

LAPORAN TUGAS AKHIR
DESAIN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TIPE
KOMBINASI *SUBSURFACE* DAN *FREE WATER*
***SURFACE* UNTUK KEBUTUHAN PERTERNAKAN**
PADA SUNGAI PENJEMURAN PALEMBANG



MUHAMMAD SAHQRI ADZ DZIKRI
03011382126139

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TIPE KOMBINASI *SUBSURFACE* DAN *FREE WATER SURFACE* UNTUK KEBUTUHAN PERTERNAKAN PADA SUNGAI PENJEMURAN PALEMBANG

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya

Oleh :

MUHAMMAD SAHQRI ADZ DZIKRI

03011382126139

Palembang, Juli 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing

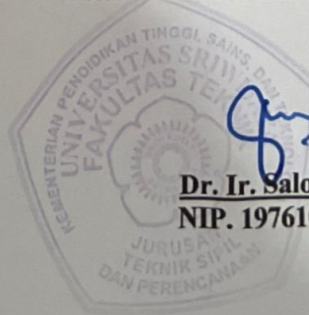


Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198806112019032013

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



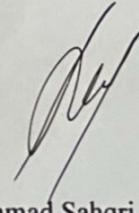
KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Desain Constructed Wetland Dengan Tipe Kombinasi Subsurface Dan Free Water Surface Untuk Kebutuhan Perternakan Pada Sungai Penjemuran Palembang**”. Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penyelesaian laporan ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penulisan Tugas Akhir.
4. Ibu Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.SC., PH.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, memberi saran, dan membantu dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Prof. Dr. Ir. H. Dinar Dwi Anugerah Putranto, Mspj, Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik
7. Kedua Orang tua, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir.

Penulis menyadari banyak kekurangan selama proses pembuatan proposal ini. Semoga laporan akhir ini bermanfaat bagi semua orang, terutama penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2025



Muhammad Sahqri Adz Dzikri

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Karakteristik Air Sungai	6
2.3 Baku Mutu Air Untuk Hewan Ternak	7
2.4 <i>Construted Wetland</i>	9
2.5 <i>Free water Surface</i> (FWS).....	9
2.6 <i>Subsurface flow</i> (SSF).....	9
2.7 Kelebihan dan Kekurangan <i>Constructed Wetland</i>	11
2.7.1 Kelebihan <i>Constructed Wetland</i>	11
2.7.2 Kekurangan <i>Constructed Wetland</i>	12
2.7.3 Faktor yang Mempengaruhi <i>Constructed Wetland</i>	12
2.8 Kriteria Desain Skala Lapangan	14
2.9 Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)	14
2.10 Melati Air	15

2.11	Rencana Anggaran Biaya dalam Perencanaan Sistem Pengolahan Air ..	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		18
3.1	Umum	18
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.3	Data dan Sumber Data	19
3.4	Parameter Kualitas Air	20
3.5	Analisi Kebutuhan Air Bersih.....	21
3.6	Pemilihan dan Perancangan Sistem Constructed wetland Hybrid.....	22
3.6.1	Alasan Pemilihan Constructed wetland Hybrid	22
3.6.2	Desain Teknis Unit	23
3.7	Estimasi Efisiensi Penyisihan Berdasarkan Literatur	24
3.8	Rencana Anggaran Biaya	25
3.9	Diagram Alir Penelitian	25
BAB 4 PEMBAHASAN		30
4.1	Kondisi Awal Kualitas Air	30
4.2	Data Parameter Uji	30
4.3	Data Kebutuhan Air	32
4.4	Target Pengolahan dan Efisiensi Sistem Pengolahan	33
4.4.1	Sistem Pengolahan Air	34
4.4.2	Bak <i>Constructed Wetland</i>	35
4.5	Gambar Desain Rencana Unit Pengolahan Air.....	38
4.5.1	Bangunan Perangkap.....	39
4.5.2	Bak Filtrasi Mekanis	39
4.5.3	Bak Sedimentasi.....	40
4.5.4	Bak <i>Constructed Wetland Tipe Subsurface Flow</i>	41
4.5.4	Bak <i>Constructed Wetland Tipe Free Water Surface</i>	42

