DAFTAR PUSTAKA

Ensya, N.Z. (2018) ‘Unjuk Kerja Tray Bioreaktor Dengan Media Penyangga Luffa Cyllindrica dan Bioball Dalam Meningkatkan Kualitas Air Olahan IPAL Komunal (Parameter COD dan TSS)’.

Ferdiaz, M.R. and Karnaningroem, N. (2015) ‘Evaluasi Kandungan N (nitrogen) dan P (Phospat) Dan Redesain Pada Kinerja Unit Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Daerah di Surabaya’, *Jurnal Teknik ITS*, 4(1).

Ilmannafian, A.G., Lestari, E. and Khairunisa, F. (2020) ‘Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Filtrasi Dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)’, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), pp. 1–10.

Indika, R.R. (2013) ‘Kandungan Padatan Terapung (Flog) Pada Pengolahan Air Limbah Home Industry Batik Dengan Reaktor Elektrokimia Di Kelurahan Sondakan’.

Indrayani, L. (2018) ‘Pengolahan limbah cair industri batik sebagai salah satu percontohan IPAL batik di Yogyakarta’, *Ecotrophic*, 12(2), pp. 173–185.

Karya, D.C. (2018) ‘Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)’, *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat* [Preprint].

Maharani, V.S. (2017) ‘Studi literatur: pengolahan minyak dan lemak limbah industri’. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Muallim, S. (2021) ‘KAJIAN DAMPAK LIMBAH KELAPA SAWIT TERHADAP KUALITAS PERAIRAN SUNGAI BUDONG-BUDONG SULAWESI BARAT: A Study on the Impact of Palm Oil Waste Industry on Water Quality in the Budong-Budong River, West Sulawesi’, *Jurnal Ecosolum*, 10(1), pp. 1–25.

Purba, J.H. V and Sipayung, T. (2018) ‘Perkebunan kelapa sawit indonesia dalam

perspektif pembangunan berkelanjutan', *Masyarakat Indonesia*, 43(1).

Puspitasari, D.E. (2009) 'Dampak pencemaran air terhadap kesehatan lingkungan dalam perspektif hukum lingkungan (Studi kasus sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta)', *Mimbar Hukum-Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada*, 21(1), pp. 23–34.

Rahardjo, P.N. (2005) 'Permasalahan Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit', *Jurnal Air Indonesia*, 1(1).

Rimantho, D. and Athiyah, A. (2019) 'Analisis Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi', *Jurnal Teknologi*, 11(1), pp. 1–8.

Septaprasetya, A.C. *et al.* (2019) 'Kajian Awal Manajemen Aset bagi Instalasi Pengolahan Air Limbah Denpasar di Suwung Bali', *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3.

Stephanie, H., Tinaprilla, N. and Rifin, A. (2018) 'Efisiensi pabrik kelapa sawit di Indonesia', *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 6(1), pp. 27–36.

Tamyiz, M. (2015) 'Perbandingan rasio BOD/COD pada area tambak di hulu dan hilir terhadap biodegradabilitas bahan organik', *Journal of Research and Technology*, 1(1), pp. 9–15.

Lampiran 1 Hasil Pengujian Laboratorium Kualitas Air DTL FT-UH

LABORATORIUM KUALITAS AIR
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan
WATER QUALITY LABORATORY

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan pengujian sampel air yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin oleh:

Nama Praktikan : Muhammad Firmansyah
Jenis Sampel : Air Limbah Industri
Tanggal Pengambilan Sampel : 18 Maret 2023
Tanggal Analisis Sampel : 22 - 31 Maret 2023

Maka dilampirkan hasil pengujian terhadap sampel air sebagai berikut:

A. Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) (SNI 698972:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)*		Keterangan
Inlet	2885	100		Tidak Memenuhi
Cooling Pond	2075	100		Tidak Memenuhi
Anaerobik 1	950	100		Tidak Memenuhi
Anaerobik 2	907	100		Tidak Memenuhi
Fakultatif	524	100		Tidak Memenuhi
Aerobik 1	350	100		Tidak Memenuhi
Aerobik 2	250	100		Tidak Memenuhi
Sedimentasi	160	100		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014

B. Parameter *Total Suspended Solid* (SNI 6989.27:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)*		Keterangan
Inlet	13090	250		Tidak Memenuhi
Cooling Pond	12304	250		Tidak Memenuhi
Anaerobik 1	1230,46	250		Tidak Memenuhi
Anaerobik 2	1193,55	250		Tidak Memenuhi
Fakultatif	716	250		Tidak Memenuhi
Aerobik 1	630,19	250		Tidak Memenuhi
Aerobik 2	573,48	250		Tidak Memenuhi
Sedimentasi	487,45	250		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014

C. Parameter Minyak dan Lemak (SNI 6989.10:2011)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)*		Keterangan
Inlet	20,8	25		Memenuhi
Cooling Pond	19,6	25		Memenuhi
Anaerobik 1	20,1	25		Memenuhi
Anaerobik 2	19,5	25		Memenuhi
Fakultatif	19,8	25		Memenuhi

LABORATORIUM KUALITAS AIR
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan
WATER QUALITY LABORATORY

Aerobik 1	20,7	25		Memenuhi
Aerobik 2	21,9	25		Memenuhi
Sedimentasi	21,4	25		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014

D. Parameter *Chemical Oxygen Demand* (SNI 06-6989.15:2004)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)*		Keterangan
Inlet	13054	350		Tidak Memenuhi
Cooling Pond	9050	350		Tidak Memenuhi
Anaerobik 1	4600	350		Tidak Memenuhi
Anaerobik 2	2500	350		Tidak Memenuhi
Fakultatif	1599	350		Tidak Memenuhi
Aerobik 1	890,8	350		Tidak Memenuhi
Aerobik 2	815	350		Tidak Memenuhi
Sedimentasi	777	350		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014

E. Parameter Nitrogen Total (SNI 6989.4:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)*		Keterangan
Inlet	164,3	50		Tidak Memenuhi
Cooling Pond	155,4	50		Tidak Memenuhi
Anaerobik 1	141,2	50		Tidak Memenuhi
Anaerobik 2	115	50		Tidak Memenuhi
Fakultatif	105,1	50		Tidak Memenuhi
Aerobik 1	73,7	50		Tidak Memenuhi
Aerobik 2	70,5	50		Tidak Memenuhi
Sedimentasi	66,8	50		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014

Demikian pelaporan hasil pengujian sampel untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Gowa, 05 April 2023

