



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ENERGY ANALYSIS* (LCEA) UNTUK
MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN DARI KONSUMSI ENERGI
DI HOTEL ALILA MANGGIS**

I PUTU EKA RIZKY SAPUTRA

NRP. 2513100090

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

NIP. 195903181986031001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



FINAL PROJECT – TI 141501

**IMPLEMENTATION OF LIFE CYCLE ENERGY ANALYSIS (LCEA) TO
REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY
CONSUMPTION IN HOTEL ALILA MANGGIS**

I PUTU EKA RIZKY SAPUTRA

NRP. 2513100090

Supervisor

Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

NIP. 195903181986031001

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ENERGY ANALYSIS* (LCEA)
UNTUK MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN DARI
KONSUMSI ENERGI DI HOTEL ALILA MANGGIS**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

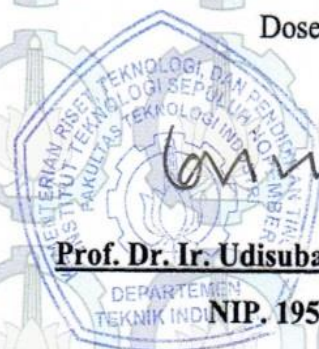
Penulis:

I Putu Eka Rizky Saputra

NRP. 2513.100.090

Mengetahui dan Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulvono, M.Eng.Sc.

NIP. 195903181986031001

SURABAYA, JULI 2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PENERAPAN *LIFE CYCLE ENERGY ANALYSIS* (LCEA)
UNTUK MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN DARI
KONSUMSI ENERGI DI HOTEL ALILA MANGGIS**

Nama mahasiswa : I Putu Eka Rizky Saputra

NRP : 2513100090

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc

ABSTRAK

Industri perhotelan di Indonesia merupakan salah satu industri yang mengalami peningkatan cukup pesat selama beberapa tahun terakhir. Meskipun terdapat berbagai dampak positif dari peningkatan industri perhotelan, namun aktivitas industri perhotelan juga memberikan kerusakan bagi lingkungan salah satunya dari segi konsumsi energi. Hal ini karena hotel termasuk sebagai salah satu pengguna energi yang intens. Penelitian ini dilakukan di hotel Alila Manggis untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan dari konsumsi energi yang dilakukan selama kegiatan operasionalnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Life Cycle Energy Analysis* (LCEA), langkah pertama dilakukan penentuan tujuan dan batasan studi, kedua dilakukan pengukuran konsumsi energi pada setiap unit kegiatan operasional, kemudian dilakukan penilaian terhadap dampak lingkungan, langkah selanjutnya adalah analisis dari hasil penilaian untuk memberikan rekomendasi perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dampak lingkungan yang paling besar adalah *respiratory inorganics, climate change, minerals, dan carcinogens*. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan adalah penggunaan lampu hemat energi untuk penerangan, mengganti AC dengan AC berdaya rendah, dan perubahan kebijakan penjualan kamar dan *laundry*. Masing-masing rekomendasi perbaikan mampu mengurangi dampak lingkungan sebesar 10.09%, 6.29%, dan 9.65%.

Kata kunci : *Life Cycle Energy Analysis* (LCEA), Hotel, *Environmental Impact Assessment*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

IMPLEMENTATION OF LIFE CYCLE ENERGY ANALYSIS (LCEA) TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY CONSUMPTION IN HOTEL ALILA MANGGIS

Name : I Putu Eka Rizky Saputra
NRP : 2513100090
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc

ABSTRACT

The Hotel industry in Indonesia is one of the fastest growing industries for the last few years. Although there are many positive effects from hotel industry development, hotel activities can also cause environmental damage, one of them in terms of energy consumption. This is because hotel is one of the intense energy uses. This research was conducted in Alila Manggis hotel to determine the environmental impact of energy consumption during the operation. Method used in this research is Life Cycle Energy Analysis (LCEA), first step of this method is goal and scope definition, second is measurement of energy consumption in each unit of operational activity, then perform the environmental impact assessment, the next step is analyze the result of this assessment to provide improvement recommendations. The results of this research showed that the greatest environmental impacts are respiratory inorganics, climate change, minerals, and carcinogens. Improvement recommendations given are use of energy saving lamp for lighting, replace regular AC with low-power AC, changes in sales policy and laundry policy. Each improvement recommendations can decrease environmental impact by 10.09%, 6.29%, and 9.65%.

Keywords : Life Cycle Energy Analysis (LCEA), Hotel, Environmental Impact Assessment.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Penerapan *Life Cycle Energy Analysis (LCEA)* untuk Mengurangi Dampak Lingkungan dari Konsumsi Energi di Hotel Alila Manggis”** dengan tepat waktu. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama mengerjakan Tugas Akhir ini, banyak pihak terkait yang telah membantu penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, Ni Desak Nyoman Betrika Meihapsari, I Wayan Budiarta, I Nyoman Sapta Temaja, dan Ni Kadek Iis Sugiarti; kakek dan nenek, I Dewa Made Sudarsana dan Sulasmiatin; serta saudara dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng. Sc selaku dosen pembimbing yang telah sabar membimbing penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng, dan Bapak Ir. Mokhammad Suef, MSc(Eng) selaku dosen penguji seminar proposal dan siding Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Industri ITS yang telah mendidik dan mengajarkan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan di Teknik Industri ITS, khususnya Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Industri ITS, Bapak Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T., selaku dosen Koordinator Tugas Akhir, dan Bapak Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen wali penulis.
5. Ibu Ni Ketut Suseni selaku Manajer Departemen Personalia dan Bapak P.T. Eka Yudhi Pratama selaku Koordinator Departemen Teknik di hotel Alila Manggis yang telah memberikan banyak bantuan dalam pengumpulan data

dan memberikan pengetahuan mengenai kegiatan operasional hotel Alila Manggis.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dapat diterima agar kedepannya Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Penulis memohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang ada. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Perumusan Masalah	5
1. 3 Tujuan Penelitian	5
1. 4 Manfaat Penelitian	6
1. 5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5. 1 Batasan	6
1.5. 2 Asumsi	6
1. 6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2. 1 Tipe dan kategori pada LCA	9
2. 2 <i>Life Cycle Energy Analysis (LCEA)</i>	11
2. 3 Tahapan Dalam Menganalisis LCEA	13
2.3. 1 Goal and Scope Definition	13
2.3. 2 Life Cycle Inventory (LCI)	14
2.3. 3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)	15
2.3. 4 Interpretation	16
2. 4 Kategori Dampak Lingkungan	16
2.4. 1 Carcinogenic Effects	18
2.4. 2 Respiratory Organics/Inorganics	18
2.4. 3 Climate Change	19
2.4. 4 Radiation	20

2.4. 5 Ozone Depletion.....	21
2.4. 6 Ecotoxicity	22
2.4. 7 Acidification/Eutrophication.....	23
2.4. 8 Land-Use	23
2.4. 9 Mineral Resource Depletion.....	23
2. 5 Siklus Kegiatan Tamu Pada Hotel	24
2. 6 Kajian Finansial	25
2.6 1 Payback Period.....	26
2.6 2 Net Present Value (NPV)	26
2.6 3 Benefit Cost Ratio (BCR)	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3. 1 Tahap Awal dan Persiapan.....	29
3.1. 1 Studi Literatur	29
3.1. 2 Studi Lapangan.....	29
3. 2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	30
3. 3 Tahap Analisis dan Interpretasi	30
3. 4 Kesimpulan dan Saran	31
3.5 <i>Flowchart</i> Metodologi	31
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	33
4. 1 Profil Hotel Alila Manggis	33
4. 2 Departementalisasi Hotel Alila Manggis	34
4. 3 Kegiatan Operasional Hotel Alila Manggis.....	38
4. 4 Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup LCEA	42
4.4. 1 Tujuan.....	42
4.4. 2 Ruang Lingkup.....	43
4. 5 <i>Life Cycle Inventory</i> (LCI).....	47
4.5. 1 <i>Life Cycle Inventory</i> pada Unit Penjemputan.....	47
4.5. 2 <i>Life Cycle Inventory</i> pada Unit Penerimaan Tamu	49
4.5. 3 <i>Life Cycle Inventory</i> pada Unit Pelayanan Makanan	51
4.5. 4 <i>Life Cycle Inventory</i> pada Unit Pelayanan Kamar	54
4.5. 5 <i>Life Cycle Inventory</i> pada Area Rekreasi	57

4.5. 6 Life Cycle Inventory pada Spa	59
4.5. 7 Life Cycle Inventory pada Tour.....	61
4.5. 8 Life Cycle Inventory pada Unit Keberangkatan	62
4. 6 <i>Life Cycle Impact Assessment</i> (LCIA)	63
4.6. 1 Characterization	64
4.6. 2 Normalization	66
4.6. 3 Weighting.....	69
4.6. 4 Single Score	71
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI.....	75
5. 1 Analisis Dampak Lingkungan	75
5.1. 1 Characterization	76
5.1. 2 Normalization dan Weighting.....	87
5.1. 3 Single Score	88
5. 2 Analisis Perbaikan	92
5.2. 1 Penggunaan Lampu Hemat Energi	92
5.2. 2 Mengganti AC Dengan AC Berdaya Rendah.....	99
5.2. 3 Perubahan Kebijakan Penjualan Kamar dan Laundry	104
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	109
6. 1 Kesimpulan.....	109
6. 2 Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN.....	115

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jenis Kendaraan Hotel Alila Manggis.....	47
Tabel 4.2 LCI pada Unit Penjemputan.....	48
Tabel 4.3 Data Peralatan Elektronik di Area Lobi.....	50
Tabel 4.4 LCI pada Unit Penerimaan Tamu.....	51
Tabel 4.5 Data Peralatan Elektronik di Unit Pelayanan Makanan.....	52
Tabel 4.6 LCI pada Unit Pelayanan Makanan.....	53
Tabel 4.7 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian A.....	55
Tabel 4.8 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian B.....	56
Tabel 4.9 LCI pada Unit Pelayanan Kamar.....	57
Tabel 4.10 LCI pada Area Rekreasi.....	58
Tabel 4.11 Data Lampu pada Area Rekreasi.....	58
Tabel 4.12 Data Peralatan Elektronik Ruangan Spa.....	60
Tabel 4.13 LCI pada Unit Spa.....	60
Tabel 4.14 LCI pada Unit <i>Tour</i>	62
Tabel 4.15 LCI pada Unit Keberangkatan.....	63
Tabel 4.16 Total Nilai <i>Characterization</i>	64
Tabel 4.17 Kontribusi Unit Kegiatan Terhadap Dampak Lingkungan <i>End Point (Characterization)</i>	65
Tabel 4.18 Nilai Hasil <i>Normalisasi</i>	67
Tabel 4.19 Kontribusi Unit Kegiatan Terhadap Dampak Lingkungan <i>End Point (Normalization)</i>	68
Tabel 4.20 Nilai Hasil <i>Weighting</i>	69
Tabel 4.21 Nilai Kategori Dampak <i>End Point</i> untuk Setiap Unit Kegiatan...	72
Tabel 4.22 Nilai Kontribusi Penggunaan Energi Terhadap Dampak Lingkungan.....	73
Tabel 5.1 Penggunaan Lampu Kondisi Eksisting.....	93
Tabel 5.2 Rekomendasi Penggunaan Lampu.....	94
Tabel 5.3 Perbandingan Nilai Lumen Lampu.....	95
Tabel 5.4 Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah	

Perbaikan 1	96
Tabel 5.5 Perbandingan Lampu LED.....	96
Tabel 5.6 Harga dan Jumlah Pembelian Lamp Philips.....	98
Tabel 5.7. Alternatif AC Tipe <i>Low Watt</i>	100
Tabel 5.8. Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan 2.....	102
Tabel 5.9. Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian B.....	106
Tabel 5.10 Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan 3.....	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rata-rata konsumsi energi hotel Alila Manggis per tahun.....	3
Gambar 1.2 Total konsumsi energi hotel Alila Manggis per bulan.....	3
Gambar 2.1 Tipe Lca Berdasarkan Skala Dan Ruang Lingkup Analisis.....	11
Gambar 2.2 LCA <i>Framework</i>	13
Gambar 2.3 Hubungan kategori dampak <i>mid point</i> dan <i>end point</i>	17
Gambar 2.4 Siklus tamu pada hotel.....	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Struktur organisasi hotel Alila Manggis.....	38
Gambar 4.2 Siklus kegiatan tamu selama di hotel.....	39
Gambar 4.3 Flowchart kegiatan operasional hotel Alila Manggis.....	41
Gambar 4.4 Unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis.....	44
Gambar 4.5 <i>Material balance</i> unit penjemputan.....	47
Gambar 4.6 Input data unit penjemputan pada SimaPro.....	49
Gambar 4.7 <i>Material balance</i> unit penerimaan tamu.....	49
Gambar 4.8 Input data unit penerimaan tamu pada SimaPro	51
Gambar 4.9 <i>Material balance</i> unit pelayanan makanan.....	51
Gambar 4.10 Input data unit pelayanan makanan pada SimaPro	54
Gambar 4.11 <i>Material balance</i> unit pelayanan kamar	54
Gambar 4.12 Input data unit pelayanan kamar pada SimaPro	57
Gambar 4.13 <i>Material balance</i> unit rekreasi.....	57
Gambar 4.14 Input data unit Area Rekreasi pada SimaPro	59
Gambar 4.15 <i>Material balance</i> spa.....	59
Gambar 4.16 Input data unit spa pada SimaPro	60
Gambar 4.17 <i>Material balance</i> unit tour	61
Gambar 4.18 Input data unit <i>Tour</i> pada SimaPro	62
Gambar 4.19 <i>Material balance</i> unit keberangkatan	62
Gambar 4.20 Input data unit keberangkatan pada SimaPro	63
Gambar 4.21 Hasil <i>characterization</i> kegiatan operasional hotel	64
Gambar 4.22 <i>Characterization</i> dampak lingkungan <i>end point</i>	65

Gambar 4.23 <i>Normaliztion</i> dampak lingkungan unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis	66
Gambar 4.24 <i>Normalization</i> dampak lingkungan <i>end point</i>	68
Gambar 4.25 Hasil <i>weighting</i> kategori dampak lingkungan	69
Gambar 4.26 Hasil <i>single score</i> untuk masing-masing unit kegiatan operasional	71
Gambar 4.27 Hasil <i>single score</i> kategori dampak <i>end point</i>	72
Gambar 4.28 <i>Network</i> dampak lingkungan kegiatan operasional hotel Alila Manggis	73
Gambar 5.1 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>respiratory organics</i>	77
Gambar 5.2 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>respiratory inorganics</i>	78
Gambar 5.3 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>climate change</i> ...	79
Gambar 5.4 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>radiation</i>	80
Gambar 5.5 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>ozone depletion</i>	82
Gambar 5.6 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>ecotoxicity</i>	83
Gambar 5.7 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>acidification / eutrophication</i>	84
Gambar 5.8 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>land use</i>	85
Gambar 5.9 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>minerals</i>	86
Gambar 5.10 <i>Network characterization</i> dampak lingkungan <i>carcinogens</i>	87
Gambar 5.11 Kontribusi unit pelayanan kamar terhadap dampak lingkungan	89
Gambar 5.12 Kontribusi unit pelayanan makan terhadap dampak lingkungan	90
Gambar 5.13 Kontribusi unit penerimaan tamu terhadap dampak lingkungan	91
Gambar 5.14 Kontribusi unit area rekreasi terhadap dampak lingkungan.....	91
Gambar 5.15 Perbandingan <i>weighting</i> sebelum dan sesudah perbaikan 1.....	95
Gambar 5.16 Perbandingan <i>single score</i> sebelum dan sesudah perbaikan 1...	96
Gambar 5.17 Perbandingan <i>weighting</i> sebelum dan sesudah perbaikan 2.....	101
Gambar 5.18 Perbandingan <i>single score</i> sebelum dan sesudah perbaikan 2...	101
Gambar 5.19 Denah hotel Alila Manggis (Sumber: Hotel Alila Manggis).....	105

Gambar 5.20 Rata-rata kamar terjual per bulan hotel Alila Manggis.....	105
Gambar 5.21 Perbandingan <i>weighting</i> sebelum dan sesudah perbaikan 3.....	107
Gambar 5.22 Perbandingan <i>single score</i> sebelum dan sesudah perbaikan 3...	107

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang permasalahan yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Bahasan pada bab pendahuluan meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

1. 1 Latar Belakang

Industri perhotelan di Indonesia merupakan salah satu industri yang mengalami peningkatan cukup pesat selama beberapa tahun terakhir. Hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan jumlah hotel, pada tahun 2016 jumlah hotel berbintang meningkat sebanyak 190 dari tahun sebelumnya yang berjumlah 2.197, sedangkan hotel non-bintang meningkat sebanyak 95 hotel dari tahun sebelumnya yang berjumlah 10.311 (BPS, 2017). Peningkatan ini merupakan respon terhadap jumlah wisatawan yang meningkat sebesar 15.54% pada tahun 2016 dengan jumlah wisatawan mencapai 12.023.971 orang (Kemenpar, 2017). Berkembangnya industri perhotelan mampu memberikan berbagai dampak positif seperti memberikan lapangan pekerjaan baru, meningkatkan pendapatan pajak, membantu perkembangan dan promosi pariwisata, serta meningkatkan perekonomian lokal. Namun disamping berbagai dampak positif tersebut, aktivitas industri perhotelan juga mampu memberikan dampak lingkungan salah satunya dari segi konsumsi energi. Hal ini karena hotel termasuk sebagai salah satu pengguna energi yang intens.

Berdasarkan survey yang dilakukan oleh *Indonesian Clean Energy Development* (ICED, 2015), menunjukkan bahwa di Indonesia banyak ditemui hotel yang mengkonsumsi energi jauh melebihi jumlah energi yang sebenarnya diperlukan untuk mengoperasikan hotel. Contohnya hotel pada wilayah Bali memiliki rata-rata konsumsi energi per kamar terjual sebesar 183 kWh, Jakarta sebesar 131 kWh, dan Jogjakarta sebesar 85 kWh. Konsumsi energi yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan lingkungan, seperti *global*

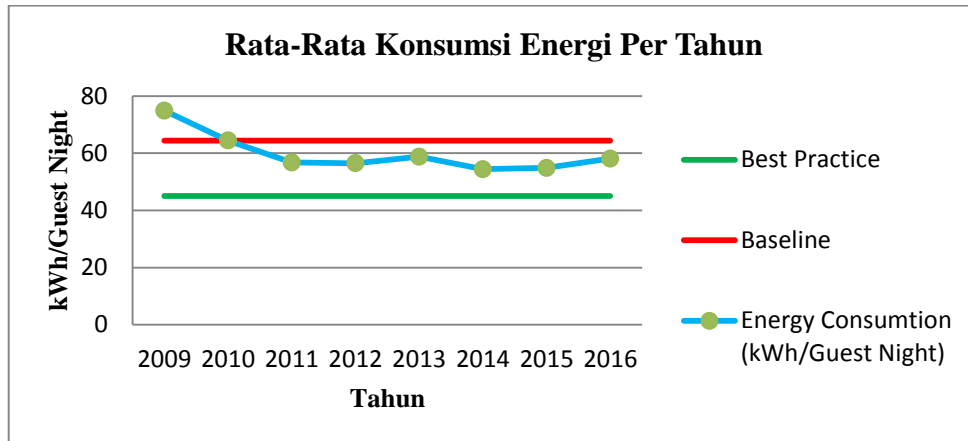
warming akibat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran energi, meningkatnya zat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker, permasalahan pernapasan akibat debu dari pembakaran energi, penipisan ozon, berkurangnya sumber mineral, dan lain-lain.

Hotel di Bali memiliki rata-rata penggunaan energi yang paling besar di Indonesia. Kondisi ini menjadi lebih mengkhawatirkan karena Bali memiliki jumlah hotel yang cukup banyak yaitu total 4.880 hotel berbintang dan non-bintang atau setara dengan 39% dari total hotel yang ada di Indonesia (BPS, 2017). Menanggapi permasalahan tersebut, pemerintah provinsi Bali berusaha untuk menghimbau pihak hotel untuk melakukan penghematan terhadap penggunaan energi, bahkan pemerintah Provinsi Bali juga membangun pembangkit listrik tenaga diesel gas (PLTD gas) di Denpasar sebagai bentuk realisasi dari proyek *Green Province* (Murdaningsih, 2016). Tidak hanya pihak pemerintah, pihak hotel pun juga turut melakukan upaya penghematan dengan melakukan audit energi dan turut serta melaksanakan praktik *eco-hotel*.

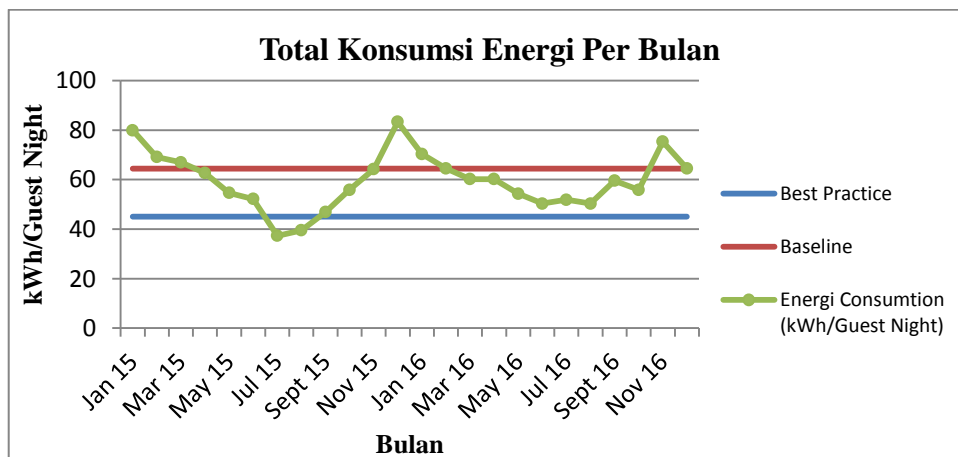
Hotel Alila Manggis adalah salah satu contoh hotel di Bali yang peduli terhadap lingkungan. Hotel Alila Manggis terletak di Desa Buitan, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali. Hotel ini memiliki kapasitas 55 kamar dan juga dilengkapi dengan fasilitas restoran, bar, kolam renang, ruang *meeting* dan *spa* serta pelayanan *tour* di area wisata sekitar karangasem. Atas kepeduliannya terhadap lingkungan hotel ini berhasil memperoleh penghargaan *Asean Green Hotel Award* pada tahun 2010. Kemudian memperoleh *Silver Certification for Environmental Practices* dari *Earth Check Organization* pada tahun 2013 hingga 2015. Lalu pada tahun 2016 hotel Alila Manggis telah berhasil memperoleh *Gold Certification* dari *Earth Check Organization*. Berbagai program juga dilakukan oleh Alila Manggis sebagai bentuk komitmennya terhadap tanggung jawab sosial dan lingkungan diantaranya adalah kebijakan *zero-waste*, program konservasi terumbu karang, serta melatih dan mempekerjakan penduduk desa setempat melalui proyek daur ulang komunitas *Greenbank*.

Hotel Alila Manggis juga berupaya melakukan efisiensi penggunaan energi yaitu dengan melakukan *benchmarking* terhadap penggunaan energi berdasarkan audit yang dilakukan oleh *Earth Check* yang merupakan salah satu

badan sertifikasi *eco*-hotel. Melalui *benchmarking* ini pihak hotel akan mengetahui bagaimana kinerja efisiensi energi yang telah mereka lakukan. Data hasil audit energi dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Rata-rata konsumsi energi hotel Alila Manggis per tahun (Earth Check, 2017)



Gambar 1.2 Total konsumsi energi hotel Alila Manggis per bulan (Data sekunder hotel Alila Manggis)

Pada Gambar 1.1, garis *baseline* menunjukkan titik maksimum yang digunakan untuk perbandingan rata-rata konsumsi energi per malam yaitu 64,4059 kWh/*guest night*. Hotel yang memiliki tingkat konsumsi energi melebihi batas *baseline* dianggap sangat tidak efisien. Sedangkan garis *best practice* adalah nilai rata-rata konsumsi energi per malam terbaik yaitu 54.3887 kWh/*guest night*. Rata-

rata konsumsi energi yang ditampilkan pada Gambar 1.1 menunjukkan bahwa hotel Alila Manggis telah berhasil menurunkan rata-rata konsumsi energi per tahun hingga lebih rendah dari *baseline*. Rata-rata konsumsi energi terendah adalah pada tahun 2014 yaitu sebesar 54.3887 kWh/*guest night*, namun rata-rata tingkat konsumsi energi hotel Alila kembali meningkat pada tahun 2015 menjadi 54.84 dan 2016 menjadi 58.07 kWh/*guest night*.

Apabila dilihat dari tingkat konsumsi energi per bulan yang ditampilkan pada Gambar 1.2, maka dapat diketahui bahwa tingkat konsumsi energi pada awal tahun dan akhir tahun mengalami peningkatan bahkan melebihi batas *baseline*. Periode awal tahun terjadi antara bulan Januari hingga bulan April dan periode akhir tahun terjadi di bulan November hingga Desember. Kemudian jika dilihat dari total *guest night* per bulan, diketahui bahwa pada periode yang sama terjadi penurunan tingkat okupansi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi energi pada bulan Januari hingga April dan November hingga Desember cenderung lebih tinggi dibandingkan bulan lainnya karena pemakaian energi yang cenderung tetap ketika jumlah tamu mengalami penurunan. Kondisi ini mengindikasikan adanya peluang untuk melakukan efisiensi konsumsi energi pada hotel Alila Manggis.

Berdasarkan data hasil *benchmark* tersebut, dapat disimpulkan bahwa rata-rata konsumsi energi tahunan di hotel Alila Manggis cukup efisien namun masih memiliki peluang untuk ditingkatkan terutama ketika okupansi hotel rendah seperti pada periode awal dan akhir tahun. Efisiensi pada konsumsi energi tidak hanya berpengaruh pada biaya operasional, melainkan juga akan berpengaruh terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan melalui proses produksi energi dan pembakaran bahan bakar fosil. Menurut hasil *benchmarking* yang dilakukan oleh Earth Check, hotel Alila Manggis menghasilkan 32.44 kgCO₂-eq/*guest night*.

Agar dapat meminimalkan dampak lingkungan yang dihasilkan selama kegiatan operasional hotel sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi, maka perlu dilakukan sebuah penilaian dampak lingkungan yang dihasilkan akibat penggunaan energi di hotel Alila Manggis. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh produk atau proses diantaranya adalah GHG Protocol, *International Organization*

for Standardization (ISO), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), dan Life Cycle Assessment (LCA).

Pendekatan-pendekatan tersebut mengevaluasi secara menyeluruh terhadap semua dampak lingkungan yang mungkin dihasilkan oleh suatu produk atau jasa. Dampak lingkungan yang dievaluasi sangat luas sehingga pendekatan-pendekatan tersebut menjadi sangat komprehensif dan harus mengevaluasi keseluruhan faktor seperti material, proses produksi atau jasa, limbah yang dihasilkan, dan faktor-faktor lain yang menyebabkan dampak lingkungan secara tidak langsung. Namun dalam penelitian ini dampak lingkungan yang menjadi fokus utama adalah dampak yang berhubungan dengan penggunaan energi, maka pendekatan yang sesuai untuk mengevaluasi dampak lingkungan tersebut adalah *life cycle energy analysis (LCEA)*. LCEA adalah sebuah pendekatan simplifikasi dari LCA dimana LCEA berfokus pada konsumsi energi sebagai satu-satunya input dalam menganalisis dampak lingkungan (Filimonau, dkk., 2016). Meskipun LCEA merupakan simplifikasi dari LCA, namun LCEA tetap mengadopsi LCA *framework* sebagai landasan analisisnya sehingga metode ini tetap dianggap valid untuk digunakan. Kelebihan LCEA sendiri adalah waktu yang digunakan lebih cepat karena LCEA mengurangi data *life cycle inventory* yang harus dikumpulkan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini adalah melakukan evaluasi dampak lingkungan berdasarkan konsumsi energi pada kegiatan operasional hotel Alila Manggis, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar dampak lingkungan yang disebabkan oleh konsumsi energi yang dilakukan selama aktivitas operasional hotel menggunakan *life cycle energy analysis*.
2. Untuk mengetahui kegiatan operasional hotel yang memiliki kontribusi terbesar terhadap dampak lingkungan.

3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi di hotel Alila Manggis.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesadaran bagi pihak hotel, tamu, dan masyarakat sekitar terhadap kepedulian lingkungan serta memberikan rekomendasi yang akan membantu pihak hotel Alila Manggis untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan melalui kegiatan operasional hotel.
2. Tindakan mengurangi dampak lingkungan dapat meningkatkan citra hotel Alila Manggis sebagai salah satu *Green Hotel* di Bali.
3. Pengurangan dampak lingkungan dari konsumsi energi akan secara tidak langsung meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memberikan keuntungan bagi hotel Alila Manggis dari sisi biaya operasional hotel.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan pada penelitian ini. Berikut ini batasan dan asumsi yang digunakan:

1.5.1 Batasan

1. Objek amatan penelitian dilakukan di hotel Alila Manggis yang berada di Desa Buitan, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali.
2. Siklus hidup yang diamati dalam penelitian ini adalah siklus kegiatan tamu hotel mulai dari penjemputan tamu, pelayaran di *front office*, pelayanan selama tamu menginap, dan pengantaran tamu dari hotel.
3. Life cycle inventory yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa konsumsi energi selama siklus kegiatan tamu. Energi yang dimaksud adalah energi listrik, bahan bakar minyak (BBM), dan LPG.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data dampak lingkungan pada *software* SimaPro 7.1 mampu mewakili kondisi dampak lingkungan pada kondisi eksisting.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memberikan gambaran mengenai penulisan penelitian ini, berikut ini adalah sistematika penulisan penelitian:

- **BAB 1 – PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang permasalahan yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Bahasan pada bab pendahuluan meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

- **BAB 2 – TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang kerangka teori dan konseptual yang digunakan sebagai landasan pada penelitian ini, diantaranya adalah tipe dan kategori LCA, *life cycle energy analysis* (LCEA), tahapan dalam menganalisis LCEA, kategori dampak lingkungan, pengertian hotel dan jenis-jenis hotel, siklus kegiatan tamu pada hotel, energi yang sering digunakan di hotel.

- **BAB 3 – METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan urutan langkah atau metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini secara sistematis. Metode penelitian terdiri dari empat tahap yaitu tahap awal dan persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi, serta kesimpulan dan saran.

- **BAB 4 – PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Data yang dikumpulkan merupakan data yang bersumber dari pengamatan, wawancara, dan data historis. Kemudian data akan diolah sesuai dengan metodologi penelitian yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini.

- **BAB 5 – ANALISIS DAN INTERPRETASI**

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab 4. Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis hasil karakterisasi dampak lingkungan,

analisis hasil normalisasi dampak lingkungan, analisis hasil pembobotan dan hasil *single score*, serta analisis perbaikan.

