

TUGAS AKHIR

EFISIENSI KINERJA SISTEM LAHAN BASAH BUATAN ALIRAN KOMBINASI BAWAH PERMUKAAN DENGAN VARIASI *HYDRAULIC LOADING RATE* DALAM MENYISIHKAN WARNA DAN MENETRALISASI PH LIMBAH CAIR SASIRANGAN

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

Ar Phelian Rahmah

NIM. 1910815320003

Pembimbing:

Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S. Si., M. T.

NIP. 19841118 200812 2 003



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

Efesiensi Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Bawah
Permukaan dengan Variasi *Hydraulic Loading Rate* dalam Menyisihkan Warna dan
Menetralisasi pH Limbah Cair Sasirangan

Oleh

Ar Phelian Rahmah (1910815320003)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 20 September 2023 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Muhammad Syahirul Alim S.T., M.T.
NIP. 19751109 200912 1 002

Anggota 1 : Gusti Ihda Mazaya S.T., M.T.
NIP. 19921005 202203 2 013

Pembimbing : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T.
Utama NIP. 19841118 200812 2 003

25 SEP 2023

Banjarbaru,

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. 19740107 199802 1 001

Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S
NIP. 19870828 201212 2 001

PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya ataupun pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software computer* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya sudah bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, 26 September 2023

Yang membuat pernyataan



Ar Phelian Rahmah

NIM. 1910815320003

ABSTRAK

Industri kain sasirangan ditetapkan sebagai salah satu jenis usaha unggulan di Kalimantan Selatan. Atun Cempaka Sasirangan adalah salah satu rumah produksi kain sasirangan terkemuka di Kota Banjarbaru yang perharinya menghasilkan limbah cair sasirangan hingga 600 L dengan warna yang pekat sebesar 695,6 PtCo dan memiliki nilai pH 9,9 atau bersifat basa. Kualitas limbah cair sasirangan tersebut tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan PerMen LHK No. 16 Tahun 2019 dimana kadar warna harus dibawah 200 PtCo dengan nilai pH diantara 6-9 sehingga haruslah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Lahan Basah Buatan adalah salah satu teknologi pengolahan secara biologis yang bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas limbah cair sasirangan. Penelitian ini menerapkan sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal Bawah Permukaan menggunakan tanaman *Equisetum hyemale* dengan memvariasikan nilai HLR untuk menganalisis dinamika dan efisiensi penurunan kadar warna dan pH limbah cair sasirangan serta menganalisis nilai HLR paling optimal pada sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal Bawah Permukaan. Penelitian ini menggunakan 6 pasang reaktor Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal Bawah Permukaan berukuran 60 x 43 x 36 cm dengan media berupa tanah humus, pasir, dan kerikil. Setiap variasi HLR menggunakan 2 rangkaian reaktor dengan 1 rangkaian sebagai kontrol. Variasi HLR yang digunakan adalah 0,020 m³/m².hari, 0,030 m³/m².hari, dan 0,025 m³/m².hari sebagai HLR kontrol dengan masing-masing waktu tinggal 15,10, dan 12 hari dengan tiga kali repetisi. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah reaktor dengan nilai HLR 0,020 m³/m².hari mampu menurunkan kadar warna dan pH limbah cair sasirangan dengan kadar warna terendah 188,0 PtCo dengan efisiensi penurunan 73% dan menurunkan pH dari 9,9 menjadi 6,9 dihari ke-45 pada repetisi ketiga. Berdasarkan penelitian ini nilai HLR yang paling optimal untuk digunakan dalam sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal Bawah Permukaan adalah 0,020 m³/m².hari.

Kata Kunci : Limbah Cair Sasirangan, Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal Bawah Permukaan, *Equisetum Hyemale*, Hydraulic Loading Rate, Warna, pH

ABSTRACT

The sasirangan textil industry been established as one of the leading types of business in South Kalimantan. Atun Cempaka Sasirangan is one of the leading sasirangan production houses in Banjarbaru City which produces up to 600 L of sasirangan waste water per day with a dense color of 695.6 PtCo and has a pH value of 9.9 or is alkaline. The quality of the sasirangan waste water does not comply the quality standards based on the Government Regulation. Constructed Wetland are one of the biological treatment technologies that can be used to improve the quality of sasirangan waste water. This research applies the Constructed Wetland Vertical Horizontal Subsurface Flow system using the Equisetum hyemale plant by varying the HLR values to analyze the dynamics and efficiency of decreasing color levels and sasirangan waste water pH and to analyze the most optimal HLR values in the Constructed Wetland Vertical Horizontal Subsurface Flow system. This study used 6 pairs of Constructed Wetland Vertical Horizontal Subsurface Flow reactors measuring 60 x 43 x 36 cm with media consisting of humus soil, sand and gravel. Each HLR variation uses 2 reactor circuits with 1 circuit as a control. The HLR variations used were 0.020 m³/m².day, 0.030 m³/m².day, and 0.025 m³/m².day as the HLR with a control time of 15,10 and 12 days, with three repetitions. The results obtained from this study were that the reactor with an HLR value of 0.020 m³/m².day was able to reduce the color content and the pH of the sasirangan waste water with the lowest color content of 188.0 PtCo with a reduction efficiency of 73% and lowered the pH from 9.9 to 6.9 on the third day 45th on the third repetition. Based on this study the most optimal HLR value for use in the Constructed Wetland Vertical Horizontal Subsurface Flow system is 0.020 m³/m².day.

