

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

**Ardian Purnomo Sampurno, Erwan Adi S, Euis Nurul Hidayah**

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN ‘Veteran’ Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

E-mail: tugas.ardian.mil2021@gmail.com

### **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 m<sup>3</sup>/ 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 m<sup>3</sup>/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, menerapkan manajemen lingkungan bangunan, dan *green hospital*.

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

### **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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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*

<b>How to cite:</b>	Ardian Purnomo Sampurno, Erwan Adi S, Euis Nurul Hidayah (2022) Penerapan Life Cycle Assessment Pada Sistem Manajemen Pengolahan Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus di RSPAL dr. Ramelan Surabaya), (7) 10. Doi: 10.36418/syntax-literate.v7i10.13310
<b>E-ISSN:</b>	2548-1398
<b>Published by:</b>	Ridwan Institute

*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 RSP Dr. Ramelan Surabaya, namely by using a power inverter, monitoring, cleaning, updating periodically the processing unit, implementing building environmental management, and a green hospital.*

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

## **Pendahuluan**

Dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan masyarakat Indonesia, khususnya di kota – kota besar semakin meningkat pesat pendirian rumah sakit (Komalawati & Triswandi, 2022). Dengan adanya pembangunan pesat pendirian rumah sakit di samping menimbulkan dampak positif juga dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan rumah sakit maupun masyarakat yang tinggal di sekitar rumah sakit (Kadarisman et al., 2015). Salah satu sektor usaha yang berkontribusi pada pencemaran lingkungan adalah rumah sakit (Hadjri et al., 2020). Rumah sakit merupakan salah satu sarana prasarana penyediaan layanan kesehatan untuk masyarakat (Bando et al., 2020). Kegiatan yang dilakukan rumah sakit serta kegiatan penunjang lainnya dapat menghasilkan banyak limbah berbahaya bagi lingkungan seperti limbah klinis dan non klinis, baik padat maupun cair (Noor, 2020).

Dari kondisi tersebut, dalam penelitian ini akan mengevaluasi kebutuhan energi listrik dan potensi dampak yang timbul dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment (LCA)*. Metode *Life Cycle Assessment (LCA)* bisa mengestimasi dampak kumulatif lingkungan yang ditimbulkan dari setiap tahapan siklus suatu proses atau siklus hidup suatu produk, sehingga dapat mengetahui pada tahapan apa saja yang akan berkontribusi besar terhadap dampak lingkungan (Nurbaiti, 2021). Evaluasi dampak pada lingkungan dapat dilakukan dengan mengidentifikasi, mengukur, menganalisa besarnya konsumsi energi, bahan material, dan limbah medis serta faktor lainnya (Filimonau et al., 2011).

*Life Cycle Assessment (LCA)* merupakan metode yang dapat digunakan untuk menganalisa dan mendukung pengambilan keputusan yang menyediakan informasi lingkungan secara lengkap (Hamonangan et al., 2017). Salah satu informasi lingkungan yang diperlukan oleh rumah sakit adalah mengenai informasi tentang potensi dampak dari setiap proses aktivitas yang dilakukan rumah sakit. oleh karena itu perlu suatu upaya yang dilakukan untuk membantu pihak rumah sakit agar dapat merancang strategi perbaikan lingkungan hidupnya.

## Metode Penelitian

### A. Tahapan Penelitian

Penilaian ini menggunakan metode *Life Cycle Assessment* untuk mengetahui dampak lingkungan yang berpotensi timbul dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada RSPAL dr. Ramelan Surabaya. *Life Cycle Assessment* (LCA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi dampak lingkungan yang timbul karena adanya suatu proses, produk, ataupun aktivitas (Zulfikar & Prasetyawan, 2016). Evaluasi yang dilakukan pada metode *Life Cycle Assessment* (LCA) ini juga berguna dalam hal meminimalisir pengambilan material atau bahan baku pada suatu proses dari lingkungan, selain itu juga dapat meminimalisir limbah yang nantinya akan dihasilkan dari proses tersebut (Fitriani et al., 2019). Pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) memiliki beberapa tahapan yang dilakukan antara lain tahapan *Goal and Scope*, tahap *Life Cycle Inventory* (LCI), tahap *Life Cycle Impact Assessment*, dan tahap interpretasi.

