

TESIS

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA
SISTEM MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH SAKIT
(STUDI KASUS DI RSPAL dr. RAMELAN
SURABAYA)**



Oleh :

Ardian Purnomo Sampurno

NPM. 21065020009

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

2023

TESIS

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA
SISTEM MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH SAKIT
(STUDI KASUS DI RSPAL dr. RAMELAN
SURABAYA)**



Oleh :

Ardian Purnomo Sampurno

NPM. 21065020009

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
2023**

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA
SISTEM MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH SAKIT
(STUDI KASUS DI RSPAL dr. RAMELAN
SURABAYA)**

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Magister Ilmu Lingkungan (M.Ling)
Pada Program Studi Ilmu Lingkungan

Oleh :

Ardian Purnomo Sampurno

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
2023**

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA SISTEM
MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH SAKIT
(STUDI KASUS DI RSPAL dr. RAMELAN SURABAYA)**

Disusun Oleh :

ARDIAN PURNOMO SAMPURNO

21065020009


**Telah Dipertahankan Dihadapan Dan Diterima Oleh Tim Penguji Tesis
Fakultas Teknik Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Pada Tanggal : _____

**Menyetujui,
Pembimbing 1**

Penguji 1


Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D
NIPPPK. 19800410 200501 1 001


Prof. Dr. Ir/Sri Redieki, MT.
NIP. 19570314 198603 2 001

Pembimbing 2

Penguji 2


Prof. Euis Nurul Hidayah, ST., MT., Ph.D
NIPPPK. 19771023 202121 2 004


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi**


Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D
NIPPPK. 19800410 200501 1 001

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar magister (S2), pada tanggal _____**

**Dekan Fakultas Teknik
UPN "Veteran" Jawa Timur**


Dr. Dra. Jarayah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ardian Purnomo Sampurno

NPM : 21065020009

Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan

Fakultas : Teknik

Jenjang : Magister (S2)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul :

PENERAPAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA SISTEM MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH SAKIT (STUDI KASUS DI RSPAL dr. RAMELAN SURABAYA)

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang berlaku sesuai peraturan di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 Agustus 2023



Ardian Purnomo Sampurno
NPM. 21065020009

KATA PENGANTAR

Salam sejahtera untuk kita semua,

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-NYA pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: **“Penerapan *Life Cycle Assessment* Pada Sistem Manajemen Pengolahan Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus di RSPAL dr Ramelan Surabaya)”**. Tesis ini ditulis dalam rangka memunahi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan di Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan juga selaku dosen pembimbing 1 yang dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan tesis selama ini hingga tesis ini dapat diselesaikan
3. Ibu Prof. Euis Nurul Hidayah, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing 2 yang dengan sabar telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis dari awal hingga tesis ini dapat diselesaikan
4. Ibu Prof. Dr. Ir.Sri Redjeki, MT dan ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku dosen penguji, terimakasih atas masukkan serta arahan yang telah diberikan selama ini.

5. Isteriku tercinta Letkol Laut (k/w) Oktaviani Ida Nurhayati, S.Gz dan anakku tersayang kakak Arvian dan adek Rafael yang selalu memberi semangat, motivasi, kerjasama, dukungan serta doanya yang tanpa henti selama pengerjaan tesis ini.
6. Ibu Nofi dan ibu Anita RSPAL dr Ramelan Surabaya yang dengan sabar membantu menyediakan data dan dokumen yang penulis butuhkan di saat penelitian.
7. Mas hayat di UPTD Laboratorium Lingkungan DLH Mojokerto selaku penunjang dalam analisa laboratorium selama penelitian tesis berlangsung.
8. Nakita yang dengan tekun dan sabar selalu membantu penyusunan selama penelitian tesis berlangsung
9. Kedua orangtua yang saya sayangi dan saya cintai yang selalu mendoakan dan memberi dukungan moril selama penelitian tesis ini dari awal hingga selesai.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir tesis ini yang belum sempat disebutkan satu persatu.

Kiranya penulis berharap tesis ini mudah-mudahan dapat memberikan sumbangsih bagi dunia pendidikan yang selalu menghadapi tantangan seiring dengan tuntutan jaman yang semakin berkembang pesat.