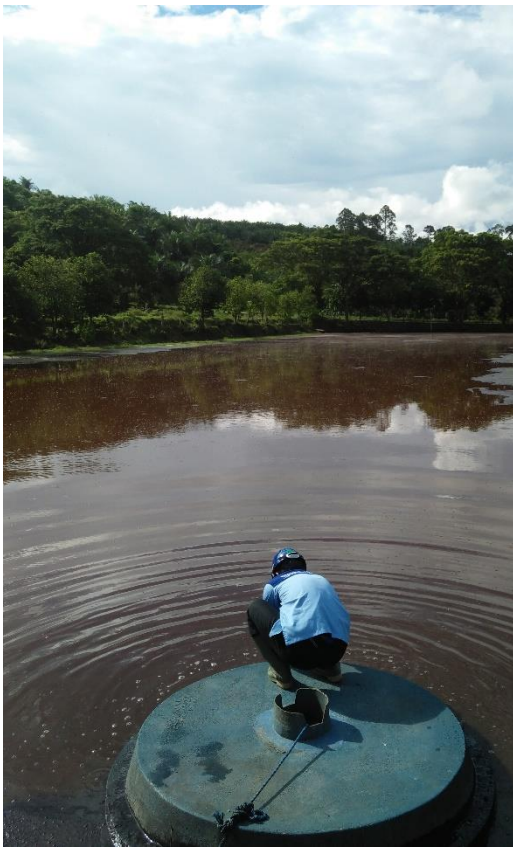
Mengetahui,
Laboran Laboratorium Kualitas Air
Departemen Teknik Lingkungan