4.5.4 Bak Penampung	42
4.6 Justifikasi Pemilihan Sistem CW Hybrid	43
4.7 Perhitungan Biaya	44
4.7.1 Perhitungan Biaya Bangunan Perangkap	44
4.7.2 Perhitungan Biaya Bak Filtrasi	45
4.7.3 Perhitungan Biaya Bak Sedimentasi	45
4.7.4 Perhitungan Biaya Bak <i>Constructed wetland</i>	46
4.7.5 Perhitungan Biaya Bak Penampung	47
4.7.6 Rekapitulasi Biaya Pembangunan	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Free water surface (FWS)	9
Gambar 2.2 Horizontal surface flow (HSF)	10
Gambar 2.3 Vertical surface flow	10
Gambar 2.4 Tanaman Eceng Gondok (<i>eichhornia crassipes</i>)	15
Gambar 2.5 Tanaman Melati Air	16
Gambar 3.1 Titik Lokasi Penelitian	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air Menggunakan CW SSf&FWS.....	38
Gambar 4.2 Bangunan Perangkap	39
Gambar 4.3 Bak Filtrasi Mekanis	40
Gambar 4.4 Bak Sedimentasi	40
Gambar 4.5 Bak <i>Constructed Wetland Subsurface</i>	41
Gambar 4.6 Bak <i>Constructed Wetland Free Water Surface</i>	42
Gambar 4.7 Bak Penampung.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Untuk Hewan Ternak.....	8
Tabel 2.2 Perbandingan FWS dan SSF	11
Tabel 2.3 Karakteristik Media Pada <i>Constructed Wetland</i>	12
Tabel 3.1 Perbandingan Hasil Uji dan Baku Mutu	21
Tabel 3.2 Estimasi Penyisihan Polutan	24
Tabel 4.1 Sampel Awal	32
Tabel 4.2 Komponen <i>Constructed Wetland</i>	35
Tabel 4.3 Efektivitas Penurunan Parameter dan Refrensi Penelitian.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Sampel Awal Air Sungai	46
Lampiran 2 Gambar Sketcup Desain	48
Lampiran 3 AHSP Kota Palembang Tahun 2022	50
Lampiran 4 Dokumentasi.....	57

Desain *Constructed Wetland* Dengan Tipe Kombinasi *Subsurface* Dan *Free Water Surface* Untuk Kebutuhan Perternakan Pada Sungai Penjemuran Palembang

Muhammad Sahqri Adz Dziki¹⁾, Puteri Kusuma Wardhani²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: muhammadsahqriadzdziki@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

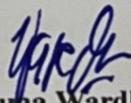
E-mail: puterikusumawardhani@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Sungai Penjemuran di Palembang mengalami penurunan kualitas air secara signifikan akibat pencemaran dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan, yang mengakibatkan air tidak lagi layak digunakan untuk kegiatan peternakan. Sebagai solusi atas permasalahan ini, digunakan teknologi *Constructed Wetland* (CW) dengan tipe kombinasi *Subsurface Flow* (SSF) dan *Free Water Surface* (FWS) yang dikenal ramah lingkungan dan efisien dalam mengolah limbah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem CW tipe kombinasi tersebut agar dapat meningkatkan kualitas air Sungai Penjemuran sesuai dengan baku mutu kelas II untuk keperluan peternakan. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental skala laboratorium, dengan pengambilan sampel air sungai dan pengujian parameter kualitas air seperti COD, BOD, TSS, pH, nitrit, dan sulfida. Sistem CW dirancang dengan dua unit pengolahan: SSF dengan tanaman Melati Air dan FWS dengan tanaman Eceng Gondok, serta mempertimbangkan debit aliran 1 m³ per hari. Hasil uji menunjukkan bahwa kondisi awal air sungai memiliki kadar COD, BOD, pH, dan sulfida yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Berdasarkan estimasi efisiensi, sistem CW tipe kombinasi ini mampu menurunkan COD sebesar 60–80%, BOD sebesar 70–85%, sulfida sebesar 60–75%, serta menstabilkan pH ke rentang yang aman. Dengan demikian, sistem ini terbukti secara teoritis mampu meningkatkan kualitas air dan menjadikannya layak untuk digunakan dalam kegiatan peternakan. Selain efisien dari sisi biaya, sistem ini juga ramah lingkungan dan cocok diterapkan di wilayah tropis seperti Palembang.

