

# ANALISI DAMPAK LINGKUNGAN PT REFINED BANGKA TIN DENGAN METODE LIFE CYCLE ASSESSMENT

Lidia Handayani

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Sahid, Jakarta.  
E-mail: [lidyahandayani008@gmail.com](mailto:lidyahandayani008@gmail.com)

## ABSTRAK

Aktivitas pertambangan dalam skala besar, industri pengolahan hasil tambang, dan pemanfaatan sumber daya mineral telah berkontribusi pada pembangunan ekonomi global namun aktivitas ini juga telah menciptakan banyak masalah ekologi dan lingkungan. Salah satu contohnya yaitu, aktivitas pertambangan timah. Proses penambangan timah dilakukan di darat dan di laut. Penambangan darat dilakukan dengan cara menggali tanah dengan menggunakan pompa semprot, pasir beserta biji timah dialirkan melalui peralatan yang disebut sakan, biji timah yang mempunyai berat jenis lebih besar dari pasir akan terendapkan dan terpisah dari pasir. Penambangan dilaut dilakukan dengan menyedot biji timah dari dasar laut dengan menggunakan kapal keruk atau kapal isap. PT Refined Bangka Tin merupakan Perusahaan tambang timah memulai proses operasionalnya pada tahun 2009 dengan konsentrasi bisnis pada pengolahan dan pemurnian biji timah menjadi timah murni batangan (Ingot). RBT menjadi salah satu produsen Tin Ingot Terbesar di Indonesia. Maka dari itu, RBT memiliki komitmen untuk meminimalkan dampak lingkungan dari kegiatan operasinya. Dalam identifikasi dampak lingkungan, RBT melakukan studi penilaian daur hidup (Life Cycle Assessment). Studi LCA disusun sebagai bentuk komitmen PT. Refined Bangka Tin (RBT) untuk melaksanakan manajemen lingkungan, meminimalisir dampak dan perbaikan berkelanjutan. Dari hasil penilaian dampak tersebut diketahui bahwa proses tambang menghasilkan dampak lingkungan yang dominan yaitu abiotic depletion, land use dan water foodprint akibat penggunaan solar saat proses tambang dan penggunaan lahan. Proses Transportasi dari tambang ke smelter menghasilkan dampak lingkungan dominan yaitu Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Eurtophication Potential, dan Carcinogenic akibat penggunaan solar dan emisi yang dihasilkan selama proses transportasi. Proses Penggunaan Energi dari proses inti (produksi) menghasilkan dampak lingkungan dominan yaitu Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Terrestrial Ecotoxicity dan Carcinogenic akibat penggunaan listrik yang besar, penggunaan solar dan LPG pada proses pendukung produksi.

**Kata Kunci:** Dampak Lingkungan, *Life Cycle Assessment*, Pertambangan Timah

## ABSTRACT

*Large-scale mining activities, industrial processing of mining products, and utilization of mineral resources have contributed to global economic development, but these activities have also created many ecological and environmental problems. One example is tin mining activities. The tin mining process is carried out on land and at sea. Land mining is carried out by digging the ground using a spray pump, the sand and tin ore are flowed through equipment called a sakan, the tin ore which has a specific gravity greater than the sand will be deposited and separated from the sand. Mining at sea is carried out by sucking tin ore from the seabed using dredgers or suction vessels. PT Refined Bangka Tin is a tin mining company that started its operational process in 2009 with a business concentration on processing and refining tin ore into pure tin bars (Ingots). RBT is one of the largest aluminum tin producers in Indonesia. Therefore, RBT is committed to minimizing the environmental impact of its operational activities. In identifying environmental impacts, RBT carries out a life cycle assessment study. The LCA study was prepared as a form of PT's commitment. Refined Bangka Tin (RBT) to carry out environmental management, minimizing impacts and continuous improvement. From the results of the impact assessment, it is known that the mining process produces dominant environmental impacts, namely abiotic depletion, land use and water food print due to the use of diesel during the mining process and land use. The transportation process from the mine to the smelter produces dominant environmental impacts, namely Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Eurtophication Potential, and Carcinogenic due to the use of diesel and emissions produced during the transportation process. The process of using energy from the core process (production) produces dominant environmental impacts, namely Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Terrestrial Ecotoxicity and Carcinogenicity due to large electricity usage, use of diesel and LPG in production support processes.*