Syarifuddin, S.T
NIP. 19660730 198903 1 003

Assisten Laboratorium Kualitas Air
Departemen Teknik Lingkungan

Muhammad Firmansyah
NIM D131 19 1044

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

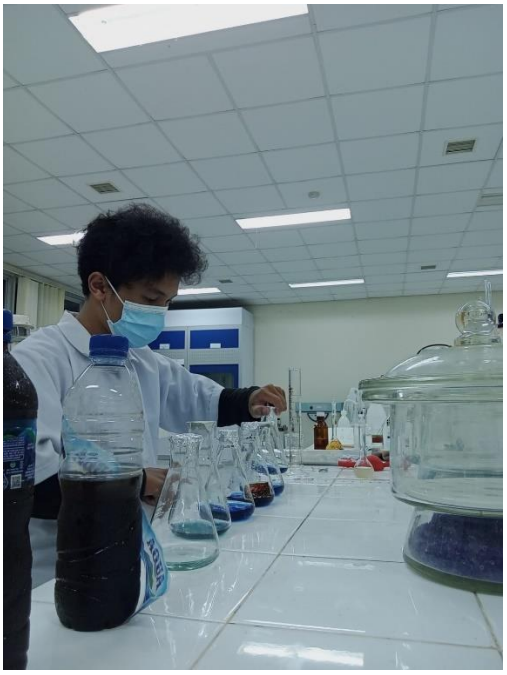


a. pengambilan sampel air limbah


b. Pengujian Parameter TSS


c. Pengujian Parameter *Chemical Oxygen Demand*

d. Pengujian Parameter Minyak Lemak

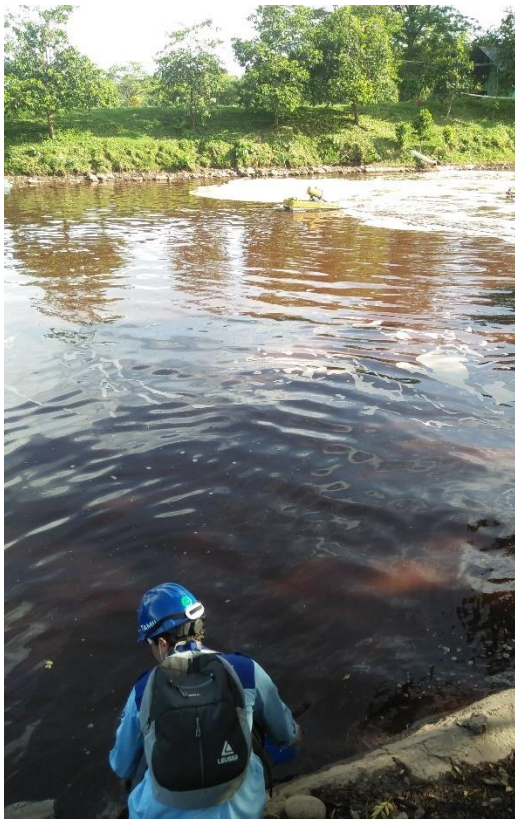


e. Pengujian parameter Nitrogen Total

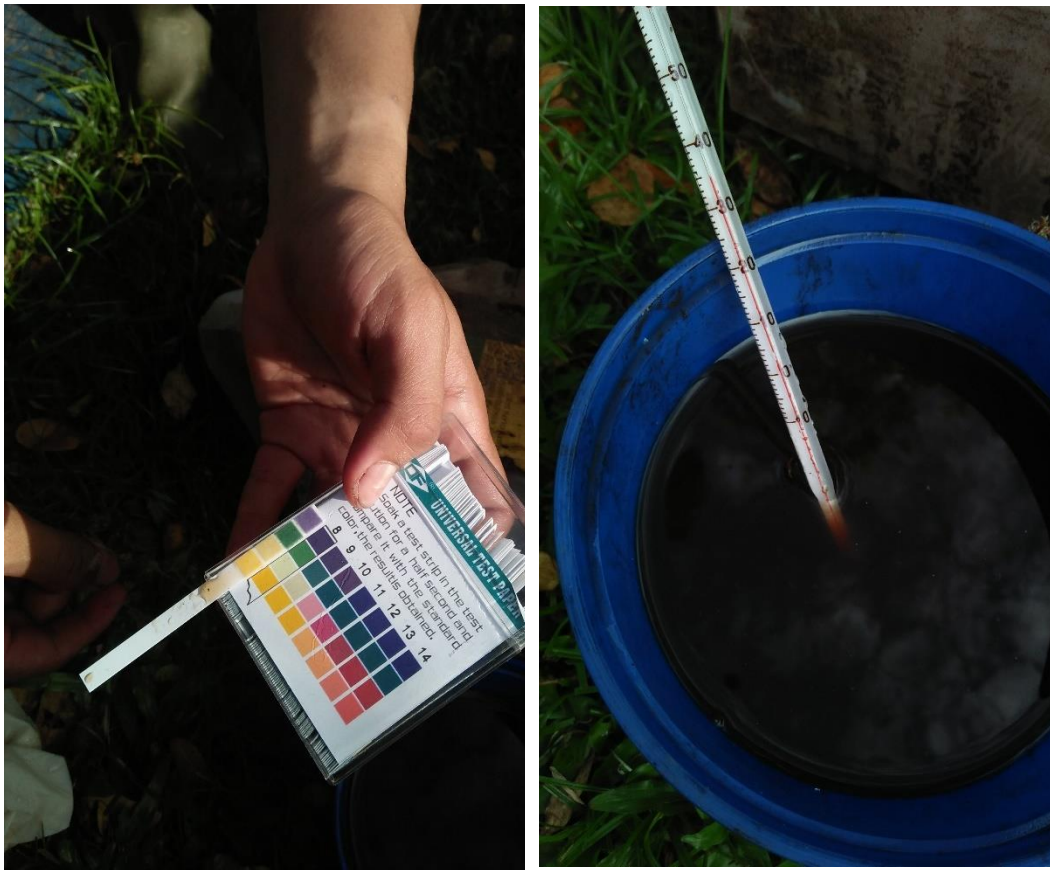

e. Pengukuran Lapangan Inlet


f. Pengukuran Lapangan Anaerobik

g. Pengukuran Lapangan Fakultatif

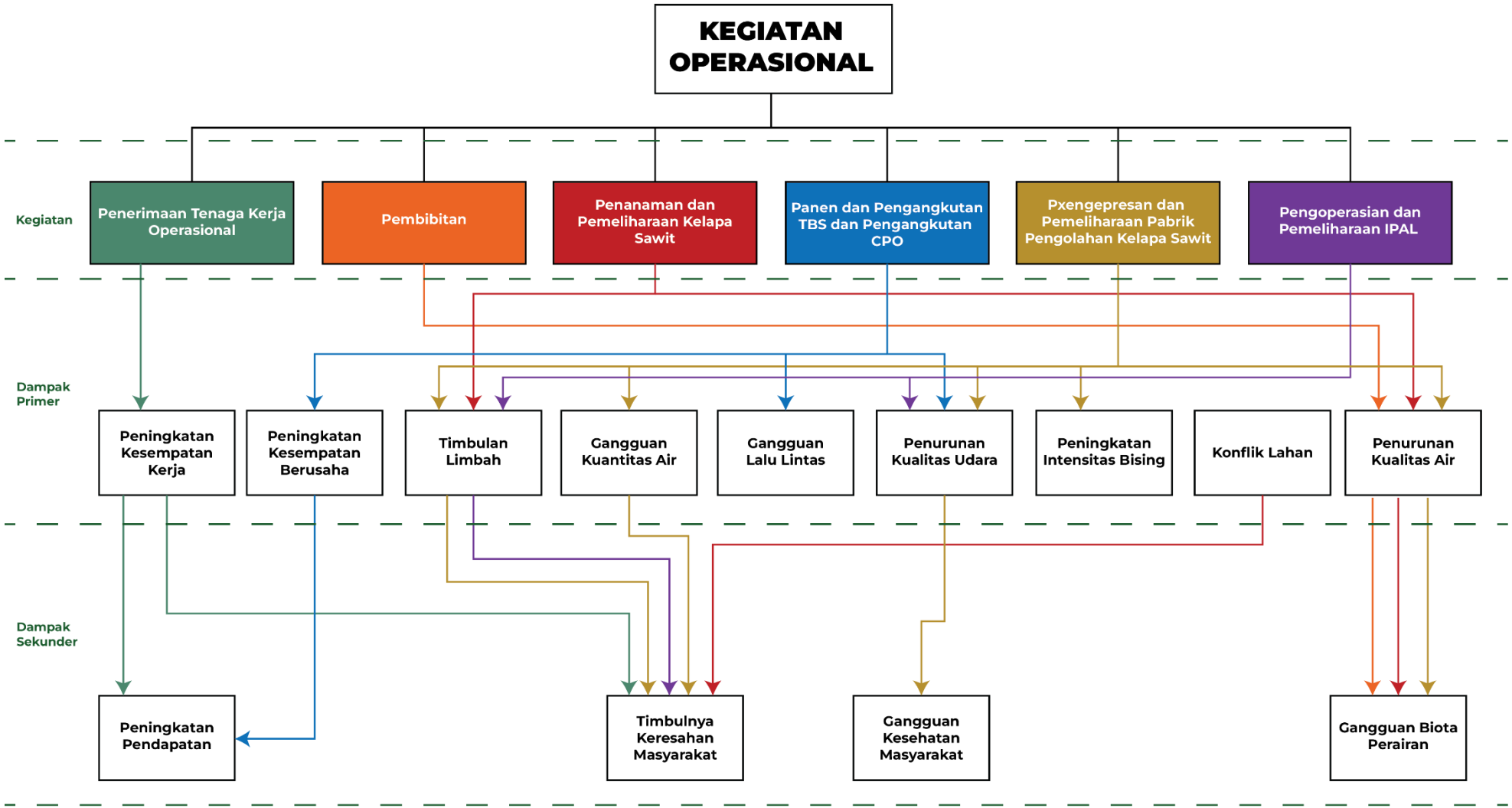


h. Pengukuran Lapangan Aerobik

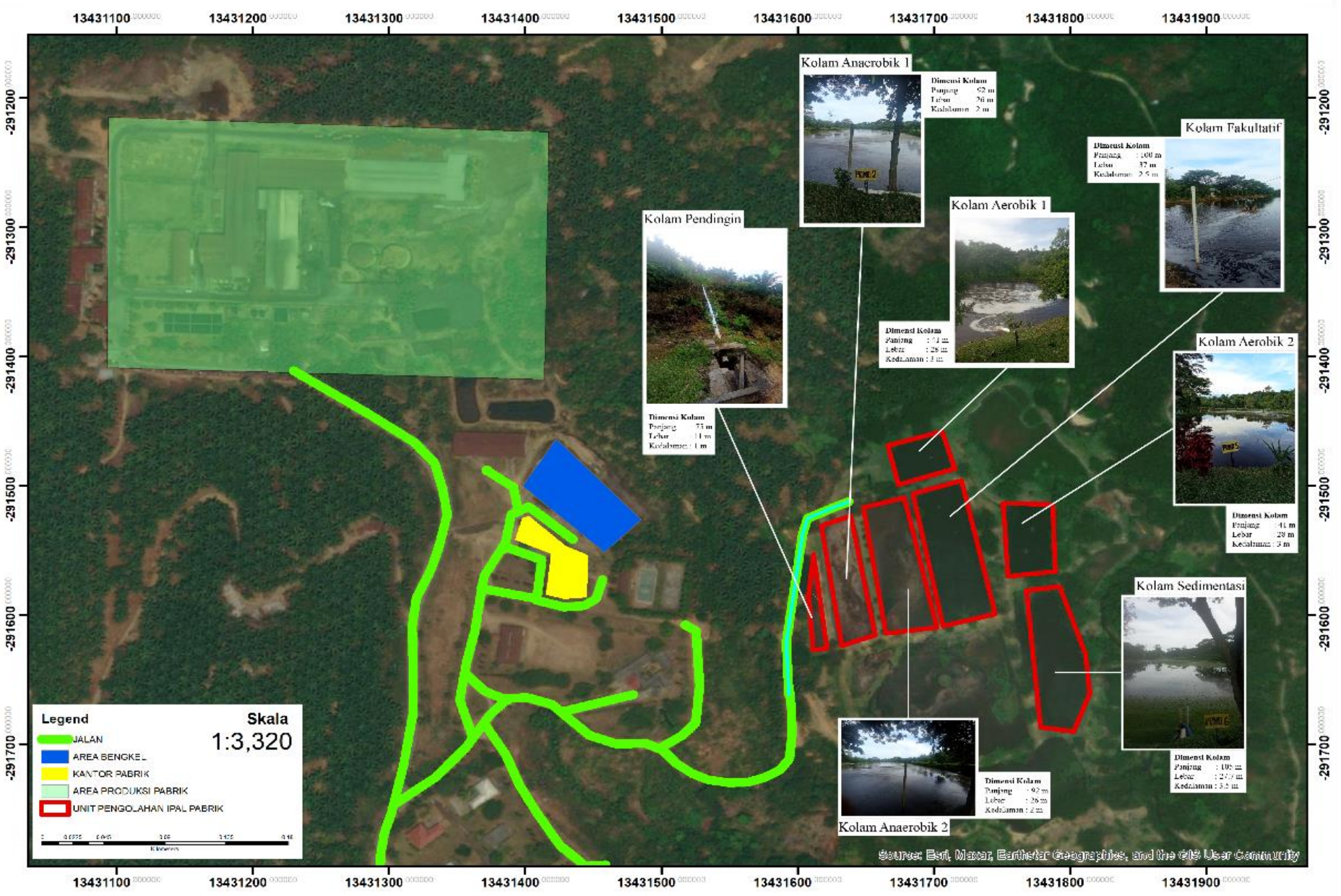


i. Pengukuran Lapangan Sedimentasi

Lampiran 3 Bagan Alir Identifikasi Dampak



Lampiran 4 Layout Site Pabrik Kelapa Sawit Pabrik Kelapa Sawit Kabupaten Luwu Timur



Lampiran 5 Perhitungan Unit Pengolahan *Cooling Pond*

Kriteria desain unit pengolahan *cooling pond*

UNIT PENGOLAHAN COOLING POND			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	**Satuan**	**Nilai**	**Sumber**
Waktu Detensi	hari	3	Petrus Nugroho
DATA EKSISTING UNIT			
Parameter	**Satuan**	**Nilai**	**Sumber**
Debit	m^3/hari	293,4	Data primer dan sekunder perusahaan
Freeboard	m	0,5	
Kedalaman	m	1	
Kecepatan Aliran	m/detik	1,5	
Waktu Detensi	hari	12	
Rasio P : L	1:7	-	

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari
Jumlah unit = 1 bak
P : L = 1:7
Panjang (P) = 66 m
Lebar (L) = 9,17 m
Kedalaman = 1 m

Perhitungan

$A_{surface}$ = P x L
= 75 x 11 m
= 605 m^2
A_{cross} = L x T
= 9,17 m x 1 m
= 9,17 m^2
V_{bak} = P x L x T
= 66 m x 9,17 m x 1 m
= 605,22 m^3
Td Sekarang = Volume / Q
= 605,22 m^3 / 293,04 m^3/hari x
= 2 hari

Organic Loading Rate (OLR)

Q_{peak} = 293,04 Liter/detik

= 2934000Liter/hari

BOD_{in} = 2885 mg/L

V_{bak} = 605,22 m^3

OLR

$= Q_{peak}$ x $[BOD_{in}] / V_{bak}$

$= 13985{,}97$ kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = 3,392 Liter/detik

As = 605,22 m^2

HLR

= Q / A

= 0,48 $m^3 \cdot m^2$/hari

Mass Balance

Pada *cooling pond*, *mass balance* yang terjadi sebagai berikut:

BOD

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m^3/hari

Massa BOD = 820,51 kg/hari

Removal

Massa BOD = 39% x M BOD

= 39% x 560 kg/hari

= 320,00 kg/hari

Efluen

Massa BOD = M $BOD_{influen}$ - M $BOD_{removal}$

= 820,51 kg/hari – 320,00 kg/hari

= 500,51 kg/hari

COD

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m^3/hari

