

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “*LIFE CYCLE ASSESSMENT KENDARAAN LISTRIK BERBASIS BATERAI DI INDONESIA*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari bulan September tahun 2020 hingga bulan Januari tahun 2021. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak diperoleh dari perkuliahan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

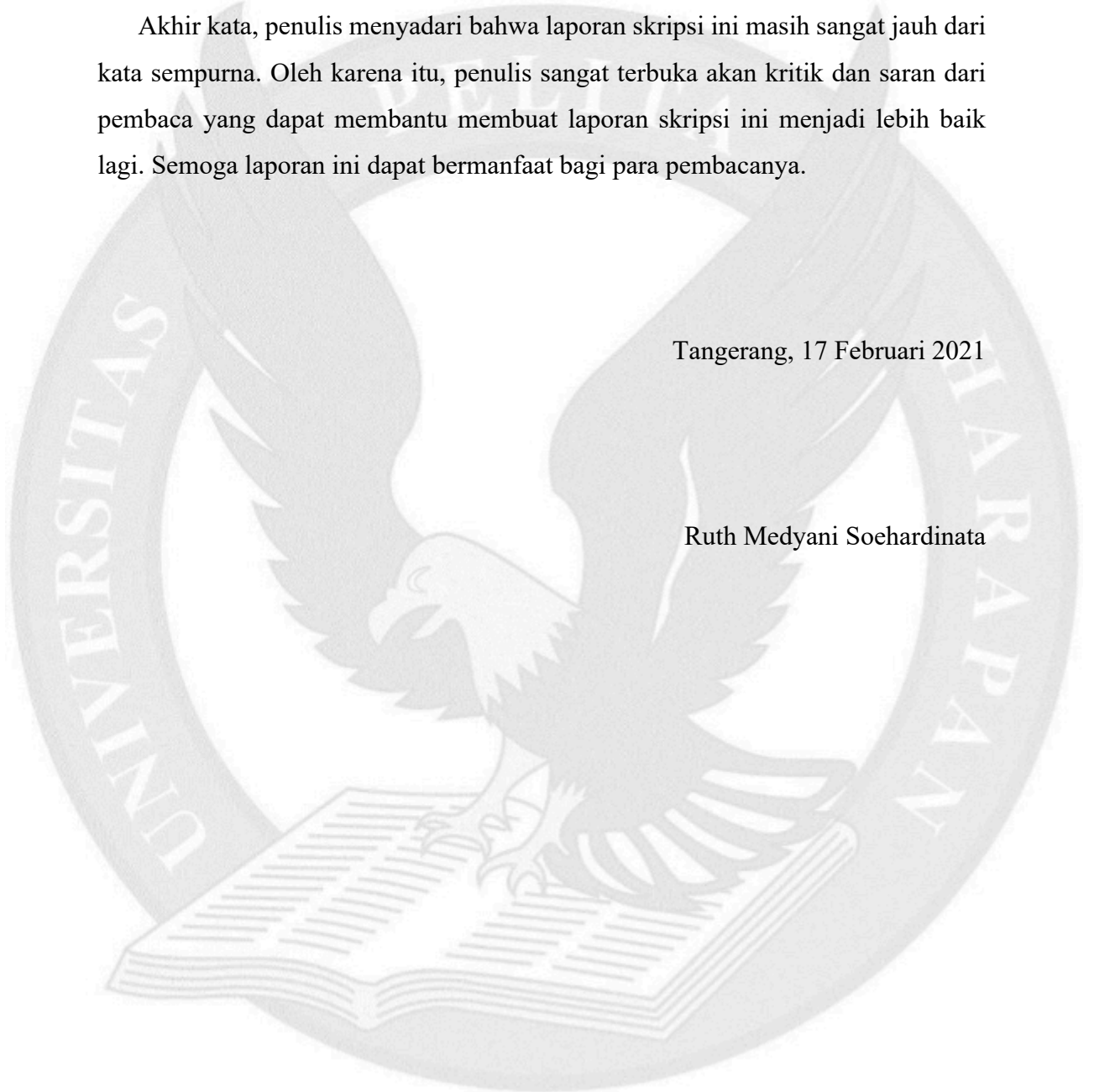
1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Priskila Christine R., S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
5. Ibu Jessica Hanafi, Ph.D., selaku pembimbing skripsi atas arahan, bimbingan, saran, dukungan dan revisi sehingga laporan ini bisa tersusun dengan baik.
6. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku co-pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan laporan.
7. Orang tua yang sudah mendukung dan memberi semangat sejak skripsi dilakukan.
8. Rizqi yang sudah memberih arahan dan saran selama pelaksanaan skripsi.