**Keyword:** Environmental Impact, *Life Cycle Assesment*, Tin Mining

## PENDAHULUAN

Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar manusia yang mempengaruhi perkembangan kehidupan makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini dapat disadari bahwa setiap aktivitas manusia seperti kegiatan industri, khususnya pertambangan batubara maupun mineral, berpotensi akan menimbulkan dampak terhadap kualitas ekosistem lingkungan tanah, air dan udara. Oleh karena itu,

diperlukan adanya upaya dari pemangku kepentingan (stakeholders) untuk melakukan berbagai upaya salah satunya yakni kajian efisiensi produksi dari setiap kegiatan agar pencegahan potensi polusi, minimalisasi limbah, dan produksi bersih dapat tercapai (Ramadhan et al., 2022)

Aktivitas penambangan timah di Indonesia menghasilkan dua puluh tujuh persen timah dunia, yang produksinya

menguntungkan namun dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan terhadap lingkungan alam. Pada tahun 2007, kegiatan penambangan timah yang dilakukan di darat merusak sekitar 340.000 ha lahan pertanian dan enam puluh lima persen hutan Bangka.

Kerusakan yang disebabkan di laut (yang seringkali tidak terlihat) tidak sebanding dengan yang ada di darat (Rosyida et al., 2019) tetapi eksploitasi bijih timah di sepanjang garis pantai menyebabkan sedimentasi yang melimpah, dan ketika gelombang bergerak secara dinamis, hal ini menciptakan gumpalan lumpur yang tersebar dan pada gilirannya, berdampak buruk pada kehidupan laut. Meskipun berdampak buruk aktivitas penipisan sumber daya mineral atau penambangan timah dapat diubah menjadi sumber kesejahteraan manusia yang berkelanjutan dan terbarukan melalui penggunaan investasi yang tepat di bidang pendidikan, kesehatan, infrastruktur dan ekonomi alternatif, yang penting untuk memastikan pendapatan yang berkelanjutan (Syahrir et al., 2020)

Salah satu Perusahaan tambang timah di Indonesia yaitu PT Refined Bangka Tin yang menjadi salah satu produsen Tin Aluminium Terbesar di Indonesia. Maka dari itu, RBT memiliki komitmen untuk meminimalkan dampak lingkungan dari kegiatan operasinya. Dalam identifikasi dampak lingkungan, RBT melakukan studi penilaian daur hidup (Life Cycle Assessment). Studi LCA disusun sebagai bentuk komitmen PT. Refined Bangka Tin (RBT) untuk melaksanakan manajemen lingkungan, meminimalisir dampak dan perbaikan berkelanjutan dan dapat menerapkan nilai pertambangan berkelanjutan. Referensi pertambangan berkelanjutan dalam tulisan ini sejalan sesuai dengan saran Laurence (2011) bahwa investasi pertambangan harus menguntungkan secara finansial, sesuai secara teknis, ramah lingkungan dan bertanggung jawab secara sosial. (Syahrir et al., 2020)

PT Refined Bangka Tin memulai proses operasionalnya pada tahun 2009 dengan konsentrasi bisnis pada pengolahan dan pemurnian bijih timah menjadi timah murni batangan (Ingot). RBT menjadi salah satu produsen Tin Aluminium Terbesar di Indonesia. RBT memiliki tiga mesin crystallizer sehingga menghasilkan Timah Murni Batangan berkualitas tinggi dengan Sn 99,9% sampai 99,99% (di atas standar LME) dan Pb di bawah 30 ppm. Dalam mempertahankan kualitas produk RBT memiliki fasilitas laboratorium yang mampu memberikan control kualitas yang ketat. Selain itu, dalam proses produksi RBT melengkapi fasilitas produksi yang bertujuan untuk menjaga kualitas dan mendukung lingkungan hijau sehat.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif deskriptif yaitu menganalisis dampak lingkungan dengan

menggunakan data yang telah diolah sebuah simapro 7.1.