Massa COD = 3835,34 kg/hari

Removal

Massa COD = 31% x M COD

= 31% x 2610 kg/hari

= 1185,86 kg/hari

Efluen

Massa COD = M $COD_{influen}$ - M $COD_{removal}$

= 2610 kg/hari – 1185,86 kg/hari

= 2639,49 kg/hari

TSS

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m^3/hari

Massa TSS = 2738 kg/hari

Removal

Massa TSS = 56% x M TSS

= 56% x 2738 kg/hari
= 2246,56 kg/hari

Efluen

Massa TSS = M TSSinfluen - M TSSremoval
= 2738 kg/hari – 1332 kg/hari
= 1765,16kg/hari

Total Nitrogen

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m^3/hari
Massa Total Nitrogen = 48,15 kg/hari

Removal

Massa Total Nitrogen = 5% x M Total Nitrogen
= 5% x 48,15 kg/hari
= 2,41kg/hari

Efluen

Massa Total Nitrogen = M Total $Nitrogen_{influen}$ - M Total $Nitrogen_{removal}$
= 32,86 kg/hari – 1,643 kg/hari
= 45,74 kg/hari

Minyak Lemak

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m^3/hari
Massa Minyak Lemak = 1,11 kg/hari

Removal

Massa Minyak Lemak = 0% x M Minyak Lemak
= 0% x 1,11 kg/hari
= 0,06 kg/hari

Efluen

Massa Minyak Lemak = M Minyak $Lemak_{influen}$ - M Minyak $Lemak_{removal}$
= 0,0038 kg/hari – 0,06 kg/hari
= 0,0036 kg/hari

Lampiran 6 Perhitungan Unit Pengolahan Bak Anaerobik I

Kriteria desain unit pengolahan kolam anaerobik 1

UNIT PENGOLAHAN ANAEROBIK			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Kedalaman	2 - 5	m	Permen PUPR, 2017
Rasio panjang : lebar	2 - 3 : 1	-	
Waktu pengurasan lumpur	1 - 3	tahun	
Waktu detensi (td)	> 1	hari	
k (elbow 90 derajat)	0,3		
n Beton	0,013		
Beban BOD	224,18-560,45	kg/ha.hari	Metcalf & Eddy, 1991
DATA EKSISTING			
Parameter		Nilai	Satuan
Debit (Qp)		293,4	m^3/hari
Konsentrasi BOD influen (Li)		2075	mg/l
Kedalaman kolam (Da)		5	m
Freeboard		0,5	m
Faktor kemiringan horizontal (s)		1%	
Temperatur		28	°C
Beban Volumentrik BOD (λV)		350	g/m^3.hari
Waktu detensi (td)		2	hari
Viskositas kinematis (v)		0,00000084	
Kecepatan Aliran		1,5	m/detik
C		140	

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari
Jumlah unit = 2 bak
P : L = 1:3
Panjang (P) = 96 m
Lebar (L) = 28 m
Kedalaman = 2 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L
=96,5 m x 28 m
= 2702 m^2
A_{cross} = L x T
= 96,5 m x 2 m
= 56 m^2
V_{bak} = P x L x T
= 96,5 m x 28 m x 2 m

= 5404 m^3

Td Sekarang = Volume / Q

= 5404 m^3 / 293,04 m^3/hari

= 18 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Va = $\frac{L_i Q}{\lambda_V}$

= 1739,443 m^3

$A_{surface}$ = $\frac{L_i Q}{\lambda_V D_a}$

= 3478,8 m^2

Rasio P : L = 3 : 1

Lebar (L) = SQRT ($A_{surface}$/3)