Kata kunci: *Constructed Wetland*, Pengolahan Air, Peternakan, Universitas Sriwijaya

Palembang, Juli 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D.

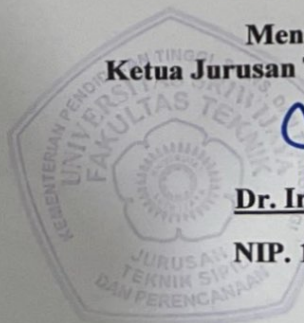
NIP. 198806112019032013

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001



Design of a Constructed Wetland with a Hybrid Subsurface and Free Water Surface Type for Livestock Needs on the Penjemuran River Palembang

Muhammad Sahqri Adz Dzikri ¹⁾, Puteri Kusuma Wardhani²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: muhammadsahqriadzdzikri@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

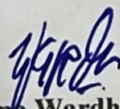
E-mail: puterikusumawardhani@ft.unsri.ac.id

Abstract

The Penjemuran River in Palembang has experienced a significant decline in water quality due to pollution from the Sukawinatan Landfill (TPA), rendering the water unfit for livestock use. To address this issue, a Constructed Wetland (CW) system combining Subsurface Flow (SSF) and Free Water Surface (FWS) types was proposed as an environmentally friendly and efficient solution for wastewater treatment. This study aimed to design such a hybrid CW system to improve the water quality of the Penjemuran River to meet Class II water quality standards for livestock purposes. The research employed a laboratory-scale experimental approach involving river water sampling and analysis of key water quality parameters, including COD, BOD, TSS, pH, nitrite, and sulfide. The designed CW system comprised two treatment units: SSF planted with Water Jasmine and FWS planted with Water Hyacinth, operating with a flow rate of 1 m³ per day. Laboratory tests indicated that initial water samples exceeded permissible limits for COD, BOD, pH, and sulfide. Based on efficiency estimates, the hybrid CW system could reduce COD by 60–80%, BOD by 70–85%, sulfide by 60–75%, and stabilize pH within a safe range. Therefore, this system is theoretically effective in improving water quality to levels suitable for livestock activities. It is also cost-effective and environmentally sustainable, making it highly applicable in tropical regions like Palembang.

Keywords: Constructed Wetland, Water Treatment, Livestock, Sriwijaya University

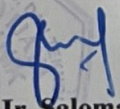
Palembang, Juli 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D.

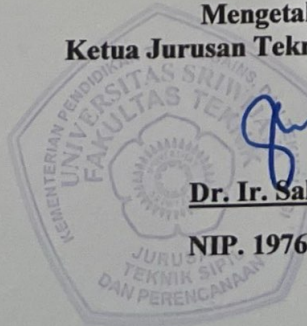
NIP. 198806112019032013

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sahqri Adz Dzikri

NIM : 03011382126139

Judul : Desain *Constructed Wetland* Dengan Tipe Kombinasi *Subsurface* Dan *Free Water Surface* Untuk Kebutuhan Perternakan Pada Sungai Penjemuran Palembang

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2025



Muhammad Sahqri Adz Dzikri
NIM. 03011382126139

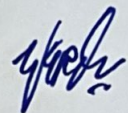
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Desain *Constructed Wetland* Dengan Tipe Kombinasi *Subsurface* Dan *Free Water Surface* Untuk Kebutuhan Perternakan Pada Sungai Penjemuran Palembang” yang disusun oleh Muhammad Sahqri Adz Dzikri, 03011382126139 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal Juli 2025.