9. Teman-temen Teknik Industri UPH Angkatan 2017 yang selalu memberi dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
10. Pihak lainnya yang tidak disebutkan satu per satu atas masukan dan dukungan yang diberikan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 17 Februari 2021

Ruth Medyani Soehardinata



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pokok Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	6
2.2 <i>Battery Electric Vehicle</i>	9
2.3 GREET Model.....	10
2.4 Studi Literatur	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Bagan Penelitian	14
3.2 Penelitian Pendahuluan.....	15
3.3 Perumusan Masalah	16
3.4 Tujuan Penelitian	16
3.5 Kajian Pustaka	16
3.6 Pengumpulan Data.....	17
3.7 Pengolahan Data	20
3.8 Analisis dan Pembahasan	21
3.9 Kesimpulan dan Saran	21
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Model Daur Hidup Kendaraan.....	22
4.2 Pengumpulan Data.....	23
4.2.1 Tahap Produksi	25
4.2.2 Tahap Penggunaan.....	31
4.2.3 Tahap <i>End-Of-Life</i>	32
4.3 Pengolahan Data	33
4.4 <i>Life Cycle Impact Assessment</i>	34

4.4.1	<i>Global Warming Potential (GWP)</i>	34
4.4.2	<i>Human Toxicity Potential (HTP)</i>	37
4.4.3	<i>Ozone Depletion Potential (ODP)</i>	40
4.4.4	<i>Abiotic Depletion Potential (ADP)</i>	44
4.4.5	<i>Acidification Potential (AP)</i>	47
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisis Hasil SimaPro Daur Hidup Kendaraan.....	50
5.1.1	Analisis Hasil SimaPro Kategori GWP	51
5.1.2	Analisis Hasil SimaPro Kategori HTP	52
5.1.3	Analisis Hasil SimaPro Kategori ADP	52
5.1.4	Analisis Hasil Simapro Kategori ODP	53
5.1.5	Analisis Hasil SimaPro Kategori AP	53
5.2	Analisis Hotspot.....	54
5.3	Analisis Sensitivitas.....	56
5.3.1	Penggunaan Baterai Lithium Ion	56
5.3.2	Daur Ulang Baterai	58
5.3.3	Daur Ulang Material dan Komponen Lain	61
5.4	Analisis Biaya.....	62
5.4.1	<i>Financial Cost</i>	63
5.4.2	<i>Environmental Cost</i>	65
5.4.3	<i>Total Cost</i>	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	67
6.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1	LCA <i>Framework</i>7
Gambar 3.1	Bagan Penelitian14
Gambar 3.2	Bagan Penelitian (Lanjutan)15
Gambar 4.1	Model Daur Hidup Kendaraan.....22
Gambar 4.2	Persentase Berat Kendaraan.....25
Gambar 4.3	Persentase Material Untuk Produksi Satu Mobil.....28
Gambar 4.4	<i>Process Flow Diagram</i> produksi mobil listrik30
Gambar 4.5	Nilai GWP / Vehicle Lifetime34
Gambar 4.6	Nilai GWP Produksi BEV dan ICEV36
Gambar 4.7	Nilai HTP BEV dan ICEV38
Gambar 4.8	Nilai HTP Produksi BEV dan ICEV39
Gambar 4.9	Nilai ODP BEV dan ICEV41
Gambar 4.10	Nilai ODP BEV dan ICEV42
Gambar 4.11	Nilai ADP BEV dan ICEV44
Gambar 4.12	Nilai ADP Produksi BEV dan ICEV45
Gambar 4.13	Nilai AP BEV dan ICEV47
Gambar 4.14	Nilai AP Produksi BEV dan ICEV48
Gambar 5.1	Analisis Sensitivitas Umur Baterai57
Gambar 5.2	Analisis Sensitivitas Daur Ulang Baterai.....59
Gambar 5.3	Analisis Sensitivitas <i>End-of-Life</i> Pembakaran.....62