Lebar (L) = 34,05 m

Panjang (P) = 102,16 m

Kedalaman = 2 m + freeboard

= 2,5 m

Waktu Retensi Hidraulic

θa = ($A_{surface}$.h)/Q

= 30 hari

Organik Loading Rate (OLR)

Diketahui :

Q_{peak} = 293,04 m^3

BOD_{in} = 2075 mg/L

V_{bak} = 5404 m^3

OLR

= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}

= 112 kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari

As = 2702 m^2

HLR

= Q / A

= 0,10 m^3.m^2/hari

Mass Balance

BOD

Influen

Diketahui:

Q = 293,04 m^3/hari

Massa BOD = 500,51 kg/hari

Removal

Massa BOD = 54% x Massa BOD

= 54% x 500,51 kg/hari
= 270,276 kg/hari

Efluen

Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal}$
= 500,51 kg/hari – 270,276 kg/hari
= 230,23 kg/hari

COD

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa COD = 2639,48 kg/hari

Removal

Massa COD = 49% x Massa COD
= 49% x 2639,48 kg/hari
= 1293,34 kg/hari

Efluen

Massa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$
= 2639,48 kg/hari – 1293,34 kg/hari
= 1346,13 kg/hari

TSS

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 1765,15 kg/hari

Removal

Massa TSS = 93% x Massa TSS
= 93% x 1765,15 kg/hari
= 1641,59 kg/hari

Efluen

M TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$
= 1765,15 kg/hari – 1641,59 kg/hari
= 123,56 kg/hari

Total Nitrogen

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Total Nitrogen = 45,11 kg/hari

Removal

M Total Nitrogen = 9% x Massa Total Nitrogen
= 9% x 45,11 kg/hari
= 4,11 kg/hari

Efluen

Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ - Massa Total $Nitrogen_{removal}$
= 45,11 kg/hari – 4,11 kg/hari
= 41,62 kg/hari

Minyak Lemak

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa Minyak Lemak = 1,054 kg/hari

Removal

Massa Minyak Lemak = 0% x Massa Minyak Lemak

= 0% x 1,054 kg/hari

= 0,105 kg/hari

Efluen

Massa Minyak Lemak = Massa Minyak Lemak $_{influen}$ - Massa Minyak Lemak $_{removal}$

= 1,054 kg/hari – 0,105 kg/hari

= 0,949 kg/hari

Lampiran 7 Perhitungan Unit Pengolahan Bak Anaerobik II

Kriteria desain unit pengolahan kolam anaerobik 2

UNIT PENGOLAHAN ANAEROBIK II

KRITERIA DESAIN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Kedalaman	2 - 5	m	Permen PUPR, 2017
Rasio panjang : lebar	2 - 3 : 1	-	
Waktu pengurasan lumpur	1 - 3	tahun	
Waktu detensi (td)	> 1	hari	
k (elbow 90 derajat)	0,3		
n Beton	0,013		
Beban BOD	224,18-560,45	kg/ha.hari	Metcalf & Eddy, 1991

DATA EKSISTING		
Parameter	Nilai	Satuan
Debit (Qp)	293,4	m^3/hari
Konsentrasi BOD influen (Li)	2075	mg/l
Kedalaman kolam (Da)	5	m
Freeboard	0,5	m
Faktor kemiringan horizontal (s)	1	%
Temperatur	28	°C
Beban Volumentrik BOD (λV)	350	g/m^3.hari
Waktu detensi (td)	2	hari
Viskositas kinematis (v)	0,00000084	
Kecepatan Aliran	1,5	m/detik
C	140	

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari

Jumlah unit = 2 bak

P : L = 1:3

Panjang (P) = 100 m

Lebar (L) = 36,96 m

Kedalaman = 2 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L

=100 m x 36,96 m

= 3696 m^2

A_{cross} = L x T

= 36,96 m x 2 m

= 73,92 m^2

V_{bak} = P x L x T

= 100 m x 36,96 m x 2 m

= 7392 m^3

Td Sekarang = Volume / Q

= 7392 m^3 / 293,04 m^3/hari

= 25 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Va = $\frac{L_i Q}{\lambda_V}$

= 796,731 m^3

$A_{surface}$ = $\frac{L_i Q}{\lambda_V D_a}$

= 2389,114 m^2

Rasio P : L = 3 : 1

Lebar (L) = SQRT ($A_{surface}$/3)

Lebar (L) = 28,22 m

Panjang (P) = 84,66 m

Kedalaman = 3 m + freeboard

= 3,5 m

Waktu Retensi Hidraulic

θa = ($A_{surface}$.h)/Q

= 24 hari

Organik Loading Rate (OLR)

Diketahui :

Q_{peak} = 293,04 Liter/detik

= 2934000Liter/hari

BOD_{in} = 950 mg/L

V_{bak} = 7392 m^3

OLR

= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}

= 377,069 kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = 3,392 Liter/detik
As = 3696 m
HLR
= Q / A
= 0,08 m^3.m^2/hari

Mass Balance

BOD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa BOD = 230,23 kg/hari
Removal
Massa BOD = 5% x Massa BOD
= 5% x 230,23 kg/hari
= 11,511 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal2}$
= 230,23 kg/hari – 11,51 kg/hari
= 218,72 kg/hari

COD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa COD = 1346,13 kg/hari
Removal
Massa COD = 46% x Massa COD
= 46% x 1346,13 kg/hari
= 619,22 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$
= 1346,13 kg/hari – 619,22 kg/hari
= 726,91 kg/hari

TSS

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 123,56 kg/hari
Removal
Massa TSS = 3% x Massa TSS
= 3% x 123,56 kg/hari
= 3,70 kg/hari
Efluen
Massa TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$

= 123,56 kg/hari – 3,70 kg/hari
= 119,85 kg/hari

Total Nitrogen

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Total Nitrogen = 41,62 kg/hari

Removal
Massa Total Nitrogen = 19% x Massa Total Nitrogen
= 19% x 41,62 kg/hari
7,90 kg/hari
Efluen
Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ - M Total $Nitrogen_{removal}$
= 41,62 kg/hari – 7,90 kg/hari
= 33,71 kg/hari

Minyak Lemak

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Minyak Lemak = 0,94 kg/hari
Removal
Massa Minyak Lemak = 0% x Massa Minyak Lemak
= 0% x 0,94 kg/hari
= 0,142 kg/hari
Efluen
Massa Minyak Lemak = Massa Minyak Lemak $_{influen}$ - Massa Minyak Lemak $_{-removal}$
= 0,94 kg/hari – 0 kg/hari
= 0,806 kg/hari

Lampiran 8 Perhitungan Unit Pengolahan Bak Fakultatif

Kriteria desain kolam fakultatif

KOLAM FAKULTATIF			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	**Satuan**	**Nilai**	**Sumber**
Waktu detensi, θf	hari	5-30	Permen PUPR, 2017
Efisiensi Penurunan BOD, n	%	70-90	
Rasio Panjang dan lebar, P:L	-	(2-3):1	
Kedalaman, Df	m	1,5-2,5	
Periode Pengurasan	tahun	5 sampai 10	
KRITERIA PERENCANAAN			
Parameter	**Satuan**	**Nilai**	**Sumber**
Debit (Qp)	m3	293,04	Perhitungan 2023
BOD influen	mg/l	907	
COD influen	mg/l	2500	

