

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR ARTI LAMBANG	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Keaslian Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Umum	5
1.4.2 Tujuan Khusus	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Limbah Cair <i>Laundry</i>	7
2.2 Pengolahan Limbah Cair <i>Laundry</i>	8
2.3 Imobilisasi (Media Lekat).....	10
2.3.1 Pembentukan Lapisan Biofilm.....	11
2.4 Teknologi MBG Pada Aerobik <i>Reactor</i>	13
2.5 Landasan Teori.....	14
2.6.1 Neraca Massa Substrat (COD) Pada Reaktor <i>Batch</i>	16
2.6.2 Neraca Massa Substrat <i>Chemostat</i>	17
2.6.3 Persentase COD <i>Removal</i>	19
2.6.4 Persentase MBAS <i>Removal</i>	19
2.6.5 Persentase Amonia <i>Removal</i>	20
2.6 Hipotesis.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Bahan Penelitian.....	22
3.3 Alat Penelitian.....	23
3.3.1 Alat Penelitian di Laboratorium	23
3.3.2 Alat Penelitian di Lapangan.....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Persiapan.....	24
3.4.2 Pengambilan Data Penelitian di Lapangan	24
3.5 Pengamatan Data Penelitian.....	25
3.5.1 Analisis COD	25
3.5.2 Analisis MLSS	25
3.5.3 Analisis MLVSS	25
3.5.4 Pengukuran pH	25
3.5.5 Pengukuran DO.....	26

3.5.6	Pengukuran Jumlah Surfaktan (MBAS)	26
3.5.7	Pengukuran Amonia	26
3.5.8	Pengukuran Turbiditas	26
3.6	Variabel Penelitian	26
3.7	Analisis Data	27
3.7.1	Analisis Data Proses <i>Batch</i>	27
3.7.2	Analisis Data Proses Kontinyu	28
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Performa Penguraian Limbah Cair <i>Laundry</i> Proses <i>Batch</i>	30
4.1.1	Pengaruh Variabel Media Lekat Terhadap % COD <i>Removal</i>	30
4.1.2	Parameter MLSS pada Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	32
4.1.3	MBAS <i>Removal</i> Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	33
4.1.4	Amonia <i>Removal</i> Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	34
4.1.5	Parameter DO dan Temperatur pada Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	36
4.1.6	Turbiditas Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	37
4.1.7	Parameter pH pada Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	39
4.2	Performa Penguraian Limbah Cair <i>Laundry</i> Proses Kontinyu	39
4.2.1	Pengaruh Variabel Media Lekat Terhadap % COD <i>Removal</i>	39
4.2.2	Parameter MLSS pada Bioreaktor Proses Kontinyu	41
4.2.3	Parameter MBAS <i>Removal</i> pada Bioreaktor Proses Kontinyu	43
4.2.4	Parameter Amonia <i>Removal</i> pada Bioreaktor Proses Kontinyu	44
4.2.5	Parameter DO dan Temperatur pada Bioreaktor Proses Kontinyu	47
4.2.6	Parameter Turbiditas pada Bioreaktor Proses Kontinyu	48
4.2.7	Parameter pH pada Bioreaktor Proses Kontinyu	49
4.3	Studi Kinetik Pada Bioreaktor	50
4.3.1	Studi Kinetika Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	50
4.3.2	Studi Simulasi COD Effluen Pada Bioreaktor Proses Kontinyu	52
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN I PERHITUNGAN NILAI μ_m , K_s Dan Mencari S Hitungan	64
	LAMPIRAN II PROFIL S DATA DAN S HITUNGAN	73
	LAMPIRAN III PERHITUNGAN % COD <i>REMOVAL</i>	74
	LAMPIRAN IV PERHITUNGAN % MBAS <i>REMOVAL</i>	77
	LAMPIRAN V PERHITUNGAN % AMONIA <i>REMOVAL</i>	78
	LAMPIRAN VI PROFIL DO DAN TEMPERATUR BIOREAKTOR	79
	LAMPIRAN VII PROFIL MLSS DAN MLVSS BIOREAKTOR	81
	LAMPIRAN VIII PROFIL TURBIDITAS BIOREAKTOR	83
	LAMPIRAN IX PROFIL pH BIOREAKTOR	85
	LAMPIRAN X GRAFIK PENDUKUNG	87
	LAMPIRAN XI GAMBAR PENDUKUNG PENELITIAN	89