- **BAB 6 – KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan serta saran yang dapat diberikan untuk perbaikan pada penelitian kedepan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang kerangka teori dan konseptual yang digunakan sebagai landasan pada penelitian ini, diantaranya adalah tipe dan kategori LCA, *life cycle energy analysis* (LCEA), tahapan dalam menganalisis LCEA, kategori dampak lingkungan, pengertian hotel dan jenis-jenis hotel, siklus kegiatan tamu pada hotel, energi yang sering digunakan di hotel.

2. 1 Tipe dan kategori pada LCA

Menurut ISO 14040 *Life cycle assessment* (LCA) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengevaluasi input, keluaran dan dampak lingkungan potensial dari suatu sistem produk selama masa siklus hidupnya (ISO, 1997). LCA berfokus pada aspek lingkungan khususnya pada dampak lingkungan potensial dari penggunaan sumber daya atau pembuangan limbah sisa produksi produk atau proses. *International Organization for Standardization* (ISO) telah mengklasifikasikan produk atau jasa yang dapat dianalisis dengan LCA kedalam beberapa kategori, diantaranya adalah:

Kategori 1, produk dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Servis (misalnya transportasi),
- *Software* (misalnya program komputer),
- *Hardware* (misalnya mesin),
- Material (misalnya pelumas).

Kategori 2, jasa memiliki elemen *tangible* dan *intangibile*. Penyediaan layanan dapat menyediakan unsur sebagai berikut:

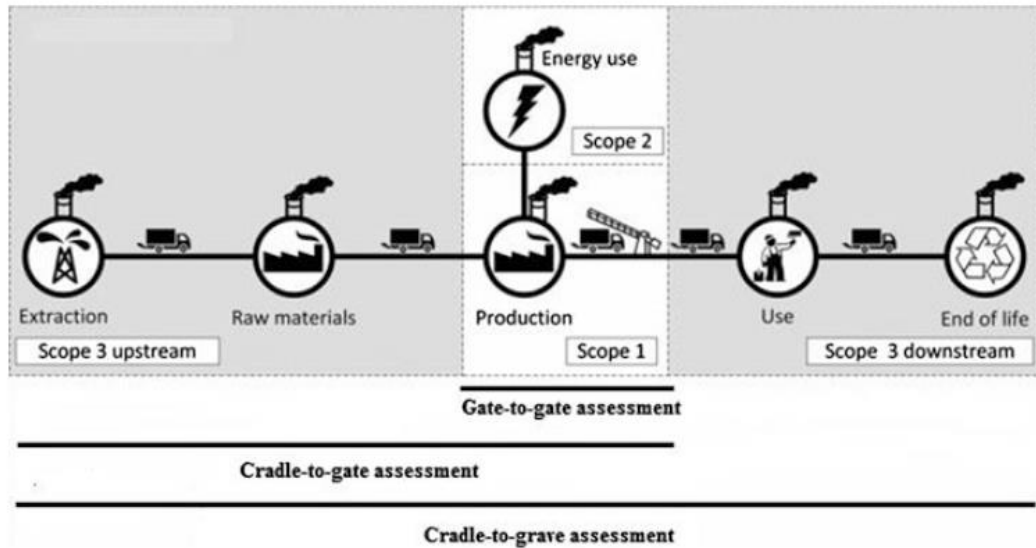
- Penyediaan *customer-supplied* pada produk *tangible* (misalnya mobil untuk diperbaiki),
- Penyediaan *customer-supplied* pada produk *intangibile* (misalnya laporan laba rugi untuk keperluan pajak),
- Pengiriman produk *intangibile* (misalnya penyampaian informasi dalam konteks transmisi pengetahuan),

- Penciptaan suasana kenyamanan bagi pelanggan (misalnya pada hotel dan restoran).

LCA memiliki berbagai macam tipe yang mengindikasikan ruang lingkup dan skala dari analisis yang dilakukan. Berdasarkan ruang lingkup dan skala analisisnya, LCA dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu, tradisional LCA atau *cradle-to-grave assessment*, *cradle-to-gate assessment*, dan *gate-to-gate assessment* (Filimonau, Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Analysis in Tourism, 2016). Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai tipe-tipe LCA:

- *Cradle-to-grave assessment* adalah metode LCA yang digunakan untuk memperhitungkan semua proses dan dampak lingkungan yang berhubungan dengan siklus hidup produk atau jasa mulai dari *cradle* atau bagian awal seperti ekstraksi bahan baku, pengolahan, perakitan, distribusi, produk digunakan, hingga produk selesai digunakan dan masuk tahap *grave* (tahap akhir produk contohnya pembakaran, penimbunan, atau proses daur ulang).
- *Cradle-to-gate assessment* adalah tipe LCA yang melakukan penilaian pada bagian hulu atau *upstream* industri yaitu mulai dari tahap memperoleh bahan baku hingga suatu produk selesai diproduksi. Berbeda dengan *cradle-to-grave assessment* yang melakukan penilaian secara total pada seluruh aspek lingkungan dan siklus hidup produk, *Cradle-to-gate* hanya melakukan penilaian secara sebagian. *Cradle-to-gate* mengabaikan dampak lingkungan pada bagian *down stream* yang terdiri dari proses penggunaan produk dan proses akhir atau pembuangannya. Namun meskipun demikian, *cradle-to-gate* tetap dianggap relevan pada beberapa kondisi, contohnya kondisi dimana informasi mengenai penggunaan produk dan tahap akhir sulit untuk didapat atau tidak begitu berpengaruh terhadap lingkungan.
- *Gate-to-gate assessment* adalah tipe LCA yang dilakukan untuk mengetahui dampak lingkungan akibat kegiatan operasi pada suatu

industri. Pada *gate-to-gate assessment* tidak dilakukan penilaian terhadap *upstream* maupun *downstream level*.



Gambar 2. 1 Tipe LCA Berdasarkan Skala Dan Ruang Lingkup Analisis

Sumber: (Filimona, dkk., 2016)

Selain ketiga tipe tersebut, terdapat tipe lain dari LCA yang berhubungan dengan kompleksitas analisisnya, yaitu simplifikasi LCA. Kompleksitas dari LCA adalah LCA memerlukan analisis terhadap berbagai kategori dampak lingkungan. Pada simplifikasi LCA berbagai dampak lingkungan dibagi kemudian dilakukan analisis hanya pada isu lingkungan utama. Tujuan dari pengembangan metode simplifikasi LCA adalah untuk menyediakan suatu metode yang cepat, murah namun menyediakan analisis yang efektif serta dapat mendukung dalam pengambilan keputusan (Hur, dkk., 2005). Salah satu bentuk dari simplifikasi LCA adalah *life cycle energy analysis* (LCEA), yaitu LCA yang menganalisis kategori dampak lingkungan dengan menggunakan konsumsi energi sebagai indikatornya.

2. 2 *Life Cycle Energy Analysis* (LCEA)

Life cycle energy analysis (LCEA) adalah sebuah pendekatan yang menghitung semua *input* energi pada bangunan selama masa siklus hidupnya (Ramesh, dkk., 2010). LCEA juga merupakan turunan atau simplifikasi dari

metode LCA, dimana LCEA fokus pada energi dan menggunakan emisi GHG sebagai indikator dari dampak lingkungan yang diakibatkan (Filimona, dkk., 2016). Pada umumnya LCEA digunakan untuk mengevaluasi energi yang dibutuhkan suatu bangunan selama masa siklus hidupnya, bangunan tersebut dapat berupa pabrik, bangunan tempat tinggal, bangunan komersial, atau gedung pemerintahan. Pada analisis konsumsi energi bangunan, LCEA mengevaluasi tiga fase dalam siklus hidup bangunan, yaitu fase konstruksi, fase operasional, dan fase pembongkaran (Ramesh, dkk., 2010). Fase konstruksi meliputi pembuatan dan transportasi material, instalasi teknis pada saat pembangunan bangunan, dan renovasi. Fase operasional meliputi semua aktifitas yang dilakukan didalam gedung tersebut selama masa siklus hidup hotel. Sedangkan fase pembongkaran meliputi pembongkaran dan transportasi pemindahan material hasil pembongkaran. Fase operasional merupakan bagian yang paling dominan dalam hal tingkat konsumsi energi bangunan (Sartori & Hestnes, 2007). Bahkan dominasi pada fase operasional dianggap cukup besar karena mampu mengabaikan perbedaan seperti jenis material konstruksi, teknik konstruksi, ukuran dan tipe bangunan dan sebagainya. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat potensi yang besar untuk melakukan efisiensi energi pada fase operasional.

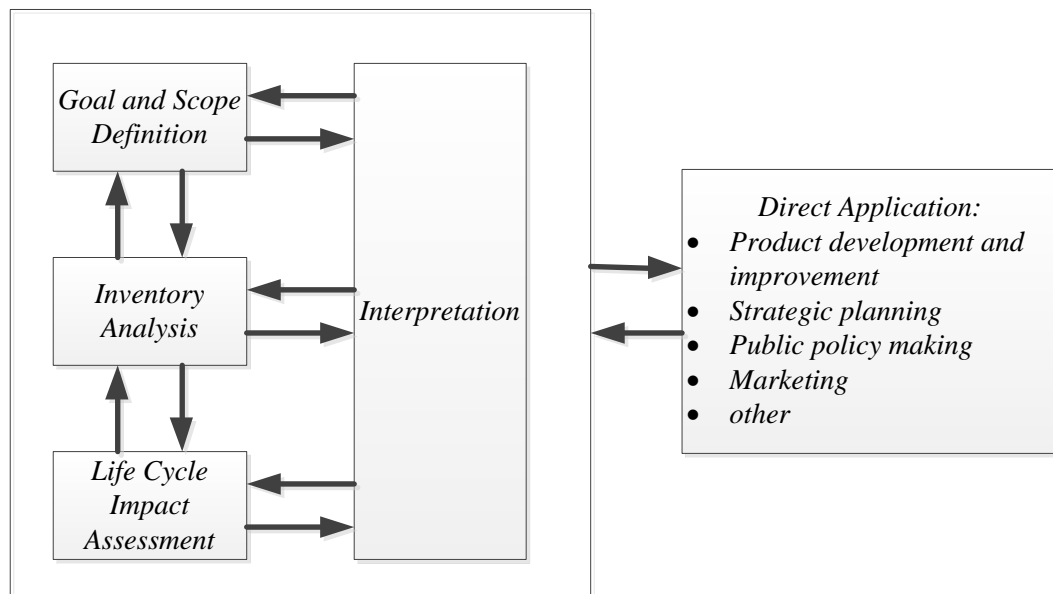
Tujuan utama dari LCEA bukan untuk menggantikan metode penilaian lingkungan yang lebih luas seperti LCA, melainkan untuk memfasilitasi pengambil keputusan dalam hal efisiensi energi (Crawford, 2012). LCEA digunakan ketika ingin melakukan penilaian dampak lingkungan dengan menggunakan konsumsi energi dan emisi yang dihasilkan sebagai satu-satunya faktor pengukuran dampak lingkungan pada suatu produk atau jasa.

Penelitian mengenai penerapan LCEA untuk mengevaluasi *carbon footprint* pada akomodasi pariwisata telah dilakukan oleh Filimonau, Dickinson, Robbin, dan Huijbregts pada tahun 2011 (Filimonau, dkk., 2011). Dalam papernya yang berjudul “*Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation*”, Filimonau dkk menerapkan LCEA pada kegiatan operasional di dua hotel sejenis untuk mengetahui dampak lingkungan yang dihasilkan. Kemudian hasil penelitian tersebut membandingkan dengan penelitian

lain yang serupa namun menggunakan metode yang berbeda. Hasil dari penelitian ini adalah LCEA memiliki potensi besar untuk penilaian lingkungan terhadap hotel, LCEA memberikan perhitungan konsumsi energi dan emisi GHG dengan cepat namun dapat diandalkan. Selain itu LCEA juga menghitung kebutuhan energi tersembunyi seperti energi dan karbon tambahan pada infrastruktur (*embodied energy*).

2.3 Tahapan Dalam Menganalisis LCEA

Sebagai salah satu metode yang lahir dari simplifikasi LCA, LCEA juga mengadopsi empat tahapan metodologi LCA yaitu *goal and scope definition*, *inventory analysis*, *life cycle impact assessment*, dan *interpretation*. Empat tahapan tersebut dijelaskan dalam ISO 14040 dan dikenal sebagai LCA *framework* pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 LCA Framework (ISO, 1997)

2.3.1 Goal and Scope Definition

Goal and scope definition merupakan tahap pertama pada LCA *framework*, tahapan ini merupakan penentuan tujuan dan ruang lingkup dari penelitian. Tujuan harus menyatakan aplikasi atau penerapan dari penelitian,

alasan atau latar belakang melakukan penelitian, serta kepada siapa penelitian tersebut ditujukan. Sedangkan ruang lingkup harus terdiri dari sistem produk atau jasa, fungsi produk, unit fungsional, batasan sistem, prosedur alokasi, katagori dampak lingkungan dan metodologi penilaian dampak, data yang dibutuhkan, serta asumsi yang digunakan. Pada batasan sistem terdiri dari bagian sistem produk atau jasa yang akan diamati, contoh batasan sistem adalah *cradle-to-grave assessment*, *cradle-to-gate assessment*, dan *gate-to-gate assessment* (Filimonau, dkk., 2016).

Pada tahap ini, dilakukan penentuan fungsi dan fungsional unit, batasan sistem, serta data yang diperlukan. Fungsi menyatakan karakteristik kinerja dari sistem yang sedang diamati, sedangkan unit fungsional adalah satuan unit yang digunakan sebagai referensi perhitungan. Contohnya sistem produksi gula, maka fungsional unitnya adalah produksi gula satu ton atau 1000 kg. Kemudian menentukan batasan sistem, seperti unit produksi yang diamati, produk yang diamati, atau proses jasa. Hal lain yang harus ditetapkan adalah jenis data yang diperlukan, contohnya satuan bahan baku.

2.3. 2 Life Cycle Inventory (LCI)

Life cycle inventory merupakan tahapan dalam *LCA framework* yang berhubungan dengan pengumpulan dan perhitungan input dan *output* pada sebuah produk atau jasa selama masa siklus hidupnya. Data yang dikumpulkan meliputi:

- Input energi, bahan baku langsung, bahan baku tidak langsung, dan input fisik lainnya
- Produk dan macam-macam limbah yang dihasilkan,
- Emisi ke udara, limbah ke air dan tanah,
- Aspek lingkungan lainnya

Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pengolahan yang meliputi validasi data, menghubungkan data dengan proses unit, dan merelasikan data dengan alur proses fungsional. Hasil dari LCI berupa daftar input dan *output* per tahapan-tahapan dari *life cycle* produk atau jasa yang diamati. Dari data tersebut, maka akan diketahui tingkat konsumsi dan buangan yang dihasilkan dari setiap tahapan siklus hidup.

2.3. 3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

Tahap selanjutnya adalah *life cycle impact assessment* (LCIA) yaitu tahapan yang bertujuan untuk memahami dan mengevaluasi seberapa besar dan seberapa signifikan dampak lingkungan potensial pada suatu sistem produk melalui siklus hidup produk tersebut (ISO, 1997). Dalam LCIA terdapat empat elemen utama yaitu *classification*, *characterization*, *normalization*, dan *weighting*.

- *Classification*

Classification merupakan tahapan pemilihan kategori dampak lingkungan, indikator dampak lingkungan, dan model karakterisasi. Kemudian melakukan klasifikasi terhadap hasil LCI ke dalam kategori dampak lingkungan sesuai dengan indikator dampak lingkungan yang telah didefinisikan sebelumnya. Dalam pemilihan kategori dampak lingkungan perlu mempertimbangkan *midpoint* dan *endpoint* dari dampak lingkungan. *Midpoint impact* adalah dampak lingkungan yang pengaruhnya tidak langsung dirasakan, melainkan menyebabkan dampak lainnya yang lebih berpengaruh, contohnya perubahan iklim, penggunaan air, penipisan ozon, dan pengasaman. Sedangkan contoh dari *endpoint impact* adalah kesehatan manusia, pengurangan sumber daya alam, rusaknya hasil panen, dan lain-lain. Pada indikator dampak lingkungan, harus mempertimbangkan hasil dari LCI agar hasil dari LCI dapat diklasifikasikan kedalam dampak.

- *Characterization*

Characterization adalah kegiatan mengkonversikan hasil LCI agar sesuai dengan indikator kategori. Contohnya hasil LCI adalah jumlah emisi *greenhouse gas* (GHG) per unit fungsional dan intensitas radiasi inframerah adalah kategori indikator. Sehingga pada *characterization* dilakukan pengalihan emisi GHG dengan *characterization factor* (*global warming potential* untuk setiap emisi GHG) untuk menghasilkan *category indicator result*.

- *Normalization*

Normalization adalah pembagian *category indicator result* dengan nilai *reference* (normal) agar *category indicator result* memiliki satuan unit yang sama dan dapat dibandingkan.

- *Weighting*

Weighting berarti mengalikan hasil normal dari masing-masing kategori dampak dengan faktor pembobotan yang menunjukkan kepentingan relatif kategori dampak. Hasil *weighting* memiliki unit yang sama dan dapat ditambahkan untuk menciptakan satu nilai tunggal untuk dampak lingkungan dari suatu produk atau skenario.

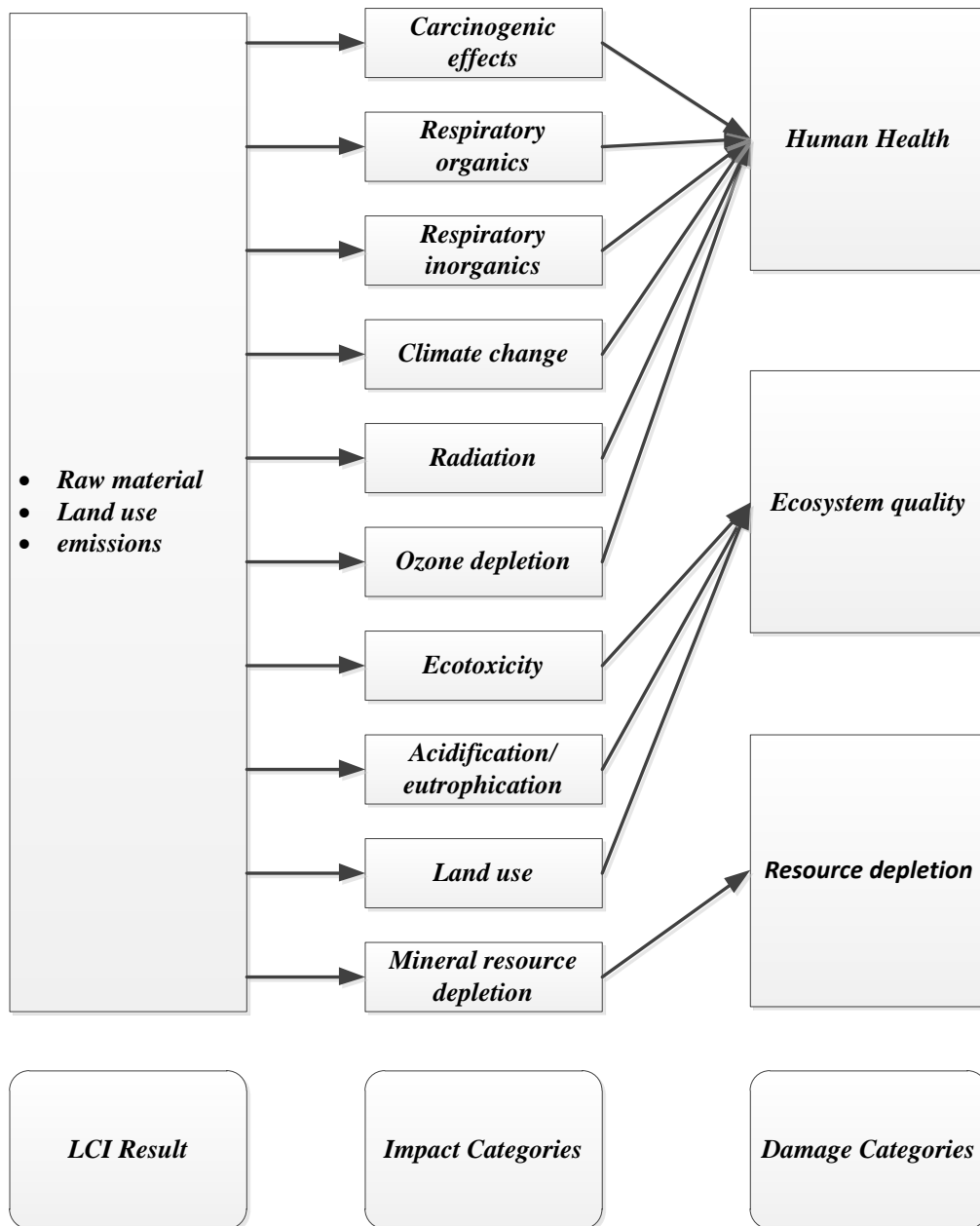
2.3. 4 Interpretation

Tahap LCA *framework* yang terakhir adalah *interpretation* yaitu menginterpretasikan hasil dari LCI dan LCIA untuk mencapai kesimpulan dan rekomendasi yang sesuai dengan *goal and scope definition*.

2. 4 Kategori Dampak Lingkungan

Pada *life cycle impact assessment* kategori dampak lingkungan dikelompokkan menjadi dua yaitu kategori dampak *mid point* dan *end point*. *Mid point* adalah kategori dampak yang dianggap sebagai permasalahan menengah yang nantinya masih menyebabkan dampak lanjutan yang lebih besar (Filimonau, dkk., 2016). Menurut *eco-indicator 99* (VROM, 2010) dampak lingkungan di level *mid point* terdiri dari *carcinogenic effects, respiratory organics, respiratory inorganics, climate change, radiation, ozone depletion, ecotoxicity, acidification/eutrophication, land-use, dan mineral resource depletion*. Sedangkan kategori dampak *end point* adalah kategori dampak yang mencerminkan kerusakan akhir yang ditimbulkan oleh semua dampak terhadap tiga masalah utama yaitu *human health, resource depletion* dan *ecosystem quality*.

Hubungan antara kategori dampak *mid point* dan *end point* dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini. Kategori dampak pada level *end point* melambangkan tiga permasalahan yang menjadi sorotan utama yaitu permasalahan kesehatan (*human health*), berkurangnya sumberdaya alam (*resource depletion*), dan berkurangnya kualitas ekosistem (*ecosystem quality*). Dampak lingkungan yang diukur pada permasalahan kesehatan adalah jumlah penyakit yang ditimbulkan, durasi penyakit, dan tahun hidup yang hilang akibat kematian dini. Kategori dampak lingkungan yang termasuk didalam permasalahan kesehatan adalah *carcinogenic effects, respiratory organics, respiratory inorganics, climate change, radiation, dan ozone depletion*.



Gambar 2.3 Hubungan kategori dampak *mid point* dan *end point* (Goedkoop & dkk, 2009)

Pada kualitas ekosistem, faktor yang menjadi indikasi adalah efek pada keanekaragaman species khususnya pada tanaman vaskular dan organisme yang lebih rendah. Dampak lingkungan level *mid point* yang masuk dalam kategori kualitas ekosistem adalah *ecotoxicity*, *acidification*, *eutrophication*, dan *land-use*.

Sedangkan pada permasalahan pengurangan sumber daya alam kondisi yang dipertimbangkan adalah kelebihan energi yang dibutuhkan dimasa depan untuk mengekstrak sumber mineral dan sumber daya mineral yang berkualitas lebih rendah. Penipisan sumber mineral dipertimbang dalam kategori dampak *mineral resource depletion*. Berikut ini penjelasan mengenai masing-masing kategori dampak.

2.4. 1 Carcinogenic Effects

Carcinogenic effects disebabkan oleh emisi zat karsinogenik terhadap udara, air, dan tanah. Zat karsinogenik merupakan zat dan eksposur yang bisa menyebabkan kanker. Kanker disebabkan oleh perubahan yang terjadi pada DNA sel, namun tidak semua zat karsinogenik menyebabkan kanker dengan mempengaruhi DNA secara langsung, melainkan dengan cara lain seperti menyebabkan sel membelah pada tingkat yang lebih cepat dari biasanya yang dapat meningkatkan kemungkinan perubahan DNA dapat terjadi. *The International Agency for Research on Cancer* (IARC, 2004) yang merupakan bagian dari *World Health Organization* (WHO) telah mengevaluasi potensi penyebab kanker lebih dari 900 kandidat potensial dan mengelompokkannya kedalam 5 kelompok. Kelompok pertama adalah *group 1* yang merupakan karsinogenik terhadap manusia, *group 2A* kemungkinan besar karsinogenik terhadap manusia, *group 2B* kemungkinan kecil karsinogenik terhadap manusia, *group 3* tidak terklasifikasikan sebagai karsinogenik pada manusia, *group 4* kemungkinan bukan karsinogenik terhadap manusia. Kategori dampak lingkungan karsinogenik dinyatakan dalam kg C₂H₃Cl-eq sementara kerusakannya (*damage categories*) dinyatakan dalam *disability adjusted life years* (Daly)/kg emisi.

2.4. 2 Respiratory Organics/Inorganics

Respiratory effects merupakan salah satu kategori dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia khususnya pada saluran pernapasan. *Respiratory effects* terdiri dari *respiratory organics* dan *respiratory inorganics*. *Respiratory organics* adalah permasalahan saluran pernapasan yang disebabkan oleh *summer smog* akibat dari emisi zat organik di udara. Sedangkan *respiratory inorganics* diakibatkan oleh *winter smog* karena emisi debu, sulfur, dan nitrogen oksida ke udara (Pre, 2016). Kategori dampak lingkungan *respiratory organics* dinyatakan

dalam kg C₂H₄-eq sedangkan *respiratory inorganics* dinyatakan dalam kg PM_{2.5}-eq. Kedua kategori dampak *respiratory* menyebabkan kerusakan terhadap kesehatan manusia dan kerusakannya (*damage categories*) dinyatakan dalam *disability adjusted life years* (Daly)/kg emisi.

2.4. 3 Climate Change

Climate change merupakan dampak lingkungan berupa pergeseran musim yang menyebabkan kemarau atau hujan berkepanjangan dan pergeseran arus arah angin. *Climate change* terjadi karena *global warming* atau pemanasan global yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer. *The New Mexico Solar Energy Association* (NMSEA, ND) mendefinisikan pemanasan global sebagai kenaikan suhu permukaan rata-rata bumi akibat efek gas rumah kaca, seperti emisi karbon dioksida dari pembakaran fosil atau dari penggundulan hutan, yang menjebak panas matahari sehingga tidak bisa keluar dari bumi. Efek rumah kaca terjadi karena adanya emisi GHG di atmosfer yang menghalangi keluarnya panas matahari dari bumi. Matahari memancarkan radiasi panas ke bumi, sekitar setengah dari radiasi tersebut diserap oleh permukaan bumi, sebagian dipantulkan oleh atmosfer, dan sisanya dipantulkan kembali oleh permukaan bumi. Radiasi (sinar inframerah) yang dipantulkan oleh permukaan bumi diteruskan melewati atmosfer untuk keluar dari bumi. Namun, adanya emisi GHG yang berlebihan mengganggu proses ini dengan menyerap atau memancarkan sinar inframerah kesegala arah. Hal ini mengakibatkan peningkatan suhu pada atmosfer disekitar permukaan bumi.

Gas rumah kaca (GRK) atau *greenhouse gas* (GHG) merupakan gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap efek rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim (BPKIMI, 2012). *United Nation Framework Convention On Climate Change* (UNFCCC, 2014) menyebutkan bahwa terdapat enam jenis gas yang mempengaruhi efek rumah kaca secara langsung, yaitu CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), N₂O (nitrous oxide), PFC (perfluorocarbons), HFC (hydrofluorocarbons), dan SF₆ (sulfur heksafluorida). Sedangkan gas yang tidak secara langsung mempengaruhi efek rumah kaca adalah SO₂ (sulfur dioksida), NO_x (nitrogen oksida), CO (karbon monoksida), dan NMVOC. Namun dari semua gas tersebut, terdapat 6 macam gas yang paling

berkontribusi terhadap efek rumah kaca yaitu CO₂, CH₄, NO_x, CO, PFC, dan SF₆. Dari 6 macam GHG tersebut, CO₂ memiliki kontribusi terbesar dengan jumlah mencapai 76%, kemudian diikuti oleh CH₄ dengan jumlah 16%, N₂O sebanyak 6%, dan *fluorinate gases* (PFC dan SF₆) sebanyak 2% (IPCC, 2014). CO₂ merupakan GHG yang jumlahnya paling banyak di alam, oleh karena itu CO₂ menjadi pendekatan dalam mengukur emisi gas rumah kaca. Satuan yang digunakan untuk mengukur emisi GHG adalah CO₂-e (CO₂ ekuivalen). Aktivitas dan pola hidup manusia memiliki peranan besar dalam produksi emisi GHG. Aktivitas manusia yang berpengaruh adalah produksi energi listrik (25%), kegiatan industri (21%), kegiatan pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan (24%), transportasi (14%), bangunan (6%), dan penggunaan energi lainnya sebanyak 10% (IPCC, 2014).

2.4. 4 Radiation

Radiation atau radiasi adalah sebuah energi yang dipancarkan oleh suatu sumber tertentu contohnya panas atau cahaya matahari, gelombang mikro dari oven, sinar x dari tabung *x-ray*, dan sinar gamma dari unsur radioaktif. Radiasi dibedakan menjadi dua yaitu *ionizing radiation* dan *non-ionizing radiation*. Perbedaan kedua jenis radiasi ini adalah pada jumlah energi yang dimilikinya, *ionizing radiation* terjadi apabila radiasi memiliki cukup energi untuk memindahkan sebuah elektron dari atom atau molekul (Division of Chemistry Education, 2017). Sedangkan *World Health Organization* (WHO, 2017) mendefinisikan *ionizing radiation* sebagai radiasi dengan energi yang cukup sehingga selama interaksi dengan atom, radiasi ini dapat melepaskan elektron yang terikat ketat dari orbit atom, menyebabkan atom tersebut terisi atau terionisasi. Dalam pengaruhnya terhadap kesehatan manusia, *ionizing radiation* sering diasumsikan terjadi apabila radiasi sama dengan ionisasi air yaitu sebesar 1216 kJ/mol, hal ini karena 70-90% jaringan tubuh makhluk hidup terdiri dari air.

Electromagnetic radiation yang ada dalam kehidupan sehari-hari adalah *heat waves*, *radio waves*, *infrared light*, *visible light*, *ultraviolet light*, *x-ray*, dan *gamma ray*. *Electromagnetic radiation* yang memiliki panjang gelombang lebih panjang atau frekuensi gelombang yang lebih rendah contohnya *heat* dan *radio* memiliki energi lebih sedikit dibandingkan dengan panjang gelombang yang lebih

pendek atau frekuensi gelombang yang lebih tinggi seperti sinar x dan sinar *gamma*. Radiasi yang memiliki jumlah energi yang cukup dapat menyebabkan kerusakan pada kesehatan. Diluar ambang batas tertentu radiasi dapat menyebabkan gangguan fungsi jaringan atau organ dan dapat menyebabkan efek akut seperti kemerahan kulit, rambut rontok, luka bakar radiasi, sindrom radiasi akut. Jika dosis radiasi rendah dan diberikan selama jangka waktu yang lama maka akan memiliki resiko yang lebih rendah karena ada kemungkinan terjadinya perbaikan, namun hal ini juga dapat memicu terjadinya kanker. Selain itu paparan radiasi terhadap ibu hamil dapat menyebabkan kerusakan otak pada janin dan meningkatnya resiko kanker. Kategori dampak lingkungan *radiation* dinyatakan dalam Bq C-14 eq sedangkan dampak *radiation* menyebabkan kerusakan terhadap kesehatan manusia dan kerusakannya (*damage categories*) dinyatakan dalam *disability adjusted life years* (Daly)/kg emisi.