KOLAM FAKULTATIF			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	**Satuan**	**Nilai**	**Sumber**
TSS influen	mg/l	425	
Bakteri E coli	ml		-
T	Derajat Celcius	26	-
Kedalaman	m	1,2	-
Freeboard	m	0,5	-
Laju Evaporasi	mm/hari	5	-

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari

Jumlah unit = 1 bak

P : L = 2:1

Panjang (P) = 100 m

Lebar (L) = 41,5 m

Kedalaman = 2,5 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L

=100 m x 41,5 m

= 4150 m^2

A_{cross} = L x T

= 41,5 m x 2,5 m

= 103,75 m^2

V_{bak} = P x L x T

= 100 m x 41,5 m x 2,5 m

= 10375 m^3

Td Sekarang = Volume / Q

= 10375 m^3 / 293,04 m^3/hari

= 35 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Beban BOD Permukaan

= 350 $(1,07-0,002T)^{T-25}$

= 356,3 g/m^2.hari

$A_{surface}$ = (Konsentrasi $BOD_{influen}$ x $Debit_{influen}$) / Beban BOD \

Permukaan

= 745,96 m^2

Rasio P : L = 3 : 1

Lebar (L) = SQRT ($A_{surface}$/3)

Lebar (L) = 15,77 m

Panjang (P) = 47,31 m
Kedalaman = 1,5 m + freeboard
= 2,0 m
Waktu Retensi Hidraulic
θ_f = $(2a_fD_f)/(2Q_i - 0{,}001eA_f)$
= 5 hari
Organic Loading Rate (OLR)
Diketahui :
Q_{peak} = 293,04 Liter/detik
= 2934000Liter/hari
BOD_{in} = 907 mg/L
V_{bak} = 10375 m^3
OLR
= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}
= 256,495 kg/m^3.hari
Hidraulic Loading Rate (HLR)
Q_{peak} = 3,392 Liter/detik
As = 4150 m^2
HLR
= Q / A
= 0,07 m^3·m^2/hari

Mass Balance

BOD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa BOD = 218,72 kg/hari
Removal
Massa BOD = 42% x Massa BOD
= 42% x 218,72 kg/hari
= 91,86 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal}$
= 218,72 kg/hari – 91,86 kg/hari
= 126,85 kg/hari

COD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa COD = 726,91 kg/hari
Removal
Massa COD = 36% x Massa COD
= 36% x 726,91 kg/hari
= 261,68 kg/hari
Efluen
Massaa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$

= 726,91 kg/hari – 261,68 kg/hari
= 465,22 kg/hari

TSS

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 119,85 kg/hari
Removal
Massa TSS = 0% x Massa TSS
= 0% x 119,85 kg/hari
= 0 kg/hari
Efluen
Massa TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$
= 119,85 kg/hari – 0 kg/hari
= 119,85 kg/hari

Total Nitrogen

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Total Nitrogen = 33,71 kg/hari
Removal
Massa Total Nitrogen = 9% x Massa Total Nitrogen
= 9% x 33,71 kg/hari
= 3,034 kg/hari
Efluen
Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ - Massa Total $Nitrogen_{removal}$
= 33,71 – 3,034 kg/hari
= 30,68 kg/hari

Minyak Lemak

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Minyak Lemak = 0,806 kg/hari
Removal
Massa Minyak Lemak = 0% x Massa Minyak Lemak
= 0% x 0,806 kg/hari
= 0,079 kg/hari
Efluen
Massa Minyak Lemak = Massa Minyak $Lemak_{influen}$ - Massa Minyak $Lemak_{removal}$
= 0,806 kg/hari – 0kg/hari
= 0 kg/hari

Lampiran 9 Perhitungan Unit Pengolahan Bak Aerobik I

Kriteria desain kolam aerobik 1

KOLAM AEROBIK I			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Beban volume organik	5,0	kg/m3	Permen PUPR, 2017
SS	20	kg/m3	
VSS loading (beban volumetrik)	0,5	kg VSS/m3	
Waktu Detensi	3-10	hari	
Waktu retensi hidrolis, HRT	3-6	hari	
Yield Coefficient (Y)	0,6-0,7	-	
Rasio panjang ddan lebar, P:L	2:1		
n beton	0,013		
k (elbow 90 derajat)	0,3	-	
Kedalaman, h	1-6	m	
KRITERIA PERENCANAAN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Debit (Qp)	293,04	m^3/hari	Permen PUPR, 2017
Konsentrasi BOD influen (So)	524	mg/l	
Konsentrasi BOD efluen (Se)	350	mg/l	
Freeboard	0,5	m	
Kedalaman (h)	3	m	
Konastanta Temperatur (K1)	1,2476909	m	
Laju autolisis (b)	0,035	/hari	
Temperatur	28	°C	
P:L	2:1		
Waktu detensi (td)	2	hari	
Waktu retensi padatan, SRT	5	hari	
Waktu retensi hidrolis, HRT	5	hari	
Yield Coefficient (Y)	0,7		
Beban Volumentrik BOD (λV)	20	g/m^3.hari	
Umur sel (qc)	10	hari	
Berat udara pada suhu 28 C	11725	Kg/m3	
Kedalaman kolam (Da)	2	m	
Koefisien Decay hari-1 (Kd)	0,03	hari^-1	
Kecepatan Aliran	1,5	m/detik	
C	40		

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari

Jumlah unit = 2 bak

P : L = 3:1
Panjang (P) = 42,5 m
Lebar (L) = 26,8 m
Kedalaman = 2 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L
= 42,5 m x 26,8 m
= 1139 m^2

A_{cross} = L x T
= 26,8 m x 3 m
= 80,4 m^2

V_{bak} = P x L x T
= 42,5 m x 26,8 m x 3 m
= 3417 m^3

Td Sekarang = Volume / Q
= 3417 m^3 / 293,04 m^3/hari
= 11 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Asumsi BOD efluen

Se = L_i / (1 + K_t Q)
= 95,273 mg/L

Konsentrasi Sel Bakteri

X = Y (L_i - S_e) / (1 + bQ)
= 289,960 mg/L

Rasio P : L = 3 : 1
Lebar (L) = SQRT ($A_{surface}$/3)
Lebar (L) = 15,77 m
Panjang (P) = 47,31 m
Kedalaman = 1,5 m + freeboard
= 2,0 m

Menghitung kebutuhan aerasi dan daya aerator

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk penyisihan BOD

RO_2 = [1,5(L_i-S_e)Q – 1,42 x Q x 10^{-3} / 24]
= 4,528 kg/jam

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk nitrifikasi

RO_2 = 3,1(C_i – C_e)Q x 10^{-3} / 24
= 6,86 kg/jam

Total kebutuhan aerasi

= Jumlah oksigen BOD + Jumlah oksigen Total Nitrogen

Kebutuhan Daya Aerator

OL = $O_0 \alpha (1.024)^{T-20} \left(\frac{\beta C_{S(T,A)} - C_L}{C_{S(20,0)}} \right)$