Tabel 1. 1	Rangkuman Beberapa Penelitian Pengolahan Limbah dengan Proses Aerasi...	4
Tabel 2. 1	Baku Mutu Air Limbah Industri Sabun dan Detergen	7
Tabel 2. 2	Baku Mutu Air Limbah Industri Sabun dan Detergen DIY	9
Tabel 2. 3	Ringkasan Kinerja Pengolahan Limbah Cair dengan Media Lekat	11
Tabel 3. 1	Pengamatan Data 1 Proses <i>Batch</i>	27
Tabel 3. 2	Pengamatan Data 2 Proses Kontinyu	28
Tabel 4. 1	Profil pH pada Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan dan Dengan lekatan..	39
Tabel 4. 2	Profil pH pada Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan dan Dengan lekatan	49
Tabel 4. 3	Hasil Perhitungan μ_m dan K_s	51
Tabel 4. 4	ANOVA Parameter COD Efluen	55
Tabel X. 1	Data S data dan S Hitungan pada Proses Bioreaktor Dengan lekatan	73
Tabel X. 2	Data S data dan S Hitungan pada Proses Bioreaktor Dengan lekatan	73
Tabel X. 3	Data Analisis dan Hasil Perhitungan COD Removal Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan.....	74
Tabel X. 4	Data Analisis dan Hasil Perhitungan COD Removal Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Dengan lekatan.....	75
Tabel X. 5	Data Analisis dan Hasil Perhitungan COD Removal Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan.....	76
Tabel X. 6	Data Analisis dan Hasil Perhitungan COD Removal Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan	76
Tabel X. 7	Data Analisis dan Hasil Perhitungan MBAS Removal Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	77
Tabel X. 8	Data Analisis dan Hasil Perhitungan MBAS Removal Bioreaktor Proses Kontinyu	77
Tabel X. 9	Data Analisis dan Hasil Perhitungan Amonia Removal Bioreaktor Proses <i>Batch</i>	78
Tabel X. 10	Data Analisis dan Hasil Perhitungan Amonia Removal Bioreaktor Proses Kontinyu	78
Tabel X. 11	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan.....	79
Tabel X. 12	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan.....	79
Tabel X. 13	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Dengan lekatan	79
Tabel X. 14	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan.....	80
Tabel X. 15	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan.....	80
Tabel X. 16	Data Analisis Profil DO dan Temperatur di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan.....	80
Tabel X. 17	Data Analisis Profil MLSS dan MLVSS di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan.....	81
Tabel X. 18	Data Analisis Profil MLSS dan MLVSS di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan.....	81
Tabel X. 19	Data Analisis Profil MLSS dan MLVSS di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Dengan lekatan	82

Tabel X. 20	Data Analisis Profil MLSS dan MLVSS di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan.....	82
Tabel X. 21	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan	83
Tabel X. 22	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Dengan lekatan	83
Tabel X. 23	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan	84
Tabel X. 24	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan	84
Tabel X. 25	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan	84
Tabel X. 26	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan	84
Tabel X. 27	Data Analisis Profil pH di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Tanpa Lekatan	85
Tabel X. 28	Data Analisis Profil Turbiditas di Bioreaktor Proses Kontinyu Tanpa Lekatan	85
Tabel X. 29	Data Analisis Profil pH di Bioreaktor Proses <i>Batch</i> Dengan lekatan	86
Tabel X. 30	Data Analisis Profil pH di Bioreaktor Proses Kontinyu Dengan lekatan ..	86