2.4. 5 Ozone Depletion

Lapisan ozon adalah sabuk gas ozon alami yang berada 15-30 km diatas bumi (pada lapisan stratosfer) dan berfungsi sebagai pelindung dari radiasi ultraviolet B (UVB) yang dipancarkan oleh matahari (National Geographic, 2015). Kerusakan pada lapisan ozon atau *ozone depletion* terjadi karena adanya emisi gas yang mengandung bahan kimia klorin dan bromin. Chlorofluorocarbons (CFC) merupakan bahan kimia yang banyak ditemukan di semprotan aerosol yang banyak digunakan oleh negara-negara industri selama 50 tahun terakhir adalah penyebab utama kerusakan lapisan ozon. Ketika CFC mencapai atmosfer bagian atas, senyawa tersebut akan terpecah menjadi zat yang mengandung klorin akibat terkena sinar ultraviolet. Klorin bereaksi dengan atom oksigen di ozon dan merobek molekul ozon. Satu atom klorin dapat menghancurkan lebih dari seratus ribu molekul ozon (EPA, 2015). Meskipun penggunaan CFC telah dilarang di negara-negara industri seperti amerika serikat dan eropa, namun diperkirakan akan memakan waktu selama 50 tahun agar kadar klorin di atmosfer kembali ke tingkat alami.

Kerusakan pada lapisan ozon dapat meningkatkan masuknya UVB ke permukaan bumi. Jumlah UVB yang meningkat akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. U.S. *Environmental Protection*

Agency (EPA, 2015) menyatakan bahwa peningkatan jumlah UVB dapat menyebabkan kanker kulit non-melanoma dan berperan besar dalam pengembangan melanoma ganas. Selain itu, UVB telah dikaitkan dengan perkembangan katarak yang mengaburkan lensa mata. Pada hewan, radiasi UVB juga menghambat siklus reproduksi fitoplankton, organisme bersel tunggal seperti ganggang yang membentuk anak tangga terbawah dari rantai makanan. Dengan terganggunya rantai makanan terbawah, dikawatirkan bahwa pengurangan populasi fitoplankton akan berdampak pada populasi hewan lain. Peneliti juga telah mendokumentasikan perubahan tingkat reproduksi pada hewan laut seperti ikan muda, udang, dan kepiting serta hewan amfibi seperti katak dan salamander yang terkena radiasi UVB. Kategori dampak lingkungan *ozone depletion* dinyatakan dalam kg KFC-11 eq sedangkan dampak *ozone depletion* menyebabkan kerusakan terhadap kesehatan manusia dan kerusakannya (*damage categories*) dinyatakan dalam *disability adjusted life years* (Daly)/kg emisi.

2.4.6 Ecotoxicity

Ecotoxicity adalah kemampuan suatu senyawa kimia atau limbah berbahaya dalam memberikan dampak buruk terhadap lingkungan dan organisme yang ada di dalamnya. *Ecotoxicity* diukur dalam dua bagian yang berbeda yaitu pada ekosistem air tawar dan ekosistem tanah atau lahan. Emisi dari beberapa zat seperti logam berat dapat memberikan dampak pada ekosistem, pengukuran *ecotoxicity* dilakukan dengan mengukur seberapa besar toleransi kerusakan yang dapat diterima oleh ekosistem. Contoh komponen penyebab *ecotoxicity* yang umum ditemui adalah *polychlorinated biphenyls* (PCBs) yang banyak ditemukan di cairan pendingin dan isolasi, pestisida, cetakan dan mikotoksin lainnya, *phthalates* yang ditemukan pada kemasan plastik, *volatile organic compounds* (VOCs) senyawa organik yang mudah menguap seperti *formaldehyde*, logam berat, *chloroform*, dan *chlorine* yang biasa ditemukan pada pembersih rumah tangga.

Dampak dari *ecotoxicity* bagi makhluk hidup dapat dialami secara langsung maupun tidak langsung. Contoh dampak secara langsung adalah melalui konsumsi langsung senyawa berbahaya atau bahan makanan yang telah tercemar senyawa berbahaya. Akibat dari konsumsi secara langsung adalah permasalahan

pada perkembangan dan reproduksi, beberapa kasus bahkan dapat merusak struktur genetic contohnya pada penggunaan pestisida yang berlebihan. Sedangkan dampak secara tidak langsung adalah hilangnya sumber makanan akibat senyawa berbahaya, hal ini juga akan mengganggu keseimbangan ekosistem karena akan mengganggu rantai makanan. Kerusakan akibat *ecotoxicity* dinyatakan dalam *potentially affected fraction* (PAF)*m²*year/kg emisi.

2.4. 7 Acidification/Eutrophication

Acidification merupakan dampak lingkungan yang dapat menyebabkan hujan asam maupun polusi air. Hujan asam dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, tumbuhan, serta dapat menyebabkan korosi pada logam. Penyebab terjadinya *acidification* adalah karena adanya polusi udara yang menyebabkan menurunnya kadar pH pada air sehingga menyebabkan air bersifat asam. Sedangkan *eutrophication* adalah kerusakan lingkungan akibat air mengandung terlalu banyak nutrisi. Kelebihan nutrisi pada air akan mengganggu keseimbangan ekosistem, contohnya pada danau akan ditumbuhi tanaman air dalam jumlah yang banyak, akibatnya organisme lain di air akan kekurangan oksigen dan mati. *Acidification* dan *eutrophication* termasuk kedalam kategori dampak lingkungan yang merusak ekosistem, kerusakannya dinyatakan dalam *potentially disappeared fraction* (PAF)*m²*years/kg emission.

2.4. 8 Land-Use

Land use merupakan dampak lingkungan yang berhubungan dengan berkurangnya keragaman spesies terutama akibat penggunaan lahan oleh manusia. Dampak dari *land use* adalah hilangnya kesempatan bagi hewan dan tumbuhan dalam memanfaatkan lingkungan sebagai tempat tinggal dan mencari makan. Penyebab dampak lingkungan *land use* adalah pembukaan lahan baru, alih fungsi lahan, serta kerusakan hutan. Kerusakan akibat *land use* dinyatakan dalam *potentially disappeared fraction* (PAF)*m²*years yang berarti potensial kehilangan spesies per m² tiap tahunnya.

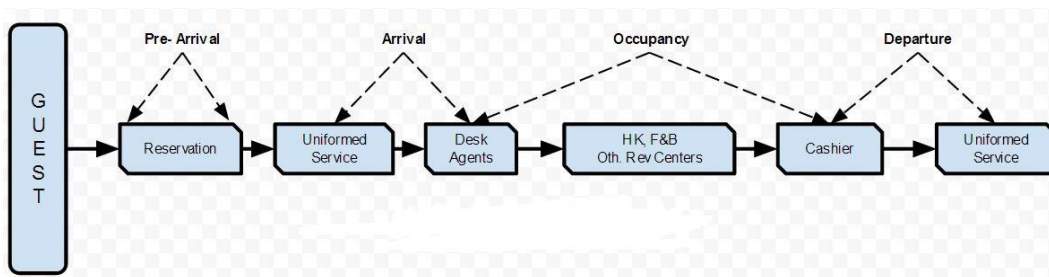
2.4. 9 Mineral Resource Depletion

Mineral resource depletion merupakan dampak lingkungan akibat penggunaan sumber daya mineral yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi dan hasil tambang. Penggunaan sumber daya secara berlebihan akan

meningkatkan dampak lingkungan ini. Kerusakan akibat kategori dampak lingkungan ini dinyatakan dalam *surplus energy* hal ini karena manusia akan selalu mengekstrak sumber daya terbaik terlebih dahulu, kemudian menyisakan sumber daya yang berkualitas kurang baik. Generasi selanjutnya akan memerlukan usaha yang lebih untuk mendapatkan sumber daya berkualitas, sehingga kerusakan dinyatakan dalam jumlah surplus energi yang diperlukan untuk mengekstrak sumber daya di masa depan.

2. 5 Siklus Kegiatan Tamu Pada Hotel

Siklus tamu di hotel secara umum dibagi menjadi empat fase yaitu *pre-arrival*, *arrival*, *occupancy*, *departure* (Bardi, 2007). Ilustrasi siklus tamu selama di hotel dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Siklus tamu pada hotel (Setup My Hotel, 2017)

Tahap pertama dalam siklus tamu di hotel adalah *pre-arrival*, pada tahap ini tamu melakukan pemilihan hotel. Pemilihan hotel dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk pengalaman sebelumnya, iklan, rujukan dari teman atau keluarga, lokasi, perusahaan, pemesanan agen perjalanan, nama hotel, fasilitas, harga, lokasi wisata disekitar hotel, dan bahkan faktor *sustainability* hotel. Jika tamu telah memutuskan untuk melakukan reservasi, maka selanjutnya dilakukan input data resevasi yang berisikan rincian data diri tamu, permintaan khusus seperti jasa penjemputan, tipe kamar, dan lain-lain. Data-data yang dikumpulkan ini akan membantu hotel untuk mempersiapkan kamar dan memberikan pelayanan secara maksimal.

Tahap kedua adalah *arrival* yang meliputi proses registrasi dan pemilihan kamar. Setelah tamu datang, pada beberapa hotel biasanya memberikan *welcome kit* kepada tamu, sebelum melakukan registrasi di bagian *front office*. Pada saat registrasi resepsionis bertanggung jawab untuk melayani tamu dengan informasi seputar hotel seperti fasilitas, pelayanan, biaya, informasi kamar, dan lain-lain. Informasi yang umumnya diisi pada saat registrasi adalah jumlah tamu, paspor dan visa untuk warga negara asing, alamat lengkap, rincian pribadi dan rincian kartu kredit. Setelah tamu melakukan registrasi, tamu akan mendapat kunci kamar dan akan diantar menuju ke ruangnya.

Tahap ketiga adalah *occupancy*, selama masa *occupancy* tamu akan menikmati fasilitas yang disediakan hotel seperti kolam renang, bar, *restaurant*, tempat kebugaran, spa dan fasilitas lainnya. Selain itu tamu juga akan dapat pelayanan lain seperti pelayanan kebersihan dan *laundry*. Pada masa *occupancy front office* berperan sebagai pusat informasi aktivitas di hotel serta pusat pengaduan. Dalam kasus ini, *front office* harus berhati-hati dalam melayani tamu agar tidak menimbulkan kesan buruk. Faktor keamanan juga menjadi perhatian utama selama siklus *occupancy*, keamanan harus mampu menjamin keselamatan tamu dan barang-barang berharga milik tamu.

Setelah masa *occupancy*, selanjutnya adalah tahap *departure*. Pada tahap ini tamu melakukan *check out* sesuai dengan prosedur yang ada di hotel. Biasanya sebelum melakukan *check out* tamu harus mengunjungi bagian *front office* untuk menginformasikan bahwa tamu akan melakukan *check out*. Pada tahap ini *front office* akan melakukan perhitungan biaya berdasarkan aktivitas tamu di hotel seperti biaya restoran, telepon, internet, biaya kamar, dan lain-lain. Setelah tamu melakukan pembayaran, tamu mengosongkan ruangan, mengembalikan kunci dan meninggalkan hotel.

2. 6 Kajian Finansial

Kajian finansial merupakan pertimbangan ekonomi yang digunakan untuk menentukan keputusan penganggaran modal atau kelayakan suatu investasi. Dalam menentukan keputusan investasi terdapat beberapa metode yang dapat

digunakan, diantaranya adalah *benefit cost ratio*, *payback period*, dan *net present value* dengan penjelasan sebagai berikut:

2.6 1 Payback Period

Payback period atau periode pengembalian adalah jumlah periode (tahun) yang diperlukan untuk mengembalikan (menutup) ongkos investasi awal dengan tingkat pengembalian tertentu (Pujawan, 2012). Metode ini sering digunakan dikalangan industri untuk mengetahui seberapa cepat tingkat pengembalian modal dari suatu proyek atau usaha. Perhitungan *payback period* digambarkan dalam formula sebagai berikut:

$$\text{Payback period} = \frac{P}{A_t} \quad (2.1)$$

Dimana:

P = Total investasi awal

A_t = Aliran kas pada periode t

Payback period mengabaikan nilai uang dari waktu, atau $i=0\%$, sehingga metode ini memiliki dua kelemahan yaitu:

1. Tidak mempertimbangkan konsep nilai uang dari waktu
2. Semua aliran kas yang terjadi setelah pengembalian modal diabaikan

2.6 2 Net Present Value (NPV)

Net present value atau metode nilai sekarang adalah konversi dari seluruh aliran kas menjadi nilai saat ini, kemudian dikurangi pengeluaran awal investasi, NPV dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n A_t (P/F, i\%, t) \quad (2.2)$$

Dimana:

A_t = Aliran kas pada periode t

i = *Interest rate*

n = Proyeksi periode investasi

2.6 3 Benefit Cost Ratio (BCR)

Benefit cost ratio adalah perbandingan nilai ekuivalensi semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan

menggunakan salah satu dari analisis nilai sekarang, nilai pada waktu yang akan datang atau nilai tahunan, BCR dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$BCR = \frac{PW_{Benefit}}{PW_{Cost}} \quad (2.3)$$

Dimana:

$PW_{Benefit}$ = *Present worth* keuntungan dari investasi

PW_{Cost} = *Present worth* biaya yang diperlukan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini menjelaskan sistematika dalam melakukan penelitian tugas akhir. Penelitian tugas akhir ini dimulai dari tahap awal dan persiapan, kemudian dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, selanjutnya dilakukan analisis dan interpretasi, dan terakhir dilakukan penarikan kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Awal dan Persiapan

Pada tahap awal dilakukan studi literatur untuk memahami dasar teori yang berhubungan penelitian tugas akhir ini. Kemudian dilakukan studi lapangan untuk memperoleh gambaran umum dan data kondisi eksisting hotel yang akan diamati.

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari literatur berupa buku, jurnal, paper, atau bahan bacaan lain yang berkaitan dengan topik untuk meningkatkan referensi dan pemahaman dalam penyelesaian rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada penelitian ini dilakukan studi literatur mengenai tipe dan kategori LCA, *life cycle energy analysis* (LCEA), tahapan dalam menganalisis LCEA, kategori dampak lingkungan, pengertian hotel dan jenis-jenis hotel, siklus kegiatan tamu pada hotel, energi yang sering digunakan di hotel.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung ke perusahaan yang menjadi objek amatan pada penelitian tugas akhir. Pada penelitian tugas akhir ini, perusahaan yang menjadi objek amatan adalah Hotel Alila Manggis yang terletak di Desa Buitan, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali. Tujuan dari studi lapangan adalah untuk mencari informasi yang dapat memberikan gambaran mengenai kondisi eksisting. Informasi yang diperlukan diantaranya adalah gambaran umum dan proses bisnis di hotel Alila

Manggis, kegiatan operasional hotel, jenis-jenis energi yang digunakan dan pola penggunaannya, serta manajemen energi yang telah dilakukan pihak hotel.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi, wawancara dan mengumpulkan data sekunder dari perusahaan. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data umum perusahaan yang berisikan informasi umum mengenai hotel dan data fasilitas yang dimiliki hotel. Data kegiatan operasional hotel, yaitu aktivitas-aktivitas yang dilakukan hotel mulai dari penerimaan tamu hingga tamu meninggalkan hotel. Pengumpulan data jenis energi yang digunakan selama kegiatan operasional hotel dan pola penggunaannya. Serta pengumpulan data beban energi untuk masing-masing kegiatan operasional.

Setelah dilakukan pengumpulan data, kemudian dilakukan penilaian lingkungan dengan menggunakan LCEA. Langkah pertama adalah menentukan *goal and scope definition* yaitu untuk menentukan maksud dari penelitian serta batasan dan ruang lingkupnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan *life cycle inventory* (LCI) untuk mengidentifikasi input energi pada setiap kegiatan operasional hotel. Kemudian dilakukan *life cycle impact assessment* (LCIA) untuk mengidentifikasi dampak lingkungan potensial dari aktivitas hotel.

3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi

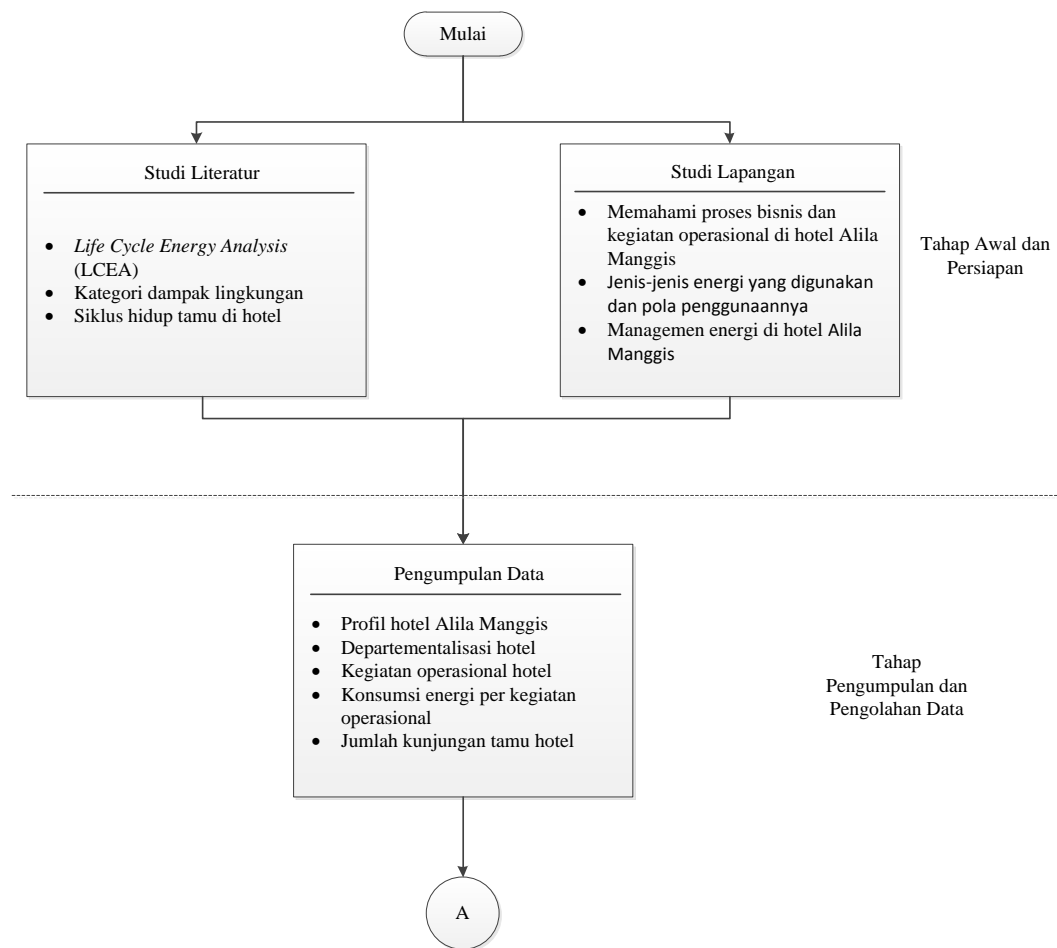
Pada tahap ini dilakukan interpretasi dan analisis dari hasil penilaian LCIA. Interpretasi bertujuan untuk mendapatkan maksud dari hasil penilaian LCIA yang telah dilakukan, kemudian setelah melakukan interpretasi selanjutnya dilakukan analisis pada bagian-bagian LCIA yaitu karakterisasi, normalisasi, pembobotan, dan *single score*. Selanjutnya menentukan kegiatan operasional yang memiliki dampak lingkungan paling besar serta analisis untuk menentukan rekomendasi perbaikan.

3.4 Kesimpulan dan Saran

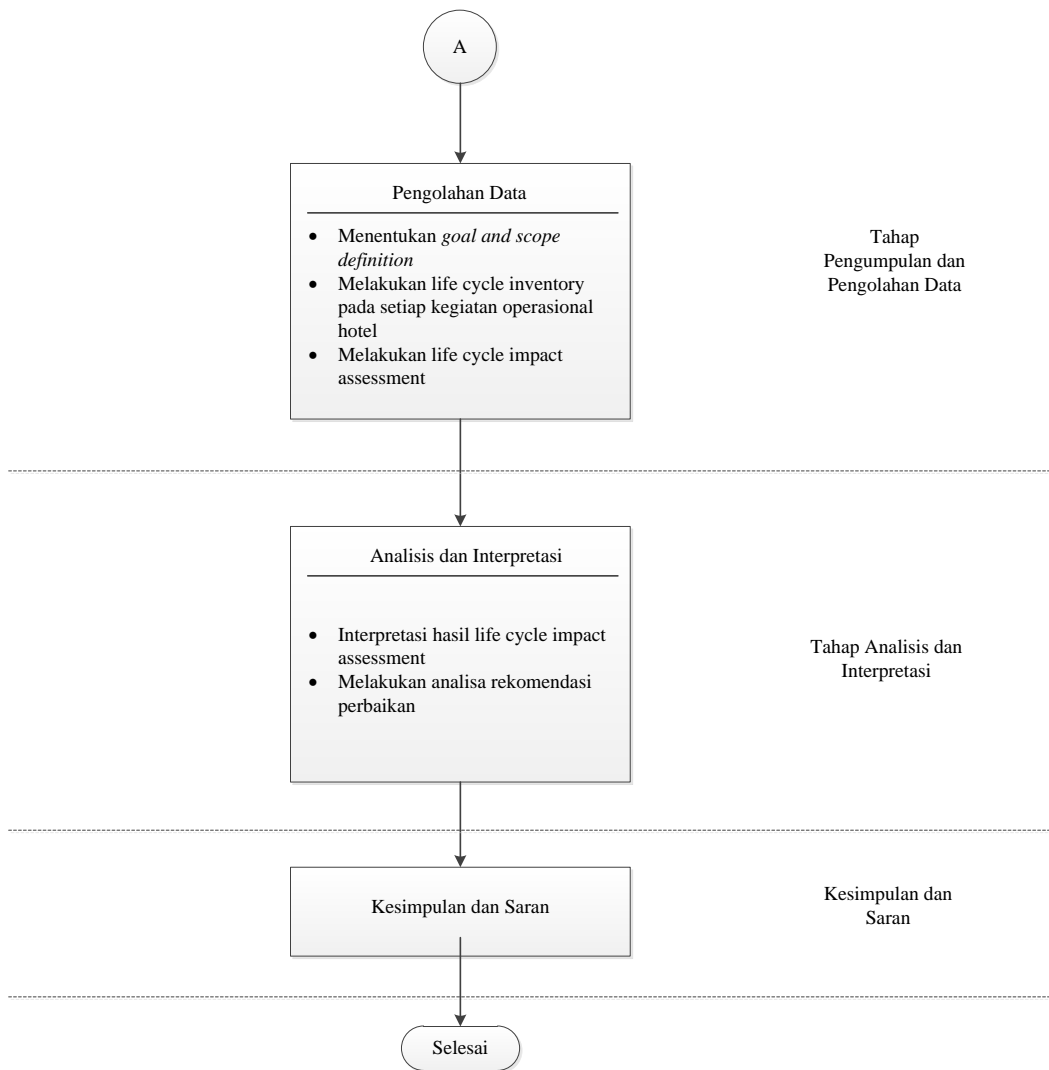
Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan didapatkan dengan menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya sedangkan saran diberikan untuk penelitian selanjutnya.

3.5 Flowchart Metodologi

Flowchart metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Data yang dikumpulkan merupakan data yang bersumber dari pengamatan, wawancara, dan data historis. Kemudian data akan diolah sesuai dengan metodologi penelitian yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini.

4.1 Profil Hotel Alila Manggis

Hotel Alila Manggis adalah salah satu penyedia jasa akomodasi pariwisata yang berada dibawah kepemilikan PT. Mandra Alila. Hotel ini terlatak di Banjar Dinas Buitan, Desa Manggis, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali. Alila Manggis dibangun pada tahun 1993 dan secara resmi beroperasi komersial pada tanggal 1 Desember 1994. Hotel ini memiliki lahan seluas 26.220 m² dengan jumlah kamar yang tersedia sebanyak 55 unit dengan rincian 31 kamar jenis *superior*, 22 kamar *deluxe*, dan 2 kamar *suite*. Selain itu hotel Alila Manggis memiliki bangunan – bangunan lainnya sebagai penunjang sarana akomodasi yaitu bangunan *lobby*, *restaurant* dan *bar*, bangunan dapur, kolam renang, ruang mesin genset, spa, area parkir, kebun dan *sewage treatment plan* (STP). Selain berbagai fasilitas tersebut, hotel Alila juga menyediakan jasa *tour* di area wisata sekitar, seperti Pura Besakih, Tenganan, gunung Agung, Tirta Gangga, dan pantai Bali Timur. Selain *tour*, tamu juga bisa merayakan acara pernikahan atau *meeting* di hotel Alila Manggis.

Pada tahun 2016 lalu hotel Alila Manggis mendapat kunjungan tamu rata-rata sebanyak 1711 orang per bulannya. Untuk melayani tamu-tamu tersebut pihak hotel memiliki tenaga kerja sebanyak 118 orang. Sebagian besar karyawan hotel Alila Manggis berasal dari desa Manggis atau kecamatan Manggis. Hal ini merupakan salah satu bentuk *corporate social responsibility* (CSR) yang ditunjukkan pihak hotel terhadap masyarakat disekitarnya. Bentuk CSR lainnya adalah dalam bentuk kepedulia hotel terhadap lingkungan sekitar diantaranya

adalah mengurangi jumlah limbah padat dengan program *zero waste*, melakukan konservasi terumbu karang bersama organisasi Zen Dive Bali, melakukan pembersihan pantai secara rutin, serta memberdayakan masyarakat dalam melakukan *recycle* limbah padat dengan program *greenbank*.

4. 2 Departementalisasi Hotel Alila Manggis

Struktur organisasi Hotel Alila Manggis dikepalai oleh *general manager* yang bertanggung jawab langsung ke pada *owner* atau pemilik hotel. *General manager* bertanggung jawab untuk mengarahkan dan memimpin staf hotel dalam memenuhi tanggung jawab keuangan, lingkungan, dan masyarakat, serta mengembangkan kinerja hotel sesuai dengan tujuan perusahaan. Selama melakukan tugasnya *general manager* dibantu oleh *assistant general manager* dan manajer hotel. Manajer hotel adalah orang yang mengepalai manajer pada masing-masing departemen. Departemen-departemen yang terdapat pada Hotel Alila Manggis adalah sebagai berikut:

1) *Front office department*

Front office department dibagi menjadi empat bagian utama yaitu *front desk*, *room clerk*, *guest relationship* dan *transportation*. *Front desk* bertugas dalam penerimaan tamu seperti menyambut kedatangan tamu, memberikan *welcome kit*, melakukan registrasi, dan memberikan informasi yang diperlukan oleh tamu. *Room clerk* bertugas untuk membawakan barang-barang tamu dan mengantarkan tamu menuju ke kamarnya. *Guest relationship* bertugas untuk melayani tamu mengenai keluhan dan saran. Sedangkan transportasi adalah bagian yang mengatur jasa penjemputan, mengantar untuk kepergian, dan transportasi *tour*.

2) *Housekeeping department*

Housekeeping department bertanggung jawab untuk menjaga kondisi kamar dan lingkungan hotel dalam keadaan bersih, rapi, dan asri sehingga tamu yang tinggal di hotel Alila Manggis merasa nyaman dan aman. *Housekeeping department* dibagi menjadi beberapa section sesuai dengan area yang tangani seperti *room section* bertugas untuk menjaga kebersihan kamar dan koridor, *public area section* bertugas untuk menjaga kebersihan di

area umum seperti lobi, area parkir, area belakang, dan kamar mandi. *Garden section* bertugas untuk menjaga kebersihan dan merawat tanaman pada area taman. *Pool section* bertugas untuk menjaga kebersihan kolam, memberikan kaporit pada kolam, dan melayani tamu di area kolam dengan memberikan handuk dan minuman. Sedangkan bagian *laundry* bertugas untuk mencuci seragam, handuk, linen, dan pakaian tamu.

Pada *room section* terdapat dua macam kegiatan pembersihan yaitu *vacant dirty room* dan *vacant clean room*. *Vacant dirty room* adalah proses pembersihan ruangan yang sedang ditempati atau baru ditinggalkan. Ketika tamu sedang menginap di hotel untuk lama penginapan lebih dari satu hari, maka tamu mendapatkan pelayanan pembersihan kamar pada pagi hari, hal ini lah yang disebut pembersihan ruangan yang sedang ditempati. Kemudian pembersihan kamar dilakukan lagi ketika tamu selesai menempati ruangan. Aktivitas pembersihan yang dilakukan pada saat *vacant dirty room* adalah membersihkan area *bed room*, *bath room*, dan *balcony* seperti menyapu, penggantian sprei, mengumpulkan sampah, menghilangkan debu, menyapu, mengepel menggosok lantai kamar mandi, merapikan gorden, dan *set up* sesuai standar. Sedangkan *vacant clean room* merupakan kegiatan pembersihan untuk kamar yang tidak ditempati dan dalam keadaan bersih, kegiatan ini dilakukan setiap hari, yaitu dengan membersihkan debu, dan memeriksa kerapian kamar.

3) *Accounting department*

Accounting department adalah departemen yang bertanggung jawab terhadap pendataan pengeluaran dan pemasukan hotel serta bertanggung jawab terhadap pengadaan barang-barang yang dibutuhkan oleh setiap departemen. Departemen *accounting* harus mendata setiap pengeluaran dan pemasukan hotel seperti pembelian barang kebutuhan hotel, penggantian terhadap barang yang rusak, pemasukan dari penjualan kamar, pemasukan dari restoran, dan sebagainya. Kemudian membuat laporan keuangan bulanan untuk diserahkan kepada atasan. Selain pendataan, departemen *accounting* juga bertanggung jawab terhadap pengadaan barang yaitu menyiapkan dan

membeli kebutuhan barang sesuai dengan pesanan dari departemen terkait serta melakukan kontrol terhadap gudang persediaan.

4) *Sales and marketing department*

Departemen *sales and marketing* bertugas untuk melakukan pemasaran hotel dan restoran melalui media pengiklanan online atau offline dengan pemasangan spanduk, brosur, dan sebagainya. Selain melakukan pemasaran dan penjualan, departemen *sales and marketing* juga bertanggung jawab terhadap perancangan kegiatan untuk event-event tertentu seperti perayaan tahun baru, perayaan valentine, dan sebagainya.

5) *Engineering department*

Departemen ini bertugas untuk menjaga dan merawat bangunan yang ada di lingkungan hotel, kontrol terhadap instalasi listrik dan peralatan elektronik, serta manajemen limbah.