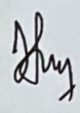
Palembang, Juli 2025

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

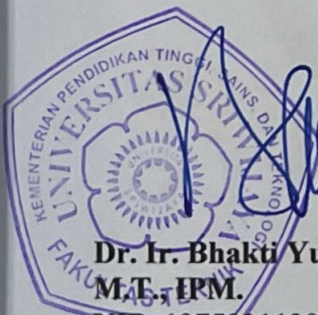
1. Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D. ()
NIP. 198806112019032013

Anggota:

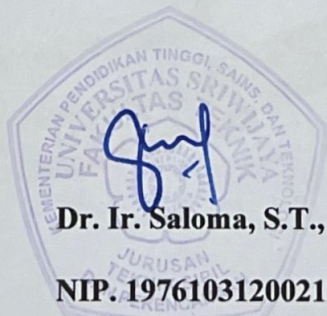
2. Nyimas Septi Rika Putri, S.T., M.Si., Ph.D ()
NIP. 198009112008122001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T.,
M.T., IPM.**
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sahqri Adz Dzikri

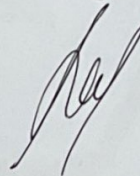
NIM : 03011382126139

Judul : Desain *Constructed Wetland* Dengan Tipe Kombinasi *Subsurface* Dan *Free Water Surface* Untuk Kebutuhan Perternakan Pada Sungai Penjemuran Palembang

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2025



Muhammad Sahqri Adz Dzikri
NIM. 03011382126139

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

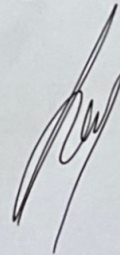
Nama Lengkap : Muhammad Sahqri Adz Dzikri
Jenis Kelamin : Laki-laki
E-mail : muhammadsahqriadzdzikri@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD IT Harapan Mulia	-	-	SD	2008 - 2015
SMP IT Harapan Mulia	-	-	SMP	2015 - 2018
SMA Plus Negeri 17 Palembang	-	IPA	SMA	2018 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Muhammad Sahqri
Adz Dzikri)

RINGKASAN

DESAIN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TIPE KOMBINASI *SUBSURFACE* DAN *FREE WATER SURFACE* UNTUK KEBUTUHAN PERTERNAKAN PADA SUNGAI PENJEMURAN PALEMBANG

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 10 Juli 2025

Muhammad Sahqri Adz Dzikri; Dimbing oleh Puteri Kusuma Wardhani, S.T.,
M.Sc., Ph.D.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

iv + 66 halaman, 14 gambar, 8 tabel, 4 lampiran

Sungai Penjemuran di Palembang mengalami penurunan kualitas air secara signifikan akibat pencemaran dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan, yang mengakibatkan air tidak lagi layak digunakan untuk kegiatan peternakan. Sebagai solusi atas permasalahan ini, digunakan teknologi *Constructed Wetland* (CW) dengan tipe kombinasi *Subsurface Flow* (SSF) dan *Free Water Surface* (FWS) yang dikenal ramah lingkungan dan efisien dalam mengolah limbah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem CW tipe kombinasi tersebut agar dapat meningkatkan kualitas air Sungai Penjemuran sesuai dengan baku mutu kelas II untuk keperluan peternakan. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental skala laboratorium, dengan pengambilan sampel air sungai dan pengujian parameter kualitas air seperti COD, BOD, TSS, pH, nitrit, dan sulfida. Sistem CW dirancang dengan dua unit pengolahan: SSF dengan tanaman Melati Air dan FWS dengan tanaman Eceng Gondok, serta mempertimbangkan debit aliran 1 m³ per hari. Hasil uji menunjukkan bahwa kondisi awal air sungai memiliki kadar COD, BOD, pH, dan sulfida yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Berdasarkan estimasi efisiensi, sistem CW tipe kombinasi ini mampu menurunkan COD sebesar 60–80%, BOD sebesar 70–85%, sulfida sebesar 60–75%, serta menstabilkan pH ke rentang yang aman. Dengan demikian, sistem ini terbukti secara teoritis mampu meningkatkan kualitas air dan menjadikannya layak untuk digunakan dalam kegiatan peternakan. Selain efisien dari sisi biaya, sistem ini juga ramah lingkungan dan cocok diterapkan di wilayah tropis seperti Palembang.