Gambar 2. 1	Pengolahan Limbah Cair Laundry	8
Gambar 2. 2	Mekanisme Proses Metabolisme dalam proses Biofilm.....	12
Gambar 2. 3	Microbubble Generator	13
Gambar 2. 4	Proses Biofilm yang Ideal	15
Gambar 2. 5	Skema Neraca Massa Reaktor <i>Batch</i>	16
Gambar 2. 6	Skema Neraca Massa Chemostat	18
Gambar 3. 1	Skema Alat Bioreaktor Lapangan	24
Gambar 3. 2	Algoritma Perhitungan μ_m dan K_s	28
Gambar 3. 3	Algoritma Perhitungan Verifikasi Data Lapangan.....	29
Gambar 4. 1	COD Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	30
Gambar 4. 2	Profil MLSS pada Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	32
Gambar 4. 3	MBAS Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	33
Gambar 4. 4	Amonia Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	34
Gambar 4. 5	Profil Konsentrasi DO dan Temperatur a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	36
Gambar 4. 6	Profil Turbiditas Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan.....	38
Gambar 4. 7	COD Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	40
Gambar 4. 8	Profil MLSS pada Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	41
Gambar 4. 9	MBAS Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	43
Gambar 4. 10	Amonia Removal Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	45
Gambar 4. 11	Profil Konsentrasi DO dan Temperatur a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan	47
Gambar 4. 12	Profil Turbiditas Bioreaktor a. Tanpa Lekatan, b. Dengan lekatan.....	48
Gambar 4. 13	Profil COD Efluen Terhadap Waktu Proses Tanpa Lekatan.....	52
Gambar 4. 14	Profil COD Efluen Terhadap Waktu Proses Dengan lekatan.....	53
Gambar X. 1	Grafik X data dan X Simulasi terhadap Waktu	67
Gambar X. 2	Grafik S data dan S simulasi Terhadap Waktu.....	68
Gambar X. 3	Grafik S data dan Hitungan terhadap Waktu (Hari)	68
Gambar X. 4	Grafik S data dan Hitungan terhadap Waktu (Hari)	72
Gambar X. 5	Profil COD Pagi	87
Gambar X. 6	Profil COD Siang	87
Gambar X. 7	Profil COD Sore	87
Gambar X. 8	Profil COD Pagi	88
Gambar X. 9	Profil COD Siang	88
Gambar X. 10	Profil COD Sore	88
Gambar X. 11	UKM Laundry Masyarakat.....	89
Gambar X. 12	IPAL Portable Limbah Laundry	89
Gambar X. 13	Flowmeter Udara	89
Gambar X. 14	Flowmeter Sirkulasi Air Limbah pada Bioreaktor	90
Gambar X. 15	Influen Limbah Cair Laundry.....	90
Gambar X. 16	Efluen Limbah Cair Laundry.....	90
Gambar X. 17	Bypass Influen Limbah Cair Laundry	91
Gambar X. 18	Media Imobilisasi (Kain) Sebelum dan Sesudah Percobaan.....	91
Gambar X. 19	Tempat Penyimpanan Penelitian Limbah Cair Laundry	91
Gambar X. 20	Hasil Mikroskop 4x Pembesaran Kain Sebelum Proses.....	92
Gambar X. 21	Hasil Mikroskop 4x Pembesaran Kain Setelah Proses	92
Gambar X. 22	Hasil Mikroskop 10x Pembesaran Kain Sebelum Proses.....	92
Gambar X. 23	Hasil Mikroskop 10x Pembesaran Kain Setelah Proses	93

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NILAI μm , K_s Dan Mencari S Hitungan	64
LAMPIRAN II PROFIL S DATA DAN S HITUNGAN.....	73
LAMPIRAN III PERHITUNGAN %COD <i>REMOVAL</i>	74
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN %MBAS <i>REMOVAL</i>	77
LAMPIRAN V PERHITUNGAN %AMONIA <i>REMOVAL</i>	78
LAMPIRAN VI PROFIL DO DAN TEMPERATUR BIOREAKTOR.....	79
LAMPIRAN VII PROFIL MLSS DAN MLVSS BIOREAKTOR	81
LAMPIRAN VIII PROFIL TURBIDITAS BIOREAKTOR	83
LAMPIRAN IX PROFIL pH BIOREAKTOR	85
LAMPIRAN X GRAFIK PENDUKUNG	87
LAMPIRAN XI GAMBAR PENDUKUNG PENELITIAN.....	89

t	= Waktu (Jam)
θ	= Waktu tinggal dalam reaktor (Jam)
S	= Konsentrasi substrat pada aliran efluen (kg/m^3)
S^0	= Konsentrasi substrat pada aliran influen (kg/m^3)
K_S	= Konsentrasi yang memberikan setengah kecepatan maksimum (mg/L)
r_s	= Kecepatan massa substrat yang diutilisasi bakteri ($\text{gram substrat}/\text{m}^3 \cdot \text{jam}$)
μ_g	= <i>Specific growth rate</i> (1/jam)
μ_m	= <i>Maximum specific growth rate</i> (1/jam)
X_f	= Densitas biomassa dalam biofilm ($\text{gram sel}/\text{m}^3$)
Q_U	= <i>Volumetric flow rate</i> umpan (m^3/jam)
V_L	= Volume cairan dalam reaktor (m^3)
Q_L	= <i>Volumetric flow rate</i> liquid masuk MBG (L/min)
Q_G	= <i>Volumetric flow rate</i> udara (L/min)
X	= Jumlah sel bakteri/lumpur aktif yang tumbuh (mg/L)
D_i	= Dilution Rate (jam^{-1})

DAFTAR SINGKATAN

BOD	=	<i>Biological Oxygen Demand</i>
COD	=	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
DO	=	<i>Dissolved Oxygen</i>
HRT	=	<i>Hydraulic Retention Time</i>
sCOD	=	<i>Soluble Chemical Oxygen Demand</i>
MBG	=	<i>Microbubble Generator</i>
MLSS	=	<i>Mixed Liquor Suspended Solid</i>
MLVSS	=	<i>Mixed Liquor Volatile Suspended Solid</i>
TSS	=	<i>Total Suspended Solid</i>
TDS	=	<i>Total Dissolved Solid</i>
MBAS	=	<i>Methylen Blue Active Surfaktant</i>
MBBR	=	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>
SCBR	=	<i>Suspended Carrier Biological Reaktor</i>