- Pada perawatan bangunan, departemen *engineering* melakukan pemeriksaan terhadap seluruh bagian bangunan hotel seperti atap, dinding bangunan hotel, jendela, bahkan lantai hotel untuk menjegah adanya kerusakan dan segera melakukan perbaikan terhadap kerusakan yang telah terjadi.
- Pada pengawasan terhadap instalasi listrik, departemen *engineering* melakukan kontrol secara rutin terhadap peralatan-peralatan elektronik seperti pompa air, *heat pump*, AC, tv, lampu, dan sebagainya. Kemudian melakukan penggantian atau perbaikan terhadap peralatan-peralatan yang mengalami kerusakan. Selain peralatan elektronik, departemen *engineering* juga melakukan kontrol terhadap suplai daya yaitu genset dengan cara menghidupkan genset secara berkala meskipun tidak ada pemadaman dari PLN.
- Sedangkan dari manajemen limbah *engineering* bertanggung jawab terhadap kontrol limbah cair dan limbah padat. Pada limbah padat, dilakukan pemilahan sampah sesuai dengan jenisnya yaitu sampah basah, sampah kering, sampah pecah belah, dan sampah B3. Sedangkan pada

limbah cair dilakukan pengukuran terhadap parameter pH, TSS, COD, dan BOD.

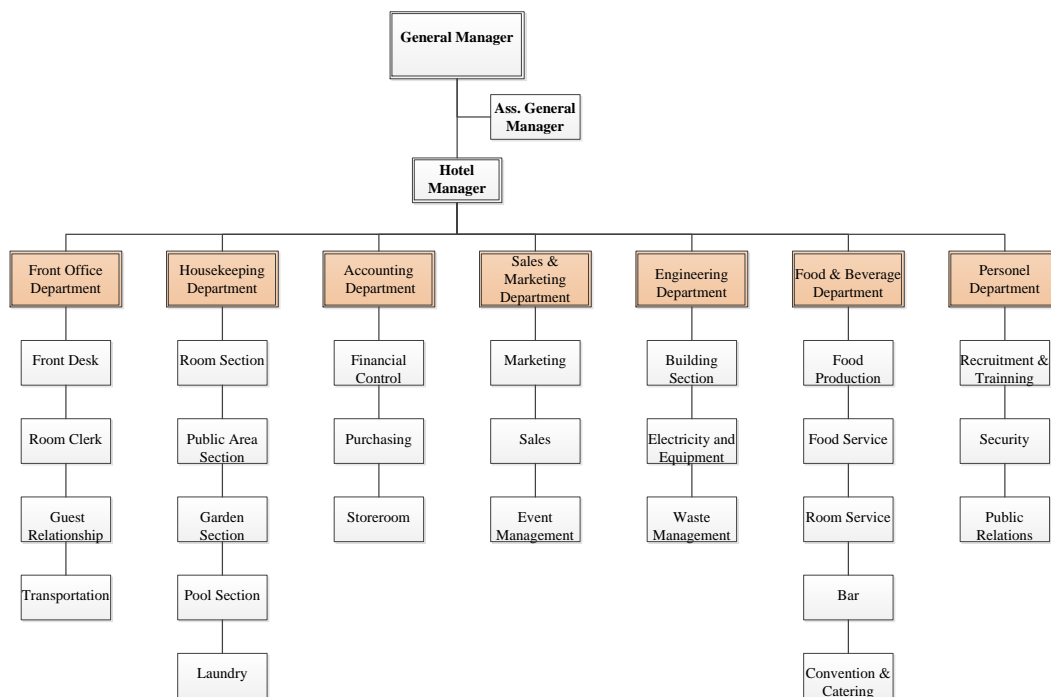
6) *Food and beverage department*

Food and beverage department memiliki tiga macam pelayanan yaitu restoran *seasalt*, *ocean bar*, dan *room service food*. Restoran *seasalt* menyediakan berbagai menu bertema masakan tradisional Bali dan Indonesia. Bar terletak di sebelah restoran dan menyediakan minuman beralkohol dan soft drink, dilengkapi dengan musik. Sedangkan untuk tamu yang ingin menikmati makanannya di dalam kamar, hotel Alila Manggis juga menyediakan layanan *room service food*.

7) *Personel department*

Personel department adalah departemen yang bertanggung jawab pada manajemen sumber daya manusia di hotel Alila Manggis. Aktivitas departemen ini meliputi rekrutmen dan pemberian pelatihan, memberi kompensasi, serta sanksi pelanggaran. Pelatihan yang diberikan berupa pelatihan keamanan dan kelesamatan kerja (K3), pelatihan pemadam kebakaran, dan pelatihan menghadapi bencana. Kompensasi yang diberikan adalah memberikan bonus dan jaminan kesehatan. Selain memajemen karyawan, *personel department* juga bertanggung jawab terhadap bagian *security* dan *public relations*.

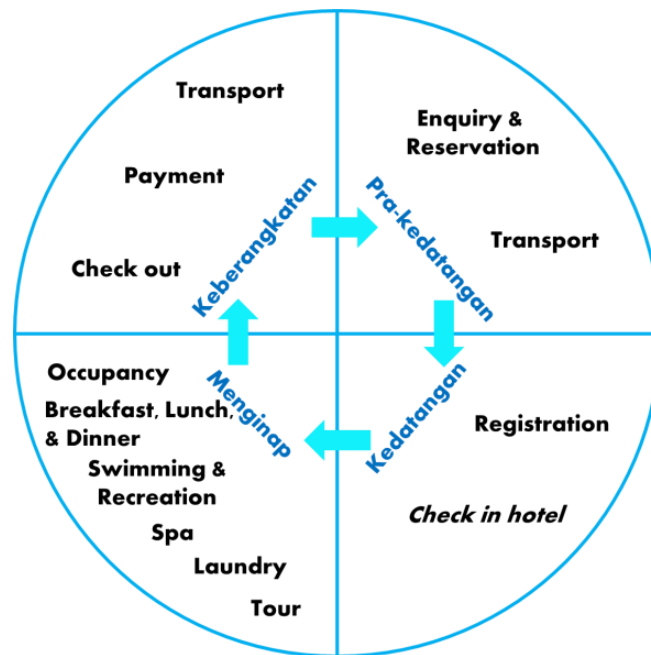
Satruktur organisasi hotel Alila Manggis secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi hotel Alila Manggis

4. 3 Kegiatan Operasional Hotel Alila Manggis

Hotel merupakan bisnis yang sangat kompleks, hotel tidak hanya memberikan jasa pelayanan melainkan juga produk seperti makanan, minuman, dan produk konsumsi. Jasa yang diberikan industri perhotelan juga tidak hanya terpaku pada penginapan, melainkan juga meluas ke jasa spa, restoran, bar, acara pernikahan, acara konverensi, paket wisata, perayaan acara tertentu, dan masih banyak lagi. Hal ini membuat hotel memiliki kegiatan operasional yang sangat banyak dalam menjalankan bisnisnya. Namun pada penelitian ini, kegiatan operasional yang akan diamati adalah aktivitas yang berhubungan langsung dalam melayani tamu selama siklus kegiatan tamu di hotel. Siklus kegiatan tamu meliputi tahap pra-kedatangan, kedatangan, masa menginap, dan meninggalkan hotel. Penjelasan siklus kegiatan tamu secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Siklus kegiatan tamu selama di hotel

Pada masa pra-kedatangan merupakan masa dimana tamu akan melakukan pencarian informasi mengenai hotel yang dituju, dan kemudian melakukan pemesanan sesuai dengan tanggal kedatangan tamu. Biasanya tamu juga akan ditawarkan jasa penjemputan ketika melakukan reservasi. Hotel Alila Manggis menyediakan jasa penjemputan dari bandara internasional Ngurah Rai menuju hotel dengan biaya tambahan. Tahap kedua adalah tahap kedatangan tamu di hotel, pada tahap ini tamu akan melakukan registrasi dan melakukan *check in* di kamar yang telah di pesan. Tahap ketiga adalah masa menginap, selama tahap ini tamu akan melakukan berbagai aktivitas di hotel dan diluar hotel. Aktivitas yang dilakukan tamu di hotel meliputi *occupancy* atau tinggal di kamar dengan menikmati berbagai fasilitas kamar yang disediakan hotel, aktivitas makan yang meliputi *beakfast*, *luch*, dan *dinner*, berenang di kolam renang hotel atau pantai di belakang hotel, berekreasi di area taman hotel, atau menikmati pelayanan spa. Hotel Alila Manggis juga memberikan jasa *laundry* bagi tamu yang ingin mencuci pakaian kotornya. Meskipun hotel ini tidak memiliki fasilitas *laundry*, namun tetap menerima pelayanan laundry yang akan diserahkan ke *outsourcing*. Sedangkan aktivitas tamu diluar hotel adalah penyediaan transportasi *tour* di area wisata sekitar, seperti Pura Besakih, Tenganan, gunung Agung, Tirta Gangga, dan

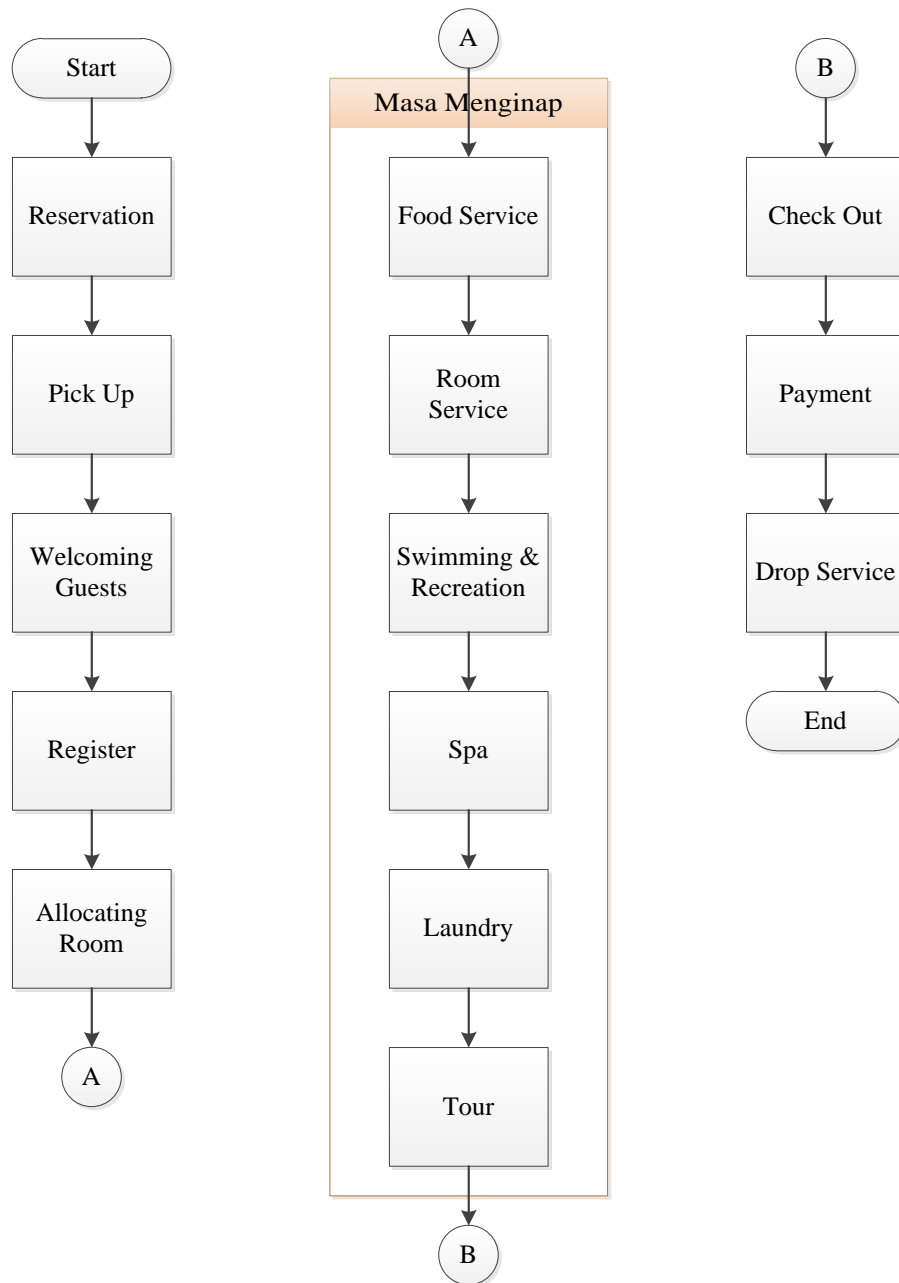
pantai Bali Timur. Tahap terakhir pada siklus kegiatan tamu adalah masa keberangkatan atau masa meninggalkan hotel, pada masa ini tamu akan melakukan check out, pembayaran, dan pergi meninggalkan hotel. Biasanya pihak hotel juga akan menawarkan jasa transportasi untuk mengantar tamu menuju bandara.

Setelah mengetahui siklus kegiatan tamu, maka selanjutnya dilakukan identifikasi kegiatan operasional hotel yang berkaitan langsung dengan aktivitas tersebut. Kegiatan operasional hotel yang berkaitan dengan siklus kegiatan tamu dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Kegiatan operasional hotel pertama adalah *reservation* yaitu menerima pemesanan dari tamu melalui panggilan telepon atau situs pemesanan hotel. Pada kegiatan ini, resepsionis bagian reservasi bertugas memberikan informasi mengenai ketersediaan kamar, fasilitas hotel, biaya, dan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan di hotel Alila Manggis. Selanjutnya setelah tamu memutuskan untuk memesan kamar, resepsionis akan mencatat informasi data diri, waktu kedatangan dan membuat jadwal penjemputan tamu dari bandara internasional Ngurah Rai jika pihak tamu ingin menggunakan jasa transportasi dari hotel. Setelah tamu tiba di hotel, tamu akan disambut di area lobi dengan memberikan *welcome kit* berupa bingkisan berisi minuman dan suvenir ucapan selamat datang. Selanjutnya tamu akan diarahkan menuju bagian reservasi untuk melakukan registrasi. Setelah proses registrasi, tamu akan menerima kunci kamar dan diantarkan menuju ruangan oleh *room boy*. Room boy biasanya akan membawakan barang bawaan tamu menggunakan troli.

Kegiatan operasional hotel selama tamu menginap di hotel adalah *food service, room service, swimming and recreation, spa, laundry, dan tour*. *Food service* atau pelayanan makanan terdiri dari *breakfast, lunch, dan dinner*. Tamu yang menginap di hotel mendapatkan *breakfast* gratis di Seasalt restoran, sedangkan untuk *lunch* dan *dinner* dikenakan biaya tambahan. *Room service* dan *laundry* merupakan kegiatan operasional *housekeeping department* yaitu kegiatan membersihkan kamar yang dilakukan setiap pagi, setelah tamu *check out*, atau ketika tamu meminta untuk membersihkan kamar. Pada saat melakukan pembersihan kamar, petugas kebersihan juga mengganti barang-barang *linens*,

barang sekali pakai, dan mengisi ulang mini bar. Sedangkan *laundry services* dilakukan setiap hari untuk mencuci perlengkapan *linen* seperti handuk, lap, seprei, sarung bantal, dan kimono.



Gambar 4.3 Flowchart kegiatan operasional hotel Alila Manggis

Kegiatan lainnya adalah berenang, berekreasi di taman hotel, atau menikmati spa. Hotel Alila Manggis dilengkapi dengan fasilitas kolam renang,

taman, dan berada di pesisir pantai, sehingga tamu dapat bersantai dipantai, atau bermain di taman. Selain itu tamu juga dapat berwisata keluar hotel, pihak hotel memiliki fasilitas transportasi yang akan mengantar tamu mengunjungi wisata sekitar, seperti Pura Besakih, Tenganan, gunung Agung, Tirta Gangga, dan pantai Bali Timur.

Kegiatan operasional terakhir adalah ketika masa keberangkatan, yaitu tamu meninggalkan hotel. Tamu yang akan meninggalkan hotel harus melakukan prosedur check out, yaitu yang pertama mengunjungi resepsionis untuk menginformasikan bahwa tamu akan melakukan check out. Kemudian pihak resepsionis akan menghubungi bagian *housekeeping* untuk melakukan pemeriksaan barang tertinggal, fasilitas rusak, dan isi mini bar. Setelah itu resepsionis akan menyusun biaya yang harus dibayarkan oleh tamu. Setelah pembayaran selesai *room boy* akan membawakan barang milik tamu menuju area parkir. Kemudian tamu akan diantar menuju bandara jika tamu memilih menggunakan jasa transportasi dari hotel.

4. 4 Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup LCEA

Tahap pertama dalam melakukan LCEA adalah penentuan tujuan dan ruang lingkup penelitian (*goal and scope definition*). Penetapan tujuan dan ruang lingkup sangatlah penting untuk mengartikulasikan maksud dan batasan dari penelitian yang dilakukan. Tahapan ini mengidentifikasi penerapan, batasan, asumsi, fungsi sistem yang diamati, dan unit fungsional yang dipertimbangkan. Fungsi sistem menyatakan karakteristik dari sistem, sedangkan fungsional menyatakan ukuran kinerja atau satuan unit yang digunakan pada sistem yang tujuannya adalah memberikan reverensi umum pada input dan output sistem.

4.4. 1 Tujuan

Berdasarkan ISO 14044, dalam menyatakan tujuan harus menyampaikan secara jelas maksud dari penelitian, latar belakang atau alasan melakukan penelitian, dan kepada siapa penelitian ini ditujukan.

1. Maksud dari Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan penilaian dampak lingkungan dari konsumsi energi pada kegiatan operasional hotel Alila

Manggis saat ini menggunakan *life cycle energy analysis* (LCEA). Penelitian ini mempertimbangkan empat macam energi yang digunakan dihotel yaitu energi listrik, BBM (solar dan bensin), dan LPG. Penelitian ini juga akan mengidentifikasi kegiatan operasional hotel mana yang memberikan beban lingkungan terbesar dan upaya untuk melakukan *improvement* perbaikan terhadap kegiatan operasional tersebut.

2. Latar belakang Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian latar belakang penelitian, penelitian ini dilakukan karena adanya indikasi bahwa penggunaan energi pada industri perhotelan di Indonesia melebihi jumlah energi yang sebenarnya diperlukan untuk mengoperasikan hotel. Pola penggunaan energi yang tidak efisien dapat meningkatkan jumlah emisi GRK yang dihasilkan, terlebih lagi jumlah industri perhotelan di Indonesia terus mengalami peningkatan. Hotel Alila Manggis adalah salah satu hotel di Bali yang peduli terhadap lingkungan. Apabila dilihat dari tingkat konsumsi energi per bulan hotel Alila Manggis memiliki tingkat konsumsi energi yang melebihi batas *baseline* yang telah ditentukan oleh *Earth Check* terutama ketika tingkat okupansi rendah. Atas dasar tersebut maka perlu dilakukan sebuah penilaian dampak lingkungan dari emisi GRK yang dihasilkan akibat penggunaan energi di hotel Alila Manggis.

3. Target Audiens yang Dituju

Audiens utama pada penelitian adalah hotel Alila Manggis dan akademisi. Untuk Pihak hotel, hasil penelitian ini akan memberikan identifikasi perbaikan yang diharapkan mampu membantu dalam membuat kebijakan lingkungan pada penggunaan energi. Sedangkan bagi pihak akademisi, metodologi pada penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam menyelidiki proses serupa.

4.4. 2 Ruang Lingkup

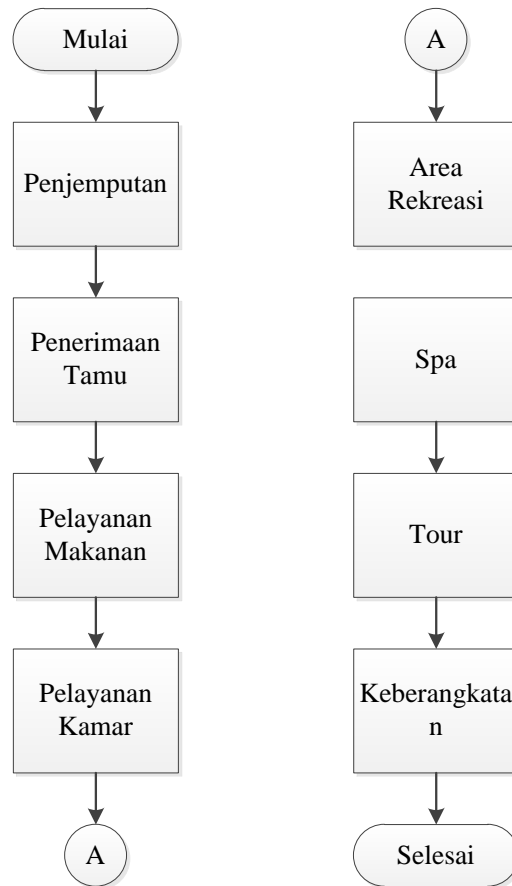
1) Function dan Functional Unit

Sistem yang diamati pada penelitian ini adalah kegiatan operasional hotel yang berhubungan langsung dengan pelayanan tamu. Fungsi dari sistem ini adalah menyediakan akomodasi dan pelayanan kepada tamu untuk periode waktu tertentu. Sedangkan *functional unit* yang digunakan adalah

konsumsi energi (dalam satuan kWh atau MJ) dan emisi GRK (dalam kg CO₂-eq) per *guest night*.

2) *Overview* model sistem

Untuk memudahkan perhitungan LCI, maka kegiatan operasional hotel akan dikelompokkan ke dalam unit kegiatan. Berikut ini pengelompokan unit kegiatan operasional hotel pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis

3) System Boundary

a. Penjemputan

Unit penjemputan terdiri dari aktivitas *pick up service* yaitu penjemputan tamu dari bandara internasional Ngurah Rai menuju hotel Alila Manggis di Desa Buitan, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali. Lokasi hotel dengan bandara berjarak 59.6 km atau

dibulatkan menjadi 60 km. kategori energi yang digunakan pada unit ini adalah bahan bakar solar dan premium yang digunakan untuk melakukan penjemputan.

b. Penerimaan Tamu

Unit penerimaan tamu merupakan kegiatan departemen *front office* yang terdiri dari aktivitas *reservation, welcoming guest, registration, allocating room, check out, dan payment*. Komponen energi pada unit ini adalah penggunaan listrik selama melakukan kegiatan, area *front office* (lobi) menjadi area kerja utama sehingga beban penggunaan listrik dihitung berdasarkan beban listrik di lobi.

c. Pelayanan Makanan

Unit pelayanan makanan merupakan kegiatan departemen *food and beverage* dalam menyediakan *breakfast, lunch, dan dinner*. Dalam menyiapkan makan, pihak restoran menggunakan energi listrik untuk area restoran dan LPG untuk memasak makanan.

d. Pelayanan Kamar

Unit pelayanan kamar terdiri dari aktivitas pembersihan kamar dan beban energi listrik unit ini berada pada penggunaan listrik di kamar hotel, penerangan di koridor, listrik laundry, listrik untuk *water heater*, dan penggunaan solar untuk genset.

e. Area Rekreasi

Area rekreasi terdiri dari taman dan kolam seluas 4.300 m², kegiatan operasi pada area ini adalah membersihkan kolam, membersihkan taman, dan merawat taman. Penggunaan energi pada unit ini adalah lampu hias di sekitar taman, pompa kolam, dan penggunaan BBM premium untuk mesin *lawn mowers*.

f. Spa

Hotel Alila Manggis memiliki sebuah spa yang dilengkapi dengan dua buah tempat tidur. Beban energi pada unit ini adalah penggunaan listrik di ruangan spa.

g. Tour

Unit *tour* merupakan fasilitas transportasi yang mengantarkan tamu mengunjungi area wisata sekitar seperti Pura Besakih, Tenganan, gunung Agung, Tirta Gangga, dan pantai Bali Timur. Penggunaan energi pada unit ini adalah BBM premium dan solar untuk transportasi.

h. Keberangkatan

Unit keberangkatan merupakan kegiatan *drop service* yaitu mengantar keberangkatan tamu menuju bandara internasional Ngurah Rai. Penggunaan energi pada unit ini adalah BBM premium dan solar untuk transportasi.

4) Data categories

Kategori data yang digunakan pada penelitian ini adalah konsumsi energi ada hotel, yaitu energi listrik, BBM, dan LPG.

a. Energi listrik

Hotel Alila Manggis menggunakan energi dari perusahaan listrik Negara (PLN) dengan batas 6.600 VA sampai dengan 200 kVA (golongan B-2/TR). Penggunaan energi listrik pada setiap unit akan diukur berdasarkan beban daya (dalam kWh). Selain energi listrik dari PLN, hotel juga memiliki sebuah genset dengan kapasitas 1000kVA. Genset digunakan ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN dan juga pada *maintenance* berkala. Genset menggunakan bahan bakar solar (dalam liter), sehingga konsumsi energi listrik dari genset diukur berdasarkan konsumsinya.

b. BBM

BBM yang diamati pada penelitian ini adalah penggunaan solar dan premium untuk transportasi pada aktivitas penjemputan, *tour*, dan keberangkatan. Kendaraan transportasi yang dimiliki hotel Alila Manggis dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis Kendaraan Hotel Alila Manggis

Merk Mobil	Jumlah	Kapasitas	Bahan Bakar	Rata-rata Jarak/liter
Hyundai H-1 XGCRDI	2	6	Solar	8.47 km
Suzuki APV	2	8	Premium	8 km
Toyota Avanza	2	6	Premium	8 km

c. LPG (dalam kg)

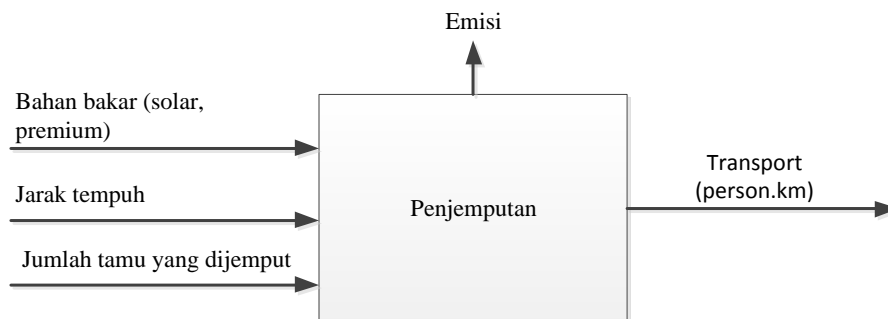
LPG merupakan sumber energi yang digunakan untuk memasak di restoran, penggunaan LPG diukur berdasarkan rata-rata per har. Pihak restoran tidak hanya melayani tamu hotel melainkan juga untuk umum, sehingga pengukuran konsumsi energi di restoran akan dibagi berdasarkan rata-rata pengunjung restoran per hari.

4.5 Life Cycle Inventory (LCI)

Tahap kedua dari LCEA adalah melakukan LCI yaitu pengumpulan dan perhitungan input dan output selama siklus kegiatan tamu hotel. Pengukuran LCI akan dilakukan berdasarkan unik kegiatan operasional hotel. Berikut ini adalah LCI pada setiap unit kegiatan operasional hotel:

4.5.1 Life Cycle Inventory pada Unit Penjemputan

Aktivitas unit penjemputan adalah menjemput tamu dari bandara internasional Ngurah Rai yang berjarak 60 km. *Material balance* pada unit penjemputan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Material balance* unit penjemputan

Input data yang digunakan pada LCI adalah jumlah dalam satu hari. Sehingga perlu dilakukan konversi input dalam bentuk per hari. Berikut ini adalah data-data untuk input LCI:

- Jumlah penjemputan rata-rata dengan kendaraan berbahan bakar premium adalah $27.67 \approx 28$ kali penjemputan dalam satu bulan. Sedangkan kendaraan berbahan bakar solar digunakan rata-rata sebanyak $5,22 \approx 6$ kali dalam satu bulan.
- Rata-rata jumlah penumpang dalam satu kali penjemputan untuk mobil premium adalah 2 orang ditambah 1 orang supir, sedangkan untuk mobil solar sebanyak 4 orang ditambah 1 sopir.
- Jarak tempuh dalam satu kali penjemputan adalah 120 km (60 km menuju bandara dan 60 km kembali ke hotel).
- Jarak tempuh rata-rata mobil premium per 1 liter adalah 8 km (TCC, 2014), sedangkan mobil solar adalah 8.47 km per liter (Group 1 Hyundai, 2017).

