

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN  
LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR LIMBAH (IPAL) PT. SURABAYA INDUSTRIAL  
ESTATE RUNGKUT (SIER) SURABAYA DENGAN  
METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)**



Oleh :

**HANUGRAH SINEDYO YEKTI**

**NPM 1652010050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2021**

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN  
LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR LIMBAH (IPAL) PT. SURABAYA INDUSTRIAL  
ESTATE RUNGKUT (SIER) SURABAYA DENGAN  
METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)***



Oleh :

**HANUGRAH SINEDYO YEKTI**

**NPM 1652010050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2021**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
skripsi/ tugas akhir

**ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN LINGKUNGAN PADA  
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT.  
SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT (SIER)  
SURABAYA DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*  
(LCA)**

Oleh :

**HANUGRAH SINEDYO YEKTI**

**1652010050**

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : .....

Pembimbing,

  
**Mohammad Mirwan, ST., MT.**

**NPT. 376020401931**

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Dra. Jarivah, MP**

**NI. 0650403199103 2 001**



**ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN LINGKUNGAN PADA  
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT.  
SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT (SIER)  
SURABAYA DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*  
(LCA)**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)  
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

**HANUGRAH SINEDYO YEKTI**

**NPM: 1652010050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JATIM  
SURABAYA  
2021**

## CURRICULUM VITAE

No.		IDENTITAS DIRI PENELITI		
1.	Nama Lengkap	Hanugrah Sinedyo Yekti		
2.	NPM	1652010050		
3.	Tempat, Tanggal Lahir	Tuban, 22 Oktober 1997		
4.	Alamat	Karang Indah BF:20, Karang, Semanding, Tuban		
5.	Nomor HP	085804551820		
6.	Email	<a href="mailto:hanugrahsyekti@gmail.com">hanugrahsyekti@gmail.com</a>		
PENDIDIKAN				
No.	Nama Sekolah/Universitas	Jurusan	Tahun	
1.	SDN Kebonsari 2 Tuban	-	2004 – 2010	
2.	SMP Negeri 1 Tuban	-	2010 – 2013	
3.	SMA Negeri 1 Tuban	IPA	2013 – 2016	
4.	UPN “Veteran” Jawa Timur	TEKNIK LINGKUNGAN	2016 – 2020	
TUGAS AKADEMIK				
No.	Kegiatan	Tempat/Judul	Tahun	
1.	Kuliah Lapangan	SPAM Kartamantul, IPLT Sewon Bantul, Batik Danar Hadi, Mirota KSM, Kampung Sukunan	2019	
2.	KKN	Desa Bence, Kecamatan Garum, Kabupaten Blitar	2019	
3.	Kerja Praktek	PMMB Treatment Plant PT.Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER)	2019	
4.	Tugas PBPAB	Perancangan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri <i>Monosodium Glutamat</i>	2019	
5.	Skripsi	Analisis Pencemaran Dampak Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT.Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) Surabaya Dengan Metode <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	2020	
No.		IDENTITAS ORANG TUA		
1.	Nama	R. Hari Santoso		
2.	Alamat	Karang Indah BF:20, Karang, Semanding, Tuban		
3.	Nomor HP	081332936367		
4.	Pekerjaan	Karyawan PT.POS INDONESIA		

Surabaya, Desember 2020

Penulis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya kepada kita semua, khususnya bagi penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Dampak Pencemaran Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT.Surabaya industrial Estate Rungkut (SIER) Surabaya dengan Metode *Life Cycle Assessment (LCA)*”** ini disusun dalam rangka menyelesaikan Pendidikan S1 Program Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulisan Laporan Tugas Akhir dapat terlaksana atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Jariyah MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, sekaligus sebagai dosen wali dan sebagai dosen penguji.
3. Bapak Mochammad Mirwan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing saya yang telah sabar menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan maupun saran.
4. Bapak Ir. Yayok Suryo P., MS. Selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan saran terhadap penelitian ini.
5. Kedua orang tua, Bapak R. Hari Santoso dan Ibu Indarti, SE. beserta kedua adik Pinesthi dan Hangesti yang telah memberi dukungan moril maupun materil sehingga dapat menyelesaikan studi.
6. Teman-teman angkatan 2016, kakak, dan adik tingkat Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah

banyak membantu penulis dalam melaksanakan hingga dapat menyelesaikan studi.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan

Surabaya, 12 November 2020

Penyusun

# DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Cair Industri.....	5
2.2 ParameterLimbah Cair Industri.....	5
2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah .....	9
2.3.1 Sumur Pengumpul (Collection Tank).....	9
2.3.2 Bak Pengendap Pertama (Primary Settling Tank) .....	11
2.3.3 Bak Zat Terapung (Flotation Tank).....	13
2.3.4 Kolam Oksidasi (Oxidation Ditch).....	14
2.3.5 Bak Pendistribusi (Distribution Box) .....	17
2.3.6 Bak Pengendap Kedua (Secondary Clarifier).....	19
2.3.7 Bak Effluent.....	21
2.3.8 Bak Pengering Lumpur (Sludge Drying Bed) .....	21
2.4 Life Cycle Assessment .....	22
2.4.1 Prinsip Life Cycle Assessment (LCA).....	23
2.4.2 Karakteristik dan Batasan Life Cycle Assessment (LCA).....	24



2.4.3	Tahapan Life Cycle Assessment (LCA) .....	24
2.4.4	Metode Pada Life Cycle Assessment (LCA) .....	27
2.5	SimaPro .....	29
2.6	Penelitian Terdahulu .....	31
BAB III METODE PENELITIAN .....		36
3.1	Gambaran Umum.....	36
3.2	Tahapan Penelitian .....	36
3.3	Penentuan Goal and Scope .....	38
3.4	Tahap Pengumpulan Data.....	38
3.5	Tahap Life Cycle Impact Assessment .....	39
3.6	Interpretasi .....	39
3.7	Rekomendasi Program Perbaikan.....	39
3.8	Variabel Penelitian .....	39
3.9	Jadwal Kegiatan.....	41
Tabel 3.1Jadwal Kegiatan Penelitian.....		41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		42
4.1	Pengolahan <i>Life Cycle Assessment</i> dengan <i>Software</i> SimaPro 9.1.0.11 .....	42
4.1.1	Penentuan Goal dan Scope .....	42
4.1.2	Life Cycle Inventory (LCI).....	44
4.1.3	Life Cycle Impact Assessment (LCIA).....	62
4.2	Penyebab Dampak Lingkungan Proses Pengolahan Air Limbah Industri.....	74
4.2.1	Interpretasi.....	74
4.3	Rekomendasi Program Perbaikan.....	81
4.3.1	Pengolahan Gas Metan dengan cara Digestasi Anaerobik .....	81
4.3.2	Pembuatan Lahan Terbuka Hijau .....	82
4.3.3	Pemantauan Berkala dan Pembaruan Pada Unit Instalasi.....	82
4.4	Skenario Program Lingkungan .....	83
4.4.1	Skenario 1.....	83
4.4.2	Skenario 2.....	83
4.4.3	Skenario 3.....	84
4.5	Penyesuaian Hasil Dampak Pencemaran .....	85
4.5.1	Kalibrasi Hasil Analisa Dampak IPAL PT. SIER.....	85
4.5.2	Verivikasi Hasil Analisa Dampak IPAL PT. SIER.....	86

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran .....	92
LAMPIRAN .....	93
Lampiran A.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Limbah PT.SIER Surabaya.....	93
Lampiran A.2 Life Cycle Inventory.....	94
Lampiran C.1 Perhitungan Beban Pencemar Air Limbah .....	102
Lampiran D.1 Surat Perizinan Perusahaan.....	105
Lampiran D.2 Hasil Analisa Laboratorium IPAL PT.SIER.....	106
Lampiran D.3 Lembar Asistensi.....	116
DAFTAR PUSTAKA .....	127