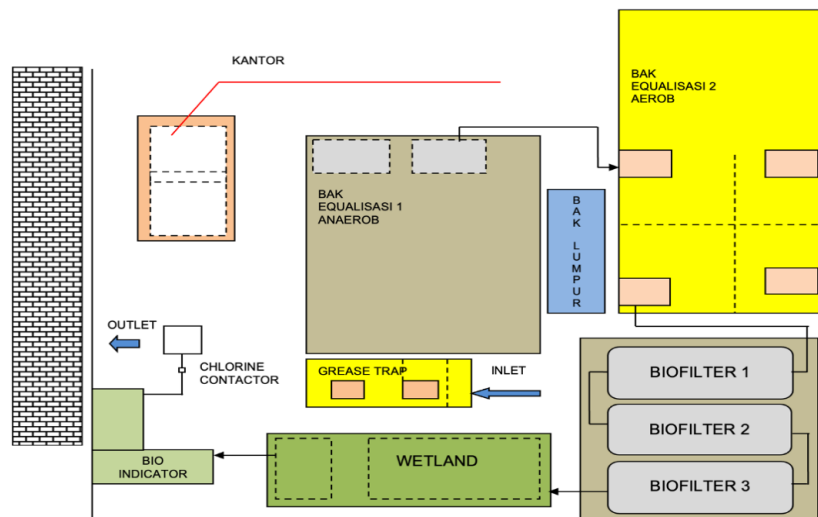


**Gambar 1. Tahapan LCA**  
Sumber: SNI ISO 14040:2016

### B. Goal and Scope

Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan dan merumuskan tujuan, batasan, sistem yang akan dievaluasi serta asumsi lainnya yang berhubungan dengan dampak lingkungan dari kegiatan pengolahan air limbah di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dampak lingkungan dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) RSPAL dr. Ramelan Surabaya. Sedangkan Batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini ialah:

1. Ruang lingkup yang dianalisis pada penelitian ini bersifat *gate to gate* yaitu *grease trap*, *bak equalisasi 1*, *bak equalisasi 2*, *biofilter 1*, *biofilter 2*, *biofilter 3*, *wetland*, *bio indicator*, dan *chlorine contactor*.
2. Potensi dampak lingkungan yang akan dianalisis merupakan 3 (tiga) dampak terbesar hasil dari analisis dampak.
3. Menggunakan *software* SimaPro dengan metode *Impact 2002+*.



Gambar 2. Layout IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya

Sumber: RSPAL dr. Ramelan Surabaya

### C. Life Cycle Inventory (LCI)

LCI merupakan tahap pengumpulan data input, output, dan emisi dari kegiatan pengolahan air limbah pada IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya dengan menggunakan data primer maupun data sekunder. Data primer didapatkan dengan melakukan observasi secara langsung terhadap kondisi IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya, wawancara langsung dengan pihak manajemen rumah sakit yang berkompeten, dan analisa kandungan air limbah. Sedangkan data sekunder didapatkan melalui *database* yang dimiliki rumah sakit dan beberapa referensi literatur yang berhubungan dengan topik penelitian ini.