Input dan output LCI unit penjemputan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 LCI pada Unit Penjemputan

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Premium	14	Liter/hari	Transportasi	516.8	Person.km
Solar	2.8335	Liter/hari			
Rata-rata tamu	3.8	Person			
rata-rata jarak/ hari	136	Km			

Setelah mengidentifikasi input dan output pada unit penjemputan, selanjutnya dilakukan input data ke *software* SimaPro. Inputan dapat dilihat pada Gambar 4.6. Data yang dimasukkan pada SimaPro adalah data keluaran produk, data konsumsi energi, dan emisi udara. Unit penjemputan merupakan aktivitas jasa sehingga keluaran dari proses ini adalah jumlah orang yang diantar dikali dengan jarak tempuhnya. Nilai jasa penjemputan adalah 516.8 person.km, nilai ini

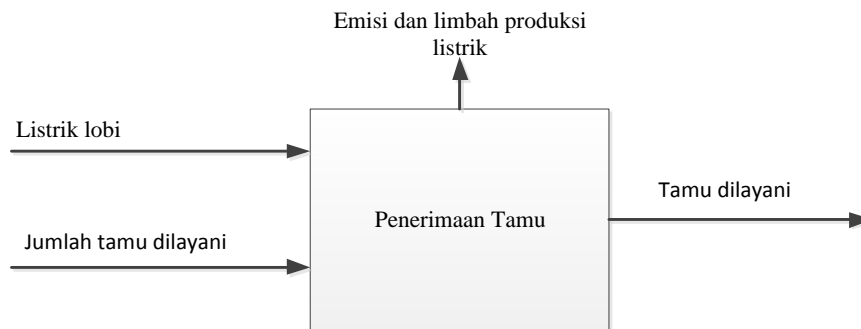
diperoleh dengan mengalikan rata-rata penumpang per hari dengan rata-rata jarak per hari. Masukan bahan bakar (*fuel*) pada simapro adalah rata-rata konsumsi premium dan solar per hari dalam satuan kg.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Jasa penjemputan	516.8	personkm	Person.Distance	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Petrol I	10.30708	kg	Undefined				
Diesel I	2.5076475	kg	Undefined				
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							

Gambar 4.6 Input data unit penjemputan pada SimaPro

4.5. 2 Life Cycle Inventory pada Unit Penerimaan Tamu

Aktivitas unit penerimaan tamu terdiri dari aktivitas *reservation*, *welcoming guest*, *registration*, *allocating room*, *check out*, dan *payment*. *Material balance* pada unit penerimaan tamu dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Material balance* unit penerimaan tamu

Beban energi pada unit penerimaan tamu adalah penggunaan listrik di ruang penerimaan tamu atau area lobi. Pengukuran penggunaan listrik di area lobi dilakukan dengan menghitung daya peralatan listrik di area lobi. Area lobi hotel Alila Manggis merupakan ruangan terbuka, yang dilengkapi dengan peralatan listrik berupa lampu, kipas, computer, dan printer, disebelah lobi juga terdapat

kamar mandi yang memiliki peralatan listrik berupa lampu dan *hand drayer*. Data peralatan listrik secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Data Peralatan Elektronik di Area Lobi

Nama Peralatan	Daya (real power)	Satuan	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Komputer Dekstop	150	Watt	3	24	10.8
Printer	100	Watt	1	24	2.4
<i>Exhaust Fan</i>	45	Watt	1	24	1.08
Kipas	100	Watt	10	8	8
Lampu pot	40	Watt	1	24	0.96
Lampu <i>Ceiling</i>	25	Watt	22	15	8.25
Lampu <i>Ceiling</i>	40	Watt	18	15	10.8
Lampu Meja	40	Watt	2	24	1.92
Lampu untuk buku	10	Watt	2	24	0.48
<i>Hand Drayer</i>	500	Watt	2	24	24
Lampu kaca	10	Watt	4	24	0.96
Total					69.65

Beberapa peralatan listrik memang dibiarkan menyala selama 24 jam karena meskipun *front office* hanya beroperasi dari pukul 08.00 hingga pukul 18.00, namun tetap ada karyawan yang berjaga di *front office* selama 24 jam. Kipas hanya menyala selama 8 jam karena ruangan lobi merupakan ruangan terbuka sehingga biasanya kipas hanya dinyalakan mulai pukul 09.00 hingga 17.00. Sedangkan lampu yang menyala 15 jam hanya dinyalakan ketika malam hari yaitu dari pukul 17.00 hingga pukul 08.00. Input dan output LCI pada unit penerimaan tamu dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 LCI pada Unit Penerimaan Tamu

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Listrik	69.56	kWh	Tamu dilayani	57	Person
Tamu/hari	57	Person			

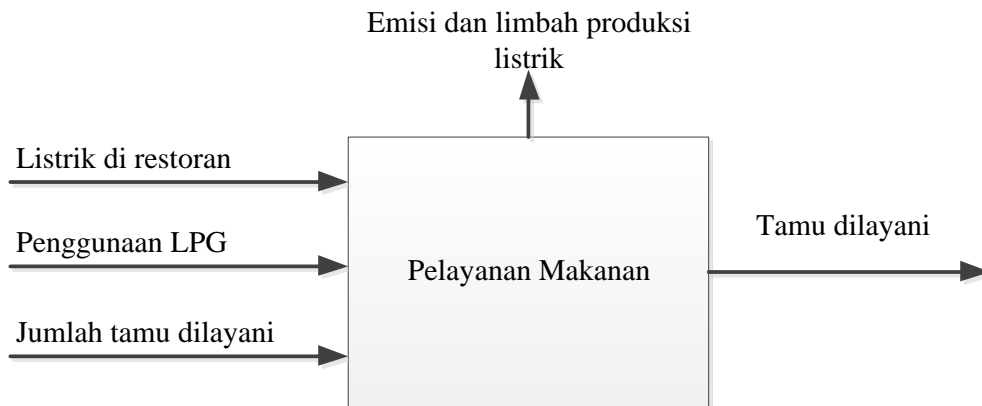
Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Penerimaan tamu	57	p	Amount	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment	
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	69.65	kWh	Undefined				
(Insert line here)							
Outputs							

Gambar 4.8 Input data unit penerimaan tamu pada SimaPro

4.5. 3 Life Cycle Inventory pada Unit Pelayanan Makanan

Kegiatan unit pelayanan makanan adalah menyediakan *breakfast, lunch,* dan *dinner*. *Material balance* pada unit pelayanan makanan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.9 *Material balance* unit pelayanan makanan

Dari *material balance* pada Gambar 4.7 diketahui bahwa beban energi unit pelayanan makanan berada pada penggunaan listrik untuk area dapur dan restoran, serta penggunaan LPG. Unit pelayanan makanan rata-rata mengkonsumsi LPG sebanyak 46.7567 kg per hari. Sedangkan untuk konsumsi energi listrik dihitung berdasarkan daya peralatan elektronik di kitchen dan di restoran. Daftar peralatan elektronik di unit pelayanan makanan dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Data Peralatan Elektronik di Unit Pelayanan Makanan

Nama Peralatan	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
AC (1/2 PK)	400	1	15	6
Kipas	100	10	6	6
<i>Exhaust Fan Kitchen</i>	45	4	24	4.32
<i>Intake Kitchen</i>	60	1	24	1.44
Lampu <i>Ceiling</i>	40	12	15	7.2
Lampu Tembok	25	24	8	4.8
Lampu Tembok	15	32	8	3.84
<i>Rice Cooker</i>	2100	2	3	12.6
<i>Rice Warmer</i>	100	2	15	3
<i>Ice Cube MV 450</i>	1000	1	15	15
<i>Ice Cube MV 456</i>	900	1	15	13.5
<i>2 Door Frezer</i>	1300	1	24	31.2
<i>Box Frezer</i>	90	3	24	6.48
<i>Chiller 2 Door</i>	450	2	24	21.6
<i>Chiller 3 Door</i>	500	2	24	24
<i>Chiller 4 Door</i>	710	2	24	34.08
<i>Standing Chiller 2 Door</i>	450	1	24	10.8
<i>Chiller 2 Door Cold Kitchen</i>	450	1	24	10.8
<i>Chiller 2 Door Pastry</i>	450	1	24	10.8

Tabel 4.5 Data Peralatan Elektronik di Unit Pelayanan Makanan (lanjutan)

Nama Peralatan	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
<i>Under Counter Chiller 2 Door</i>	450	1	24	10.8
<i>Under Counter Chiller 3 Door</i>	500	1	24	12
<i>Refrigerator 1 Door</i>	150	1	24	3.6
<i>Refrigerator 2 Door</i>	400	1	24	9.6
<i>Refrigerator Odic 2 Door</i>	400	1	24	9.6
<i>Slicer Machine</i>	600	1	3	1.8
<i>Toaster</i>	900	2	3	5.4
<i>Mixer Kitchen Aid</i>	300	1	3	0.9
<i>Mixer Dought</i>	220	1	3	0.66
<i>Oven Rational</i>	1100	1	6	6.6
<i>Pasta Machine</i>	290	1	6	1.74
<i>Dishwaser</i>	40	1	15	0.6
<i>Water Heater</i>	1000	2	15	30
Total				320.76

Input dan output LCI pada unit pelayanan makanan dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 LCI pada Unit Pelayanan Makanan

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Listrik	320.76	kWh	Tamu dilayani	62	Person
LPG	46.7567	kg			
Tamu/hari	62	Person			

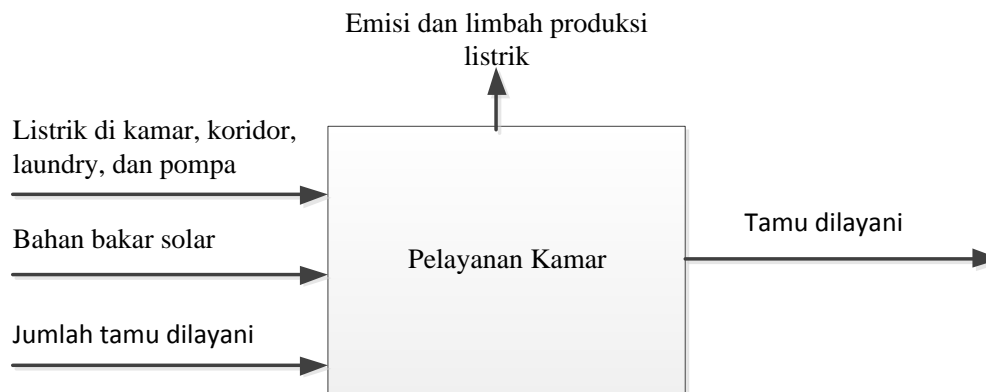
Input tamu merupakan rata-rata tamu hotel per hari di tambah dengan pengunjung restoran luar (yang tidak menginap di hotel Alila Manggis). Hal ini karena restoran tidak hanya melayani tamu hotel melainkan juga dibuka untuk umum. Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Pelayanan makan	62	p	Amount	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SD Min	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SD Min	Max	Comment	
LPG I	46.75666667	kg	Undefined				
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SD Min	Max	Comment	
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	320.76	kWh	Undefined				
(Insert line here)							
Outputs							

Gambar 4.10 Input data unit pelayanan makanan pada SimaPro

4.5. 4 Life Cycle Inventory pada Unit Pelayanan Kamar

Beban energi pada unit pelayanan kamar adalah penggunaan listrik di kamar hotel, penerangan di koridor, listrik laundry, dan pompa, serta penggunaan solar untuk genset dan *water heater*. *Material balance* pada unit pelayanan kamar dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.11 *Material balance* unit pelayanan kamar

Listrik di kamar hotel dihitung berdasarkan peralatan elektronik yang tersedia di kamar. Perhitungan penggunaannya dilakukan berdasarkan tingkat

okupansi kamar. Rata-rata okupansi hotel Alila Manggis adalah 64%, sehingga rata-rata kamar terjual perharinya adalah 35.07 kamar atau setara dengan 35 kamar dari 55 kamar tersedia. Hotel Alila Manggis tidak memiliki koridor terbuka sehingga penerangan pada koridor dapat diasumsikan selama 15 jam yaitu dari 17.00 hingga 08.00. Perhitungan peralatan listrik secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.7 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian A

Nama peralatan	Daya (Watt)	Jumlah			Pemakaian (Jam)	kWh
		Suite	Deluxe	Superior		
		2	22	31		
Lampu DL	18	9	4	2	15	45.36
Lampu <i>Ceiling</i> Halogen	20	1	1	1	15	16.5
TS 28	14	2	1	1	15	11.97
TS 21	10.5	3	3	3	15	25.9875
TS 8	4	3	3	3	15	9.9
<i>Bed Side Lamp</i>	11	2	2	2	15	18.15
<i>Standing Lamp</i>	18	1	1	1	15	14.85
<i>Dressing Lamp</i>	18	1	1	1	15	14.85
<i>Balkony Lamp</i>	11	4	2	2	15	18.81
<i>Reading Lamp</i>	3	2	2	2	4	1.32
<i>Sign Room Lamp</i>	5	1	1	1	24	6.6
TV 42"	220	2	1	1	12	150.48
<i>Phone</i>	3	2	2	2	24	7.92
<i>Iron</i>	350	1	1	1	3	57.75
<i>Water Heater</i>	350	1	1	1	3	57.75
<i>Hair drayer</i>	350	1	1	1	3	57.75
Total Semua Kamar						515.947
Energi Listrik Berdasarkan Okupansi						330.206

Tabel 4.8 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian B

Nama peralatan	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Lampu koridor 25	25	56	15	21
Lampu koridor 15	15	86	15	19.35
Pompa air	1500	3	12	54
<i>Exhaust Fan</i>	45	2	24	2.16
Panel pompa	25	1	24	0.6
<i>Mini Bar</i>	78	55	24	102.96
AC (1/5 PK)	400	55	24	528
Listrik <i>Laundry</i>				69.99
Total				798.06

Peralatan kamar bagian A artinya hanya digunakan berdasarkan okupansi, sedangkan peralatan elektronik bagian B tetap menyala setiap hari tanpa mempedulikan okupansi. Hotel Alila Manggis menggunakan jasa *outsourcing* untuk fasilitas *laundry*, sehingga perhitungan energi untuk *laundry* dilakukan dengan cara mengkonversikan jumlah *laundry* ke nilai kWh listrik, dimana 1 kg *laundry* dapat diestimasikan menghabiskan 3 kWh listrik (Bohdanowicz, 2006). Rata-rata jumlah *laundry* dari bulan Januari hingga bulan April 2017 adalah 70 buah linen per hari, jumlah ini setara dengan 23,33 kg per hari. Untuk perhitungan konsumsi solar pada genset dilakukan perhitungan rata-rata per hari yaitu sebesar 75,55 liter dan konsumsi solar untuk *water heater* berkisar antara 20-25 liter sehari, sehingga digunakan rata-rata konsumsi sebesar 22,5 liter per hari. Input dan output LCI pada unit pelayanan kamar dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 LCI pada Unit Pelayanan Kamar

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Listrik	1128.266	kWh	Tamu dilayani	57	Person
Solar	98.05	Liter			
Tamu/hari	57	Person			

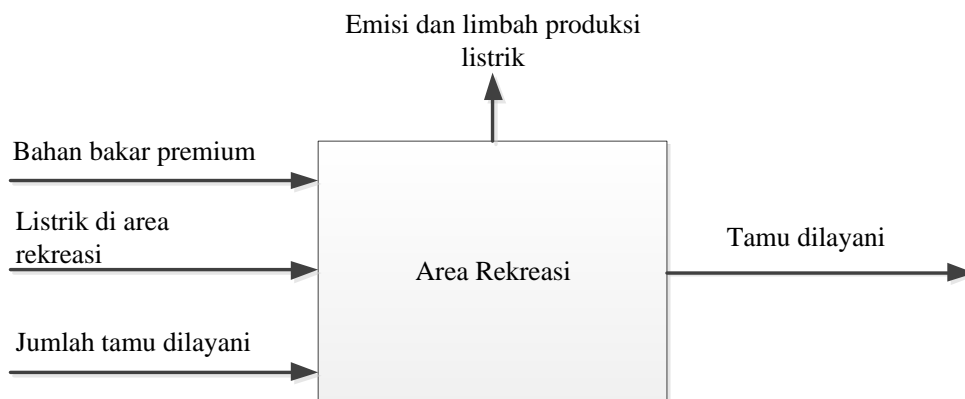
Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Pelayanan Kamar	57	p	Amount	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Diesel I	86.77425	kg	Undefined				
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	1128.2664	kWh	Undefined				
(Insert line here)							

Gambar 4.12 Input data unit pelayanan kamar pada SimaPro

4.5. 5 Life Cycle Inventory pada Area Rekreasi

Kegiatan operasional pada area rekreasi adalah membersihkan kolam, membersihkan taman, dan merawat taman. *Material balance* pada area rekreasi dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.13 *Material balance* area rekreasi

Penggunaan bahan bakar premium adalah untuk mesin *lawn mowers* yang digunakan sekali setiap minggu dengan rata-rata konsumsi sebesar 5 liter per minggu atau setara dengan 0.7143 liter per hari. Listrik di area rekreasi berupa penerangan di taman dan sekitar kolam. Input dan output LCI pada area rekreasi dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 LCI pada Area Rekreasi

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Listrik	57	kWh	Tamu dilayani	57	Person
Premium	0.7143	Liter			
Tamu/hari	57	Person			

Penggunaan listrik dihitung berdasarkan jumlah lampu yang ada di area rekreasi, jumlah lampu secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Data Lampu pada Area Rekreasi

Nama peralatan	Daya	Satuan	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Lampu hias	40	Watt	65	15	39
Lampu kolam	25	Watt	24	15	9
Lampu Sorot halogen	100	Watt	6	15	9
Total					57

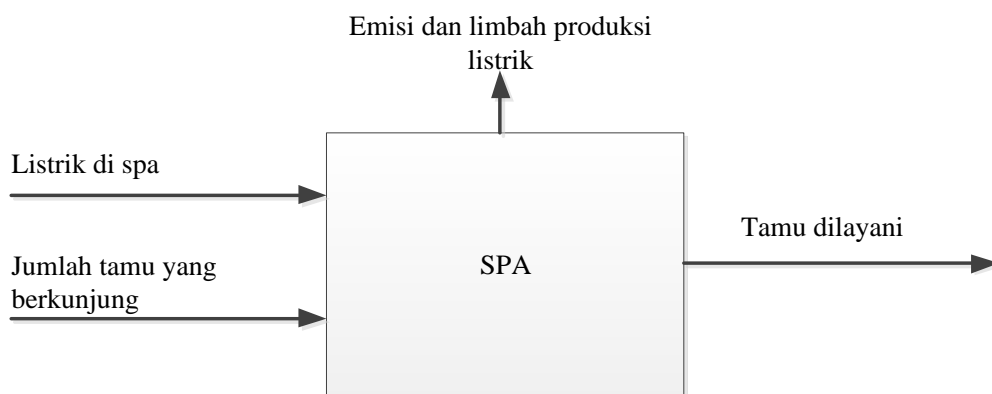
Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Area Rekreasi	57	p	Amount	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Petrol I	0.5266	kg	Undefined				
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	57	kWh	Undefined				
(Insert line here)							

Gambar 4.14 Input data unit Area Rekreasi pada SimaPro

4.5. 6 Life Cycle Inventory pada Spa

Beban energi pada spa adalah penggunaan energi listrik untuk menunjang perawatan spa. *Material balance* pada spa dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.15 *Material balance* unit spa

Penggunaan listrik dihitung berdasarkan jumlah peralatan elektronik di ruangan spa, data peralatan elektronik secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4.12 Data Peralatan Elektronik Ruangan Spa

Nama peralatan	Daya	Satuan	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Lampu <i>Ceiling</i>	40	Watt	5	15	3
Kipas	100	Watt	1	12	1.2
Music Player	80	Watt	1	12	0.96
<i>Oven</i>	500	Watt	1	1	0.5
Total					5.66

Input dan output LCI pada area rekreasi dapat dilihat pada Tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 LCI pada Unit Spa

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Listrik	5.66	kWh	Tamu dilayani	0.15166667	Person
Tamu/hari	0.1667	Person			

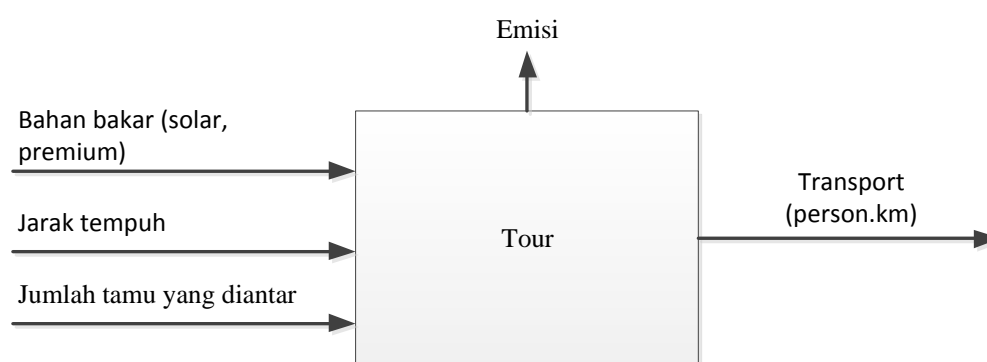
Jumlah tamu spa rata-rata selama satu bulan adalah 5 orang, sehingga rata-rata per hari adalah 0.1667 orang. Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.14 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Pelayanan Spa	0.1667	p	Amount	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	5.66	kWh	Undefined				

Gambar 4.16 Input data unit spa pada SimaPro

4.5. 7 Life Cycle Inventory pada Tour

Aktivitas unit *tour* adalah mengantarkan tamu mengunjungi area wisata sekitar seperti Pura Besakih, Tenganan, gunung Agung, Tirta Gangga, dan pantai Bali Timur. *Material balance* pada unit *tour* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.17 *Material balance* unit tour

Berikut ini data-data yang dibutuhkan untuk menghitung LCI pada unit *tour*.

- Data yang dimiliki untuk tour dengan kendaraan berbahan bakar solar adalah jumlah konsumsi solar per bulan, dengan rata-rata 389.13 liter per bulan. Dengan konsumsi solar tersebut kendaraan mampu menempuh jarak 3295.89 km per bulan, atau setara dengan 109.86 km per hari. Jumlah penumpang atau tamu yang dilayani diasumsikan 4 orang ditambah satu orang supir. Rata-rata jumlah *tour* per bulan adalah 30 kali sehingga jumlah tamu yang dilayani menjadi 150 orang per bulan atau 5 orang per hari.
- Sedangkan kendaraan berbahan bakar premium menempuh jarak rata-rata 2320 km per bulan dengan konsumsi bahan bakar rata-rata 290 liter per bulan atau 9.67 liter per hari. Jumlah *tour* kendaraan premium per bulan adalah 27 kali, sehingga dengan asumsi satu kali *tour* membawa penumpang 2 tamu dan satu orang supir, maka total penumpang adalah 81 per bulan atau 2,7 per hari.

Input dan output LCI pada *tour* dapat dilihat pada Tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.14 LCI pada Unit *Tour*

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Premium	9.666667	Liter	Transportasi	1441.412	Person.km
Solar	12.97085	Liter			
Tamu/hari	7.7	Person			
Jarak/hari	187.1964	km			

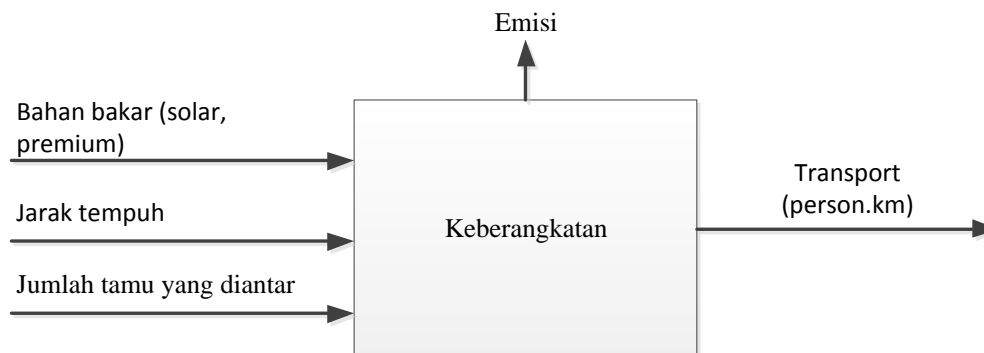
Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.16 dibawah ini.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Tour	1441.412222	personkm	Person.Distance	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Petrol I	7.12646	kg	Undefined				
Diesel I	11.47919	kg	Undefined				

Gambar 4.18 Input data unit *Tour* pada SimaPro

4.5. 8 Life Cycle Inventory pada Unit Keberangkatan

Aktivitas unit keberangkatan adalah mengantarkan tamu menuju bandara internasional Ngurah Rai. *Material balance* pada unit keberangkatan dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.19 *Material balance* unit keberangkatan

Unit keberangkatan pada dasarnya sama dengan unit penjemputan karena jarak yang ditempuh pada saat keberangkatan sama dengan penjemputan. Perbedaan unit keberangkatan dan penjemputan adalah frekuensi keberangkatan lebih sedikit dibandingkan dengan penjemputan. Rata-rata transportasi keberangkatan dengan kendaraan premium adalah 19 kali sedangkan dengan kendaraan berbahan bakar solar adalah 5 kali. Input dan output LCI pada unit keberangkatan dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15 LCI pada Unit Keberangkatan

Input			Output		
Nama	Kuantitas	Satuan	Nama	Kuantitas	Satuan
Premium	9.5	Liter	Transportasi	262.4	Person.km
Solar	2.361275	Liter			
Tamu/hari	2.733333	Person			
Jarak/hari	96	km			

Input LCI pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.18 dibawah ini.

Known outputs to technosphere, Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment	
Unit Keberangkatan	262.4	personkm	Person.Distance	100 %	Others		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere, Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Diesel I	2.0897284537	kg	Undefined				
Petrol I	7.00359	kg	Undefined				

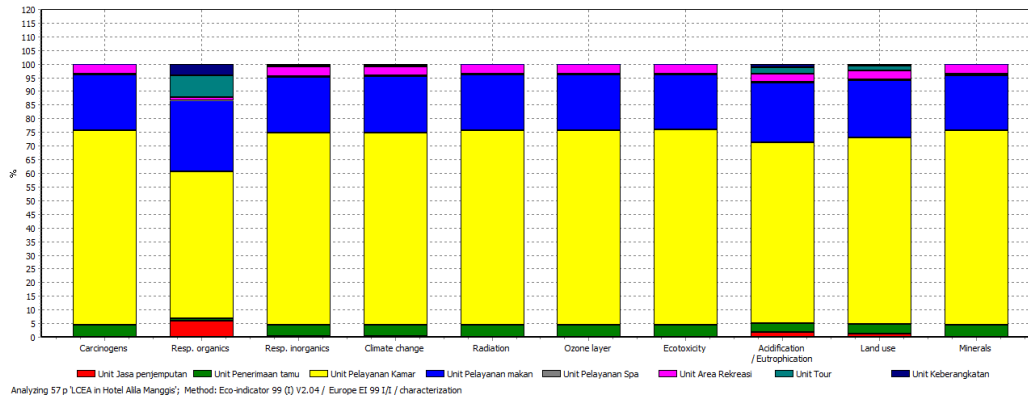
Gambar 4.20 Input data unit keberangkatan pada SimaPro

4.6 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

LCIA merupakan tahap ketiga dalam *life cycle energy analysis*, dimana tahap ini bertujuan untuk memahami dan mengevaluasi seberapa besar dan pentingnya dampak lingkungan yang potensial dari konsumsi energi di hotel Alila Manggis. LCIA dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu *characterization*, *normalization*, *weighting*, dan *single score*.

4.6. 1 Characterization

Characterization dilakukan untuk mengelompokkan hasil LCI setiap unit kegiatan ke masing-masing kategori dampak lingkungan yang terkait. Metode yang digunakan sebagai dasar pada penilaian dampak lingkungan di penelitian ini adalah Eco Indicator 99. Eco Indicator 99 merupakan salah satu metode penilaian dampak yang paling banyak digunakan di *life cycle analysis*. Kategori dampak lingkungan yang digunakan pada Eco Indicator 99 adalah *carcinogens*, *respiratory organics-inorganics*, *climate change*, *radiation*, *ozon layer*, *ecotoxicity*, *acidification*, *land use*, dan *minerals*. Berikut ini hasil *characterization* dengan menggunakan *software* SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.21 Hasil *characterization* kegiatan operasional hotel

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat terdapat 10 kategori dampak lingkungan, dimana setiap unit kegiatan operasional hotel memiliki kontribusi pada masing-masing kategori dampak lingkungan. Hasil *characterization* tersebut merupakan pengukuran dampak lingkungan untuk satu hari kegiatan operasional hotel. Total nilai *characterization* dapat dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini.

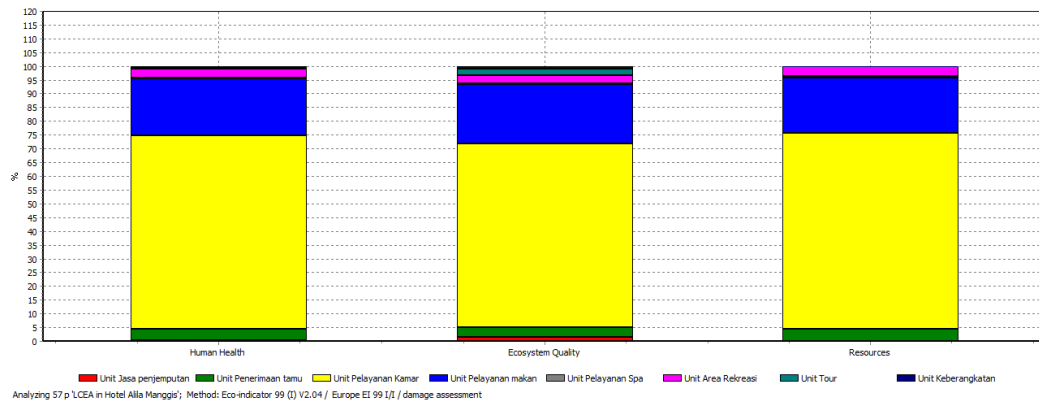
Tabel 4.16 Total Nilai *Characterization*

Impact category	Unit	Total
Carcinogens	DALY	0.001496
Resp. organics	DALY	4.51E-05
Resp. inorganics	DALY	0.013154

Tabel 4.16 Total Nilai *Characterization* (lanjutan)

Impact category	Unit	Total
Climate change	DALY	0.009936
Radiation	DALY	3.08E-05
Ozone layer	DALY	1.77E-06
Ecotoxicity	PAF*m2yr	367.1927
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2yr	796.3005
Land use	PDF*m2yr	307.1087
Minerals	MJ surplus	174.1466

Characterization juga dapat ditampilkan ke dalam bentuk dampak lingkungan *end point* yaitu *human health*, *resource depletion* dan *ecosystem quality*. Hasil *characterization* untuk dampak lingkungan *end point* dapat dilihat pada Gambar 4.20, dan jumlah kontribusi masing-masing unit kegiatan dapat dilihat pada Tabel 4.17.



Gambar 4.22 *Characterization* dampak lingkungan *end point*

Tabel 4.17 Kontribusi Unit Kegiatan Terhadap Dampak Lingkungan *End Point* (*Characterization*)

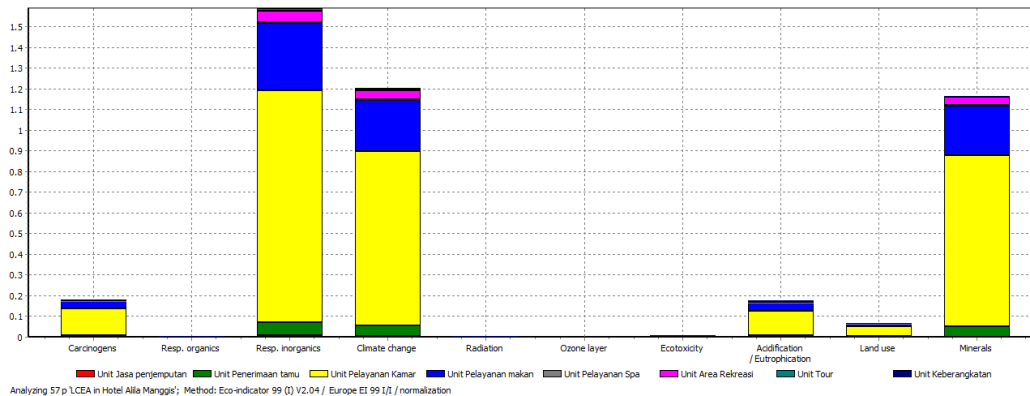
Unit Kegiatan	Human Health (Daly)	Ecosystem Quality (PDF*m2yr)	Resource Depletion (MJ Surplus)
Penjemputan	9.85E-05	17.14505	0.144358

Tabel 4.17 Kontribusi Unit Kegiatan Terhadap Dampak Lingkungan *End Point* (*Characterization*) Lanjutan

Unit Kegiatan	Human Health (Daly)	Ecosystem Quality (PDF*m2yr)	Resource Depletion (MJ Surplus)
Penerimaan tamu	0.001022	39.86915	7.590877
Pelayanan Kamar	0.017347	762.9372	123.7767
Pelayanan makan	0.005046	246.4314	35.50684
Pelayanan Spa	8.30E-05	3.239257	0.616738
Area Rekreasi	0.00084	33.33109	6.218381
Tour	0.000158	25.00475	0.190944
Keberangkatan	7.05E-05	12.17055	0.101698

4.6. 2 Normalization

Normalization atau normalisasi adalah mengubah nilai masing-masing kategori dampak lingkungan dengan pembanding atau referensi yang sama sehingga kategori dampak lingkungan dapat dibandingkan. Perubahan nilai kategori dampak dilakukan dengan membagi nilai *impact category* dari *characterization* dengan nilai *reference* sehingga setiap kategori dampak lingkungan memiliki satuan yang sama. Hasil normalisasi dapat dilihat pada Gambar 4.21 dibawah ini.