= 1,13 kgO_2/kW.jam

Daya yang dibutuhkan aerator untuk bio-oksidasi

= RO_2 / OL

Organik Loading Rate (OLR)

Diketahui :

Q_{peak} = 293,04 Liter/detik

= 2934000Liter/hari

BOD_{in} = 524 mg/L

V_{bak} = 3417 m^3

OLR

= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}

= 449,93 kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = 3,392 Liter/detik

As = 1139 m^2

HLR

= Q / A

= 0,26 m^3.m^2/hari

Mass Balance

<u>BOD</u>

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa BOD = 126,85 kg/hari

Removal

Massa BOD = 33% x Massa BOD

= 33% x 126,85 kg/hari

= 41,86 kg/hari

Efluen

Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal}$

= 126,85 kg/hari – 41,86 kg/hari

= 84,99 kg/hari

<u>COD</u>

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa COD = 465,22 kg/hari

Removal

Massa COD = 44% x Massa COD
= 44% x 465,22 kg/hari
= 204,69 kg/hari

Efluen

Massa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$
= 465,22 kg/hari – 206,69 kg/hari
= 260,52 kg/hari

TSS

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 119,85 kg/hari

Removal

Massa TSS = 12% x Massa TSS
=12% x 119,85 kg/hari
= 14,38 kg/hari

Efluen

Massa TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$
= 119,85 kg/hari – 14,38 kg/hari
= 105,47 kg/hari

Total Nitrogen

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Total Nitrogen = 30,68 kg/hari

Removal

Massa Total Nitrogen = 30% x Massa Total Nitrogen
= 30% x 30,68 kg/hari
= 9,20 kg/hari

Efluen

Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ - Massa Total $Nitrogen_{removal}$
= 30,68 kg/hari – 9,20 kg/hari
= 21,47 kg/hari

Minyak Lemak

Influen

Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Minyak Lemak = 0,72 kg/hari

Removal

Massa Minyak Lemak = 9,9% x Massa Minyak Lemak
= 9,9% x 0,072 kg/hari
= 0,071 kg/hari

Efluen

Massa Minyak Lemak = Massa Minyak $Lemak_{influen}$ - Massa Minyak $Lemak_{removal}$
= 0,72 kg/hari – 0,071 kg/hari
= 0,654 kg/hari

Lampiran 10 Perhitungan Unit Pengolahan Bak Arobik II

Kriteria desain kolam aerobik 2

KOLAM AEROBIK II			
KRITERIA DESAIN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Beban volume organik	5,0	kg/m3	Permen PUPR, 2017
SS	20	kg/m3	
VSS loading (beban volumetrik)	0,5	kg VSS/m3	
Waktu retensi padatan, SRT	3-6	hari	
Waktu retensi hidrolis, HRT	3-6	hari	
Yield Coefficient (Y)	0,6-0,7	-	
Rasio panjang ddan lebar, P:L	2:1		
n beton	0,013		
k (elbow 90 derajat)	0,3	-	
Kedalaman, h	1-6	m	
OLR	10-12	Kg/m^3	Sasse, 1998
HLR	<2	m^3/m^2 jam	
KRITERIA PERENCANAAN			
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Debit (Qp)	293,04	m^3/hari	Permen PUPR, 2017
Konsentrasi BOD influen (So)	350	mg/l	
Konsentrasi BOD efluen (Se)	250	mg/l	
Freeboard	0,5	m	
Kedalaman (h)	3	m	
Konastanta Temperatur (K1)	1,24	m	
Laju autolisis (b)	0,035	/hari	
Temperatur	28	°C	
P:L	2:1		
Waktu detensi (td)	5	hari	
Waktu retensi padatan, SRT	5	hari	
Waktu retensi hidrolis, HRT	5	hari	
Yield Coefficient (Y)	0,7		
Beban Volumentrik BOD (λV)	20	g/m^3.hari	
Umur sel (qc)	10	hari	
Berat udara pada suhu 28 C	11725	Kg/m3	
Kedalaman kolam (Da)	2	m	
Koefisien Decay hari-1 (Kd)	0,03	hari^-1	
Kecepatan Aliran	1,5	m/detik	
C	40		

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari
Jumlah unit = 2 bak
P : L = 3:1
Panjang (P) = 54,4 m
Lebar (L) = 40,4 m
Kedalaman = 3 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L
= 54,4 m x 40,4 m
= 2201,8 m^2
A_{cross} = L x T
= 54,5 m x 3 m
= 163,5 m^2
V_{bak} = P x L x T
= 54,4 m x 40,4 m x 3 m
= 6605,4 m^3
Td Sekarang = Volume / Q
= 6605,4 m^3 / 293,04 m^3/hari
= 22 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Asumsi BOD efluen

Se = L_i / (1 + K_t Q)
= 63,636 mg/L

Konsentrasi Sel Bakteri

X = Y (L_i - S_e) / (1 + bQ)
= 193,676 mg/L

$A_{surface}$ = L_iQ / λv Da
= 335,314

Rasio P : L = 3 : 1
Lebar (L) = SQRT ($A_{surface}$/3)
Lebar (L) = 10,57 m
Panjang (P) = 31,72 m
Kedalaman = 3 m + freeboard
= 3,5 m

Menghitung kebutuhan aerasi dan daya aerator

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk penyisihan BOD

RO_2 = [1,5(L_i-S_e)Q – 1,42 x Q x 10^{-3} / 24]
= 3,025 kg/jam

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk nitrifikasi

RO_2 = $3,1(C_i - C_e)Q \times 10^{-3} / 24$

= 6,86 kg/jam

Total kebutuhan aerasi

= Jumlah oksigen BOD + Jumlah oksigen Total Nitrogen

= 9,885

Kebutuhan Daya Aerator

OL = $O_0 \alpha (1.024)^{T-20} \left(\frac{\beta C_{S(T,A)} - C_L}{C_{S(20,0)}} \right)$

= 1,13 kgO_2/kW.jam

Daya yang dibutuhkan aerator untuk bio-oksidasi

= RO_2 / OL

= 8,73

Organik Loading Rate (OLR)

Diketahui :

Q_{peak} = 293,04 Liter/detik

= 2934000Liter/hari

BOD_{in} = 350 mg/L

V_{bak} = 6605,4 m^3

OLR

= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}

= 155,46 kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = Liter/detik

As = 2201,8 m^2

HLR

= Q / A

= 0,13 $m^3 \cdot m^2$/hari

Mass Balance

<u>BOD</u>

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa BOD = 84,99 kg/hari

Removal

Massa BOD = 29% x Massa BOD

= 29% x 84,99 kg/hari

= 24,64 kg/hari

Efluen

Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal}$

= 84,99 kg/hari – 24,64 kg/hari

= 60,347 kg/hari

COD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa COD = 260,52 kg/hari
Removal
Massa COD = 8% x Massa COD
= 8% x 260,52 kg/hari
= 20,842 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$
= 260,52 kg/hari – 20,842 kg/hari
= 239,68 kg/hari