**2. Waktu dan tempat data penelitian**

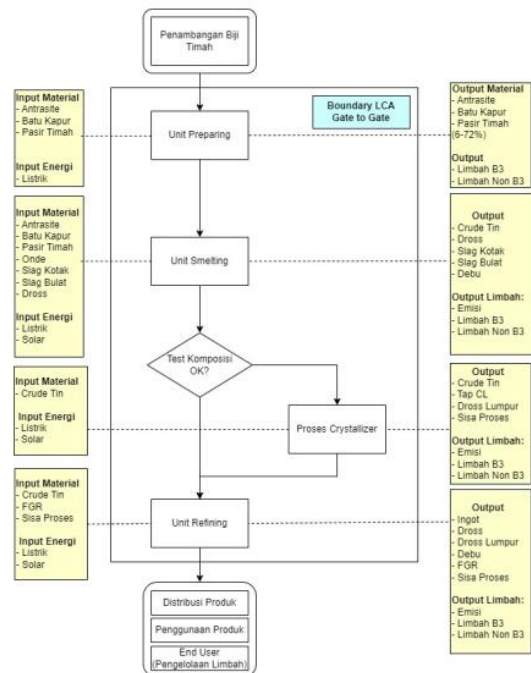
Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Agustus 2023 di PT. Refined Bangka Tin Jl. Kawasan Industri Jelitik, Kecamatan Sungailiat, Kabupaten Bangka, 33215

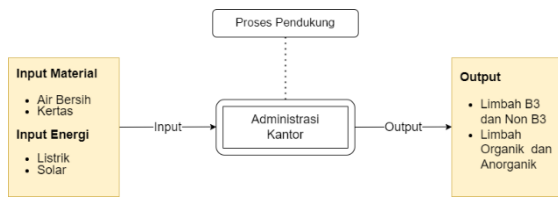
**3. Jenis data**

- a) Data spesifik, merupakan data yang diperoleh secara spesifik dari proses dan alat hingga bahan spesifik setiap sistem. Data tersebut dikumpulkan dari kondisi aktual operasi, dimana terdapat proses-proses spesifik terhadap produk, dan data yang terkait dengan bagian dari daur hidup sistem produk yang dikaji seperti: bahan baku.
- b) Data sekunder/data generik, merupakan data yang tersedia secara umum (database berbayar maupun yang tidak berbayar), yang memenuhi karakteristik kualitas data seperti: keakuratan dan kelengkapan data yang disebut dengan *selected generic data* maupun yang tidak memenuhi karakteristik kualitas data atau yang disebut dengan *proxy data*. Sebagai aturan umum data spesifik harus selalu digunakan, jika tersedia, setelah melakukan penilaian kualitas data

**4. Metode Perhitungan**

Metode perhitungan yang digunakan menggunakan perangkat lunak Simapro yang telah memenuhi standar dan banyak dijadikan rujukan pada kajian LCA secara internasional. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan diagram alir proses pengolahan timah dan proses administrasi kantor PT. Refined Bangka Tin.





Gambar 1. Batasan Penelitian

**Pemilihan Metode Penilaian Dampak**

Metode penilaian dampak dilakukan dengan pengukuran kinerja mengacu pada baseline Impact 2002+ dengan 14 midpoint. Selain itu, pengukuran kinerja juga akan diimplementasikan dengan software Simapro dengan perbandingan pengukuran kinerja baseline Impact 2002+ menggunakan software Simapro 7.1. Adapun kategori dampak yang dinilai yaitu :

Tabel 1. Kategori Dampak

No	Dampak	Unit Fungsi
1	Global Warming potential (GWP)	kg CO <sub>2</sub> eq
2	Ozon Depletion Potential (ODP)	kg CFC-11
3	Acidification Potential (AP)	kg SO <sub>2</sub> eq
4	Eutrophication potential (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq
5	Photochemical oxidant formation potential (POFP)	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
6	Abiotic Depletion Potential (ADP)	kg Sb eq
7	Abiotic Depletion Potential (fossil fuel)	MJ
8	Human Toxicity Potential	kg 1,4-DB eq
9	Ecotoxicity Potential (Eco)	kg 1,4-DB eq
10	Land Use	m <sup>2</sup>
11	Water Footprint	m <sup>3</sup>
12	Carcinogens	kg C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl eq

Berikut merupakan definisi setiap kategori dampak yang dinilai dari penilaian *life cycle assessment* ini. Pemilihan kategori dampak berdasarkan pada Permen LHK No. 1 Tahun 2021 Tentang PROPER. Pemilihan kategori dampak mewakili input dan output dari sistem PT. Refined Bangka Tin, yang valid dan ilmiah secara teknis, serta relevan dengan lingkungan.