Kata kunci: Constructed Wetland, Pengolahan Air, Peternakan

SUMMARY

DESIGN OF A CONSTRUCTED WETLAND WITH A HYBRID SUBSURFACE AND FREE WATER SURFACE TYPE FOR LIVESTOCK NEEDS ON THE PENJEMURAN RIVER PALEMBANG

Scientific papers in form of Final Projects, July 10th, 2025

Muhammad Fachri; Dimbing oleh Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

iv + 66 halaman, 14 gambar, 8 tabel, 4 lampiran

The Penjemuran River in Palembang has experienced a significant decline in water quality due to pollution from the Sukawinatan Landfill (TPA), rendering the water unfit for livestock use. To address this issue, a Constructed Wetland (CW) system combining Subsurface Flow (SSF) and Free Water Surface (FWS) types was proposed as an environmentally friendly and efficient solution for wastewater treatment. This study aimed to design such a hybrid CW system to improve the water quality of the Penjemuran River to meet Class II water quality standards for livestock purposes. The research employed a laboratory-scale experimental approach involving river water sampling and analysis of key water quality parameters, including COD, BOD, TSS, pH, nitrite, and sulfide. The designed CW system comprised two treatment units: SSF planted with Water Jasmine and FWS planted with Water Hyacinth, operating with a flow rate of 1 m³ per day. Laboratory tests indicated that initial water samples exceeded permissible limits for COD, BOD, pH, and sulfide. Based on efficiency estimates, the hybrid CW system could reduce COD by 60–80%, BOD by 70–85%, sulfide by 60–75%, and stabilize pH within a safe range. Therefore, this system is theoretically effective in improving water quality to levels suitable for livestock activities. It is also cost-effective and environmentally sustainable, making it highly applicable in tropical regions like Palembang.

Keywords: Constructed Wetland, Water Treatment, Livestock

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang kaya akan sumber daya perikanan. Sektor ini menjadi pilar penting perekonomian nasional karena mendukung pertumbuhan ekonomi, ketahanan pangan, penciptaan lapangan kerja, serta konservasi keanekaragaman hayati. Di antara sub-sektor yang ada, perikanan budidaya memiliki posisi strategis karena menyumbang devisa ekspor, menjaga stabilitas pasokan pangan, dan menyerap tenaga kerja, khususnya di daerah pesisir dan pedesaan. Selain itu, praktik budidaya juga mengurangi tekanan terhadap perikanan tangkap dan mendorong penerapan teknologi ramah lingkungan demi keberlanjutan produksi.

Kota Palembang, yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan, memiliki lokasi strategis karena didukung oleh jaringan saluran air dari Sungai Musi, sehingga menjadikannya ideal untuk pengembangan kolam dan tambak. Salah satu sumber air yang cukup penting adalah Sungai Penjemuran yang berada di bagian timur kota. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, kualitas air sungai ini mengalami penurunan yang signifikan. Kondisi ini disebabkan oleh terhentinya operasional kolam pengolah lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan yang lokasinya berdekatan dengan sungai tersebut. Akibatnya, air Sungai Penjemuran berubah menjadi kehitaman dan mengeluarkan bau menyengat, sehingga tidak lagi layak digunakan untuk kegiatan perikanan maupun peternakan.

