



***LIFE CYCLE ASSESSMENT* UNTUK PRODUK AKTUASI PESAWAT**

NAJWA SALSABILA LITILOLY



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “*Life Cycle Assessment* untuk Produk Aktuasi Pesawat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Najwa Salsabila Litololy
J0413221166

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

NAJWA SALSABILA LITILOLY. *Life Cycle Assessment* untuk Produk Aktuasi Pesawat. Dibimbing oleh NURUL JANNAH.

Persyaratan lingkungan akan semakin penting di masa depan karena adanya standar penerbangan baru. Persyaratan lingkungan untuk mengukur dampak lingkungan dari proses produksi dapat dicapai melalui penerapan metodologi *life cycle assessment* (LCA). Tujuan umum dari penelitian ini adalah menentukan besaran dampak lingkungan dan menganalisis daur hidup dari produk aktuasi menggunakan metode *life cycle assessment* (LCA) dengan ruang lingkup *gate to gate*. Hasil perhitungan nilai dampak produk aktuasi pesawat dengan ruang lingkup *gate-to-gate* dari kategori dampak *acidification potential*, *global warming potential*, *eutrophication potential*, *ozone depletion potential*, *human toxicity (carcinogenic)*, dan *human toxicity (non-carcinogenic)* dengan nilai masing-masing sebesar 1.31229 kg SO₂-eq, 296.9721 kg CO₂-eq, 0.47268 kg PO₄³⁻-eq, 0.00000245 kg CFC-11-eq, 0.00002031 CTUh, 0.00006045 CTUh. Hasil interpretasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa sebagian besar kategori dampak lingkungan dalam sistem produksi didominasi oleh penggunaan listrik berbasis batubara dan penggunaan bahan kimia tertentu yang digunakan selama proses produksi.

Kata kunci: aktuasi pesawat, dampak lingkungan, *gate to gate*, *life cycle assessment*

ABSTRACT

NAJWA SALSABILA LITILOLY. *Life Cycle Assessment for Actuator Production*. Supervised by NURUL JANNAH.

Environmental requirements will become increasingly important in the future due to new aviation standards. Environmental requirements for measuring the environmental impact of production processes can be met through the application of the life cycle assessment (LCA) methodology. The general objective of this study is to determine the magnitude of environmental impacts and analyze the life cycle of aircraft actuation products using the life cycle assessment (LCA) method with a gate-to-gate scope. The calculated environmental impact values for aircraft actuation products under a gate-to-gate scope, across the impact categories of acidification potential, global warming potential, eutrophication potential, ozone depletion potential, human toxicity (carcinogenic), and human toxicity (non-carcinogenic), are as follows: 1.31229 kg SO₂-eq, 296.9721 kg CO₂-eq, 0.47268 kg PO₄³⁻-eq, 0.00000245 kg CFC-11-eq, 0.00002031 CTUh, 0.00006045 CTUh. The overall interpretation of the results indicates that most categories of environmental impacts in the production system are dominated by the use of coal-fired electricity and the use of certain chemicals employed during the production process.

Keywords: aircraft actuation, environmental impact, gate to gate, life cycle assessment



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

***LIFE CYCLE ASSESSMENT* UNTUK PRODUK AKTUASI PESAWAT**

NAJWA SALSABILA LITILOLY

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.



Judul Laporan : *Life Cycle Assessment* untuk Produk Aktuasi Pesawat
Nama : Najwa Salsabila Litololy
NIM : J0413221166

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing:

Ir. Nurul Jannah, M.M., Ph.D

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.
NPI 201811198806252001

Dekan Sekolah Vokasi:

Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 1966071719922031003

Tanggal Ujian:
(25 Juni 2026)

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Maret 2026 ini ialah penilaian daur hidup produk aktuasi pesawat, dengan judul “*Life Cycle Assessment* untuk Produk Aktuasi Pesawat”.

Rasa terima kasih diucapkan kepada dosen pembimbing Ir. Nurul Jannah, M.M., Ph.D. yang telah memberikan arahan, masukan, motivasi, dan semangat yang tiada hentinya untuk penulis menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Muhammad Gilang Ramadhan, S.E., M.M., M.Si. selaku pembimbing lapangan yang telah mengarahkan, memberikan saran, masukan, serta dukungan kepada penulis selama proses pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian, serta *staff* perusahaan yang telah membantu penulis dalam proses pengumpulan data dan memberikan informasi yang dibutuhkan.

Ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga disampaikan kepada keluarga yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan secara moral dan materiil selama menempuh perkuliahan hingga penulisan tugas akhir. Terima kasih juga diucapkan kepada teman-teman Teknik dan Manajemen Lingkungan angkatan 59 yang telah kebersamai dari awal perkuliahan hingga tugas akhir

Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi pembaca, khususnya dalam bidang *Life Cycle Assessment* (LCA) pada sektor manufaktur dirgantara dan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Juni 2026

Najwa Salsabila Litiloly



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Life Cycle Assessment</i>	4
2.2 <i>Software OpenLCA</i>	8
2.3 <i>Flight Control Actuation System</i>	9
2.4 Sistem Hidrolik	11
2.5 Penelitian Terdahulu	11
III METODE	19
3.1 Lokasi dan Waktu	19
3.2 Prosedur Kerja	19
3.3 Teknik Pengumpulan Data	20
3.4 Teknik Analisis Data	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	31
4.2 Deskripsi Batasan Sistem	31
4.3 Analisis Inventori	32
4.4 Penilaian Dampak	42
4.5 Interpretasi	44
4.6 Analisis Sensitivitas	46
4.7 Rekomendasi Perbaikan	49
V SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Simpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
RIWAYAT HIDUP	66

DAFTAR TABEL

1	Hasil penelitian terdahulu	11
2	Data penelitian berdasarkan jenis, sumber, metode pengumpulan data	20
3	Skor indikator <i>pedigree matrix data quality</i>	24
4	Klasifikasi hasil perhitungan <i>data quality rating</i>	26
5	Kategori dampak dan satuannya	27
6	Data inventori produksi produk aktuasi pesawat tahun 2024	33
7	Hasil nilai masing-masing indikator	39
8	Besaran nilai dampak kajian LCA gate to gate produk aktuasi pesawat dengan unit fungsi 1 kilogram	42
9	Hasil analisis sensitivitas	47

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan LCA	4
2	Batas sistem dari siklus hidup produk dari awal hingga akhir	5
3	Diagram alir unit proses	6
4	<i>Software OpenLCA</i>	9
5	Bagian-bagian struktural dari sistem aktuasi dengan sistem mekanik	10
6	FCAS dengan sistem mekanik/hidraulik	11
7	Diagram alir prosedur kerja	19
8	Alur proses produksi produk aktuasi pesawat	32
9	Neraca massa proses produksi produk aktuasi pesawat	41
10	Hasil interpretasi kontribusi besaran dampak lingkungan	45

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>acidification potential</i> pada <i>chemical process</i>	59
2	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>global warming potential</i> pada <i>chemical process</i>	60
3	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>eutrophication potential</i> pada <i>chemical process</i>	61
4	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>ozone depletion potential</i> pada <i>chemical process</i>	62
5	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>ozone depletion potential</i> pada <i>special process</i>	63
6	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>human toxicity (carcinogenic)</i> pada <i>chemical process</i>	64
7	<i>Sankey diagram</i> kategori dampak <i>human toxicity (non-carcinogenic)</i> pada <i>chemical process</i>	65