Sidoarjo, Agustus 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

CURRICULUM VITAE	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan penelitian.....	3
1.4. Manfaat penelitian.....	3
1.5. Lingkup penelitian.....	4
1.6. Hasil penelitian sebelumnya.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Gambaran umum rumah sakit di Indonesia.....	11
2.2. Karakteristik limbah rumah sakit.....	11
2.3. Sumber limbah cair rumah sakit.....	13
2.4. Proses pengolahan limbah cair rumah sakit.....	14
2.4.1. Teknologi pengolahan limbah cair dengan sistem biofilter anaerob – aerob.....	14
2.4.2. Proses pengaliran limbah cair.....	16
2.4.3. Proses pengolahan limbah cair.....	18
2.4.4. Pemantauan pengolahan limbah cair.....	22
2.5. Dampak lingkungan rumah sakit	23
2.6. Life Cycle Assessment (LCA).....	24
2.6.1. Pengertian.....	24
2.6.2. Tahapan Life Cycle Assessment (LCA).....	25
2.7. Manfaat Life Cycle Assessment (LCA).....	27

2.8. Software SimaPro.....	27
2.8.1. Metode Impact 2002+.....	32
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	38
3.1. Kerangka penelitian.....	38
3.2. Bahan dan alat penelitian.....	40
3.2.1. Bahan dan alat.....	40
3.2.2. Penggunaan software SimaPro.....	40
3.3. Prosedur penelitian.....	40
3.3.1. Penentuan Goal and Scope.....	41
3.3.2. Life Cycle Inventory.....	41
3.3.3. Life Cycle Impact Assessment.....	45
3.3.4. Life Cycle Interpretation.....	46
3.4. Tahap pengambilan saran.....	46
3.5. Variabel penelitian.....	46
3.6. Jadwal pelaksanaan penelitian.....	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1. Kondisi instalasi pengolahan air limbah (IPAL).....	49
4.2. Dampak lingkungan IPAL.....	52
4.2.1. Goal and Scope.....	52
4.2.2. Life Cycle Inventory.....	53
4.2.3. Life Cycle Impact Assessment.....	62
4.2.4. Interpretasi.....	64
4.3. Penyebab dampak lingkungan IPAL	65
4.4. Skenario perbaikan	67
4.5. Rekomendasi perbaikan	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN A SURAT KETERANGAN LAYAK ETIK.....	A-1
LAMPIRAN B DATA HASIL UJI LABORATORIUM.....	B-1

LAMPIRAN C SPESIFIKASI POMPA DAN BLOWER.....	C-1
LAMPIRAN D DOKUMENTASI PENELITIAN.....	D-1
LAMPIRAN E DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	E-1
LAMPIRAN F KEGIATAN TESIS.....	F-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Denah alur pengaliran limbah cair RSPAL dr. Ramelan Surabaya	18
Gambar 2.2	Flowchart pengolahan limbah cair RSPAL dr. Ramelan Surabaya	19
Gambar 2.3	Model prinsip input – output	23
Gambar 2.4	Skema dari ruang lingkup LCA	26
Gambar 2.5	Penentuan tujuan atau goal dalam software SimaPro	28
Gambar 2.6	Penentuan Scope penilaian LCA pada SimaPro.....	29
Gambar 2.7	Analisis Inventori pada SimaPro.....	29
Gambar 2.8	Penentuan metode impact assessment.....	30
Gambar 2.9	Impact assessment tahap Characterization pada	30
Gambar 2.10	Impact assessment tahap Normalization pada SimaPro.....	31
Gambar 2.11	Impact assessment tahap Weighting pada SimaPro.....	31
Gambar 2.12	Impact assessment tahap Single score pada SimaPro.....	32
Gambar 3.1	Kerangka penelitian.....	38
Gambar 3.2	Prosedur penelitian.....	40
Gambar 4.1	Layout IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	48
Gambar 4.2	Grease trap.....	49
Gambar 4.3	Bak equalisasi 1.....	49
Gambar 4.4	Bak equalisasi 2.....	50
Gambar 4.5	Biofilter 1, 2 dan 3.....	50