Merespons kondisi ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *constructed wetland* (CW) tipe kombinasi *Subsurface Flow* (SSF) dan *Free Water Surface* (FWS) sebagai alternatif pengolahan air Sungai Penjemuran. Penggunaan kombinasi SSF dan FWS dipilih karena mampu menyerap COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan nitrit secara lebih efektif. SSF bekerja dengan media berpori yang mendukung aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan COD dan menyaring TSS serta nitrit melalui proses denitrifikasi. FWS memperkuat penyerapan nitrit dan pengendapan TSS melalui tanaman air seperti eceng gondok. Studi dalam file menunjukkan sistem *hybrid* ini

meningkatkan efisiensi pengolahan, sehingga cocok untuk menangani pencemaran Sungai Penjemuran. Rasheed et al. (2014). Teknologi CW meniru mekanisme alami lahan basah dalam mengolah limbah melalui interaksi air, tanaman, mikroorganisme, dan media substrat. Sistem ini dikenal ramah lingkungan, berbiaya rendah, dan mudah diterapkan, terutama di negara berkembang. Konsep *Constructed wetland* dan Jenisnya *Constructed wetlands* terbagi menjadi dua tipe utama ya itu *Free Water Surface* (FWS) Dirancang menyerupai rawa alami, air limbah mengalir di atas substrat dan berinteraksi langsung dengan tanaman dan biofilm. Sistem ini efektif untuk mengurangi bahan organik, padatan tersuspensi, dan patogen. Namun, kemampuannya menghilangkan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor cukup terbatas karena rendahnya kontak antara air dan media (Dell’Osbel et al., 2020). *Subsurface Flow* (SSF) Air limbah mengalir melalui media berpori di bawah permukaan, menciptakan lingkungan yang lebih stabil untuk proses pengolahan.

SSF bekerja dengan media berpori yang mendukung aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan COD dan menyaring TSS serta nitrit melalui proses denitrifikasi. Selain itu, sistem ini meminimalkan risiko penyebaran nyamuk dan bau tidak sedap. Keunggulan dari penggabungan antara SSF dan FWS dalam satu desain CW dinilai dapat mengoptimalkan proses pengolahan air limbah. SSF menyaring polutan secara intensif di bawah permukaan, sementara FWS meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman dan membantu stabilisasi suhu air. Kombinasi ini menciptakan interaksi sinergis antara air, media substrat, dan vegetasi, mempercepat proses filtrasi, serta menghasilkan kualitas air olahan yang lebih baik dan ramah lingkungan.

Sejumlah penelitian mendukung keefektifan sistem gabungan ini. Hao et al. (2016) dan Zhang et al. (2017) melaporkan bahwa CW kombinasi meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah domestik dan industri. Penelitian Zhai et al. (2016) menunjukkan bahwa kombinasi SSF-FWS efektif dalam menghilangkan polutan organik dan nutrisi, sementara Reddy et al. (2017) menemukan bahwa sistem ini mengoptimalkan proses biologis dan fisik dalam satu kesatuan yang efisien.

Mengacu pada kondisi Sungai Penjemuran yang tercemar akibat limbah dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA), penerapan sistem *constructed wetland* tipe