Data emisi didapatkan dengan melakukan perhitungan beban emisi dengan menggunakan faktor emisi sesuai dengan peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Data output emisi diestimasi dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$E = Akv \times FE$$

(1)

Keterangan:

E = emisi

Akv = aktivitas

FE = faktor emisi

### D. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

LCIA tahapan untuk mengetahui kategori dampak yang timbul berdasarkan data inventori yang telah diinputkan ke dalam *software* SimaPro. Analisis dalam *software* SimaPro menggunakan metode *Impact 2002+* yang merupakan metode terbaru dan merupakan kombinasi dari empat metode yaitu *Impact 2002*, *Ecoindicator 99*, *CML*, dan *IPCC*. Dampak yang akan dihitung dalam *software* SimaPro ialah sebanyak 15 potensi dampak, namun yang akan dianalisis merupakan 3 dampak terbesar. Berikut merupakan hasil dari analisis dampak menggunakan *software* SimaPro.

#### **E. Interpretasi**

Tahap interpretasi hasil dilakukan setelah pengolahan data pada tahap sebelumnya. Dimana evaluasi yang dilakukan dengan menggunakan 15 (lima belas) indikator potensi dampak lingkungan yang timbul dengan metode *Impact 2002+* pada pengolahan limbah cair di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya. Potensi dampak lingkungan yang akan dianalisis merupakan 3 (tiga) dampak terbesar hasil dari analisis dampak menggunakan *software* SimaPro. Selanjutnya dilakukan tahap interpretasi yang bertujuan untuk menarik suatu kesimpulan dalam menjawab tujuan penelitian yang dilakukan.

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **A. Kondisi Eksisting IPAL**

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) RSPAL Dr. Ramelan Surabaya telah berdiri sejak tahun 1997 dan telah melakukan renovasi pada tahun 2005. IPAL RSPAL Dr. Ramelan menggunakan sistem biologis yaitu *biofilter aerobic – anaerobik* dengan kapasitas pengolahan yaitu maksimal sebesar 750 m<sup>3</sup>/hari, namun pada kondisi aktual air limbah yang diolah sebesar 218 m<sup>3</sup>/hari. Proses pengolahan air limbah pada RSPAL dr. Ramelan terdiri dari *grease trap*, *bak equalisasi 1*, *bak equalisasi 2*, *biofilter 1*, *biofilter 2*, *biofilter 3*, *wetland*, *bio indicator*, dan *chlorine contactor*.

Pada kondisi aktual *grease trap* mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan. *Grease trap* merupakan bak yang terdiri dari 3 ruang yang berfungsi untuk mengurasi kadar minyak atau lemak. Selanjutnya air limbah yang telah melalui *grease trap* akan dialirkan secara gravitasi ke bak equalisasi 1. Pada tahap ini merupakan pengolahan air limbah secara anaerob dengan menggunakan media sarang tawon yang berfungsi untuk berkembangbiak bakteri anaerob.

Bak equalisasi 2 merupakan mengolah air limbah secara aerob. Pada kondisi eksisting bak equalisasi 2 tertanam pada bawah lantai dan terdapat 5 ruang pengolahan. Pada tabung *biofilter 1*, terdapat 3 ruang settler dan 1 ruang pengendapan yang berfungsi untuk menyaring padatan yang masih terdapat pada air limbah. Selanjutnya air limbah akan masuk pada tabung *biofilter 2*.

Tabung *biofilter 2* memiliki 3 ruang aerasi dan 1 ruang pengendapan. Ruang aerasi dilengkapi dengan *bioball* yang merupakan untuk menempelnya bakteri pengurai dan diffuser yang berguna untuk menambah kadar oksigen air limbah. Diffuser yang terpasang menggunakan 2 unit blower. *Biofilter 3* terdiri dari 4 ruang.

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

Ruang ke 1 merupakan ruang untuk pengendapan. Ruang ke 2 dan 3 merupakan ruang filter yang berisi batu zeolit. Sementara ruang 4 merupakan ruang pengendapan.