Tabel 2. Pengertian Kategori Dampak

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Data yang telah terkumpul yang digunakan dalam kajian LCA PT. Refined Bangka Tin selanjutnya dikelompokkan menjadi data hasil pengukuran (data terukur) dan data hasil perhitungan (data terhitung). Data terhitung merupakan data hasil pengamatan dalam durasi waktu tertentu, untuk kajian ini data terhitung menggunakan durasi bulanan dan akumulasi 1 tahun dalam satuan massa atau volume. Sedangkan untuk data terukur pengamatan dilakukan pada waktu yang relative singkat menggunakan metode pengukuran sesuai dengan SNI, data ini umumnya merupakan data lingkungan yang memiliki satuan berbeda

untuk masing- masing parameter. Data tersebut dimasukan kedalam software *Simapro 7.1* untuk mengetahui nilai dampak lingkungan yang dihasilkan oleh setiap unit proses pada PT. Refined Bangka Tin. Berikut merupakan nilai setiap kategori dampak yang dihasilkan :

**1. Global Warming Potential**

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui proses

No	Impact Category	Indicator Category
1	Acidification	Acidifying potential of oxides of nitrogen and sulphur
2	Climate Change	Greenhouse gases I and their global warming potential (GWP), e.g. methane, sulphur hexafluoride, etc.
3	Depletion of abiotic resources	Distinctions between renewable and non-renewable resources
4	Ecotoxicity	Toxicological responses of different species and nature of the chemicals in the ecosystem
5	Eutrophication	Increase of nitrogen, phosphorus concentrations and formation of biomass (e.g. algae)
6	Human Toxicity	Toxicological responses of humans and nature of the chemicals in the human body
7	Land Use	Analysis of the land area to be altered and observations of biodiversity that could be damaged
8	Ozon layer depletion	Atmospheric residence time of ozone depleting substances and EESC (Equivalent Effective Stratospheric Chlorine)
9	Photochemical oxidation	Meteorology, the chemical composition of the atmosphere and emissions of other pollutants

yang memberikan kontribusi dampak terbesar potensial global warming adalah proses pengolahan timah atau pada bagian inti sebesar 265.700 kg CO<sub>2</sub> eq (68%), sedangkan pada proses penambangan sebesar 122.200 kg CO<sub>2</sub> eq (32%) hal tersebut terjadi karena pemakaian diesel pada proses tambang dan transportasi memberikan kontribusi yang kecil jika dibandingkan dengan pemakaian energi listrik pada proses pengolahan timah pada bagian inti. Dampak global warming dari pemakaian diesel dan energi listrik merupakan dampak tidak langsung dari penggunaan bahan bakar fosil yang berasal dari unit pembangkit listrik PLN.

Tabel 3. Besaran Dampak Global Warming Potential

Proses	Dampak	Dampak (%)
Upstream (Hulu)	122.200	32%
Core (Inti)	265.700	68%
Kantor	16,2	0%
<b>Total</b>	<b>387.916</b>	<b>100%</b>

**2. Ozone Depletion Potential (ODP)**

ODP menunjukkan menggambarkan jumlah gas CFC yang dilepaskan ke atmosfer yang menyebabkan terjadinya

ozone depletion selama proses tambang dan produksi timah. Dapat diketahui proses yang memberikan kontribusi terhadap dampak penurunan lapisan ozon adalah proses penambangan timah (hulu), proses produksi timah(inti) dan aktivitas kantor dengan nilai berturut-turut sebagai berikut 1,2 kg CFC-11, 1,5 kg CFC-11, dan 0,0003 kg CFC-11. Kontribusi ODP disebabkan oleh proses produksi yang menggunakan HCFCs pada zat pelarut solvent yang digunakan pada laboratorium dalam pengecekan Sn.