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kawasan Industri .....	5
Tabel 2.2 Metode Pada <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) .....	27
Tabel 2.3 Software Pada <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) .....	30
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu .....	31
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	37
Tabel 4.1`Tabel Beban Pencemar Sumur Pengumpul .....	44
Tabel 4.2 Tabel Beban Pencemar Bak Pengendap Pertama .....	45
Tabel 4.3 Tabel Beban Pencemar Bak Zat Terapung .....	47
Tabel 4.4 Tabel Beban Pencemar Oxidation Ditch I.....	48
Tabel 4.5 Tabel Beban Pencemar Oxidation Ditch II.....	48
Tabel 4.6 Tabel Beban Pencemar Oxidation Ditch III.....	49
Tabel 4.7 Tabel Beban Pencemar Oxidation Ditch IV .....	50
Tabel 4.8 Tabel Beban Pencemar Bak Zat Terapung .....	51
Tabel 4.9 Tabel Beban Clarifier Utara .....	53
Tabel 4.10 Tabel Beban Clarifier Selatan .....	54
Tabel 4.11 Tabel Beban Bak Effluent .....	55
Tabel 4.12 Output Karakterisasi Dampak Lingkungan Proses pengolahan Air Limbah Industri dengan SimaPro 9.1.0.11.....	59
Tabel 4.13 Output Weighting Proses Pengolahan Air Limbah Industri dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	64
Tabel 4.14 Perbandingan Zat Pencemar Kategori <i>Respiratory Inorganics</i> 2020 .....	64
Tabel 4.15 Zat Pencemar Kategori <i>Respiratory Inorganics</i> dengan SimaPro 9.1.0.11.....	69
Tabel 4.16 Perbandingan Zat Pencemar Kategori <i>Global Warming</i> 2020 .....	71
Tabel 4.17 Zat Pencemar Kategori Global Warming dengan SimaPro 9.1.0.11.....	71
Tabel 4.18 Zat Pencemar Kategori <i>Non-Renewable Energy</i> dengan SimaPro 9.1.0.11....	72
Tabel 4.19 Zat Perbandingan Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Skenario 1 ....	77
Tabel 4.20 Zat Perbandingan Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Skenario 2 ....	78
Tabel 4.21 Zat Perbandingan Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Skenario 3 ....	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Pengolahan Air Limbah IPAL PT. SIER .....	9
Gambar 2.2 Sumur Pengumpul ( <i>Collection Tank</i> ).....	10
Gambar 2.3 Sumur Kering.....	11
Gambar 2.4 Bak Pengendap Pertama ( <i>Primary Settling Tank</i> ) .....	12
Gambar 2.5 Submersible Pump .....	13
Gambar 2.6Bak Zat terapung.....	14
Gambar 2.7 Kolam Oksidasi ( <i>Oxidation Ditch</i> ).....	15
Gambar 2.8 <i>Mammoth Rotor</i> .....	16
Gambar 2.9Bak Pendistribusi ( <i>Distribution Box</i> ).....	18
Gambar 2.10 Pompa Return Sludge Tipe Screw Conveyor.....	19
Gambar 2.11Bak Pengendap Kedua ( <i>Secondary Clarifier</i> ).....	19
Gambar 2.12 <i>Scrapper Bridge</i> .....	20
Gambar 2.13Bak <i>Effluent</i> .....	21
Gambar 2.14Bak Pengering Lumpur .....	22
Gambar 2.15Tahapan Penyusunan LCA .....	25
Gambar 2.16Ruang Lingkup LCA.....	25
Gambar 2.17Skema Metode Impact 2002+ .....	29
Gambar 3.1Tahapan Penelitian .....	34
Gambar 3.2 Scope yang Dianalisis .....	35
Gambar 4.1 Penentuan <i>Goal</i> pada Software SimaPro 9.1.0.11.....	42
Gambar 4.2 Penentuan <i>Scope</i> pada Software SimaPro 9.1.0.11.....	43
Gambar 4.3 Diagram Alir Sumur Pengumpul.....	44
Gambar 4.4 Diagram Alir Diagram Alir Bak Pengendap Pertama .....	45
Gambar 4.5 Diagram Alir Bak Zat Terapung .....	46
Gambar 4.5 Diagram Alir Bak Zat Terapung .....	46
Gambar 4.6 Diagram Alir Oxidation Ditch.....	46
Gambar 4.7 Diagram Alir Distribution Box.....	51
Gambar 4.8 Diagram Alir Secondary Clarifier .....	52
Gambar 4.9 Diagram Alir Bak Effluent .....	54
Gambar 4.10 Network Result Proses Pengolahan Air Limbah Industri PT.SIER Surabaya dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	57

Gambar 4.11 Output Normalisasi Proses Pengolahan Air Limbah Industri dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	62
Gambar 4.12 Output Single Score Proses Pengolahan Air Limbah Industri dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	66
Gambar 4.13 <i>Network Result Respiratory Inorganics Characterization</i> dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	68
Gambar 4.14 <i>Network Result Global Warming Characterization</i> dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	71
Gambar 4.15 <i>Network Result Non-renewable Energy Characterization</i> dengan SimaPro 9.1.0.11 .....	72