TSS

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 105,47 kg/hari
Removal
Massa TSS = 0% x Massa TSS
= 0% x 105,47 kg/hari
= 0 kg/hari
Efluen
Massa TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$
= 105,47 kg/hari – 0 kg/hari
= 105,47 kg/hari

Total Nitrogen

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Mass Total Nitrogen = 21,47 kg/hari
Removal
Massa Total Nitrogen = 4% x Massa Total Nitrogen
= 4% x 21,47 kg/hari
= 0,859 kg/hari
Efluen
Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ – Massa Total $Nitrogen_{removal}$
= 21,47 kg/hari – 0,859 kg/hari
= 20,616 kg/hari

Minyak Lemak

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa Minyak Lemak = 0,654 kg/hari
Removal
Massa Minyak Lemak = 5,4% x Massa Minyak Lemak

= 5,4% x 0,654 kg/hari
= 0,035 kg/hari

Efluen

Massa Minyak Lemak = Massa Minyak Lemak $_{influen}$ - Massa Minyak Lemak $_{removal}$
= 0,654 kg/hari – 0,035 kg/hari
= 0,619 kg/hari

Lampiran 11 Perhitungan Kolam Sedimentasi

Kriteria desain kolam sedimentasi

KOLAM SEDIMENTASI			
Kriteria Desain			
Parameter	**Nilai**	**Satuan**	**Sumber**
Waktu detensi (Td)	2-4	jam	Said (2017) dalam Hutagalung, 2018
Over Flow Rate (OFR)	20-50	m3/m2.hari	Qasim (1985) dalam Buku B SPALD-T, 2018
Penyisihan BOD	30-40	%	Qasim (1985) dalam Buku B SPALD-T, 2018
Penyisihan TSS	50-70	%	Qasim (1985) dalam Buku B SPALD-T, 2018
Kemiringan dasar (S)	1-2	%	Qasim (1985) dalam Buku B SPALD-T, 2018
Konsentrasi solid	5%		Buku B SPALD-T, 2018
Rasio P:L	2:01		Buku A IPLT
Lama pengurasan	12-24	jam	Priambodo, 2017
Beban Permukaan	0,5-1,64	m3/m2.jam	Pedoman Teknis IPAL, 2011

Perhitungan :

Diketahui

Q_{peak} = 293,04 m^3/hari
Jumlah unit = 1 bak
P : L = 3:1
Panjang (P) = 103 m
Lebar (L) = 40 m
Kedalaman = 3,5 m

Perhitungan kondisi aktual

$A_{surface}$ = P x L
= 100 m x 40 m
= 4120 m^2
A_{cross} = L x T
= 40 m x 3,5 m
= 140 m^2
V_{bak} = P x L x T

= 100 m x 40 m x 3,5 m
= 14420 m^3

Td Sekarang = Volume / Q
= 14420 m^3 / 293,04 m^3/hari
= 49 hari

Perhitungan sesuai kriteria desain

Volume bak (Vbak) = Q x Td
= 24,42

Luas Permukaan = Volume bak/kedalaman efektif
= 13,57

Asumsi P : L = 2 : 1

Lebar = 7,37 m

Panjang = 14,73 m

Kedalaman = 2,30 m

Volume efektif = A' x h
= 249,63

Laju beban permukaan (OFR)
= Q / A'
= 2,70 m^3/m^2.hari

Pembentukkan lumpur

Laju BOD in = BOD_{in} x Q
= 2,74 kg/hari

Laju COD in = COD_{in} x Q
= 168,70 kg/hari

Laju TSS in = TSS_{in} x Q
= 43,04 kg/hari

Laju pengendapan BOD
= EP BOD x Laju BOD_{in}
= 1,10 kg/hari

Laju pengendapan COD
= EP COD x Laju COD_{in}
= 67,48 kg/hari

Laju pengendapan TSS
= EP TSS x Laju TSS_{in}
= 30,13 kg/hari

Waktu pembersihan = 3 kali per bulan

Organic Loading Rate (OLR)

Q_{peak} = 293,04 Liter/detik
= 2934000Liter/hari

BOD_{in} = 250 mg/L

V_{bak} = 14420 m^3

OLR
= Q_{peak} x [BOD_{in}] / V_{bak}
= 50,86 kg/m^3.hari

Hidraulic Loading Rate (HLR)

Q_{peak} = 293,04a Liter/detik
As = 4120 m^2
HLR
= Q / A
= 0,07 $m^3 \cdot m^2$/hari

Mass balance

BOD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa BOD = 60,34 kg/hari
Removal
Massa BOD = 36% x Massa BOD
= 36% x 60,34 kg/hari
= 21,72 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $BOD_{influen}$ - Massa $BOD_{removal}$
= 60,34 kg/hari – 21,72 kg/hari
= 38,62 kg/hari

COD

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa COD = 239,68 kg/hari
Removal
Massa COD = 5% x Massa COD
= 5% x 239,68 kg/hari
= 11,98 kg/hari
Efluen
Massa BOD = Massa $COD_{influen}$ - Massa $COD_{removal}$
= 239,68 kg/hari – 11,98 kg/hari
= 117,69 kg/hari

TSS

Influen
Diketahui :
Q = 293,04 m3/hari
Massa TSS = 105,47 kg/hari
Removal
Massa TSS = 0% x Massa TSS
= 0% x 105,47 kg/hari
= 0 kg/hari
Efluen
Massa TSS = Massa $TSS_{influen}$ - Massa $TSS_{removal}$
= 105,47 kg/hari – 0 kg/hari

= 105,47 kg/hari

Lumpur TSS

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

= 105,47 kg/hari

Produksi lumpur

= (105,47 kg/hari) / 6%

= 1757,9 kg/hari

Debit lumpur

= M_{solid} / (Sg x P_{air} x 1000)

= 1757,9 kg/hari / (1,02 gr/cm^3 x 1 gr/cm^3x1000)

= 1,72 m^3/hari

Total Nitrogen

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa Total Nitrogen = 20,61 kg/hari

Removal

Massa Total Nitrogen = 5% x Massa Total Nitrogen

= 5% x 20,61 kg/hari

= 1,03 kg/hari

Efluen

Massa Total Nitrogen = Massa Total $Nitrogen_{influen}$ - M Total $Nitrogen_{removal}$

= 20,61 kg/hari – 1,03 kg/hari

= 19,586 kg/hari

Minyak Lemak

Influen

Diketahui :

Q = 293,04 m3/hari

Massa Minyak Lemak = 0,619 kg/hari

Removal

Massa Minyak Lemak = 5% x Massa Minyak Lemak

= 5% x 0,619 kg/hari

= 0,030 kg/hari

Efluen

Massa Minyak Lemak = Massa Minyak $Lemak_{influen}$ - Massa Minyak $Lemak_{removal}$

= 0,619 kg/hari – 0,030 kg/hari

= 0,588 kg/hari

Lampiran 12 *Detail Engineering Design* (DED) IPAL Pabrik Kelapa Sawit Kabupaten Luwu Timur