**Tabel 4.** Besaran Dampak *Ozone Depletion Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	1,2000	44%
<i>Core (Inti)</i>	1,5200	56%
<i>Kantor</i>	0,0003	0%
<b>Total</b>	<b>2,7203</b>	<b>100%</b>

**3. Acidification Potential (AP)**

Dapat diketahui proses yang memberikan kontribusi terbesar terhadap dampak Acidification Potential adalah proses pengolahan timah atau proses smelter sebesar 127.000 kg SO<sub>2</sub> eq dan untuk proses pertambangan timah (hulu) menghasilkan dampak sebesar 48.600 kg SO<sub>2</sub> eq. Kontribusi AP pada proses tambang yaitu dampak tidak langsung dari proses pemakain solar/diesel dan dari emisi dari truck pengangkut biji timah ke proses produksi. Untuk proses produksi dampak Acidification Potential berasal dari proses penggunaan bahan baku, penggunaan energy dan proses pembuangan emisi ke lingkungan. Dampak Acidification Potential berasal dari penggunaan bahan baku biji timah, proses pembakaran pada tanur yang menghasilkan nilai SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> dan emisi ke lingkungan dari hasil emisi cerobong.

**Tabel 4.** Besaran Dampak *Ozone Depletion Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	48.600	28%
<i>Core (Inti)</i>	127.000	72%
<i>Kantor</i>	0,9140	0%
<b>Total</b>	<b>175.600</b>	<b>100%</b>

**4. Eutrophication Potential (EP)**

Dampak *eutrophication potential* di proses hulu adalah sebesar 41400 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq dan untuk proses smelter menghasilkan dampak sebesar 91900 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq. Dampak eutrofikasi dari proses hulu (pertambangan) berasal dari emisi nitrogen yang dihasilkan oleh penggunaan transportasi truk diesel untuk transportasi biji timah dari tambang ke smelter. Untuk proses inti (produksi timah) dampak eutrophication potential berasal

dari proses penggunaan bahan baku, penggunaan energy dan proses pembuangan emisi ke lingkungan.

**Tabel 5.** Besaran Dampak *Eutrophication Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	41400	31%
<i>Core (Inti)</i>	91900	69%
<i>Kantor</i>	0,00331	0%
<b>Total</b>	<b>133300,00</b>	<b>100%</b>

**5. Photochemical Oxidant Formation Potential (POFP)**

Pembentukan oksidan fotokimia (atau kabut fotokimia) mengacu pada fenomena yang terjadi dibawah kondisi atmosfer tertentu ketika terdapat emisi pembentuk polutan. Ini sangat umum di udara yang relatif stagnan ketika ada sinar matahari dan kelembaban rendah, dan dengan adanya nitrogen oksida dan senyawa organik yang mudah menguap.

Hasil penilaian dampak lingkungan Photochemical Oxidant Formation Potential (POFP) tertinggi berasal dari proses smelter (inti) sebesar 5630 Kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq yang berasal dari penggunaan bahan kimia di laboratorium dan bahan baku penolong. Sedangkan pada proses pertambangan menghasilkan dampak *Photochemical Oxidant Formation Potential* (POFP) sebesar 2780 Kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq.

**Tabel 6.** Besaran Dampak *Oxidant Formation Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	2780	33%
<i>Core (Inti)</i>	5630	67%
<i>Kantor</i>	0,00331	0%
<b>Total</b>	<b>8410</b>	<b>100%</b>

**6. Abiotic Depletion Potential (ADP)**

Penipisan sumber daya abiotic (*Abiotic Depletion Potential*) mencakup penggunaan sumber daya abiotik yang tidak terbarukan dan yang yang terbarukan (misalnya angin, air, dll.). Namun dalam pembahasan dampak ini yang akan dibahas adalah yang tidak terbarukan yaitu biji timah.

**Tabel 7.** Besaran Dampak *Abiotic Depletion Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	75800	26%
<i>Core (Inti)</i>	212000	74%
<i>Kantor</i>	0,128	0%
<b>Total</b>	<b>287800,12</b>	<b>100%</b>

Dampak *Abiotic Depletion Potential* (ADP) pada proses hulu berasal dari proses penambangan biji timah dengan nilai 75.800 kg Sbeq sedangkan proses inti menghasilkan dampak sebesar 212.000 kg Sbeq. Dampak abiotic depletion pada proses inti berasal dari penggunaan bahan kimia di laboratorium seperti Zinc, Iron, Aluminium.