Key Words : Sasairangan Waste Water, Constructed Wetland Vertical Horizontal Subsurface Flow, Equisetum hyemale, Hydraulic Loading Rate, Color, pH

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia nikmat, rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Efisiensi Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Bawah Permukaan dengan Variasi *Hydraulic Loading Rate* dalam Menyisihkan Warna dan Menetralisasi pH Limbah Cair Sasirangan”** ini tepat pada waktunya. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis mendapat banyak bimbingan, dorongan, semangat serta petunjuk dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan, kelancaran, keselamatan, dan kesehatan selama proses penyelesaian proposal tugas akhir.
2. Yeyoen yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, dan materil demi kelancaran proses penyelesaian proposal tugas akhir.
3. Bapa yang sudah berpesan agar anaknya berkuliah sekurang-kurangnya sampai lulus S-1 dan menitipkan impiannya untuk melanjutkan kuliah sampai jenjang S-2.
4. Atun Cempaka Sasirangan yang telah memberikan kesempatan dan bersedia menjadi mitra penulis dalam penulisan tugas akhir.
5. Ibu Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T., yang selalu membimbing, membagikan wawasan, serta memberikan motivasi terhadap penulis pada

saat berkegiatan di lapangan maupun pada saat penyelesaian proposal tugas akhir.

6. Bapak Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T. dan Ibu Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan dalam penyusunan proposal tugas akhir.
7. Bapak Muhammad Husin S.T., M.S. yang sedikit banyak sudah mau ikut berdiskusi dengan tim LBB untuk mencari solusi dari permasalahan dalam penelitian ini.
8. Bismi Abdillah, Fatma Umaira, Lola Safitri, dan Muhammad Indra Firmansyah selaku rekan di dalam Tim Penelitian Lahan Basah Buatan yang telah menemani penulis dalam berproses dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Aditya Putra Ramadhan yang memberikan support dan bantuan tenaga saat persiapan pelaksanaan penelitian.
10. Muhammad Irza Irawan teman Elysian kami yang selalu cepat tanggap jika kami membutuhkan bantuan tenaga dan transportasi.

Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dalam meningkatkan prestasi belajar serta mendukung pertumbuhan khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi dimasa yang akan datang.

(Banjarbaru, 2023)



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Sasirangan	7
2.2 Kualitas Limbah Cair Industri Sasirangan	10
2.3 Lahan Basah Buatan (LBB)	14
2.3.1 Tipe Lahan Basah Buatan	15
2.3.2 Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal dan Horizontal Bawah Permukaan (LBB-AKVHBP)	18
2.3.3 Mekanisme Penyisihan di Sistem LBB-AKVHBP	19
2.4 Komponen yang Mempengaruhi Sistem LBB-AKVHBP	24
2.4.1 Kriteria Desain	24
2.4.3 Media	29
2.4.4 Mikroorganisme	33
2.4.5 Temperature	34
2.5 Parameter yang Diteliti	35
2.5.1 Warna	35
2.5.2 pH (Derajat Keasaman)	36

