

## **TUGAS AKHIR**

### **PERANCANGAN DESAIN UNIT FILTRASI MENGGUNAKAN ARANG AKTIF TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DALAM MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD AIR LIMBAH SAWIT**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung  
Mangkurat

Dibuat:

**Gusti Hasnoorridho**

NIM. 1810815110007

Pembimbing:

**Nova Anissa, S.Si., M.S.**

**NIP. 19891128 201601 2 08001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**

**Perancangan Desain Unit Filtrasi Menggunakan Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit**  
**Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Sawit**

oleh

**Gusti Hasnoorridho (1810815110007)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 12 Juni 2023 dan dinyatakan

**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua** : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., MT.  
NIP 198411182008122003

**Anggota** : Rd. Indah Nirtha N. NPS. ST., M.Si.  
NIP 197706192008012019

**Pembimbing** : Nova Annisa, S.Si., MS.  
**Utama** NIP 19891128201601208001

Banjarbaru, 6 JUNI 2023.....  
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi**  
**S-1 Teknik Lingkungan,**



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP 197401071998021001

**Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si, M.S.**  
NIP 198708282012122001

## ABSTRAK

Wilayah Kalimantan Selatan memiliki lahan kering seluas 1.780.864 Ha. Sejumlah lahan kering tersebut baru 670.480 Ha yang dimanfaatkan untuk perkebunan. Salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting dalam menghasilkan devisa negara ialah perkebunan kelapa sawit. PT Hasnur Citra Terpadu merupakan perusahaan kelapa sawit yang telah beroperasi dalam memproduksi minyak sawit sejak 2013. Berdasarkan hasil uji laboratorium, diketahui konsentrasi BOD dari sampel air limbah sawit PT Hasnur Citra Terpadu memiliki konsentrasi sebesar 750 mg/L dan konsentrasi COD sebesar 959,5 mg/L. Hasil tersebut belum memenuhi standar baku mutu air limbah bagi usaha industri minyak sawit berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014. Alternatif pengolahan yang dapat digunakan adalah metode filtrasi dengan penambahan arang aktif tandan kosong kelapa sawit sebagai media filter. Penelitian ini bertujuan mengetahui ketebalan arang aktif tandan kosong kelapa sawit yang paling optimal dengan variasi 7, 9, dan 11 cm untuk menurunkan kadar BOD dan COD air limbah sawit serta melakukan perancangan terhadap unit filtrasi yang dapat diterapkan pada pengolahan limbah cair di pabrik kelapa sawit. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 10 reaktor dari pipa PVC 4 inchi yang berisi media. Hasil penelitian menunjukkan arang aktif tandan kosong kelapa sawit dengan ketebalan 11 cm merupakan yang paling optimal dalam menurunkan kadar BOD dengan persentase penurunan sebesar 88% dan COD sebesar 66%. Perancangan unit filtrasi dilakukan dengan memperbesar ukuran unit dan dirancang berbentuk tabung dengan diameter rencana 1,84 m, kedalaman unit 150 cm, dan luas penampang 2,67 m<sup>2</sup>.

Kata kunci : Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit, BOD, COD, Air Limbah Sawit