kombinasi menjadi sangat relevan sebagai solusi pengolahan air yang ramah lingkungan. Teknologi ini dapat difungsikan baik sebagai penyaring limbah sebelum memasuki badan sungai maupun sebagai unit remediasi langsung di dalam aliran sungai itu sendiri. Penerapannya memberikan berbagai manfaat penting, antara lain peningkatan kualitas air sehingga dapat mendukung keperluan budidaya ikan dan kebutuhan minum bagi hewan ternak, serta mampu mengurangi bau tidak sedap dan warna mencolok yang menjadi ciri pencemaran berat. Selain itu, sistem ini berkontribusi dalam menurunkan beban pencemaran lingkungan secara keseluruhan dengan pendekatan berbasis ekosistem. Keunggulan lainnya terletak pada kebutuhan energi yang rendah dan biaya operasional yang relatif murah, menjadikannya solusi berkelanjutan dan efisien. Lebih jauh, *constructed wetland* juga memiliki nilai edukatif dan berpotensi memberdayakan masyarakat lokal dalam pengelolaan air sungai secara mandiri dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang mengenai permasalahan limbah yang dihadapi di Sungai Penjemuran serta solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penerapan *constructed wetland* tipe kombinasi *subsurface* dan *free water surface* terhadap kualitas air Sungai Penjemuran untuk keperluan hewan ternak.
2. Bagaimana desain skala lapangan *constructed wetland* tipe kombinasi dalam pengolahan *subsurface* dan *free water surface* dalam proses pengolahan limbah di Sungai Penjemuran?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisis sejauh mana desain *constructed wetland* dengan kombinasi tipe *subsurface* dan *free water surface* dapat meningkatkan kualitas air di Sungai Penjemuran.

2. Untuk mengetahui desain *constructed wetland* dalam mengolah air di Sungai Penjemuran, dengan memanfaatkan kombinasi antara tipe *subsurface* dan *free water surface*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Tujuan dari penentuan ruang lingkup penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa penelitian ini berjalan dalam batas-batas tertentu, sehingga memungkinkan pelaksanaan yang jelas dan terarah sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem *constructed wetland* kombinasi tipe *Subsurface Flow* dan *Free Water Surface* untuk pengolahan limbah Sungai Penjemuran di Palembang, tanpa melibatkan perhitungan hidraulika lanjutan.
2. Unit yang dirancang terdiri dari bak pengumpul, bak sedimentasi, CW tipe FWS berukuran 400 cm × 250 cm × 50 cm, dan CW tipe SSF berukuran 1600 cm × 250 cm × 50 cm, dengan tanaman Eceng Gondok untuk FWS dan Melati Air untuk SSF.
3. Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penerapan desain *constructed wetland* tipe kombinasi SSF dan FWS pada kualitas air yang dihasilkan di Sungai Penjemuran, serta efisiensi pengolahan yang dicapai oleh sistem gabungan tersebut.
4. Parameter yang diamati meliputi COD, BOD, TSS, nitrit (NO₂⁻), pH, dan sulfida, yang relevan terhadap kebutuhan air bersih untuk kegiatan peternakan.
5. Penelitian ini tidak difokuskan pada aspek pemeliharaan dan pengoperasian CW setelah perancangan dan instalasi. karena fokus adalah pada desain dan evaluasi efisiensi sistem CW kombinasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada tugas akhir mengenai *Desain Constructed wetland Tipe Kombinasi Subsurface Flow dan Free water Surface pada Pengolahan Limbah Sungai Penjemuran Palembang* ini terdiri dari lima bagian bab, yang akan diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan yang memberikan gambaran mengenai struktur skripsi ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, membahas beberapa teori yang penting dengan topik materi dalam upaya menjadikan edukasi pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, menjelaskan tentang bahan-bahan serta peralatan yang akan dipakai, variabel penelitian, lokasi penelitian yang ditempatkan, dan analisis penelitian terhadap kualitas dalam pengolahan limbah menggunakan Tipe kombinasi *Subsurface* dan *Free water Surface*.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil perancangan sistem *constructed wetland* tipe kombinasi *subsurface flow* dan *free water surface*, kondisi awal kualitas air Sungai Penjemuran, analisis kebutuhan air, efektivitas sistem terhadap penurunan pencemar, serta estimasi biaya pembangunannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil perencanaan sistem pengolahan air sungai dan memberikan saran untuk penerapan serta pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman Turmudji. (2021). Skripsi tentang Sungai Code, Universitas Gadjah Mada.
- Adinata, C. (2020). Melati Air sebagai Tanaman Fitoremediasi. *Jurnal Lingkungan*.
- Armengol, X. (2015). Introduction to Constructed Wetlands. *Environmental Engineering Journal*.
- BPK RI. (2009). Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Cahyani, M., & Wardhani, P. K. (2023). Efisiensi Sistem CW Kombinasi dalam Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. McGraw-Hill.
- Dell’Osbel, N. et al. (2020). Performance of FWS Wetlands. *Journal of Environmental Science*.
- Denisi, P., et al. (2021). Combination of Lagoon and CW Systems. *Journal of Ecological Engineering*.
- Fandya, R., & Soewondo, P. (2011). Aplikasi Constructed wetland pada Sungai Citarum. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Gizińska-Górna, M., Jóźwiakowski, K., & Marzec, M. (2020). Multistage Constructed Wetlands Performance. *Polish Journal of Environmental Studies*.
- Hao, S., et al. (2016). Efficiency of Hybrid CW in Domestic Wastewater Treatment. *Ecological Engineering*.
- Kasman, Herawati, & Aryani. (2018). Studi Tanaman Melati Air. *Jurnal Agrikultura*.
- Kittipongvises, S., et al. (2011). Design Criteria for Field-Scale Constructed Wetlands. *Journal of Water and Environment*.
- Klavon, E. C., et al. (2020). Comparative Study of FWS and SSF. *Water Research Journal*.
- Kuswandi, A. (2018). Kebutuhan Air untuk Ternak. *Majalah Peternakan Indonesia*.
- Li, Y., & Zheng, W. (2018). Benefits and Limitations of Constructed Wetlands. *Water Research Bulletin*.