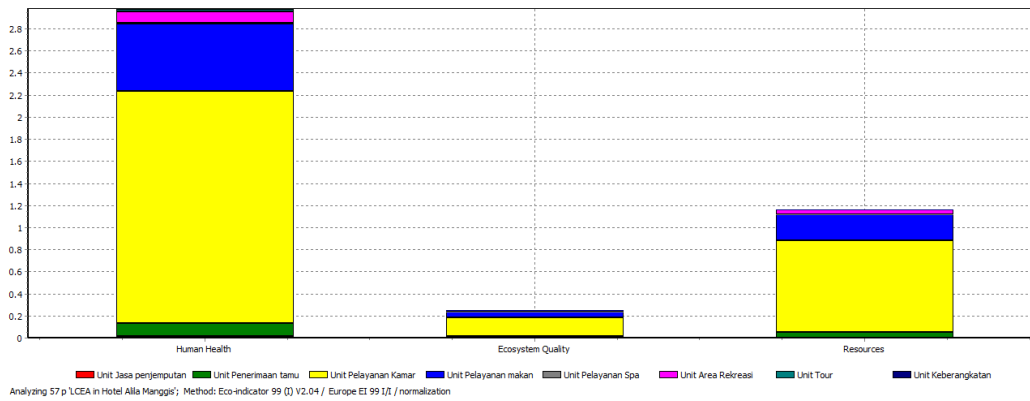
Gambar 4.23 *Normlization* dampak lingkungan unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis

Nilai hasil dari *normalization* dapat dilihat pada Tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4.18 Nilai Hasil *Normalisasi*

Impact category	Total	Pelayanan Kamar	Pelayanan makan	Penerimaan tamu	Area Rekreasi
Carcinogens	0.1809	0.1291	0.0367	0.0080	0.0065
Resp. organics	0.0054	0.0029	0.0014	0.0001	0.0001
Resp. inorganics	1.5916	1.1200	0.3240	0.0654	0.0538
Climate change	1.2023	0.8440	0.2477	0.0500	0.0411
Radiation	0.0037	0.0027	0.0008	0.0002	0.0001
Ozone layer	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
Ecotoxicity	0.0081	0.0058	0.0016	0.0004	0.0003
Acidification/ Eutrophication	0.1767	0.1172	0.0386	0.0060	0.0050
Land use	0.0681	0.0464	0.0145	0.0025	0.0021
Minerals	1.1632	0.8268	0.2372	0.0507	0.0415
Carcinogens	0.1809	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000
Resp. organics	0.0054	0.0003	0.0000	0.0004	0.0002
Resp. inorganics	1.5916	0.0068	0.0053	0.0115	0.0049
Climate change	1.2023	0.0048	0.0041	0.0072	0.0034
Radiation	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ozone layer	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ecotoxicity	0.0081	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Acidification/ Eutrophication	0.1767	0.0030	0.0005	0.0044	0.0021
Land use	0.0681	0.0008	0.0002	0.0012	0.0006
Minerals	1.1632	0.0010	0.0041	0.0013	0.0007

Dari hasil normalisasi dapat dilihat bahwa dampak lingkungan terbesar dari kegiatan operasional hotel adalah *respiratory inorganics*, yang kedua adalah *climate change*, dan yang ketiga adalah *minerals*. Normalisasi juga dapat ditampilkan dalam bentuk dampak lingkungan *end point* seperti pada Gambar 4.22. Pada Gambar 4.22 dapat dilihat bahwa *human health* merupakan dampak lingkungan *end point* yang paling besar diikuti oleh *resource depletion* dan *ecosystem quality*. Data kontribusi unit kegiatan operasional hotel terhadap dampak lingkungan *end point* dapat dilihat pada Tabel 4.19.



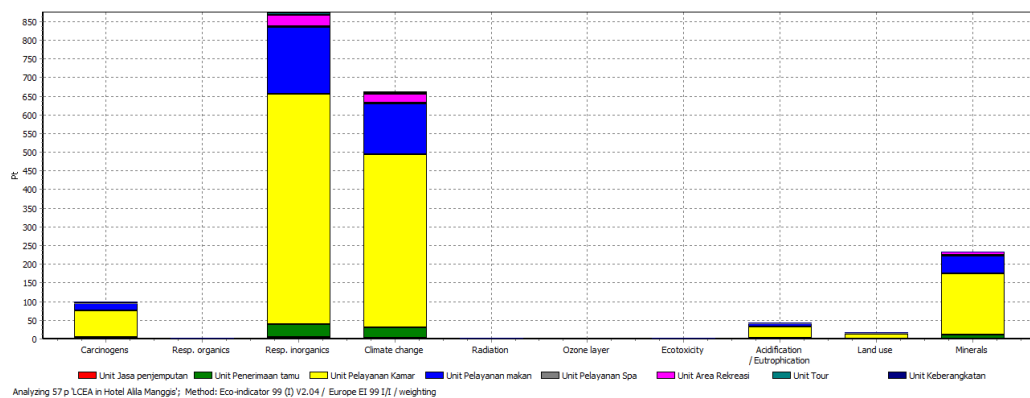
Gambar 4.24 Normalization dampak lingkungan *end point*

Tabel 4.19 Kontribusi Unit Kegiatan Terhadap Dampak Lingkungan *End Point* (Normalization)

Unit Kegiatan	Damage Category		
	Human Health (DALY)	Ecosystem Quality (PDF*m2yr)	Resources Depletion (MJ surplus)
Jasa penjemputan	0.011913	0.0038062	0.0009643
Penerimaan tamu	0.1236048	0.008851	0.0507071
Pelayanan Kamar	2.098948	0.1693721	0.8268286
Pelayanan makan	0.6106083	0.0547078	0.2371857
Pelayanan Spa	0.0100425	0.0007191	0.0041198
Area Rekreasi	0.1016213	0.0073995	0.0415388
Tour	0.0190928	0.0055511	0.0012755
Keberangkatan	0.0085246	0.0027019	0.0006793
Total	2.9843553	0.2531085	1.1632992

4.6. 3 Weighting

Weighting berarti mengalikan hasil normal dari masing-masing kategori dampak dengan faktor pembobotan yang menunjukkan kepentingan relatif kategori dampak. Hasil *weighting* memiliki unit yang sama dan dapat ditambahkan untuk menciptakan satu nilai tunggal untuk dampak lingkungan dari masing-masing unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis. Hasil *weighting* dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.25 Hasil *weighting* kategori dampak lingkungan

Nilai hasil *weighting* untuk masing-masing unit kegiatan operasional hotel dan totalnya pada masing-masing kategori dampak lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Nilai Hasil *Weighting*

Impact category	Unit	Total	Jasa penjemputan	Penerimaan tamu	Pelayanan Kamar
Total	Pt	1937.33	7.69656	80.3368	1362.13
Carcinogens	Pt	99.5268	0.00359	4.37848	71.0215
Resp. organics	Pt	3.00289	0.17334	0.0299	1.62023
Resp. inorganics	Pt	875.426	3.72234	35.9769	616.023
Climate change	Pt	661.272	2.65288	27.5019	464.21

Tabel 4.20 Nilai Hasil *Weighting* (lanjutan)

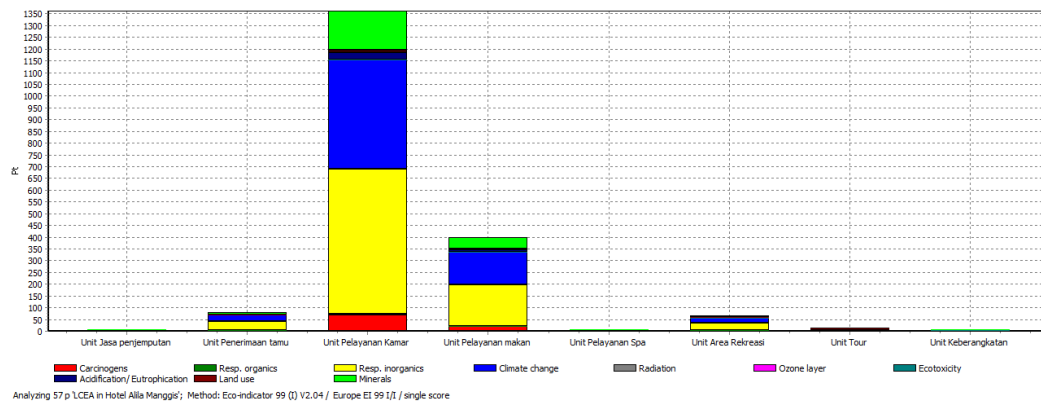
Impact category	Unit	Total	Jasa penjemputan	Penerimaan tamu	Pelayanan Kamar
Radiation	Pt	2.04958	0	0.09027	1.46235
Ozone layer	Pt	0.11796	0	0.0052	0.08416
Ecotoxicity	Pt	2.03792	0.00029	0.08925	1.45548
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.1947	0.75551	1.49556	29.2891
Land use	Pt	17.0445	0.19575	0.62792	11.5985
Minerals	Pt	232.66	0.19286	10.1414	165.366

Tabel 4.20 Nilai Hasil *Weighting* (Lanjutan)

Impact category	Pelayanan makan	Pelayanan Spa	Area Rekreasi	Tour	Keberangkatan
Total	396.949	6.52714	66.0494	12.1439	5.4998473
Carcinogens	20.1682	0.35574	3.5833	0.01305	0.002858534
Resp. organics	0.77509	0.00243	0.03164	0.24742	0.12283305
Resp. inorganics	178.214	2.92302	29.5838	6.30567	2.677047
Climate change	136.237	2.23445	22.6149	3.9349	1.8857746
Radiation	0.41574	0.00733	0.07388	0	0
Ozone layer	0.02393	0.00042	0.00425	0	0
Ecotoxicity	0.41108	0.00725	0.07304	0.00128	0.000238526
Acidification/ Eutrophication	9.65116	0.12151	1.25506	1.09092	0.53587435
Land use	3.6147	0.05102	0.52177	0.29557	0.13935236
Minerals	47.4371	0.82396	8.30776	0.2551	0.13586885

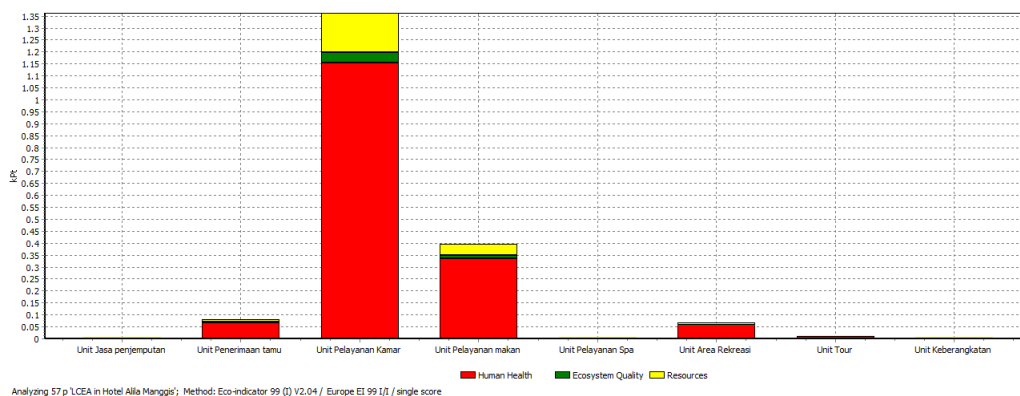
4.6. 4 Single Score

Single score atau nilai tunggal adalah nilai dampak lingkungan yang dihasilkan oleh masing-masing unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis. Setelah dilakukan *weighting*, semua nilai kategori dampak memiliki satuan yang sama sehingga bisa dijumlahkan untuk masing-masing unit kegiatan, hasil dari penjumlahan ini menjadi *single score*. Pada hasil *single score* kita bisa mengetahui potensi dampak lingkungan yang dapat dihasilkan oleh masing-masing unit kegiatan. Berikut ini adalah hasil *single score* dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.26 Hasil *single score* untuk masing-masing unit kegiatan operasional

Hasil *single score* juga dapat ditampilkan berdasarkan kategori dampak *end point* agar dapat diketahui dampak *end point* mana yang paling besar untuk setiap unit kegiatan. Hasil *single score* kategori dampak *end point* dapat dilihat pada Gambar 4.25.



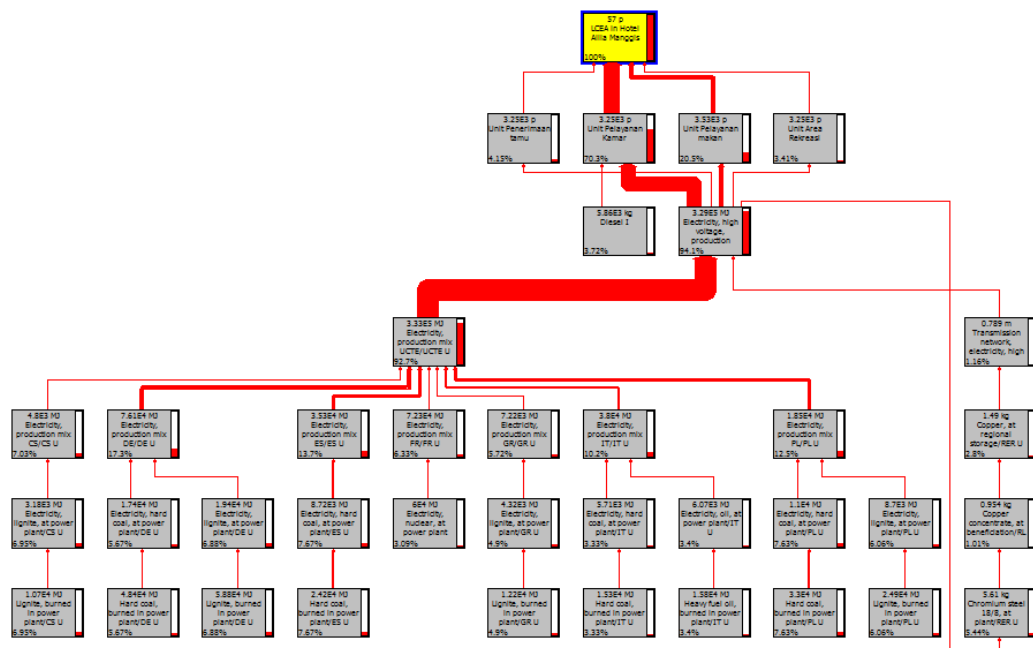
Gambar 4.27 Hasil *single score* kategori dampak *end point*

Nilai hasil *single score* untuk setiap kategori dampak lingkungan sama seperti nilai hasil *weighting*, sedangkan nilai kontribusi setiap unit kegiatan terhadap kategori kerusakan *end point* dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Nilai Kategori Dampak *End Point* untuk Setiap Unit Kegiatan

Unit Kegiatan	Human Health	Ecosystem Quality	Resources	Total
Jasa penjemputan	6.552151	0.95155051	0.19286269	7.69656
Penerimaan tamu	67.982628	2.2127377	10.141412	80.3368
Pelayanan Kamar	1154.4214	42.343013	165.36572	1362.13
Pelayanan makan	335.83457	13.676945	47.437142	396.949
Pelayanan Spa	5.5233989	0.17977877	0.82396142	6.52714
Area Rekreasi	55.891721	1.8498757	8.3077572	66.0494
Tour	10.501045	1.3877638	0.25510169	12.1439
Keberangkatan	4.6885132	0.67546524	0.13586885	5.49985
Total	1641.3954	63.27713	232.65983	1937.33

Hubungan setiap unit kegiatan operasional dan kontribusinya terhadap dampak lingkungan dapat juga dilihat melalui *network* dampak. *Network* dampak unit kegiatan operasional hotel dapat dilihat pada Gambar 4.26. *Network* dampak pada Gambar 4.26 menunjukkan sumber dampak lingkungan pada kegiatan operasional hotel dengan nilai *cut-off* 3%.



Gambar 4.28 *Network* dampak lingkungan kegiatan operasional hotel Alila Manggis

Nilai *cut-off* 3% pada *network* dampak menandakan bahwa *network* dampak hanya menampilkan proses atau material yang memiliki kontribusi lebih dari 3%. Ketebalan garis pada *network* dampak menunjukkan seberapa besar pengaruh proses tersebut terhadap total dampak. Semakin besar garis penghubung *network* maka semakin besar pula pengaruh unit kegiatan tersebut terhadap total dampak lingkungan.

Berdasarkan *network* dampak lingkungan pada Gambar 4.26 dapat diketahui sumber energi penyebab dampak lingkungan serta jumlah kontribusinya. Nilai kontribusi setiap penggunaan energi terhadap dampak lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4.22 dibawah ini.

Tabel 4.22 Nilai Kontribusi Penggunaan Energi Terhadap Dampak Lingkungan

Unit Kegiatan	Kontribusi dampak lingkungan (Pt)				Total (Pt)
	Listrik	Solar	Premium	LPG	
Jasa penjemputan	-	1.76	5.94	-	7.7
Penerimaan tamu	79.2	-	-	-	79.2

Tabel 4.22 Nilai Kontribusi Penggunaan Energi Terhadap Dampak Lingkungan
(Lanjutan)

Unit Kegiatan	Kontribusi dampak lingkungan (Pt)				Total (Pt)
	Listrik	Solar	Premium	LPG	
Pelayanan Kamar	1280	60.7	-	-	1340
Pelayanan makan	365	-	-	27	392
Pelayanan Spa	6.43	-	-	-	6.43
Area Rekreasi	64.8	-	0.304	-	65.1
Tour	-	8.04	4.11	-	12.1
Keberangkatan	-	1.46	4.04	-	5.5

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab 4. Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis hasil karakterisasi dampak lingkungan, analisis hasil normalisasi dampak lingkungan, analisis hasil pembobotan dan hasil *single score*, serta analisis perbaikan.

5.1 Analisis Dampak Lingkungan

. Pada penelitian ini *life cycle energy analysis* (LCEA) digunakan untuk menilai dampak lingkungan dari kegiatan operasional hotel, khususnya berdasarkan konsumsi energi yang digunakan. Input *inventory* yang digunakan pada LCEA adalah energi yang dikonsumsi hotel selama melakukan kegiatan operasional, energi tersebut terdiri dari energi listrik, BBM (solar dan premium), dan LPG. Sedangkan metode yang digunakan untuk melakukan *life cycle impact assessment* (LCIA) adalah Eco Indicator 99 (I). Eco Indicator 99 sendiri merupakan metode yang banyak digunakan dalam *life cycle analysis*, selain itu metode ini juga dipilih karena mampu menampilkan *single score* dampak lingkungan untuk masing-masing unit kegiatan. Pemilihan Eco Indicator 99 (I) didasarkan untuk menghindari dampak lingkungan *fossil fuel*, karena input yang digunakan adalah komponen energi sehingga dampak lingkungan ini dirasa kurang sesuai untuk digunakan. Kategori dampak lingkungan yang digunakan adalah *carcinogens, respiratory organics, respiratory inorganics, climate change, radiation, ozone depletion, ecotoxicity, acidification, land use, dan minerals*.

Analisis dampak lingkungan dilakukan berdasarkan hasil dari *life cycle impact assessment* (LCIA) yang meliputi *characterization, normalization, weighting, dan single score*. Berikut ini analisis dampak lingkungan berdasarkan hasil LCIA.

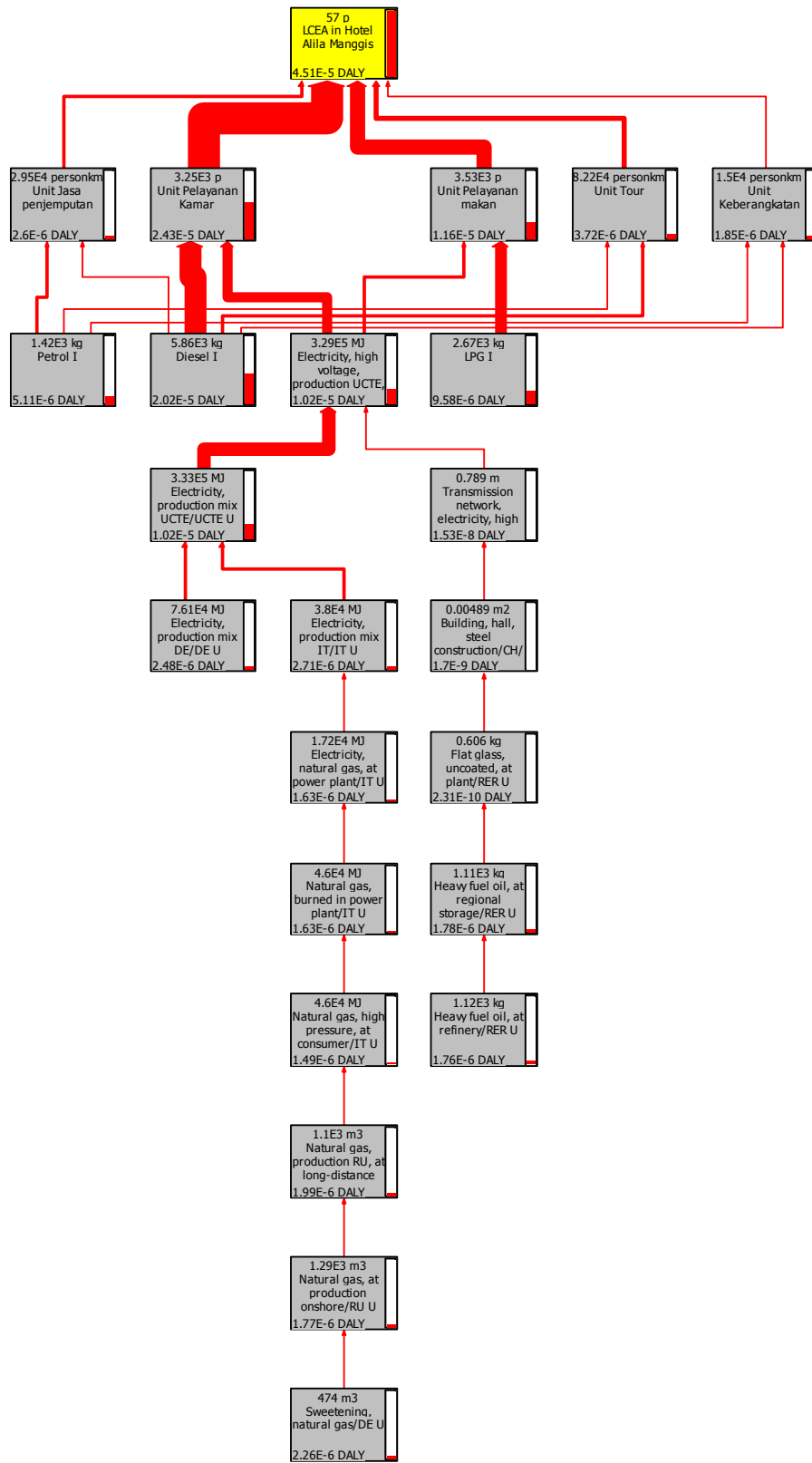
5.1. 1 Characterization

Langkah pertama dalam *life cycle impact assessment* adalah *characterization* yaitu menghubungkan hasil penilaian dampak pada masing-masing unit kegiatan terhadap kategori dampak lingkungan. Berikut ini adalah analisis dari setiap kategori dampak lingkungan berdasarkan hasil *characterization*.

5.1.1. 1 Respiratory Organics

Respiratory effects merupakan salah satu kategori dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia khususnya pada saluran pernapasan. *Respiratory organics* adalah permasalahan saluran pernapasan yang disebabkan oleh *summer smog* akibat dari emisi zat organik di udara. Berdasarkan hasil *characterization* penggunaan bahan bakar solar, premium, LPG dan energi listrik menjadi sumber permasalahan lingkungan ini. Penyebab dampak lingkungan ini dapat dilihat lebih jelas pada *network characterization* dampak *respiratory organics* pada Gambar 5.1.

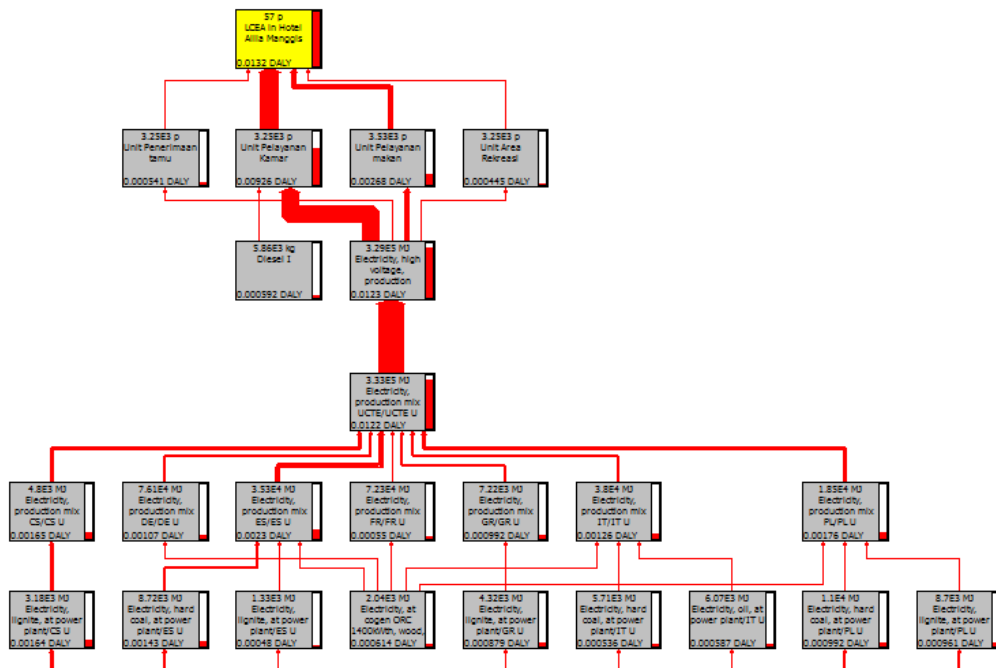
Pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa dengan nilai *cut-off* sebesar 3%, penggunaan bahan bakar solar memberikan kontribusi terbesar terhadap *respiratory organics*, kedua adalah listrik, kemudian LPG, dan yang terakhir adalah premium. Diesel paling besar digunakan pada pelayanan kamar yaitu pada pemanas air yang menggunakan sebanyak rata-rata 22.5 liter per hari. Listrik terbesar dari unit pelayanan kamar, namun pengaruh listrik terhadap *respiratory organics* tidak sebesar solar. Pembakaran solar memberikan dampak yang cukup besar karena pembakaran solar akan menghasilkan emisi berupa karbon dioksida, karbon monoksida, nitrogen oksida, senyawa sulfur, formaldehid, benzena, senyawa organik volatil, polutan organik persisten (POPs), metanol, dan gas lainnya yang sebagian besar merupakan komponen organik.



Gambar 5.1 Network characterization dampak lingkungan respiratory organics

5.1.1. 2 Respiratory Inorganics

Sama halnya dengan *respiratory organics*, dampak lingkungan *respiratory inorganic* termasuk kategori dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia khususnya pada saluran pernapasan. Perbedaannya adalah emisi penyebab *respiratory inorganic* adalah bahan inorganik. *Network characterization* dampak lingkungan *respiratory inorganic* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 *Network characterization* dampak lingkungan *respiratory inorganics*

Berbeda dengan *respiratory organics*, penyebab utama *respiratory inorganics* adalah penggunaan listrik, hal ini karena proses pembuatan energi listrik di Indonesia masih dominan menggunakan bahan bakar batu bara, sehingga banyak menimbulkan emisi debu hasil pembakaran.

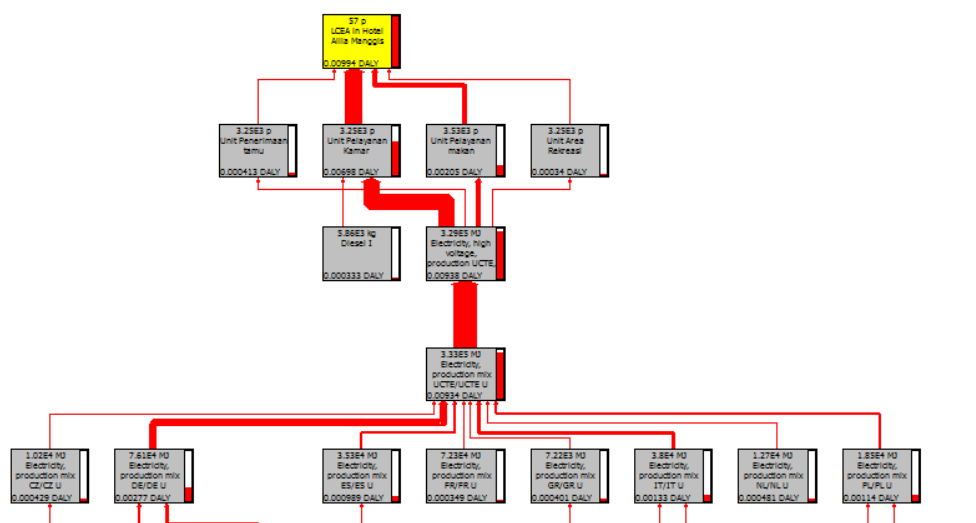
5.1.1. 3 Climate Change

Climate change merupakan dampak lingkungan berupa pergeseran musim yang menyebabkan kemarau atau hujan berkepanjangan dan pergeseran arus arah angin. *Climate change* terjadi karena *global warming* atau pemanasan global yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer. *The New Mexico Solar Energy Association* (NMSEA, ND) mendefinisikan pemanasan

global sebagai kenaikan suhu permukaan rata-rata bumi akibat efek gas rumah kaca, seperti emisi karbon dioksida dari pembakaran fosil atau dari penggundulan hutan, yang menjebak panas matahari sehingga tidak bisa keluar dari bumi.

Gas rumah kaca (GRK) atau *greenhouse gas* (GHG) merupakan gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap efek rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim (BPKIMI, 2012). *United Nation Framework Convention On Climate Change* (UNFCCC, 2014) menyebutkan bahwa terdapat enam jenis gas yang mempengaruhi efek rumah kaca secara langsung, yaitu CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), N₂O (nitrous oxide), PFC (perfluorocarbons), HFC (hydrofluorocarbons), dan SF₆ (sulfur heksafluorida). Sedangkan gas yang tidak secara langsung mempengaruhi efek rumah kaca adalah SO₂ (sulfur dioksida), NO_x (nitrogen oksida), CO (karbon monoksida), dan NMVOC. Namun dari semua gas tersebut, terdapat 6 macam gas yang paling berkontribusi terhadap efek rumah kaca yaitu CO₂, CH₄, NO_x, CO, PFC, dan SF₆. Dari 6 macam GHG tersebut, CO₂ memiliki kontribusi terbesar dengan jumlah mencapai 76%, kemudian diikuti oleh CH₄ dengan jumlah 16%, N₂O sebanyak 6%, dan *flourinate gases* (PFC dan SF₆) sebanyak 2% (IPCC, 2014).

Network characterization dampak lingkungan *climate change* dapat dilihat pada Gambar 5.3.