## **ABSTRACT**

*The South Kalimantan region has a dry land area of 1,780,864 Ha. Only 670,480 hectares of dry land has been used for plantations. One of the plantation commodities that plays an important role in generating foreign exchange is oil palm plantations. PT Hasnur Citra Terpadu is a palm oil company that has been operating in producing palm oil since 2013. Based on the results of laboratory tests, it is known that the BOD concentration from the palm waste water sample of PT Hasnur Citra Terpadu has a concentration of 750 mg/L and a COD concentration of 959.5 mg/L. These results do not meet the standards for the quality of wastewater for the palm oil industry based on the Regulation of the Minister of Environment of the Republic of Indonesia No. 5 2014. Alternative processing that can be used is the filtration method with the addition of palm oil empty fruit bunches activated charcoal as filter media. This study aims to determine the most effective thickness of empty palm fruit bunches activated charcoal with variations of 7, 9 and 11 cm to reduce BOD and COD levels of palm oil waste water and to design a filtration unit that can be applied to wastewater treatment at palm oil mills. The research was conducted using 10 reactors made of 4 inch PVC pipe filled with media. The results showed that empty palm fruit bunches activated charcoal with a thickness of 11 cm was the most effective in reducing BOD levels with a reduction percentage of 88% and COD of 66%. The design of the filtration unit was carried out by increasing the size of the unit and designed in the form of a tube with a diameter of 1.84 m, a depth of 150 cm, and a cross-sectional area of 2,67 m<sup>2</sup>.*

*Keywords : Empty Palm Fruit Bunches Activated Charcoal, BOD, COD, Palm Waste Water*

## PRAKATA

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan Desain Unit Filtrasi Menggunakan Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Sawit”** ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil
3. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S.. Sebagai Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberi masukan dalam menyusun tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T dan Ibu Indah Nirtha N. NPS, S.T., M.Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran-saran perbaikan.
5. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.
6. Dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
7. Seluruh pihak PT. Hasnur Citra Terpadu yang telah memfasilitasi untuk perizinan objek sampel penelitian.
8. Teman satu tim penelitian saya yaitu Genia Humaira Rizqy dan Muhammad Rifky Falahudin Rusadi, terima kasih banyak atas kerja

sama, bantuan dan dukungannya selama ini dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Teman-teman yang selalu membantu dan mendukung penulis dalam menyusun tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati maka penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan, dan nasihat yang membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca.

Banjarbaru, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Studi Literatur .....	8
2.1.1. Limbah Industri Kelapa Sawit .....	8
2.1.2. Unit Filtrasi .....	11
2.1.3. Faktor yang Mempengaruhi Proses Efisiensi Filtrasi .....	19
2.1.4. Adsorpsi .....	21
2.1.5. Arang Aktif .....	22
2.1.6. Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	25
2.1.1. Parameter yang Diuji .....	30

2.2	Studi Pustaka.....	31
2.3	Hipotesis.....	32
<b>III.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1.	Rancangan Penelitian .....	33
3.1.1.	Variabel Penelitian .....	36
3.1.2.	Kerangka Penelitian.....	37
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
3.2.1	Tempat Penelitian .....	38
3.2.2	Waktu Penelitian .....	38
3.3.	Peralatan dan Bahan Penelitian .....	38
3.3.1.	Alat .....	38
3.3.2.	Bahan .....	39
3.4.	Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.4.1	Prosedur Penelitian.....	40
3.4.1.1.	Pengambilan Sampel Air Penelitian .....	40
3.4.1.2.	Persiapan Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	41
3.4.1.3.	Karbonisasi dan Aktivasi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	41
3.4.1.4.	Pengujian Karakteristik Arang Aktif .....	42
3.4.1.5.	Pengoperasian Reaktor .....	45
3.4.1.6.	Pengujian Kualitas Sampel Air dan Waktu Infiltrasi .....	46
3.4.1.7.	Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.5.	Analisa Data.....	48
3.5.1.	Analisis Kualitas Air Lmbah Sawit .....	48
3.5.2.	Uji Karakteristik Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	48
3.5.3.	Uji Statistik .....	49