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 3.1 <i>Reference Flow</i>	18
Tabel 3.2 Asumsi dan Limitasi.....	18
Tabel 4.1 Komponen mobil.....	24
Tabel 4.2 Spesifikasi Berat Mobil Listrik.....	26
Tabel 4.3 <i>Body Input</i> berdasarkan GREET Model.....	27
Tabel 4.4 <i>Average Plastic Mix</i> berdasarkan GREET Model.....	28
Tabel 4.5 Fluida Kendaraan berdasarkan GREET Model.....	29
Tabel 4.6 <i>Input</i> Proses Perakitan berdasarkan GREET Model.....	31
Tabel 4.7 Asumsi Tahap Penggunaan.....	32
Tabel 4.8 Daur Ulang Material.....	32
Tabel 4.9 Nilai GWP BEV dan ICEV.....	35
Tabel 4.10 Nilai GWP Produksi BEV dan ICEV.....	36
Tabel 4.11 Nilai HTP BEV dan ICEV.....	38
Tabel 4.12 Nilai HTP Produksi BEV dan ICEV.....	40
Tabel 4.13 Nilai ODP BEV dan ICEV.....	41
Tabel 4.14 Nilai ODP Produksi BEV.....	43
Tabel 4.15 Nilai ADP BEV dan ICEV.....	44
Tabel 4.16 Nilai ADP Produksi BEV dan ICEV.....	46
Tabel 4.17 Nilai AP BEV dan ICEV.....	47
Tabel 4.18 Nilai AP Produksi BEV dan ICEV.....	49
Tabel 5.1 Ringkasan Nilai Dampak Lingkungan.....	50
Tabel 5.2 <i>Hotspot</i> Daur Hidup Kendaraan.....	54
Tabel 5.3 <i>Hotspot</i> Tahap Produksi Kendaraan.....	55
Tabel 5.4 Asumsi Biaya Penggunaan.....	63
Tabel 5.5 Asumsi Perhitungan <i>Financial Cost</i>	64
Tabel 5.6 Perhitungan <i>Future Value</i>	64
Tabel 5.7 <i>Environmental Cost</i>	65
Tabel 5.8 <i>Total Cost</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A	
Ringkasan Hasil Studi Literatur	A-1
Lampiran B	
Model Daur Hidup Kendaraan	B-1
Lampiran C	
<i>Input dan Output Body</i>	C-1
<i>Input dan Output Powertrain</i>	C-2
<i>Input dan Output Transmission System</i>	C-3
<i>Input dan Output Chassis</i>	C-4
<i>Input dan Output Traction Motor</i>	C-5
<i>Input dan Output Electronic Controller</i>	C-6
<i>Input dan Output Battery</i>	C-7
<i>Input dan Output Vehicle Fluids</i>	C-8
Lampiran D	
<i>Process Flow Diagram</i> Produksi BEV	D-1
Lampiran E	
<i>Database Material SimaPro</i>	E-1
<i>Database Nature dan Energi SimaPro</i>	E-2
<i>Database Transport SimaPro</i>	E-3
<i>Database Recycling SimaPro</i>	E-4