Wetland merupakan pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman air yang berfungsi untuk mengurangi kadar fosfat dan NH<sub>3</sub> pada air limbah. Pada kolam wetland juga terdapat batu zeolite yang berfungsi untuk menyaring padatan yang masih terdapat pada air limbah. Bak bio indicator berisi ikan yang berfungsi sebagai indicator yang menunjukkan bahwa jika ikan tersebut dapat hidup dengan sehat maka air hasil pengolahan sudah aman dan dapat dibuang ke badan air. Pada bak bio indicator juga terdapat filter yang digunakan untuk penyaringan. Sebelum air dikeluarkan melalui pipa outlet, air akan dilewatkan pada tabung yang berisikan kaporit tablet yang berfungsi untuk menurunkan angka kuman dalam air limbah.

## B. Dampak Lingkungan IPAL RSPAL Dr. Ramelan Surabaya

Hasil analisis dampak lingkungan dari kegiatan pengolahan air limbah pada IPAL RSPAL Dr. Ramelan Surabaya dengan menggunakan *software* SimaPro dan metode *Recipe 2002+* berupa nilai karakterisasi dan nilai normalisasi dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

Se	Impact category	Unit	Total	Grease Trap	Bak Equalisasi 1	Bak Equalisasi 2	Biofilter 1	Biofilter 2	Biofilter 3	Wetland	Bio Indicator	Chlorine Contactor
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	6,01E3	132	406	3,88E3	47,4	1,06E3	15,8	15,8	10,5	442
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-renewable energy	MJ primary	3,37E3	x	168	2,44E3	x	667	x	x	x	99,8
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	1,15E3	0,00576	53,2	773	0,00207	211	0,000692	0,000692	0,000461	114
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming	kg CO2 eq	523	x	26,8	385	x	105	x	x	x	6,9
<input checked="" type="checkbox"/>	Ionizing radiation	Bq C-14 eq	241	x	7,95	116	x	31,6	x	x	x	85,8
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	6,53	x	0,334	4,86	x	1,33	x	x	x	0,0129
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	6,45	1,36	1,7	1,52	0,593	0,37	0,3	0,321	0,126	0,162
<input checked="" type="checkbox"/>	Carcinogens	kg C2H3Cl eq	5,5	x	0,277	4,03	x	1,1	x	x	x	0,0902
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	5,06	x	0,253	3,68	x	1,01	x	x	x	0,122
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic acidification	kg SO2 eq	2,9	0,47	0,573	1,13	0,169	0,318	0,0564	0,0564	0,0376	0,0972
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	1,18	3E-5	0,0533	0,774	1,08E-5	0,211	3,6E-6	3,6E-6	2,4E-6	0,142
<input checked="" type="checkbox"/>	Mineral extraction	MJ surplus	0,988	x	0,0347	0,505	x	0,138	x	x	x	0,31
<input checked="" type="checkbox"/>	Land occupation	m2org.arable	0,484	x	0,021	0,306	x	0,0835	x	x	x	0,0736
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory organics	kg C2H4 eq	0,0204	x	0,001	0,0145	x	0,00397	x	x	x	0,000891
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	5,87E-6	x	2,81E-7	4,09E-6	x	1,12E-6	x	x	x	3,85E-7

Gambar 3. Karakterisasi Dampak

Sumber: Hasil penelitian

Karakterisasi merupakan hasil dari perhitungan semua dampak yang timbul dari pengolahan air limbah di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya. Perhitungan dampak dilakukan dengan mengalikan data inventori dengan faktor karakterisasi pada *software* SimaPro. Faktor karakterisasi adalah hasil model matematis dari rantai sebab akibat antara inventarisasi emisi dengan kategori dampak.

