	25
10. <i>Design</i> alat biodigester dalam pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit.....	31
11. Tangki sedimentasi pada alat <i>design I</i> dan alat <i>design II</i>	37
12. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 2 L/min.....	38
13. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 4 L/min.....	39
14. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 6 L/min.....	40
15. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 2 L/min.....	41
16. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 4 L/min.....	42
17. Grafik hubungan waktu tinggal dengan volume air dan lumpur pada laju alir 6 L/min.....	43
18. Grafik perbandingan volume <i>slurry</i> pada alat <i>deisgn I</i> dan alat <i>design II</i>	44
19. Grafik perbandingan efisiensi alat <i>design I</i> dan alat <i>design II</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan	51
Lampiran 2 Perhitungan.....	52
Lampiran 3 Dokumentasi.....	55
Lampiran 4 Surat-surat.....	60

DAFTAR SINGKATAN

		Halaman
BOD	<i>biological oxygen demand</i>	1
COD	<i>chemical oxygen demand</i>	1
CPO	<i>crude palm oil</i>	1
LIPI	lembaga ilmu pengetahuan Indonesia	1
PMKS	pabrik minyak kelapa sawit	6
POME	<i>palm oil mill effluent</i>	1
TBS	tandan buah segar	1
TKKS	tandan kosong kelapa sawit	7
TSS	<i>total Suspended Solid</i>	15

DATA HASIL PENELITIAN

1. Penentuan Waktu Tinggal

a. Laju alir = 2 L/min

Waktu (jam)	Alat Design I (Balok)		Alat Design II (Limas)	
	Air (L)	Lumpur (L)	Air (L)	Lumpur (L)
1	16	2	13,5	4,5
3	16,2	1,8	14,5	3,5
6	16,2	1,8	14,9	3,2
12	16,3	1,7	15	3,0
24	16,5	1,5	15,5	2,5

b. Laju alir = 4 L/min

Waktu (jam)	Alat Design I (Balok)		Alat Design II (Limas)	
	Air (L)	Lumpur (L)	Air (L)	Lumpur (L)
1	15	3	8,2	9,8
3	15,3	2,7	9,5	7,3
6	15,5	2,5	10,7	6,2
12	15,9	2,1	14,2	3,8
24	16,2	1,8	15,3	2,7

c. Laju Alir = 6 L/min

Waktu (jam)	Alat Design I (Balok)		Alat Design II (Limas)	
	Air (L)	Lumpur (L)	Air (L)	Lumpur (L)
1	11	7	6	12
3	11,7	6,3	7,3	10,7
6	12,8	5,2	8,5	9,5
12	14,30	3,7	12	6
24	15,5	2,5	15,2	2,8

PERHITUNGAN

1. Perhitungan Efisiensi Alat

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t_1-t_0)+Volume\ Slurry(t_1-t_0)}{Volume\ Total\ (t_1-t_2)} \times 100\%$$

$$\eta = A - 100\%$$

Keterangan:

A = Efisiensi Alat dibandingkan dengan waktu tinggal

η = Efisiensi total alat

A. Design I

a. Laju Alir 2 L/min

Pada $t = 24$ jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t_1-t_0)+Volume\ Slurry(t_1-t_0)}{Volume\ Total\ (t_1-t_2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0)+1,5\ l\ (24-0)}{18\ l\ (24-0)} \times 100\%$$

$$A = 108,3\%$$

$$\eta = 108,3\% - 100\%$$

$$= 8,3\%$$

b. Laju Alir 4 L/min

$t = 24$ jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t_1-t_0)+Volume\ Slurry(t_1-t_0)}{Volume\ Total\ (t_1-t_2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0)+1,8l\ (24-0)}{18\ l\ (24-0)} \times 100\%$$

$$A = 110\%$$

$$\eta = 110\% - 100\%$$

= 10 %

c. Laju Alir 6 L/min

t = 24 jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t1-t0) + Volume\ Slurry(t1-t0)}{Volume\ Total\ (t1-t2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0) + 2,5\ l\ (24-0)}{18\ l(24-0)} \times 100\%$$

$$A = 113,9 \%$$

$$\eta = 113,9 \% - 100\%$$

$$= 13,9 \%$$

B. Design II

a. Laju Alir 2 L/min

t = 24 jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t1-t0) + Volume\ Slurry(t1-t0)}{Volume\ Total\ (t1-t2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0) + 2,5\ l\ (24-0)}{18\ l(24-0)} \times 100\%$$

$$A = 113,9\%$$

$$\eta = 113,9 - 100\%$$

$$= 13,9 \%$$

b. Laju Alir 4 L/min

t = 24 jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t1-t0) + Volume\ Slurry(t1-t0)}{Volume\ Total\ (t1-t2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0) + 2,7\ l\ (24-0)}{18\ l(24-0)} \times 100\%$$

$$A = 115 \%$$

$$\eta = 115 - 100\%$$

$$= 15 \%$$

c. Laju Alir 6 L/min

t = 24 jam

$$A = \frac{Volume\ Total\ (t_1-t_0) + Volume\ Slurry(t_1-t_0)}{Volume\ Total\ (t_1-t_2)} \times 100\%$$

$$A = \frac{18\ l\ (24-0) + 2,8\ l(24-0)}{18\ l\ (24-0)} \times 100\%$$

$$A = 115,6 \%$$

$$\eta = 115,6 - 100\%$$

$$= 15,6 \%$$

DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN

1. Sistem Pengolahan Air Limbah PT. Mitra Ogan dan Pengambilan Air Limbah (*Palm Oil Mill Effluent*)



PT. Perkebunan Mitra Ogan



Gerbang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Mitra Ogan



Keterangan Kapasitas Kolam Pengolahan Air Limbah



Lay Out Kolam IPAL



Tempat Pengeluaran *palm oil mill effluent* (POME)



Pengambilan *palm oil mill effluent* (POME)



Cooling Pond



Mixing Pond



Anaerob Pond



Sedimentasi Pond



Sedimentasi Pond



Application Pond

2. Persiapan Alat dan Bahan (*Palm Oil Mill Effluent (POME)*)



Penyaringan Air Limbah



Memisahkan Padatan Hasil
Penyaringan



Pengenceran



Persiapan Alat

3. Pengamatan



Setting Laju Alir



Mengatur Laju Alir Pengumpunan 2
L/min



Pengamatan Volume *Slurry* untuk Laju Alir 2 L/min Pada Alat *Design I*



Pengamatan Volume *Slurry* untuk Laju Alir 2 L/min pada Alat *Design II*



Mengatur Laju Alir 4 L/min



Pengamatan Volume *Slurry* pada Laju Alir 4 L/min pada Alat *Design I*



Pengamatan Volume *Slurry* pada Laju Alir 4 L/min pada Alat *Design II*



Mengatur Laju Alir 6 L/min



Pengamatan Volume *Slurry* pada Laju
Alir 6 L/min Alat *Design I*



Pengamatan Volume *Slurry* pada Laju
Alir 6 L/min Alat *Design II*