2.6	Studi Pustaka	37
2.7	Hipotesis.....	39
III.	METODE PENELITIAN	40
3.1	Rancangan Penelitian.....	40
3.1.1	Variabel Penelitian	42
3.1.2	Kerangka Penelitian.....	43
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	44
3.3	Peralatan dan Bahan Penelitian	44
3.3.1	Peralatan Penelitian.....	44
3.3.2	Bahan Penelitian.....	45
3.4	Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data	45
3.4.1	Prosedur Penelitian.....	45
3.4.2	Pengumpulan Data	50
3.5	Cara Analisis Hasil	52
3.5.1	Analisis Dinamika dan Efisiensi Penyisihan Warna dan pH.....	52
3.5.2	Analisis Nilai HLR Optimal untuk Sistem LBB-AKVHBP.....	53
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1	Analisis Dinamika dan Efisiensi Penyisihan Warna dan Netralisasi pH LCS dengan Variasi HLR pada Sistem LBB-AKVHBP	54
4.1.1	Analisis Dinamika Penyisihan Warna dan Netralisasi pH pada Sistem LBB-AKVHBP.....	55
4.1.1.1	Analisis Dinamika Penyisihan Warna pada Sistem LBB-AKVHBP .	56
4.1.1.2	Analisis Dinamika Netralisasi pH pada Sistem LBB-AKVHBP	63
4.1.2	Analisis Efisiensi Penyisihan Warna dan Netralisasi pH pada Sistem LBB-AKVHBP.....	67
4.2	Analisis Nilai HLR Optimal dalam Menyisihkan Warna dan Menetralisasi pH LCS pada Sistem LBB-AKVHBP	73
V.	PENUTUP	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78
	DAFTAR RUJUKAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Limbah Cair Sasirangan.....	9
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil ...	12
Tabel 2. 3 Kualitas LCS Rumah Produksi Atun Cempaka Sasirangan.....	13
Tabel 2. 4 Proses penyisihan Polutan dalam Sistem LBB	21
Tabel 2. 5 Proses penyisihan Polutan dalam Sistem LBB	22
Tabel 2. 6 Kriteria Desain LBB-ABP	24
Tabel 2. 7 Karakteristik dan Kinerja Media	30
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu yang Digunakan Sebagai Acuan	37
Tabel 3. 1 Variasi HLR pada LBB-AKVHBP	41
Tabel 3. 2 Kriteria Desain LBB-AKVHBP	47
Tabel 3. 3 Konsentrasi Warna pada Sistem LBB-AKVHBP	51
Tabel 3. 4 Nilai pH pada Sistem LBB-AKVHBP	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Rumah Produksi Atun Cempaka Sasirangan.....	8
Gambar 2. 2	(a) LBB Permukaan Air Bebas (b) LBB Aliran Bawah Permukaan	16
Gambar 2. 3	(a) LBB-AHBP (b) LBB-AVBP	17
Gambar 2. 4	LBB-AKVHBP	19
Gambar 2. 5	Bambu Air (<i>Equisetum hyemale</i>)	28
Gambar 3. 1	Kerangka Penelitian	43
Gambar 3. 2	Sistem LBB-AKVHBP	48
Gambar 3. 3	Reaktor Aliran Vertikal	49
Gambar 3. 4	Reaktor Aliran Horizontal	49
Gambar 4. 1	Grafik Kadar Warna pada <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> Sistem LBB-AKVHBP .	57
Gambar 4. 2	Grafik Nilai pH pada <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> Sistem LBB-AKVHBP	64
Gambar 4. 3	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar Warna	68
Gambar 4. 4	Grafik Kinerja Sistem LBB-AKVHBP terhadap Penurunan pH	71
Gambar 4. 5	Interpolasi Kadar Warna LCS pada Sistem LBB-AKVHBP	75
Gambar 4. 6	Interpolasi Nilai pH LCS pada Sistem LBB-AKVHBP	75

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

LBB	= Lahan Basah Buatan
LBB-ABP	= Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan
LBB-AHBP	= Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan
LBB-AVBP	= Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan
LBB-AKVHBP	= Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal dan Horizontal Bawah Permukaan
LCS	= Limbah Cair Sasirangan
pH	= <i>Power of Hydrogen</i>
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>
BOD	= <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
TOC	= <i>Total Organic Carbon</i>
HLR	= <i>Hydraulic Loading Rate</i>
HRT	= <i>Hydraulic Retention Time</i>
Cr	= Krom
Pb	= Timbal
Cd	= Kadmium
PtCo	= <i>Platinum Cobalt</i>
mg/L	= Miligram per liter
CO ²	= Karbon dioksida
K ⁺	= Kalium
Ca ⁺	= Kalsium
Na ⁺	= Natrium
Mg ⁺	= Magnesium
KOH	= Kalium hidroksida
LAS	= Linear Alkyl Benzene Sulfonate
H ₂ O	= Hidrogen
NaOH	= Natrium hidroksida
TPH	= Total Petroleum Hydrocarbons
Na ₂ S ₂ O ₄	= Natrium Hidrosulfit
NaCl	= Natrium klorida

DAFTAR RUMUS

2.4.1.1 Debit Aliran	24
2.4.1.2 <i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR)	24
2.4.1.3 <i>Loading Rate</i> (LR).....	25
2.4.1.4 Warna Loading Rate	25
3.5.1.1 Rumus Persentase Penurunan (%).....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Dokumentasi Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran A.1. Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran A.2. Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi I

Lampiran A.3. Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi II

Lampiran A.4. Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi III

Lampiran B. Perhitungan Volume dan Luas Penampang Reaktor, *Hydraulic Retention Time*, *Warna Loading Rate*, dan Efisiensi Penyisihan Kadar Warna LCS pada Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran C. Prosedur Pengujian Parameter Warna dan pH

Lampiran D. Data Hasil Penelitian; Konsentrasi Warna, Nilai pH, Hasil Pengukuran Suhu dan pH Inlet dan Outlet, Pengukuran Suhu dan pH pada Reaktor, Morfologi Tanaman pada Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran E. Lampiran Hasil Uji (LHU) Laboratorium Rekayasa Teknik Lingkungan

Lampiran F. Buku Catatan Kegiatan Penelitian Tugas Akhir (*Log Book Penelitian*)