Gambar 4.6	Wetland.....	51
Gambar 4.7	Bio Indicator.....	52
Gambar 4.8	Chlorine contactor.....	52
Gambar 4.9	Proses analisis dampak.....	62
Gambar 4.10	Hasil karakterisasi dampak lingkungan IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	63
Gambar 4.11	Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	64
Gambar 4.12	Hasil Karakterisasi Dampak Lingkungan.....	69
Gambar 4.13	Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2.1	Karakteristik limbah RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	12
Tabel 2.2	Sumber dan karakteristik limbah cair rumah sakit.....	13
Tabel 2.3	Lokasi PIT, ruangan yang dilayani dan daya pompa terpasang.....	16
Tabel 2.4	Spesifikasi unit pengolahan IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	21
Tabel 2.5	Rekapitulasi kebutuhan listrik.....	22
Tabel 2.6	Parameter kualitas air limbah sesuai PERGUB Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.....	22
Tabel 3.1	Data inventori pengolahan air limbah di RSPAL dr. Ramelan Surabaya.....	42
Tabel 4.1	Hasil analisis tiga dampak terbesar.....	65
Tabel 4.2	Perhitungan kebutuhan listrik.....	68
Tabel 4.3	Emisi penggunaan listrik.....	68
Tabel 4.4	Pebandingan nilai dampak lingkungan.....	70

Penerapan *Life Cycle Assessment* Pada Sistem Manajemen Pengolahan Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus di RSPAL dr. Ramelan Surabaya)

Ardian PurnomoSampurno, Erwan Adi S, Euis Nurul Hidayah

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Teknik,

UPN 'Veteran' Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email : tugas.ardian.mil2021@gmail.com

Abstract

RSPAL dr. Ramelan Surabaya is a type A hospital that has been equipped with a Wastewater Treatment Plant (WWTP) since 1997 and currently has an WWTP capacity of up to 750 m³/day or equivalent to 1,500 TT patients. In his daily life, the Wastewater Treatment Plant (WWTP) RSPAL dr. Ramelan Surabaya treats wastewater with a capacity of 218 m³/day, of course this affects the use of electrical energy and the potential environmental impacts that arise. From these conditions it is necessary to evaluate the need for electrical energy and the potential impacts that arise using the Life Cycle Assessment (LCA) approach using the SimaPro software and the Impact 2002+ method. From the results of the LCA analysis, it is known that the impacts of respiratory inorganics, global warming, and non-renewable energy are the 3 biggest impacts that arise. Alternative improvements that can be given to reduce the environmental impact of WWTP RSPAL dr. Ramelan Surabaya, namely by using a power inverter, monitoring, cleaning, updating periodically the processing unit, and implement the use of renewable energy.

Keywords: *Hospital Waste Water Treatment Plant, Life Cycle Assessment, Environmental Impact Analysis.*

Abstrak

RSPAL dr. Ramelan Surabaya merupakan rumah sakit tipe A yang sudah dilengkapi dengan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) sejak tahun 1997 dan saat ini mempunyai kapasitas IPAL mencapai 750 m³/ hari atau setara dengan 1.500 TT pasien. Dalam kesehariannya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSPAL dr. Ramelan Surabaya mengolah air limbah dengan kapasitas 218 m³/hari, tentu hal ini mempengaruhi penggunaan energi listrik dan potensi dampak lingkungan yang timbul. Dari kondisi tersebut perlu dilakukan evaluasi kebutuhan energi listrik dan potensi dampak yang timbul dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment (LCA)* dengan menggunakan *software* SimaPro dan metode *Impact 2002+*. Dari hasil analisis LCA diketahui dampak *respiratory inorganics, global warming, dan non-renewable energy* merupakan 3 dampak terbesar yang timbul.

Alternatif perbaikan yang dapat diberikan untuk menurunkan dampak lingkungan dari IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya yaitu dengan menggunakan *power inverter*, pemantauan, pembersihan, pembaruan secara berkala pada unit pengolahan, dan menerapkan penggunaan energi terbarukan.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit, Penilaian Siklus Hidup, Analisa Dampak Lingkungan.