Se	Impact category	Unit	Total	Grease Trap	Bak Equalisasi 1	Bak Equalisasi 2	Biofilter 1	Biofilter 2	Biofilter 3	Wetland	Bio Indicator	Chlorine Contactor
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory inorganics		0,645	x	0,033	0,479	x	0,131	x	x	x	0,00127
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming		0,0529	x	0,00271	0,0389	x	0,0106	x	x	x	0,000697
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-renewable energy		0,0222	x	0,0011	0,0161	x	0,00439	x	x	x	0,000657
<input checked="" type="checkbox"/>	Carcinogens		0,00217	x	0,00011	0,00159	x	0,000435	x	x	x	3,56E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial ecotoxicity		0,000665	3,33E-9	3,07E-5	0,000446	1,2E-9	0,000122	3,99E-10	3,99E-10	2,66E-10	6,58E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-carcinogens		0,000466	1,18E-8	2,1E-5	0,000306	4,27E-9	8,35E-5	1,42E-9	1,42E-9	9,48E-10	5,62E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial acid/nutri		0,000384	x	1,92E-5	0,000279	x	7,63E-5	x	x	x	9,23E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Land occupation		3,85E-5	x	1,67E-6	2,43E-5	x	6,64E-6	x	x	x	5,85E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic ecotoxicity		2,2E-5	4,83E-7	1,49E-6	1,42E-5	1,74E-7	3,9E-6	5,79E-8	5,79E-8	3,86E-8	1,62E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Ionizing radiation		7,13E-6	x	2,35E-7	3,42E-6	x	9,35E-7	x	x	x	2,54E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Mineral extraction		6,5E-6	x	2,29E-7	3,32E-6	x	9,08E-7	x	x	x	2,04E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory organics		6,13E-6	x	3E-7	4,37E-6	x	1,19E-6	x	x	x	2,68E-7
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone layer depletion		8,7E-7	x	4,17E-8	6,06E-7	x	1,65E-7	x	x	x	5,7E-8
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic eutrophication		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic acidification		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gambar 4. Normalisasi Dampak

Sumber: Hasil penelitian

Normalisasi berfungsi untuk mengubah satuan dari masing – masing dampak yang berbeda menjadi satu satuan yang seragam. Dengan mengubah satuan masing – masing dampak menjadi seragam, akan memudahkan untuk membandingkan nilai dari masing – masing dampak lingkungan. Hasil normalisasi dampak menunjukkan 3 dampak terbesar ialah berasal dari kategori dampak *respiratory inorganics* sebesar 0,645, *global warming* sebesar 0,0529, dan *non-renewable energy* sebesar 0,0222.

Dampak *respiratory inorganics* diakibatkan oleh unit pengolahan bak equalisasi 1 sebesar 0,334 kg PM<sub>2,5</sub> eq, bak equalisasi 2 sebesar 4,86 kg PM<sub>2,5</sub> eq, biofilter 2 sebesar 1,33 kg PM<sub>2,5</sub> eq, dan *chlorine contactor* sebesar 0,0129 kg PM<sub>2,5</sub> eq. *Respiratory inorganic* terjadi dikarenakan pemakaian bahan kimia klorin dan juga penggunaan listrik untuk operasional pompa dan blower. Penyebab terjadinya dampak *respiratory inorganics* dikarenakan adanya polutan *particulates*, *sulfur dioxide* dan *nitrogen dioxside* (Juliardi, 2022). Penggunaan klorin pada unit *chlorine contactor* berkontribusi pada pencemaran udara akibat menguapnya gas klor ke atmosfer. Terlepasnya gas klor ke atmosfer yang dengan ozon atau senyawa organik lainnya serta diimbangi dengan produksi hidroksil radikal (OH) dapat meningkatkan produksi senyawa NO<sub>x</sub> (Riyanty & Indarjanto, 2015).