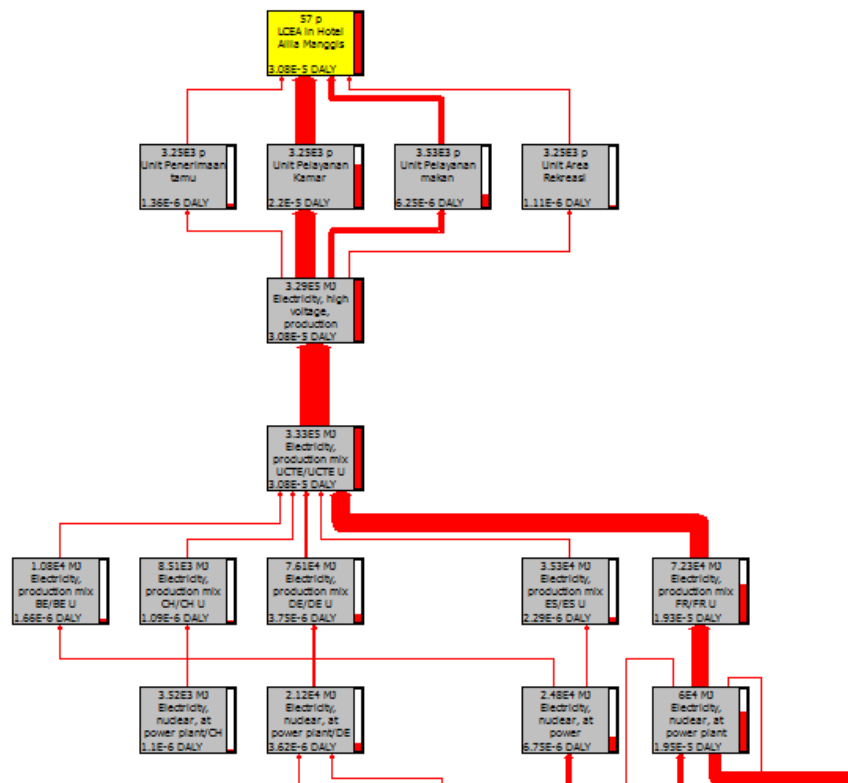


Gambar 5.3 *Network characterization* dampak lingkungan *climate change*

Kontribusi utama dampak lingkungan *climate change* adalah penggunaan energi listrik, hal ini karena produksi energi listrik menghasilkan karbon dioksida yang sangat besar dari pembakaran batu bara.

5.1.1. 4 Radiation

Radiation atau radiasi adalah sebuah energi yang dipancarkan oleh suatu sumber tertentu contohnya panas atau cahaya matahari, gelombang mikro dari oven, sinar x dari tabung *x-ray*, dan sinar gamma dari unsur radioaktif. Radiasi dibedakan menjadi dua yaitu *ionizing radiation* dan *non-ionizing radiation*. Perbedaan kedua jenis radiasi ini adalah pada jumlah energi yang dimilikinya, *ionizing radiation* terjadi apabila radiasi memiliki cukup energi untuk memindahkan sebuah elektron dari atom atau molekul (Division of Chemistry Education, 2017). *Network characterization* dampak lingkungan *radiation* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



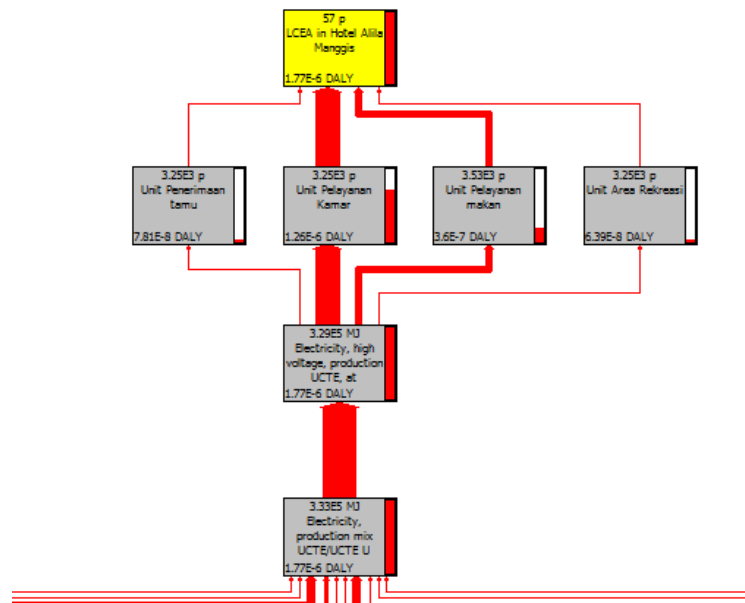
Gambar 5.4 *Network characterization* dampak lingkungan *radiation*

Penyebab utama dampak lingkungan *radiation* adalah penggunaan energi listrik. Menurut Whardana (2004) paparan debu batu bara memiliki sifat radioaktif, sehingga para penambang pada penambangan batu bara memiliki peluang untuk terkena paparan radio aktif. Karena pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar batu bara, maka penggunaan listrik secara tidak langsung turut serta dalam menyebabkan dampak *radiation*.

5.1.1. 5 *Ozone Depletion*

Kerusakan pada lapisan ozon atau *ozone depletion* terjadi karena adanya emisi gas yang mengandung bahan kimia klorin dan bromin. Chlorofluorocarbons (CFC) merupakan bahan kimia yang banyak ditemukan di semprotan aerosol yang banyak digunakan oleh negara-negara industri selama 50 tahun terakhir adalah penyebab utama kerusakan lapisan ozon. Ketika CFC mencapai atmosfer bagian atas, senyawa tersebut akan terpecah menjadi zat yang mengandung klorin akibat terkena sinar ultraviolet. Klorin bereaksi dengan atom oksigen di ozon dan merobek molekul ozon. Satu atom klorin dapat menghancurkan lebih dari seratus ribu molekul ozon (EPA, 2015).

Kerusakan pada lapisan ozon dapat meningkatkan masuknya UVB ke permukaan bumi. Jumlah UVB yang meningkat akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. *Network characterization* dampak lingkungan *ozone depletion* dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 *Network characterization* dampak lingkungan *ozone depletion*

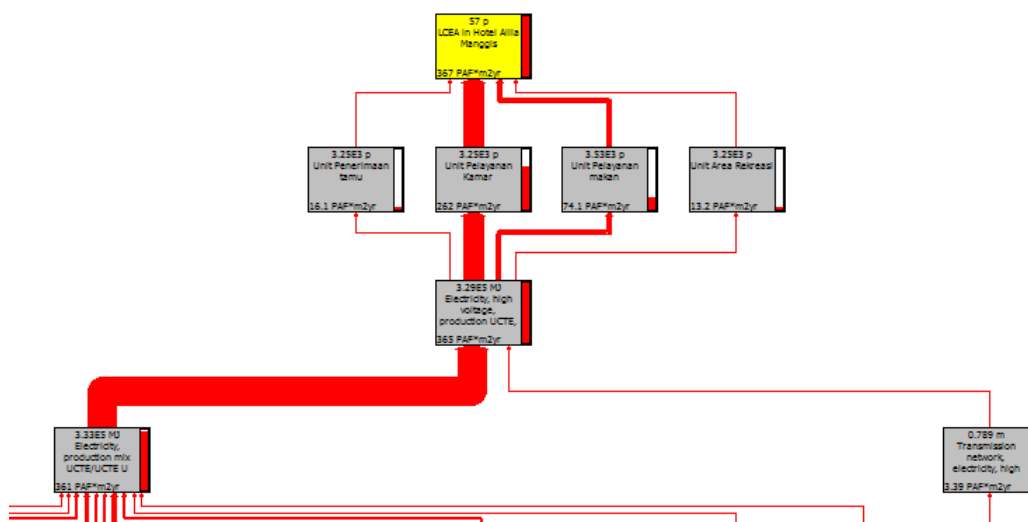
Penyebab dampak lingkungan *ozone depletion* adalah penggunaan energi listrik, dari semua energi yang dikonsumsi oleh hotel produksi energi listrik merupakan penghasil emisi beracun kimia klorin dan bromin, namun dalam jumlah yang sedikit.

5.1.1.6 *Ecotoxicity*

Ecotoxicity adalah kemampuan suatu senyawa kimia atau limbah berbahaya dalam memberikan dampak buruk terhadap lingkungan dan organisme yang ada di dalamnya. *Ecotoxicity* diukur dalam dua bagian yang berbeda yaitu pada ekosistem air tawar dan ekosistem tanah atau lahan. Emisi dari beberapa zat seperti logam berat dapat memberikan dampak pada ekosistem, pengukuran *ecotoxicity* dilakukan dengan mengukur seberapa besar toleransi kerusakan yang dapat diterima oleh ekosistem.

Dampak dari *ecotoxicity* bagi makhluk hidup dapat dialami secara langsung maupun tidak langsung. Contoh dampak secara langsung adalah melalui konsumsi langsung senyawa berbahaya atau bahan makanan yang telah tercemar senyawa berbahaya. Akibat dari konsumsi secara langsung adalah permasalahan pada perkembangan dan reproduksi, beberapa kasus bahkan dapat merusak struktur genetic contohnya pada penggunaan pestisida yang berlebihan.

Sedangkan dampak secara tidak langsung adalah hilangnya sumber makanan akibat senyawa berbahaya, hal ini juga akan mengganggu keseimbangan ekosistem karena akan mengganggu rantai makanan. *Network characterization* dampak lingkungan *ecotoxicity* dapat dilihat pada Gambar 5.6.

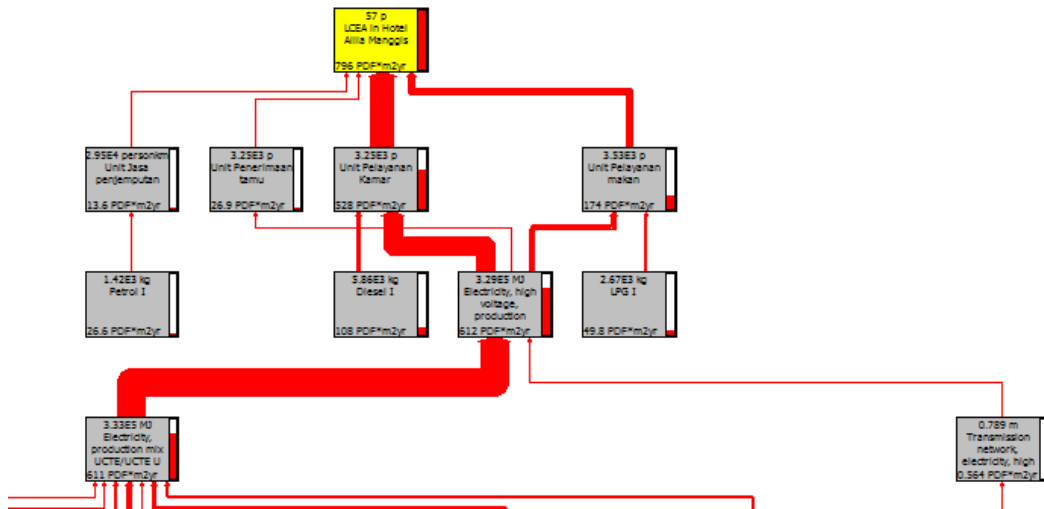


Gambar 5.6 *Network characterization* dampak lingkungan *ecotoxicity*

Penyebab utama *ecotoxicity* adalah konsumsi energi listrik, hal ini karena penambangan batu bara sebagai bahan bakar produksi energi listrik menghasilkan pencemaran terhadap tanah dan air.

5.1.1. 7 Acidification/Eutrophication

Acidification merupakan dampak lingkungan yang dapat menyebabkan hujan asam maupun polusi air. Hujan asam dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, tumbuhan, serta dapat menyebabkan korosi pada logam. Penyebab terjadinya *acidification* adalah karena adanya polusi udara yang menyebabkan menurunnya kadar pH pada air sehingga menyebabkan air bersifat asam. Sedangkan *eutrophication* adalah kerusakan lingkungan akibat air mengandung terlalu banyak nutrisi. Kelebihan nutrisi pada air akan mengganggu keseimbangan ekosistem, contohnya pada danau akan ditumbuhi tanaman air dalam jumlah yang banyak, akibatnya organisme lain di air akan kekurangan oksigen dan mati. *Network characterization* dampak lingkungan *acidification/eutrophication* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

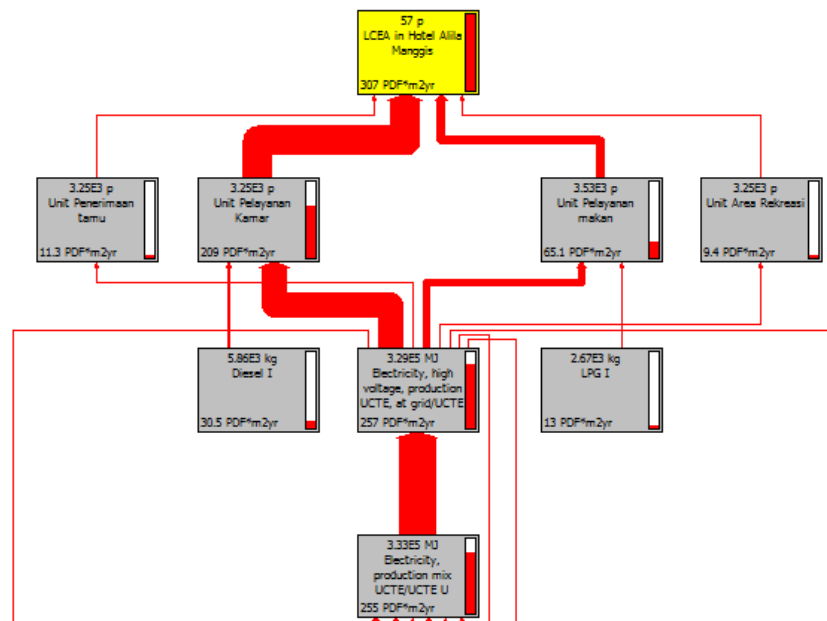


Gambar 5.7 *Network characterization* dampak lingkungan *acidification* /*eutrophication*

Energi listrik merupakan sumber *acidification/eutrophication* terbesar, kemudian disusul dengan solar, LPG, dan premium.

5.1.1. 8 Land Use

Land use merupakan dampak lingkungan yang berhubungan dengan berkurangnya keragaman spesies terutama akibat penggunaan lahan oleh manusia. Dampak dari *land use* adalah hilangnya kesempatan bagi hewan dan tumbuhan dalam memanfaatkan lingkungan sebagai tempat tinggal dan mencari makan. Penyebab dampak lingkungan *land use* adalah pembukaan lahan baru, alih fungsi lahan, serta kerusakan hutan. Kerusakan akibat *land use* dinyatakan dalam *potentially disappeared fraction* (PAF)*m²*years yang berarti potensial kehilangan spesies per m² tiap tahunnya. *Network characterization* dampak lingkungan *land use* dapat dilihat pada Gambar 5.8

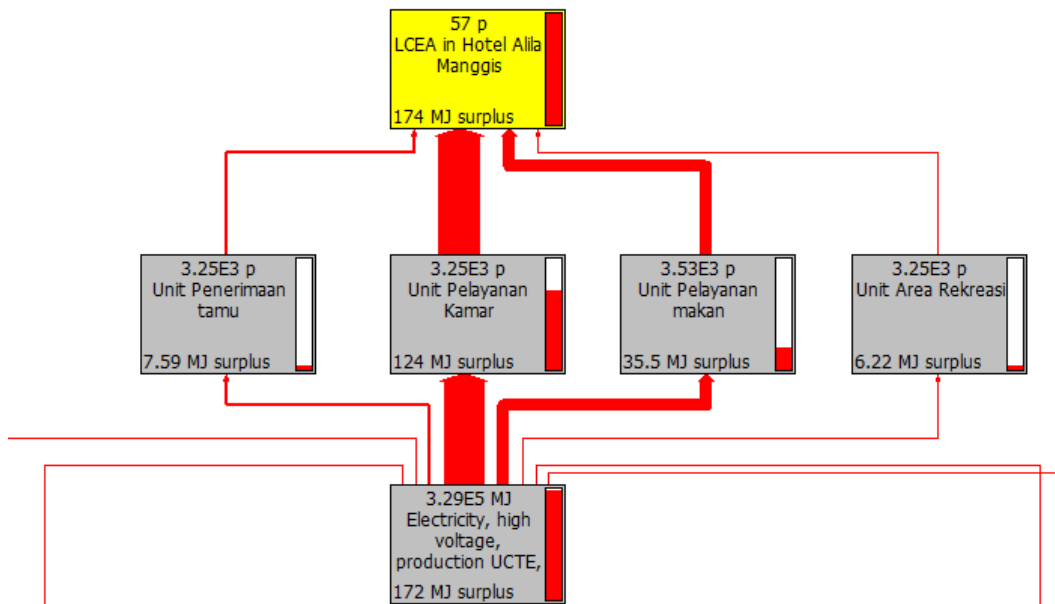


Gambar 5.8 *Network characterization* dampak lingkungan *land use*.

Penyebab utama dampak lingkungan *land use* adalah penggunaan energi listrik, kemudian penggunaan solar, dan LPG. Pembangunan instalasi pembangkit tenaga listrik, produksi LPG, produksi solar dan penambangan batu bara adalah penyebab dampak lingkungan *land use*.

5.1.1. 9 Minerals

Mineral resource depletion merupakan dampak lingkungan akibat penggunaan sumber daya mineral yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi dan hasil tambang. Penggunaan sumber daya secara berlebihan akan meningkatkan dampak lingkungan ini. *Network characterization* dampak lingkungan *minerals* dapat dilihat pada Gambar 5.9. Penyebab utama dampak lingkungan *minerals* adalah produksi energi listrik karena menggunakan batu bara sebagai bahan baku produksi.

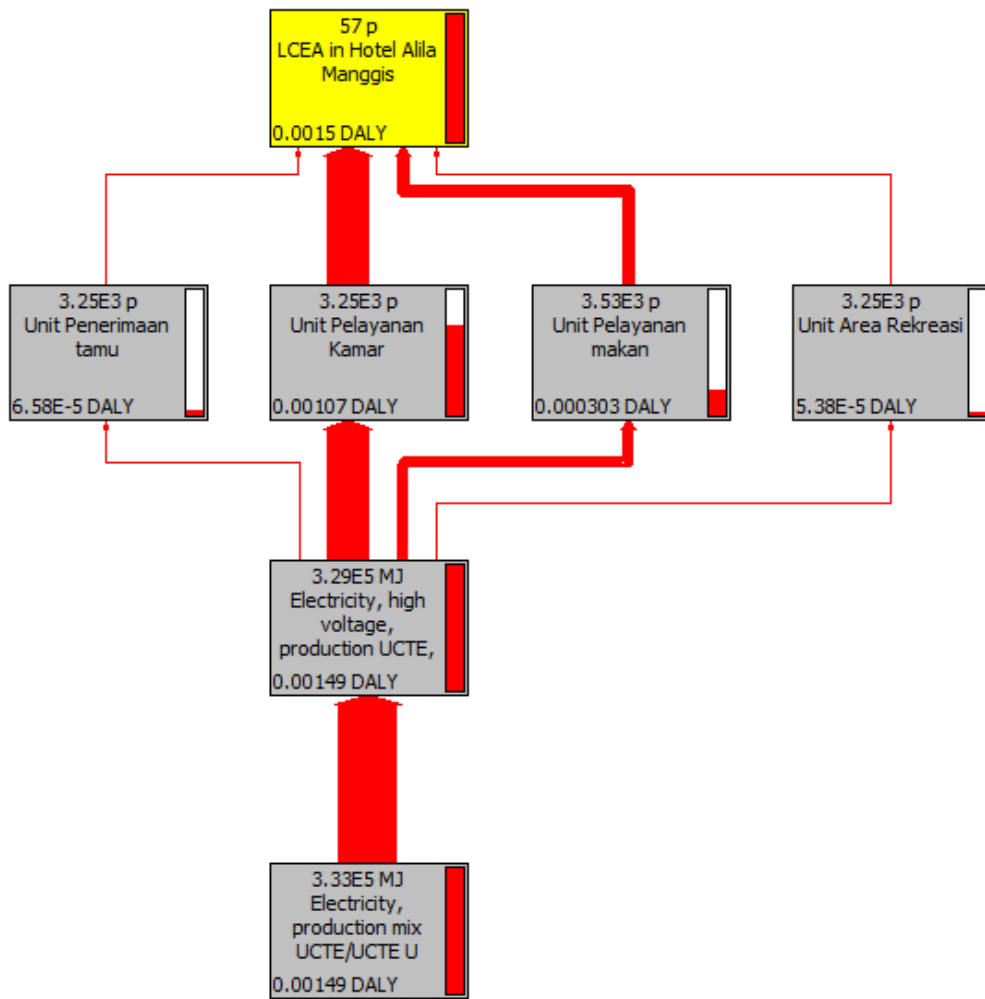


Gambar 5.9 *Network characterization* dampak lingkungan *minerals*.

5.1.1. 10 Carcinogens

Carcinogenic effects disebabkan oleh emisi zat karsinogenik terhadap udara, air, dan tanah. Zat karsinogenik merupakan zat dan eksposur yang bisa menyebabkan kanker. Kanker disebabkan oleh perubahan yang terjadi pada DNA sel, namun tidak semua zat karsinogenik menyebabkan kanker dengan mempengaruhi DNA secara langsung, melainkan dengan cara lain seperti menyebabkan sel membelah pada tingkat yang lebih cepat dari biasanya yang dapat meningkatkan kemungkinan perubahan DNA dapat terjadi. *Network characterization* dampak lingkungan *carcinogens* dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Penyebab utama dampak lingkungan *carcinogens* adalah penggunaa energi listrik hal ini karena produksi energi listrik menghasilkan senyawa karsinogenik seperti benzoapyrene, arsenic, beryllium, cadmium, chromium, nickel, timbal and formaldehyde.



Gambar 5.10 Network characterization dampak lingkungan carcinogens.

5.1.2 Normalization dan Weighting

Normalization atau normalisasi adalah mengubah nilai masing-masing kategori dampak lingkungan dengan pembanding atau referensi yang sama sehingga kategori dampak lingkungan dapat dibandingkan. Pengubahan nilai kategori dampak dilakukan dengan membagi nilai *impact category* dari *characterization* dengan nilai *reference* sehingga setiap kategori dampak lingkungan memiliki satuan yang sama. Hasil normalisasi menunjukkan bahwa *respiratory inorganics* merupakan dampak lingkungan yang paling besar yang dihasilkan oleh kegiatan operasional hotel. Dampak lingkungan terbesar kedua hingga terkecil adalah *climate change*, *minerals*, *carcinogens*,

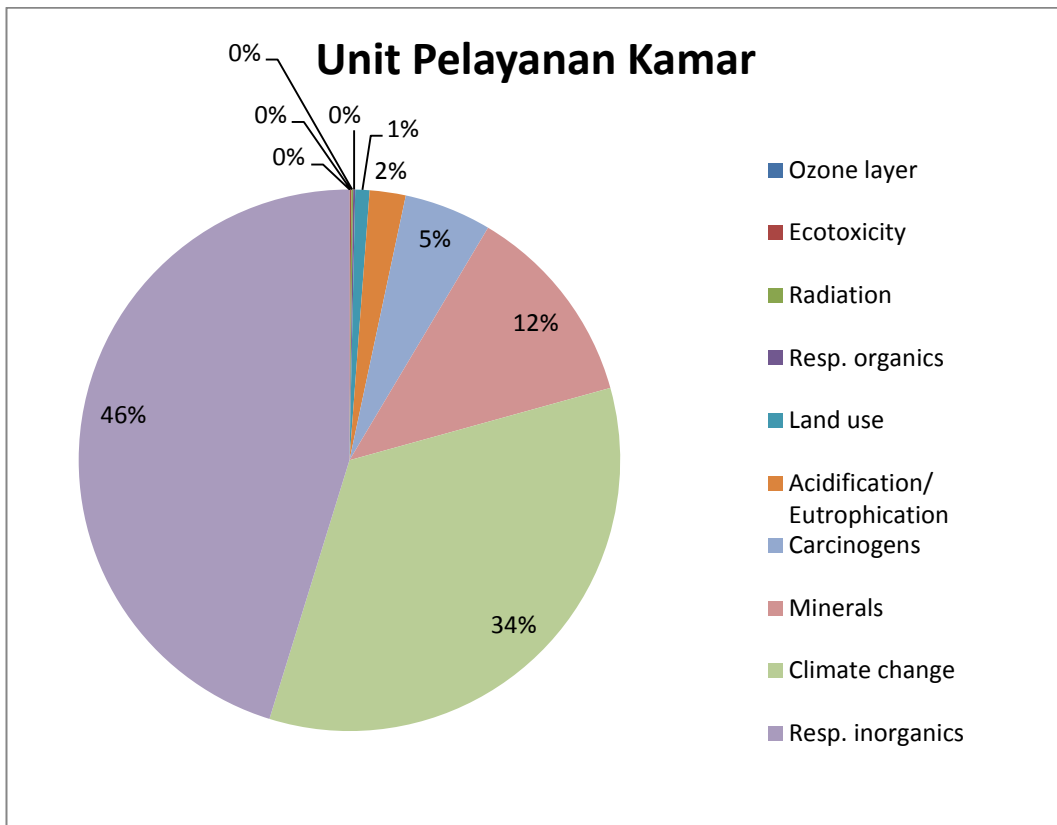
acidification/eutrophication, land use, ecotoxicity, respiratory organics, radiation, dan ozone depletion.

Setelah dilakukan normalisasi selanjutnya dilakukan *weighting*. *Weighting* berarti mengalikan hasil normal dari masing-masing kategori dampak dengan faktor pembobotan yang menunjukkan kepentingan relatif kategori dampak. Hasil *weighting* memiliki unit yang sama dan dapat ditambahkan untuk menciptakan satu nilai tunggal untuk dampak lingkungan dari masing-masing unit kegiatan operasional hotel Alila Manggis. Setelah dilakukan *weighting* terjadi perubahan urutan dampak lingkungan terbesar yaitu dari *respiratory inorganics, climate change, minerals, carcinogens, acidification/eutrophication, land use, respiratory organics, radiation, ecotoxicity, dan ozone depletion.*

5.1. 3 Single Score

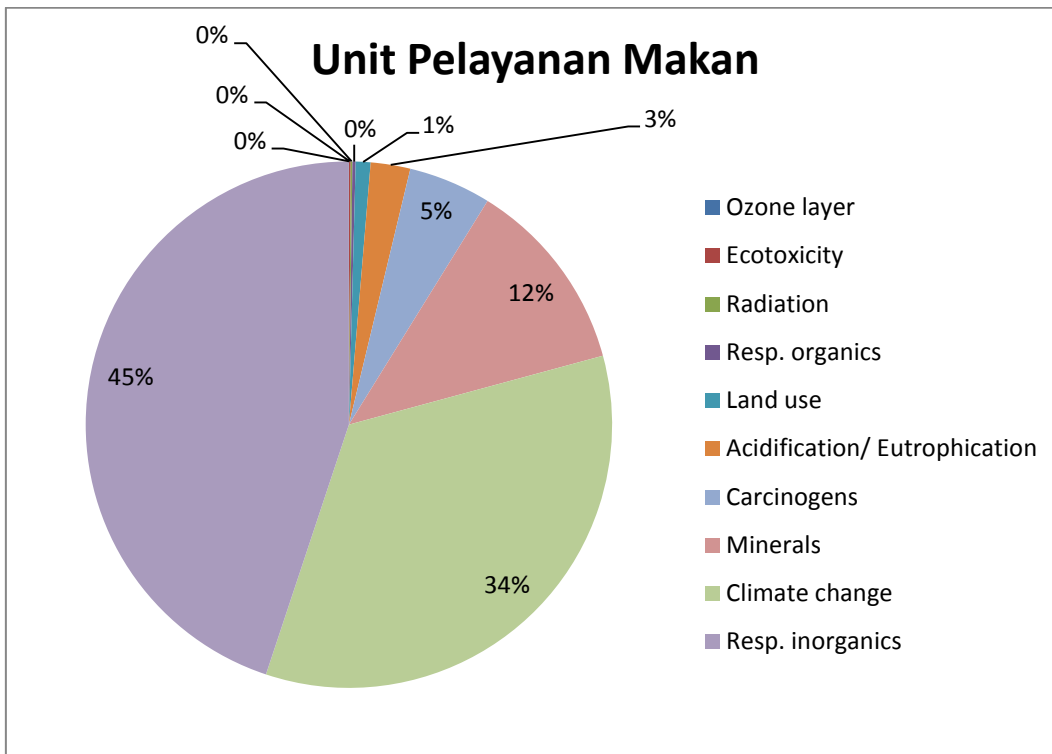
Dampak per unit kegiatan operasional merupakan hasil dari perhitungan *single score* di LCIA, dimana hasil perhitungan *wighting* pada masing-masing dampak lingkungan dijumlahkan kedalam unit-unit kegiatan operasional. Berdasarkan Gambar 4.24 dapat dilihat bahwa terdapat 4 unit kegiatan operasional yang memiliki dampak cukup tinggi, yaitu unit pelayanan kamar dengan nilai 1362.13 Pt, unit pelayanan makan dengan nilai 396.95 Pt, unit penerimaan tamu dengan nilai 80.34 Pt, dan area rekreasi dengan nilai 66.05 Pt

Unit pelayanan kamar memiliki kontribusi terhadap *respiratory inorganics* sebesar 46%, kontribusi terhadap *climate change* sebesar 34%, dan kontribusi terhadap dampak lingkungan *minerals* sebesar 12%, *carcinogens* 5%, *acidification/eutrophication* 2%, dan 1% *land use*. Data kontribusi unit pelayanan makan terhadap dampak lingkungan secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Kontribusi unit pelayanan kamar terhadap dampak lingkungan

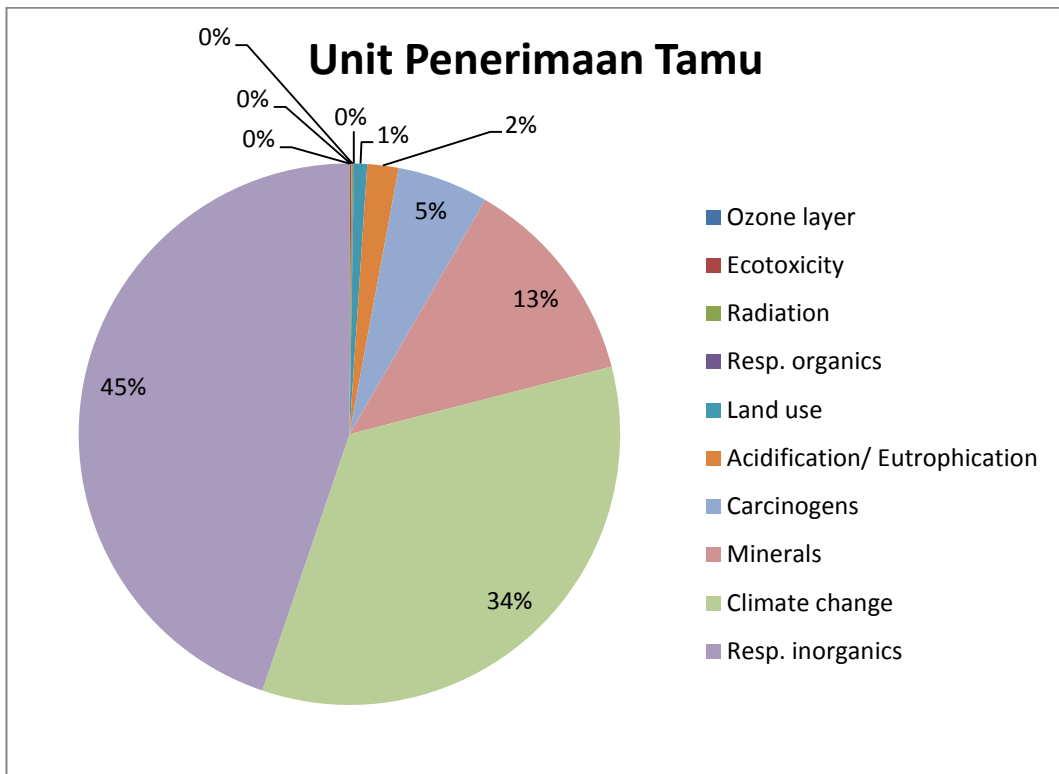
Unit pelayanan makan memiliki kontribusi terhadap dampak lingkungan *respiratory inorganics* sebesar 45%, *climate change* sebesar 34%, dan *minerals* sebesar 12%, *carcinogens* 5%, *acidification/eutrophication* 3%, dan 1% *land use*. Data kontribusi unit pelayanan makan terhadap dampak lingkungan secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 5.12.