**7. Abiotic Depletion Potential (Fossil Fuel)**

Hasil penilaian dampak lingkungan *Abiotic Depletion Potential* (Fossil fuel) pada tahapan hulu yaitu proses tambang menghasilkan dampak sebesar 27,1403 MJ dan proses Transportasi ke smelter menghasilkan dampak sebesar 219,59 MJ. Dampak *abiotic depletion potential* dari proses hulu berasal dari kegiatan pertambangan yang menggunakan solar dan bahan bakar transportasi truck pengangkut pasir timah dari tambang ke smelter. Untuk proses inti dampak berasal dari proses penggunaan energy. Dampak dari proses inti bersumber dari kegiatan penggunaan secara tidak langsung dari pemakaian listrik proses smelter timah pada pembakaran tanur.

**8. Human Toxicity Potential**

*Human toxicity* merupakan efek racun oleh bahan kimia pada manusia. Potensi kategori dampak ini dihitung berdasarkan indeks yang menunjukkan potensi bahan kimia yang dapat merusak lingkungan. Hal tersebut berdasarkan toksisitas dari zat compound dan dosis potensial. Dampak *human toxicity potential* berasal dari kegiatan hulu yaitu proses tambang sebesar 199600 DB eq dan proses smelter sebesar 397.000 DB eq dan dari kegiatan kantor hanya sebesar 3,23 DB eq Kegiatan penggunaan minyak pelumas selama proses tambang memberikan kontribusi terbesar pada dampak *human toxicity*.

**Tabel 8.** Besaran Dampak *Human Toxicity Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	199600	33%
<i>Core (Inti)</i>	397000	67%
<i>Kantor</i>	3,23	0%
<b>Total</b>	<b>596603,23</b>	<b>100%</b>

**9. Terrestrial Ecotoxicity Potential (Eco)**

Emisi yang mempengaruhi kategori dampak ini seperti logam berat yang dapat berdampak di ekosistem. Kategori dampak ini diukur dalam 3 (tiga) dampak kategori, yaitu freshwater, marine, dan land. *Terrestrial Ecotoxicity Potential* adalah dampak dari penggunaan bahan berbahaya terhadap ekosistem daratan dengan nilai kg 1,4-DB eq. Indikator dampak adalah hilangnya biodiversitas atau menurunnya spesies.

**Tabel 9.** Besaran Dampak *Terrestrial Ecotoxicity Potential*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	28100	23%
<i>Core (Inti)</i>	92300	77%
<i>Kantor</i>	0,753	0%
<b>Total</b>	<b>120.400,75</b>	<b>100%</b>

Dampak *terrestrial ecotoxicity potential* pada tahap hulu dihasilkan dari proses tambang sebesar 28100 DB eq akibat penggunaan solar pada proses tambang. Sedangkan untuk tahap inti dampak *terrestrial ecotoxicity potential* dihasilkan dari proses penggunaan bahan baku yang berasal dari penggunaan bijih timah, antrasit dan batu kapur sebesar 92300 DB eq. Sedangkan untuk aktivitas kantor sebesar 0,753 DB eq.

**10. Land Use**

Proses penambangan dilakukan secara terbuka yang artinya melibatkan suatu proses pengubahan bentang permukaan. Dampak land use dihasilkan pada proses hulu yaitu proses penambangan dengan nilai 2,18 m<sup>2</sup>a sedangkan untuk proses inti yaitu proses smelter timah menghasilkan dampak land use sebesar 1,17 m<sup>2</sup>a dan untuk kantor sebesar 0,0917 m<sup>2</sup>a.

**Tabel 9.** Besaran Dampak *Land Use*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	2,18	63%
<i>Core (Inti)</i>	1,17	34%
<i>Kantor</i>	0,0917	3%
<b>Total</b>	<b>3,4417</b>	<b>100%</b>

**11. Water Footprint**

*Water footprint* jumlah total volume air tawar yang dikonsumsi dan air yang tercemar untuk memproduksi barang atau jasa. Faktor utama yang mempengaruhi besarnya nilai *water footprint* produk berasal dari nilai *water footprint* rantai suplai, dalam hal ini *water footprint* rantai suplai berasal dari proses tambang dan smelter timah. Dapat diketahui dampak *water footprint* yang dihasilkan dari proses tambang sebesar 1,169 m<sup>3</sup> dan dari proses inti sebesar 1,587 m<sup>3</sup>. Pada proses inti yaitu proses produksi pemakaian air berasal dari proses pendingin tanur.