Dampak *global warming* pada IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya adalah yaitu sebesar 523 kg CO<sub>2</sub> eq. Dampak *global warming* terjadi pada unit pengolahan *bak equalisasi 1* sebesar 26,8 kg CO<sub>2</sub> eq, *bak equalisasi 2* sebesar 385 kg CO<sub>2</sub> eq, *biofilter 2* sebesar 105 kg CO<sub>2</sub> eq, dan *chlorine contactor* sebesar 6,9 kg CO<sub>2</sub> eq akibat dari konsumsi listrik. Penyebab utama dampak *global warming* adalah proses pengolahan yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O dan akibat penggunaan energi yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> (Yekti & Mirwan, 2021). Secara umum emisi gas rumah



kaca diperlukan untuk menjaga agar suhu bumi tetap stabil, namun jika konsentrasi gas rumah kaca semakin meningkat maka akan menyebabkan panas bumi terperangkap dalam atmosfer dan akan mengakibatkan dampak *global warming*. Salah satu penyebab utama *global warming* ialah pemakaian listrik. Penggunaan listrik yang tinggi akan menghasilkan emisi karbon yang tinggi pula.

Dampak lingkungan *non-renewable energy* yang timbul yaitu sebesar 3370 MJ primary. *Non-renewable energy* merupakan energi yang keberadaannya akan habis jika digunakan secara terus menerus dan dalam penggunaannya akan menghasilkan polusi (García-Avila et al., 2023). *Non-renewable energy* dalam penelitian ini disebabkan oleh penggunaan listrik pada tiap unit pengolahan. Setiap unit pengolahan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) RSPAL dr. Ramelan Surabaya tidak lepas dari penggunaan alat penunjang yang dalam penggunaannya dengan menggunakan energi listrik. Unit pengolahan yang menyumbang nilai terbesar untuk dampak *non-renewable energy* yaitu unit bak equalisasi 2 yaitu sebesar 2440 MJ primary. Hal tersebut disebabkan karena pada unit pengolahan bak equalisasi 2 terdapat penggunaan pompa dan juga blower yang mana membutuhkan listrik yang besar. Konsumsi energi listrik yang berlebih dapat berdampak pada menurunnya sumber daya alam tidak terbarukan (minyak, gas, dan batu bara) yang dapat menimbulkan krisis energi dikemudian hari (Harjanto, 2008).

### C. Skenario Perbaikan

Berdasarkan hasil perhitungan besaran dampak lingkungan dan analisis penyebab dampak lingkungan yang timbul yaitu akibat penggunaan listrik. Kebutuhan listrik saat ini dalam proses pengolahan air limbah di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya cukup besar sehingga perlu dilakukan penghitungan kebutuhan listrik yang sesuai untuk kapasitas debit air limbah 218 m<sup>3</sup>/hari. Hasil perhitungan kebutuhan listrik aktual untuk debit air limbah 218 m<sup>3</sup>/hari dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1**  
**Kebutuhan listrik actual beserta emisi**

Unit Pengolahan	Alat	Debit Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Air Kebutuhan Listrik (kWh)	Emisi (ton CO <sub>2</sub> )
Bak Equalisasi 1	Pompa	218	3,87	0,003
Bak Equalisasi 2	Pompa		3,87	0,003
	Blower		52,32	0,046
Biofilter 2	Blower		15,35	0,013

Sumber: Hasil perhitungan

Selanjutnya dilakukan perhitungan dampak dengan menggunakan *software* SimaPro dengan metode *Impact 2002+*. Dampak yang akan dianalisis yaitu *respiratory inorganics*, *global warming*, dan *non-renewable energy*. Hasil analisis skenario pengolahan dapat dilihat pada gambar 5.