- Mirwan, A., & Pramesti, R. (2023). Efektivitas Melati Air dalam CW. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Nisa, H., et al. (2022). Kinerja CW di Wilayah Tropis. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*.
- Nurhayati, S., & Hayati, M. (2016). Studi Eceng Gondok untuk Pengolahan Limbah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Parde, R., et al. (2021). Influence of pH on Constructed Wetlands. *International Journal of Environmental Science*.
- Perkasa, A. (2019). Pengaruh Tanaman Air dalam CW. *Jurnal Pertanian Tropis*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- PPKL KLHK. (2001). Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rasheed, T., et al. (2014). Hybrid CW System for River Remediation. *Water Research*.
- Reddy, K. R., et al. (2017). Hybrid CW Design and Efficiency. *Environmental Engineering Journal*.
- Rikhanatul, M. L., et al. (2018). Efektivitas Eceng Gondok dalam CW. *Jurnal Teknologi Air*.
- Runtulalo, F., et al. (2023). Sistem CW SSF dan Penurunan Polutan. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Stanković, M. (2024). Efisiensi Sistem CW Kombinasi. *Journal of Wetland Systems*.
- Stefanakis, A. I. (2017). *Vertical Flow Constructed Wetlands*. Springer.
- Sutandi, A., et al. (2021). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan CW. *Jurnal Lingkungan Tropis*.
- Suwito, B., et al. (2015). Kualitas Air untuk Peternakan. *Jurnal Kesehatan Hewan*.
- Tanjung, N., Fahrudin, & Samawi, M. (2019). Peran Eceng Gondok dalam Menurunkan Polutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Tilley, E., et al. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. Eawag.
- Tong, H., et al. (2020). Microbial Roles in Wetlands. *Journal of Microbiology*.

- Wu, S., et al. (2009). CW Hybrid SSF-FWS untuk Sungai Tropis. *Ecological Engineering*.
- Wuryaningsih, T. (2022). Toleransi Nitrit pada Ternak Ruminansia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.
- Zhai, J., et al. (2016). Hybrid Wetland System for Pollutant Removal. *Ecological Engineering*.
- Zhang, D. Q., et al. (2017). Enhanced CW Systems for Wastewater Treatment. *Journal of Environmental Management*.