**12. Carcinogens**

Dampak *carcinogenic* adalah dampak terhadap kesehatan manusia yang memicu pertumbuhan sel kanker. Pada penilaian dampak proses hulu dan inti dilakukan identifikasi penggunaan bahan yang berpotensi menghasilkan dampak *carcinogens*.

**Tabel 9.** Besaran Dampak *Carcinogens*

<i>Proses</i>	<i>Dampak</i>	<i>Dampak (%)</i>
<i>Upstream (Hulu)</i>	27200	22%
<i>Core (Inti)</i>	97900	78%
<i>Kantor</i>	0,717	0%
<b><i>Total</i></b>	<b>125100,717</b>	<b>100%</b>

Dampak *carcinogenic* pada tahap tambang berasal dari emisi proses transportasi sebesar 27200 kg C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl eq dan proses produksi timah menghasilkan dampak *carcinogenic* dari proses penggunaan energy tidak langsung yaitu sebesar 97900 kg C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl eq.

## KESIMPULAN

Hasil studi LCA menunjukkan bahwa ada potensi penurunan kualitas lingkungan selama proses hulu (tambang) dan proses smelter (inti) yang dominan adalah sebagai berikut:

1. Proses Tambang menghasilkan dampak lingkungan yang dominan yaitu *abiotic depletion, land use dan water footprint* akibat penggunaan solar saat proses tambang dan penggunaan lahan
2. Proses Transportasi dari tambang ke smelter menghasilkan dampak lingkungan dominan yaitu *Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Eutrophication Potential, dan Carcinogenic* akibat penggunaan solar dan emisi yang dihasilkan selama proses transport
3. Proses Penggunaan Energi dari proses inti (produksi) menghasilkan dampak lingkungan dominan yaitu *Global Warming, Ozon Depletion, Acidification Potential, Terrestrial Ecotoxicity dan Carcinogenic* akibat penggunaan listrik yang besar, penggunaan solar dan LPG pada proses pendukung produksi

Oleh karena itu perlu melakukan strategi mitigasi untuk mengurangi potensi dampak lingkungan pada proses hulu dan proses produksi (inti)

## DAFTAR PUSTAKA

- Ibrahim, Haryadi, D., & Wahyudin, N. (2018). From Charm To Sorrow: the Dark Portrait of Tin Mining in Bangka Belitung, Indonesia. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(1), 360–382. <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.41.360382>
- KLHK. (2021). Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (LCA). In P. Ir. Sigit Reliantoro, MSc, Jessica Hanafi (Ed.), *Direktorat Jendral Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan* (1st ed., Issue September). Direktorat Jendral Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Ramadhan, H. C., Nurhidayat, A. E., Perdana, S., & Artikel, R. (2022). Penerapan Metode Life Cycle

Assessment Pada Produksi Baja Canai Dingin di PT. XYZ Informasi Artikel Abstract. *Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri*, 4(2), 99–109. <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatris/index>

- Rosyida, I., & Sasaoka, M. (2018). Local political dynamics of coastal and marine resource governance: A case study of tin-mining at a coastal community in Indonesia. *Environmental Development*, 26(March), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2018.03.003>
- Rosyida, I., Ullah, W., Helmi, A., & Sasaoka, M. (2019). Adapting livelihoods to the impacts of tin mining in Indonesia: options and constraints. *Extractive Industries and Society*, 6(4), 1302–1313. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.10.018>
- Syahrir, R., Wall, F., & Diallo, P. (2020). Socio-economic impacts and sustainability of mining, a case study of the historical tin mining in Singkep Island-Indonesia. *Extractive Industries and Society*, 7(4), 1525–1533. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.07.023>
- Syari, I. A., Nugraha, M. A., & Hudatwi, M. (2022). Dampak Penambangan Timah di Laut Terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Pemuja dan Malang Duyung, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Tropical Marine Science*, 5(1), 63–69. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v5i1.2965>