Se	Impact category	Unit	Total	1 GREASE TRAP	2 EQUALISASI 1	3 EQUALISASI 2	4 BIOFILTER 1	5 BIOFILTER 2	6 BIOFILTER 3	7 WETLAND	8 BIO INDICATOR	9 CHLORINE CONTACTOR
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	2.62E3	132	254	1.67E3	47.4	458	15.8	15.8	10.5	15.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-renewable energy	MJ primary	1.01E3	x	52	755	x	206	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	582	0.00576	29.9	434	0.00207	119	0.000692	0.000692	0.000461	0.000692
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming	kg CO2 eq	89.3	x	4.58	66.6	x	18.2	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Ionizing radiation	Bq C-14 eq	49.2	x	2.52	36.6	x	10	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	2.01	x	0.103	1.5	x	0.41	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic acidification	kg SO2 eq	1.98	0.47	0.528	0.469	0.169	0.138	0.0564	0.0564	0.0376	0.0564
<input checked="" type="checkbox"/>	Carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.72	x	0.0883	1.28	x	0.35	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	1.54	x	0.0789	1.15	x	0.313	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	0.641	3E-5	0.0329	0.477	1.08E-5	0.13	3.6E-6	3.6E-6	2.4E-6	3.6E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Mineral extraction	MJ surplus	0.627	x	0.0322	0.467	x	0.128	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Land occupation	m2org.arable	0.144	x	0.0074	0.107	x	0.0294	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	0.0512	x	0.00263	0.0381	x	0.0104	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Respiratory organics	kg C2H4 eq	0.00616	x	0.000316	0.00459	x	0.00125	x	x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	1.71E-6	x	8.77E-8	1.27E-6	x	3.48E-7	x	x	x	x

Gambar 5. Hasil karakterisasi skenario pengolahan

Sumber: Hasil penelitian

Hasil analisis dampak dari kebutuhan listrik aktual menggunakan *software* SimaPro dengan metode *Impact 2002+* dapat diketahui dari dampak *respiratory inorganics*, *global warming*, dan *non-renewable energy* yaitu sebesar 2,01 kg PM2,5 eq, 89,3 kg CO<sub>2</sub> eq, dan 1.010 MJ primary. Jika *dibandingkan* pada hasil analisis sebelumnya terjadi penurunan nilai dampak yang signifikan pada ketiga nilai dampak tertinggi tersebut.

Tabel 2  
Perbandingan nilai dampak lingkungan

	Analisis #1	Analisis #2	% Penurunan
<i>Respiratory Inorganics</i> (kg PM2,5 eq)	6,53	2,01	69%
<i>Global Warming</i> (kg CO <sub>2</sub> eq)	523	89,3	83%
<i>Non-renewable Energy</i> (MJ Primary)	3.370	1.010	70%

Sumber: Hasil perhitungan

#### D. Alternatif Perbaikan

Setelah mengetahui dampak lingkungan tertinggi dan kontributor penyebab dampak lingkungan melalui analisis data menggunakan LCA dengan *software* SimaPro, selanjutnya dapat dilakukan pembuatan rekomendasi perbaikan dari dampak lingkungan tertinggi yang dihasilkan di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya agar lebih ramah lingkungan. Usulan alternatif perbaikan yang dapat diberikan pada IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya adalah bertujuan untuk mengurangi penggunaan

sumber daya, mengurangi konsumsi energi, meningkatkan efisiensi proses, mengurangi timbulan limbah atau emisi dan pemanfaatan sumber daya yang dapat dipulihkan. Usulan perbaikan yang dapat diberikan antara lain:

1. Penggunaan *power inverter* dalam upaya menghemat listrik.
2. Dilakukan pemantauan secara berkala yaitu dengan pembersihan dan pembaruan pada unit pengolahan di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya
3. Penerapan manajemen lingkungan bangunan dan *green hospital* di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dampak lingkungan IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya dengan metode *Life Cycle Assessment (LCA)*, dampak lingkungan tertinggi yang timbul dari IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya ialah *respiratory inorganics*, *global warming*, dan *non-renewable energy*. Penyebab tingginya dampak tersebut ialah berasal dari konsumsi listrik untuk alat operasional. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan ialah dengan penggunaan *power inverter* dalam upaya menghemat listrik dengan mengatur penggunaan listrik sesuai kebutuhan yang digunakan pada motor listrik pompa dan motor listrik blower, penerapan manajemen lingkungan bangunan, dan dilakukan pemantauan secara berkala yaitu dengan pembersihan dan pembaruan pada unit pengolahan di IPAL RSPAL dr. Ramelan Surabaya.