3.5.4.	Perancangan Desain Unit .....	54
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>56</b>
4.1.	Gambaran Umum Wilayah Perancangan .....	56
4.1.1.	PT Hasnur Citra Terpadu .....	56
4.1.2.	Kualitas Air Limbah Sawit.....	58
4.2.	Karakteristik Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	59
4.2.1.	Uji Kadar Air.....	59
4.2.2.	Uji Kadar Abu.....	60
4.2.3.	Uji Daya Serap Iodin .....	62
4.2.4.	Analisa <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	64
4.3.	Efisiensi Penurunan Terhadap Parameter Uji.....	65
4.3.1.	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	65
4.3.2.	<i>Chemical Oxygen demand</i> (COD).....	72
4.4.	Perancangan Desain Unit Filtrasi .....	80
<b>V.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>84</b>
5.1.	Kesimpulan .....	84
5.2.	Saran .....	85
	<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....	<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	10
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Sawit .....	11
Tabel 2.3 Kriteria Unit Filtrasi.....	13
Tabel 2.4 Faktor Bentuk Dikaitkan dengan Porositas Media .....	18
Tabel 2.5 Kualitas Karbon Aktif Menurut SNI 1995 .....	24
Tabel 2.6 Studi Pustaka.....	31
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Proses Penurunan Kadar BOD dan COD.....	35
Tabel 3. 2 Proses Rancangan Desain Unit Filtrasi .....	36
Tabel 3. 3 Syarat Mutu Arang Aktif .....	42
Tabel 4.1 Hasil Uji Pendahuluan.....	58
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA Parameter BOD .....	69
Tabel 4.3 Perbedaan Kelompok Ketebalan Arang Aktif TKKS Untuk Parameter BOD.....	70
Tabel 4.4 Hasil Uji <i>Post Hoc</i> Parameter BOD .....	71
Tabel 4.5 Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA Parameter COD .....	77
Tabel 4.6 Perbedaan Kelompok Ketebalan Arang Aktif TKKS Untuk Parameter COD .....	78
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Post Hoc</i> Parameter COD .....	78
Tabel 4.8 Kedalaman Unit Filter.....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain Bak Unit Filtrasi (Reynold & Richard, 1996) .....	12
Gambar 2.2 Desain Rapid Sand Filter Sumber : Reynold & Richard (1996).....	14
Gambar 2. 3 Mekanisme Backwash.....	15
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	37
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	40
Gambar 3.3 Desain Model Reaktor Filtrasi .....	46
Gambar 3.4 Proses <i>Running</i> .....	46
Gambar 4.1 PT. Hasnur Citra Terpadu .....	57
Gambar 4. 2 Hasil Uji SEM Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit pada ketebalan 11 cm sebelum diaktivasi (a), setelah di aktivasi (b), dan setelah perlakuan (c).....	64
Gambar 4. 3 Grafik Konsentrasi BOD pada Reaktor Unit Filtrasi .....	66
Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Efisiensi Penurunan BOD .....	67
Gambar 4.5 Interval Plot kadar BOD.....	71
Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi COD pada Reaktor Unit Filtrasi .....	74
Gambar 4. 7 Grafik Rata-Rata Efisiensi Penurunan BOD .....	75
Gambar 4. 8 Interval Plot Kadar COD.....	79
Gambar 4. 9 Tampak Samping Rencana Unit Filtrasi .....	81

## DAFTAR RUMUS

2.1	Kecepatan Aliran .....	14
2.2	Kecepatan Pengendapan Butiran Media.....	15
2.3	Porositas Media Ekspansi.....	16
2.4	Kecepatan <i>Backwash</i> .....	16
2.5	Tinggi Media Ekspansi.....	16
2.6	<i>HeadLoss</i> .....	17
2.7	Bilangan Reynold .....	18
2.8	Koefisien Drag .....	18
2.9	<i>Headloss saat backwash</i> .....	18
2.10	Debit Filtrasi.....	19
3.1	Kadar air .....	43
3.2	Kadar Abu .....	43
3.3	Daya Serap Iod.....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran A.</b> Hasil Perhitungan .....	91
<b>Lampiran B.</b> Tabel Hasil Perhitungan .....	112
<b>Lampiran C.</b> Data Hasil Pengamatan.....	114
<b>Lampiran D.</b> Uji Analisis Statistik .....	118
<b>Lampiran E.</b> Log Book Penelitian.....	126