## ABSTRAK

PT Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) adalah perusahaan pengelola kawasan yang berkantor pusat di Kota Surabaya, Jawa Timur. Kawasan Industri Rungkut berada di Kota Surabaya dengan memiliki luas sebesar  $\pm 245$  Ha menampung sekitar 267 perusahaan dan di Kawasan Industri Berbek berada di Kabupaten Sidoarjo memiliki luas sebesar  $\pm 87$  Ha menampung 103 perusahaan. Instalasi pengolahan air limbah PT.SIER terdapat beberapa unit antara lain sumur pengumpul, bak pengendap pertama, bak zat terapung, kolam oksidasi, bak distribusi, bak pengendap kedua, bak effluent dan bak pengering lumpur. Pada proses pengolahan air limbah industri, unit pengolahan juga berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Analisis dampak lingkungan yang diakibatkan oleh proses pengolahan dapat menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA). Melalui metode LCA dapat diteliti dampak lingkungan, yaitu perubahan apapun yang terjadi pada lingkungan, seluruhnya atau sebagian disebabkan oleh aspek lingkungan. Pada analisis ini menggunakan pendekatan *gate to gate* dengan SimaPro 9.1.0.11. Metode analisis dampak yang dipilih adalah metode *IMPACT 2002+*. Data yang dianalisis dalam penelitian ini menggunakan data beban pencemar air limbah per hari. Diperoleh impact category terbesar dari hasil analisis ini yaitu *respiratory inorganics* 0,334 DALY, *global warming* sebesar 252000 kgCO<sub>2</sub>eq, *non-renewable energy* sebesar 3730000 MJ yang diperkirakan timbul karena penggunaan energi listrik dari bahan ekstraksi batubara dan sebagian kecil proses pada pengolahan anaerob. Proses pengolahan air limbah industri dengan kontribusi terbesar dalam menimbulkan dampak yaitu pada unit proses *Distribution Box, Clarifier Utara, Clarifier Selatan, Oxidation Ditch I, II, III, IV*. Langkah pemerintah Indonesia dalam menangani emisi yang diperkirakan meningkat sebesar 1143 juta tonCO<sub>2</sub>eq di tahun 2025 yaitu dengan inventory, mitigasi dan adaptasi. Alternatif program perbaikan yang dapat dilakukan untuk menurunkan dampak lingkungan sekaligus membantu langkah pemerintah yaitu pengolahan gas metan dengan digestasi anaerobik, pembuatan lahan terbuka hijau, dan pemantauan berkala dan pembaruan pada perangkat unit instalasi.



## ABSTRACT

PT Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) is an area management company headquartered in Surabaya, East Java. The Rungkut Industrial Estate is located in the city of Surabaya with an area of  $\pm 245$  Ha accommodating approximately 267 companies and in the Berbek Industrial Area in Sidoarjo Regency has an area of  $\pm 87$  Ha accommodating 103 companies. PT.SIER's wastewater treatment plant has several units, including a collection well, the first settling basin, a floating substance tank, an oxidation pond, a distribution tank, a second settling basin, an effluent basin and a mud drying tank. In the industrial wastewater treatment process, the treatment unit also has the potential to cause pollution to the environment. Analysis of environmental impacts caused by the processing process can use the *Life Cycle Assessment (LCA)* method. Through the LCA method, environmental impacts can be studied, namely any changes that occur in the environment, wholly or partly due to environmental aspects. In this analysis using a gate to gate approach with SimaPro 9.1.0.11. The impact analysis method chosen was the *IMPACT 2002+* method. The data analyzed in this study used the pollutant load data of wastewater per day. The largest impact category is obtained from the results of this analysis, namely *respiratory inorganics* 0.334 DALY, *global warming* of 252000 kgCO<sub>2</sub>eq, *non-renewable energy* of 3730000 MJ which is estimated to arise due to the use of electrical energy from coal extraction materials and a small part of the anaerobic processing process. The industrial wastewater treatment process with the largest contribution in causing an impact is the Distribution Box process unit, North Clarifier, South Clarifier, Oxidation Ditch I, II, III, IV. The steps of the Indonesian government in dealing with emissions which are estimated to increase by 1143 million tonnes of CO<sub>2</sub>eq in 2025 are through inventory, mitigation and adaptation. Alternative improvement programs that can be carried out to reduce environmental impacts while at the same time assisting government measures are methane gas processing with anaerobic digestion, making green open land, and periodic monitoring and updating of installation units.