## BIBLIOGRAFI

- Bando, J. J., Kawatu, P. A. T., & Ratag, B. T. (2020). Gambaran Penerapan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Rumah Sakit (K3RS) di Rumah Sakit Advent Manado. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 9(2).
- Filimonau, V., Dickinson, J., Robbins, D., & Huijbregts, M. A. J. (2011). Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation. *Journal of Cleaner Production*, 19(17–18), 1917–1930.
- Fitriani, H., Asy'ari, M., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2019). Exploring the Prospective Teachers' Critical Thinking and Critical Analysis Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 379–390.
- García-Avila, F., Cabello-Torres, R., Iglesias-Abad, S., García-Mera, G., García-Uzca, C., Valdiviezo-Gonzales, L., & Donoso-Moscoso, S. (2023). Cleaner production and drinking water: perspectives from a scientometric and systematic analysis for a sustainable performance. *South African Journal of Chemical Engineering*.
- Hadjri, M. I., Perizade, B., Zunaidah, Z., & WK, W. F. (2020). Green Human Resource Management dan Kinerja Lingkungan: Studi Kasus pada Rumah Sakit di Kota Palembang. *Inovbiz: Jurnal Inovasi Bisnis*, 8(2), 182–192. <https://doi.org/10.35314/inovbiz.v8i2.1627>
- Hamonangan, S. P., Handayani, N. U., & Bakhtiar, A. (2017). Evaluasi Dampak Proses Produksi Dan Pengolahan Limbah Minuman Isotonik Mizone Terhadap Lingkungan Dengan Metode Life Cycle Assessment. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(2).
- Harjanto, N. T. (2008). Dampak Lingkungan Pusat Listrik Tenaga Fosil dan Prospek PLTN Sebagai Sumber Energi Listrik Nasional. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN. *ISSN 1979-2409. No. 01/Tahun I, April 2008*.
- Juliardi, J. (2022). *Implementasi Akad Wadi'ah Pada Produk Simpanan Hari Raya di BMT Permata Indonesia*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Kadarisman, M., Gunawan, A., & Ismiyati, I. (2015). Implementasi kebijakan sistem transportasi darat dan dampaknya terhadap kesejahteraan sosial di jakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 2(1), 59–78.
- Komalawati, V., & Triswandi, E. F. (2022). Tanggung Jawab Dokter Atas Insiden Keselamatan Pasien Dalam Pelayanan Kesehatan Di Rumah Sakit Sebagai Institusi Kesehatan. *Jurnal Bina Mulia Hukum*, 6(2), 174–186.
- Noor, E. A. (2020). Pertanggung jawaban rumah sakit terhadap limbah bahan beracun berbahaya (B3). *Jurnal Penegakan Hukum Indonesia*, 1(1).

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

Nurbaiti, F. (2021). Peningkatan kompetensi guru dalam pembuatan video pembelajaran melalui In House Training (IHT) di SMP Negeri 26 Depok. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(03), 375–386.

Riyanty, F. P. E., & Indarjanto, H. (2015). Kajian Dampak Proses Pengolahan Air di IPA Siwalanpanji Terhadap Lingkungan dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA). *Jurnal Teknik ITS*, 4(2), D86–D90.

Yekti, H. S., & Mirwan, M. (2021). Analisis Dampak Pencemaran Lingkungan Dengan Metode Life Cycle Assessment (Lca) Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) PT. Surabaya Industrial Estate Rungkut (Sier) Surabaya. *EnviroUS*, 1(2), 120–128.

Zulfikar, A., & Prasetyawan, Y. (2016). Analisa life cycle assessment pada proses produksi di UKM Murni Mandiri, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri. *Jurnal Teknik ITS*, 1–6.

---

**Copyright holder:**

Ardian Purnomo Sampurno, Erwan Adi S, Euis Nurul Hidayah (2022)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