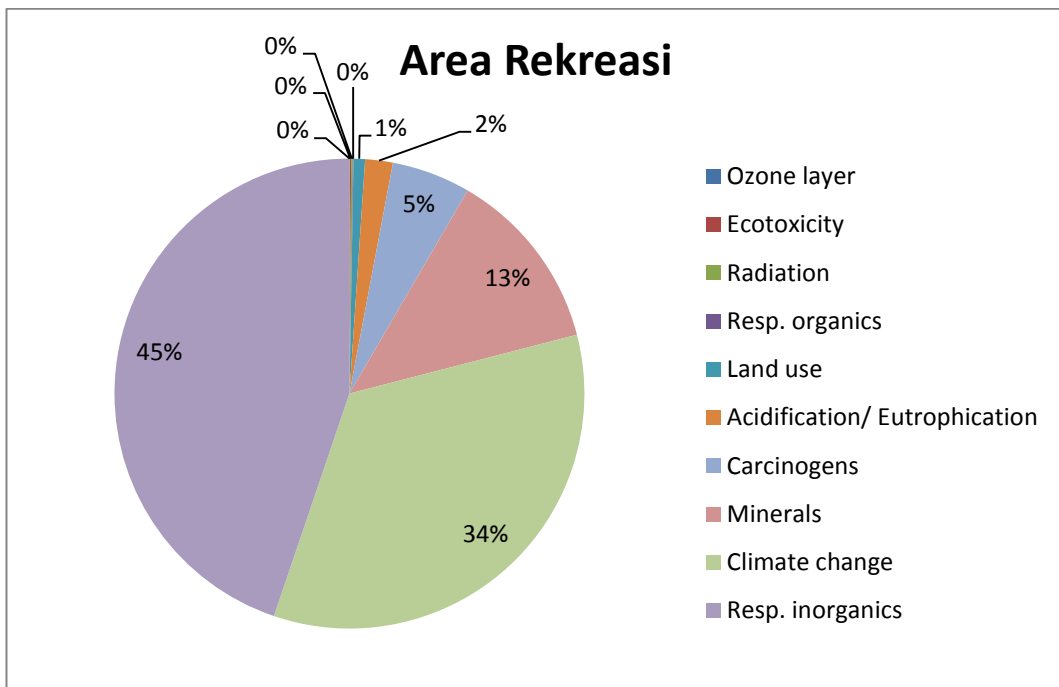
Gambar 5.12 Kontribusi unit pelayanan makan terhadap dampak lingkungan

Unit penerimaan tamu memiliki kontribusi terhadap dampak lingkungan *respiratory inorganics* sebesar 45%, *climate change* sebesar 34%, dan *minerals* sebesar 13%, *carcinogens* 5%, *acidification/eutrophication* 2%, dan 1% *land use*. Data kontribusi unit penerimaan tamu terhadap dampak lingkungan secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 5.13.

Sedangkan unit area rekreasi memiliki kontribusi terhadap dampak lingkungan *respiratory inorganics* sebesar 45%, *climate change* sebesar 34%, dan *minerals* sebesar 13%, *carcinogens* 5%, *acidification/eutrophication* 2%, dan 1% *land use*. Data kontribusi unit area rekreasi terhadap dampak lingkungan secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 5.14.



Gambar 5.13 Kontribusi unit penerimaan tamu terhadap dampak lingkungan



Gambar 5.14 Kontribusi unit area rekreasi terhadap dampak lingkungan

5.2 Analisis Perbaikan

Berdasarkan hasil *life cycle impact assessment* pada bagian *single score* diketahui bahwa sumber dampak lingkungan terbesar dari kegiatan operasional hotel adalah pada unit kegiatan pelayanan kamar, pelayanan makan, penerimaan tamu, dan area rekreasi. Penggunaan energi listrik memiliki kontribusi terhadap dampak lingkungan sebesar 93,3%, sehingga usulan perbaikan yang diberikan adalah untuk mengurangi penggunaan energi listrik pada empat unit kegiatan tersebut. Selanjutnya setiap usulan perbaikan akan disimulasikan pada SimaPro untuk mengetahui seberapa besar pengurangan dampak lingkungan yang dapat diberikan dari masing-masing usulan perbaikan. Usulan perbaikan yang dapat diberikan adalah penggunaan lampu hemat energi untuk penerangan, mengganti AC dengan AC *low watt*, dan perubahan kebijakan penjualan kamar dan *laundry*.

5.2.1 Penggunaan Lampu Hemat Energi

Lampu sebagai penerangan digunakan di keempat unit kegiatan yaitu unit pelayanan kamar, unit pelayanan makan, penerimaan tamu, dan area rekreasi. Lampu yang digunakan sebagai penerangan terdiri dari beberapa jenis seperti lampu pijar (*incandescent*), lampu halogen, dan lampu TL (*fluorescent*), namun sebagian besar lampu yang digunakan adalah lampu pijar. Lampu pijar adalah lampu yang dikembangkan oleh Thomas Alfa Edison dan merupakan lampu yang paling sederhana. Lampu pijar memiliki filamen tungsten yaitu semacam kawat pijar didalam bola kaca yang diisi gas nitrogen, argon, kripton, hidrogen dan sebagainya. Lampu ini digemari karena warna yang ditimbulkannya, namun hampir 90% daya yang dikonsumsi lampu ini dirubah menjadi panas sehingga konsumsi energi yang dibutuhkan sangatlah besar.

Lampu yang digunakan sebagai pengganti adalah lampu berjenis *light emitting diodes* (LED) dan *compact fluorescent* (CFL), pemilihan kedua jenis lampu ini dikarenakan kedua jenis lampu ini mampu menghemat daya 75-80% dibandingkan dengan lampu pijar (Sulaeman, 2014). Untuk lampu pijar akan diganti dengan menggunakan lampu berjenis *light emitting diodes* (LED) sedangkan lampu *fluorescent* tidak diganti karena lampu ini sudah merupakan lampu hemat energi. Perubahan daya lampu dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Penggunaan Lampu Kondisi Eksisting

Area	Nama Peralatan	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Color Temperature (Kelvin)	Jumlah	Jam	kWh Awal
Kamar	Lampu DL	Halogen	18	6500	168	15	45.36
	Lampu <i>Ceiling</i>	CLF	20	6500	55	15	16.5
	TS 28	CLF	14	3500	57	15	11.97
	TS 21	CLF	10.5	3500	165	15	25.99
	TS 8	CLF	4	3500	165	15	9.9
	<i>Bed Side Lamp</i>	Halogen	11	2700	110	15	18.15
	<i>Standing Lamp</i>	Halogen	18	2700	55	15	14.85
	<i>Dressing Lamp</i>	Halogen	18	2700	55	15	14.85
	<i>Balkony Lamp</i>	Pijar	11	6500	114	15	18.81
	<i>Reading Lamp</i>	LED	3	3500	110	4	1.32
	<i>Sign Room Lamp</i>	Pijar	5	2700	55	24	6.6
	Lampu koridor 25	Pijar	25	2700	56	15	21
Lampu koridor 15	Pijar	15	2700	86	15	19.35	
Area rekreasi	Lampu hias	Pijar	40	2700	65	15	39
	Lampu kolam	Pijar	25	2700	24	15	9
	Lampu Sorot	Halogen	100	6500	6	15	9
Spa	Lampu <i>Ceiling</i>	Pijar	40	2700	5	15	3
Lobi	Lampu pot	Pijar	40	2700	1	24	0.96
	Lampu <i>Ceiling</i>	Pijar	25	2700	22	15	8.25
	Lampu <i>Ceiling</i>	Pijar	40	2700	18	15	10.8
	Lampu Meja	Pijar	40	2700	2	24	1.92
	Lampu untuk buku	Pijar	10	2700	2	24	0.48
Restoran	Lampu <i>Ceiling</i>	Pijar	40	2700	12	15	7.2
	Lampu Tembok	Pijar	25	2700	24	8	4.8
	Lampu Tembok	Pijar	15	2700	32	8	3.84
Total							322.89

Tabel 5.2 Rekomendasi Penggunaan Lampu

Area	Nama Peralatan	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian	kWh Perbaikan
Kamar	Lampu DL	LED	4	168	15	10.08
	Lampu <i>Ceiling</i>	CLF	20	55	15	16.50
	TS 28	CLF	14	57	15	11.97
	TS 21	CLF	10.5	165	15	25.99
	TS 8	CLF	4	165	15	9.90
	<i>Bed Side Lamp</i>	LED	3	110	15	4.95
	<i>Standing Lamp</i>	LED	4	55	15	3.30
	<i>Dressing Lamp</i>	LED	4	55	15	3.30
	<i>Balkony Lamp</i>	LED	3	114	15	5.13
	<i>Reading Lamp</i>	LED	3	110	4	1.32
	<i>Sign Room Lamp</i>	LED	2.5	55	24	3.3
	Lampu koridor 25	LED	4	56	15	3.36
Lampu koridor 15	LED	3	86	15	3.87	
Area rekreasi	Lampu hias	LED	6	65	15	5.85
	Lampu kolam	LED	4	24	15	1.44
	Lampu Sorot	LED	28	6	15	2.52
Spa	Lampu <i>Ceiling</i>	LED	6	5	15	0.45
Lobi	Lampu pot	LED	6	1	24	0.14
	Lampu <i>Ceiling</i>	LED	4	22	15	1.32
	Lampu <i>Ceiling</i>	LED	6	18	15	1.62
	Lampu Meja	LED	6	2	24	0.29
	Lampu untuk buku	LED	3	2	24	0.14
Restoran	Lampu <i>Ceiling</i>	LED	6	12	15	1.08
	Lampu Tembok	LED	4	24	8	0.77
	Lampu Tembok	LED	3	32	8	0.77
Total						119.36

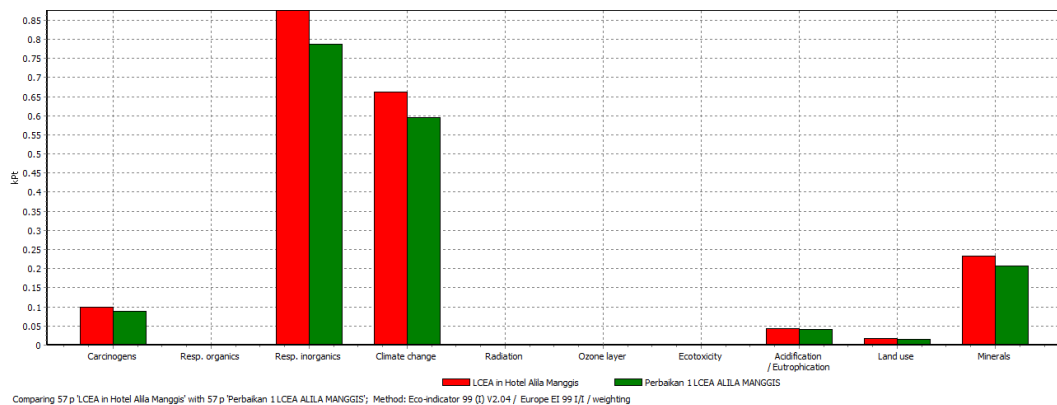
Penggantian lampu ini dilakukan berdasarkan satuan lumen pada lampu. Lumen adalah satuan yang menentukan gelap atau terangnya suatu cahaya, semakin besar nilai lumen, maka semakin terang cahaya yang dihasilkan. Perbandingan nilai lumen dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perbandingan Nilai Lumen Lampu

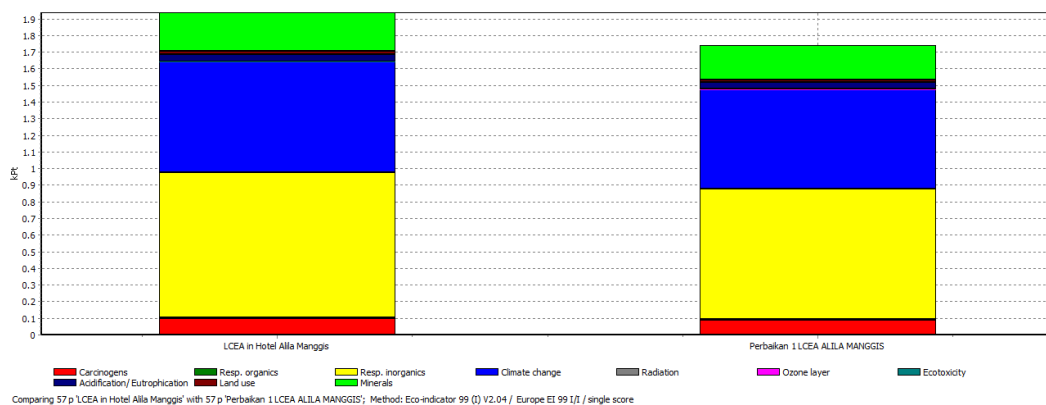
Lumen	Daya Lampu (Watt)			
	Incandescent (Pijar)	Halogen	CLF	LED
110	15	10	4	3
220	25	18	6	4
450	40	28	9	6
800	60	42	12	10
1100	75	53	15	13
1600	100	70	20	18
2600	150	100	40	28

Sumber: (Knight, 2017)

Perbaikan dengan menggunakan lampu hemat energi mampu mengurangi konsumsi listrik dari semula sebesar 322.89 kWh per hari menjadi 119.36 kWh per hari. Kemudian selanjutnya dilakukan input ke SimaPro untuk mengetahui pengurangan dampak lingkungan. Perbandingan hasil *weighting* dan *single score* pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



Gambar 5.15 Perbandingan *weighting* sebelum dan sesudah perbaikan 1



Gambar 5.16 Perbandingan *single score* sebelum dan sesudah perbaikan 1

Perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan 1

Impact category	Unit	LCEA Awal	LCEA Perbaikan	Persentase Penurunan
Total	Pt	1937.3319	1741.7744	10.09%
Carcinogens	Pt	99.526762	88.868564	10.71%
Resp. organics	Pt	3.0028912	2.9301182	2.42%
Resp. inorganics	Pt	875.42574	787.85007	10.00%
Climate change	Pt	661.27208	594.32639	10.12%
Radiation	Pt	2.0495763	1.8298301	10.72%
Ozone layer	Pt	0.1179607	0.10531347	10.72%
Ecotoxicity	Pt	2.0379192	1.8206552	10.66%
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.194668	40.554145	8.24%
Land use	Pt	17.044529	15.516024	8.97%
Minerals	Pt	232.65977	207.97333	10.61%

Perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro secara keseluruhan adalah 1937.33 Pt pada kondisi eksisting, dan 1741.77 Pt pada kondisi perbaikan atau turun sebesar 10.09%.

Sedangkan pertimbangan investasi yang dibutuhkan untuk penerapan perbaikan ini dilakukan dengan pemilihan merk lampu, kemudian dilakukan analisis *benefit cost ratio* (BCR) dan *payback period*. Pemilihan lampu dilakukan pada tiga merk lampu LED yaitu Philips, Nexus, dan Kaizen. Spesifikasi lampu dari tiga merk tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5 Perbandingan Lampu LED

Merk Lampu	Daya (Watt)	Harga (Rp)	Usia (Jam)
Philips	3	15500	15000
Nexus	3	11200	10000
Kaizen	3	6500	5000

Perbandingan jumlah lampu yang digunakan adalah 3 Watt karena jumlah total lampu LED ukuran 3 Watt yang akan digunakan hotel merupakan yang paling banyak yaitu 454 buah, sedangkan lampu LED 4 Watt 404 buah, lampu LED 6 Watt sebanyak 103 buah, 2.5 Watt sebanyak 55 buah, dan 28 Watt sebanyak 6 buah. Pemilihan merk lampu dilakukan berdasarkan pembelian yang harus dilakukan untuk penggunaan 15000 jam (usia paing lama dari tiga jenis lampu). Contoh perhitungan kesetaraan berdasarkan usia adalah sebagai berikut:

Pembelian lampu LED Nexus:

$$\frac{\text{Usia penggunaan}}{\text{Usia lampu}} \times \text{Harga lampu} = \frac{15000}{10000} \times 11200 = 16800$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa biaya pembelian lampu LED Nexus untuk usia yang sama adalah Rp. 16,800,-, dengan melakukan perhitungan yang sama untuk lampu LED Kaizen maka diperoleh biaya pembelian sebesar Rp. 19,500,-. Maka merk lampu yang digunakan adalah Philips. Dengan mengasumsikan bahwa harga lampu berbanding lurus dengan daya lampu, maka merk lampu untuk daya 2.5, 4, 6, dan 28 Watt yang dipilih

adalah Philips. Daftar harga dan jumlah pembelian lampu dapat dilihat pada Tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 Harga dan Jumlah Pembelian Lamp Philips

Daya (Watt)	Usia (Jam)	Harga	Jumlah	Total Harga
2.5	15000	Rp 7,000	55	Rp 385,000
3	15000	Rp 15,500	454	Rp 7,037,000
4	15000	Rp 21,000	404	Rp 8,484,000
6	15000	Rp 28,000	103	Rp 2,884,000
28	15000	Rp 106,142	6	Rp 636,852
Total				Rp 19,426,852

Dengan mengeluarkan biaya pembelian atau biaya investasi sebesar Rp. 19,426,852 maka hotel akan mampu menghemat sebesar 203.53 kWh per hari atau jika dikonversikan terhadap harga listrik per kWh PLN yaitu sebesar Rp. 1,467.28 (PLN, 2017) akan setara dengan Rp. 298,635.5 per hari. Biaya lainnya adalah biaya pemasangan, yaitu pemasangan untuk 1022 lampu, dengan asumsi pemasangan 1 lampu memerlukan waktu 10 menit, maka total waktu yang dibutuhkan adalah 170.33 jam atau 21.29 hari kerja (satu hari kerja setara dengan 8 jam). Upah minimum regional Kabupaten Karangasem Bali adalah Rp. 2,051,879 (untuk 22 hari kerja), maka biaya pemasangan adalah Rp. 1,985,814.71. Kajian finansial dilakukan dengan menghitung *payback period*, NPV, dan BCR.

Payback period:

$$\text{Payback period} = \frac{P}{A_t}$$

$P = \text{Pembelian lampu} + \text{Biaya pemasangan}$

$$P = \text{Rp. } 19,426,852 + \text{Rp. } 1,985,814.71 = \text{Rp. } 21,412,666.71$$

$A_t = \text{Keuntungan per hari} \times 365$

$$A_t = \text{Rp. } 298,635.5 \times 365 = \text{Rp. } 109,001,957.5$$

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Rp. } 21,412,666.71}{\text{Rp. } 109,001,957.5} = 0.196$$

Net present value (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n A_t (P/F, i\%, t), i = 6.5\%, t = 2 \text{ tahun}$$

$$NPV = -Rp. 21,412,666.71 + Rp. 109,001,957.5 (P/A, 6.5\%, 2)$$

$$NPV = -Rp. 21,412,666.71 + Rp. 198,451,843.54 = Rp. 177,039,176.82$$

Benefit cost ratio (BCR):

$$BCR = \frac{PW_{Benefit}}{PW_{Cost}}$$

$$BCR = \frac{Rp. 198,451,843.54}{Rp. 21,412,666.71} = 9.26$$

Berdasarkan hasil perhitungan *payback period* dapat dilihat bahwa periode pengembalian modal kurang dari satu tahun atau sekitar 2.3 bulan. Sedangkan dari sisi NPV, dapat dilihat bahwa keuntungan penerapan perbaikan 1 adalah Rp. 177,039,176.82. BCR atau *benefit cost ratio* merupakan salah satu metode untuk menguji kelayakan investasi. Metode kelayakan investasi ini menekankan pada *benefit* (manfaat) dan pengorbanan atau biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek atau usaha. *Benefit* yang diperoleh dari usulan perbaikan pertama adalah penghematan listrik dari penggantian lampu, sedangkan biaya yang diperlukan yaitu pembelian lampu dan biaya pemasangan. Hasil dari BCR menunjukkan nilai 9.26 dimana nilai ini lebih dari 1, sehingga investasi dinyatakan layak untuk dilakukan.

5.2. 2 Mengganti AC Dengan AC Berdaya Rendah

Air conditioner (AC) yang digunakan di hotel Alila Manggis merupakan AC standar dengan daya sebesar 1/5 PK atau setara dengan 400 Watt. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah dengan mengganti AC tersebut dengan AC berdaya rendah. AC berdaya rendah adalah AC yang prinsip kerjanya sama dengan AC standar namun memiliki kompresor dengan daya rendah sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk mendinginkan namun lebih hemat. Pada dasarnya terdapat 3 jenis AC yaitu AC standar, AC inverter, dan AC

berdaya rendah (*low watt*). AC inverter merupakan AC yang paling hemat karena sistem kerjanya yang menggunakan perubahan arus AC ke DC kemudian ke AC lagi untuk menjaga daya sesuai keadaan suhu ruangan. Namun AC inverter untuk ukuran 1/5 PK sangat jarang dan memiliki harga yang mahal sehingga AC yang dipilih adalah AC yang berdaya rendah. Selain itu, pemilihan AC juga dibatasi pada AC yang menggunakan Freon R32 agar lebih ramah lingkungan.

Tiga alternatif AC yang menjadi pertimbangan adalah Panasonic, LG, dan Daikin. Ketiga alternatif ini dipilih karena memiliki daya ukuran 1/5 PK, merupakan jenis AC *low watt*, dan menggunakan Freon R32. Spesifikasi alternatif AC dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Alternatif AC Tipe *Low Watt*

Merk AC	Tipe	Daya (Watt)	Usia	Harga
Panasonic	CS-XN5SKJ	320	4 Tahun	Rp. 3.600.000
LG	Hercules Nova	330	4 Tahun	Rp. 3.598.000
Daikin	FTV15AXV14	380	4 Tahun	Rp. 3.025.000

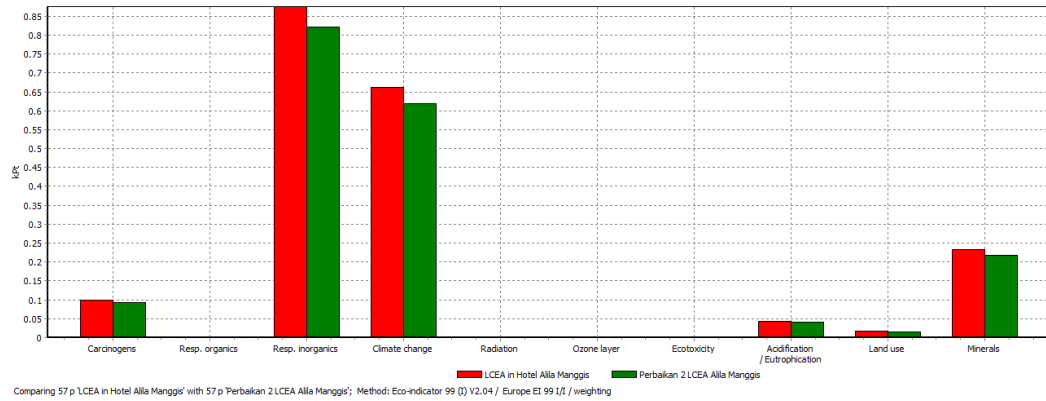
Karena usia ketiga tipe AC sama, maka pemilihan AC dilakukan berdasarkan perbedaan daya dengan AC Panasonic sebagai acuan karena memiliki daya paling rendah. Contoh perhitungan kesetaraan berdasarkan daya adalah sebagai berikut:

Pembelian AC LG:

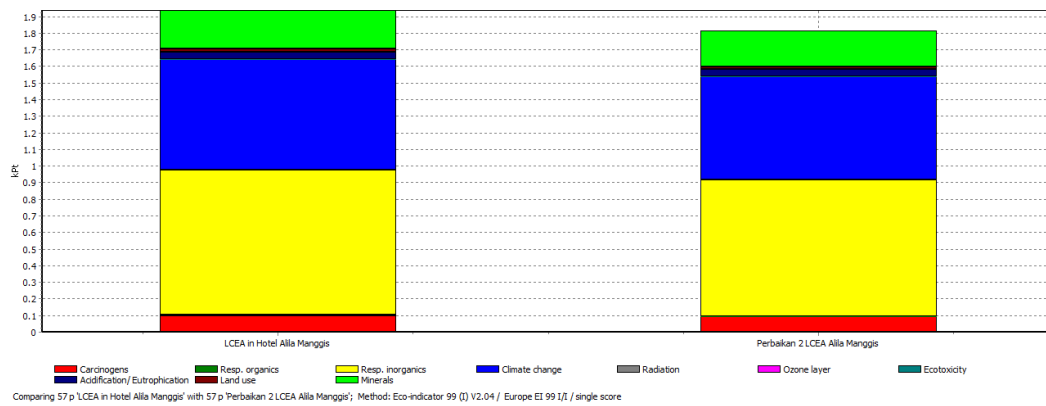
$$\begin{aligned}
 & \text{Selisih daya} \times \text{Penggunaan selama 4 tahun} \times \text{Harga listrik} + \text{Harga AC} \\
 & = \\
 & (330 - 320) \times \left(24 \times \frac{1460}{1000} \right) \times \text{Rp. } 1,467.28 + \text{Rp. } 3,598,000 \\
 & = \text{Rp. } 4,112,134.91
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa biaya pembelian AC LG dengan tambahan biaya selisih daya adalah Rp. 4.112,134.91, dengan melakukan perhitungan yang sama untuk AC Daikin maka diperoleh biaya pembelian sebesar Rp. 6,109,809.47. Maka merk AC yang digunakan adalah Panasonic. Sehingga konsumsi energi unit pelayanan kamar menjadi 1022.666 kWh per hari.

Selanjutnya adalah memasukkan nilai daya AC rekomendasi perbaikan ke input unit pelayanan kamar. Hasil perbandingan *weighting* dan *single score* pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18.



Gambar 5.17 Perbandingan *weighting* sebelum dan sesudah perbaikan 2



Gambar 5.18 Perbandingan *single score* sebelum dan sesudah perbaikan 2

Perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan 2

Impact category	Unit	LCEA in Hotel Alila Manggis	Perbaikan 2 LCEA Alila Manggis	Persentase Penurunan
Total	Pt	1937.3319	1815.5298	6.29%
Carcinogens	Pt	99.526762	92.888351	6.67%
Resp. organics	Pt	3.0028912	2.9575649	1.51%
Resp. inorganics	Pt	875.42574	820.87963	6.23%
Climate change	Pt	661.27208	619.57526	6.31%
Radiation	Pt	2.0495763	1.9127084	6.68%
Ozone layer	Pt	0.11796067	0.11008342	6.68%
Ecotoxicity	Pt	2.0379192	1.9025973	6.64%
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.194668	41.927185	5.13%
Land use	Pt	17.044529	16.092506	5.59%
Minerals	Pt	232.65977	217.28393	6.61%

Perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro secara keseluruhan adalah 1937.33 Pt pada kondisi eksisting, dan 1815.53 Pt pada kondisi perbaikan atau turun sebesar 6.29%.

. Kajian finansial dilakukan dengan menghitung *payback period*, NPV, dan BCR. Harga AC Panasonic CS-XN5SK adalah Rp. 3,600,000, sedangkan jumlah AC yang akan dibeli adalah 55 unit, maka total investasi pembelian AC adalah Rp. 198,000,000. Biaya pemasangan AC *split* 1/5 PK adalah Rp. 250,000 per unit, sehingga total biaya pemasangan adalah Rp. 13,750,000. Sedangkan biaya perawatan AC terdiri dari biaya tambah Freon setiap 6 bulan sebesar Rp. 150,000, biaya pemeriksaan dan pembersihan setiap tahun sebesar Rp. 75,000. Sehingga biaya perawatan per tahun adalah Rp. 20,625,000. AC lama merupakan AC standar yang baru digunakan sekitar 2-3 tahun, dengan asumsi bahwa AC lama dapat dijual kembali seharga Rp. 2,000,000 per unit, maka keuntungan

penjualan AC lama sebesar Rp. 110,000,000. Berikut ini perhitungan *payback period*, NPV, dan BCR:

Payback period:

$$\text{Payback period} = \frac{P}{A_t}$$

$P = \text{Pembelian AC} + \text{Biaya pemasangan} - \text{Keuntungan AC lama}$

$$P = \text{Rp. } 198,000,000 + \text{Rp. } 13,750,000 - \text{Rp. } 110,000,000$$

$$P = \text{Rp. } 101,750,000$$

$A_t = \text{Keuntungan per hari} \times 365 - \text{Biaya perawatan per tahun}$

$$A_t = 105.6 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1,467.28 \times 365 - \text{Rp. } 20,625,000 = \text{Rp. } 35,929,840.32$$

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Rp. } 101,750,000}{\text{Rp. } 35,929,840.32} = 2.83$$

Net present value (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n A_t (P/F, i\%, t), i = 6.5\%, t = 4 \text{ tahun}$$

$$NPV = -\text{Rp. } 101,750,000 + \text{Rp. } 35,929,840.32 (P/A, 6.5\%, 4)$$

$$NPV = -\text{Rp. } 101,750,000 + \text{Rp. } 123,088,396.72 = \text{Rp. } 21,338,396.72$$

Benefit cost ratio (BCR):

$$BCR = \frac{PW_{Benefit}}{PW_{Cost}}$$

$$BCR = \frac{\text{Rp. } 56,554,840.32 (P/A, 6.5\%, 4)}{\text{Rp. } 101,750,000 + \text{Rp. } 20,625,000 (P/A, 6.5\%, 4)}$$

$$BCR = \frac{\text{Rp. } 193,745,492.88}{\text{Rp. } 101,750,000 + \text{Rp. } 70,657,096.16} = 1.12$$

Benefit yang diperoleh dari usulan perbaikan kedua adalah penghematan listrik dari penggantian AC, sedangkan biaya yang diperlukan yaitu pembelian AC, biaya pemasangan dan biaya perawatan. Hasil *payback period* adalah 2.83 yang artinya modal akan kembali setelah 2.83 tahun. Sedangkan keuntungan dari

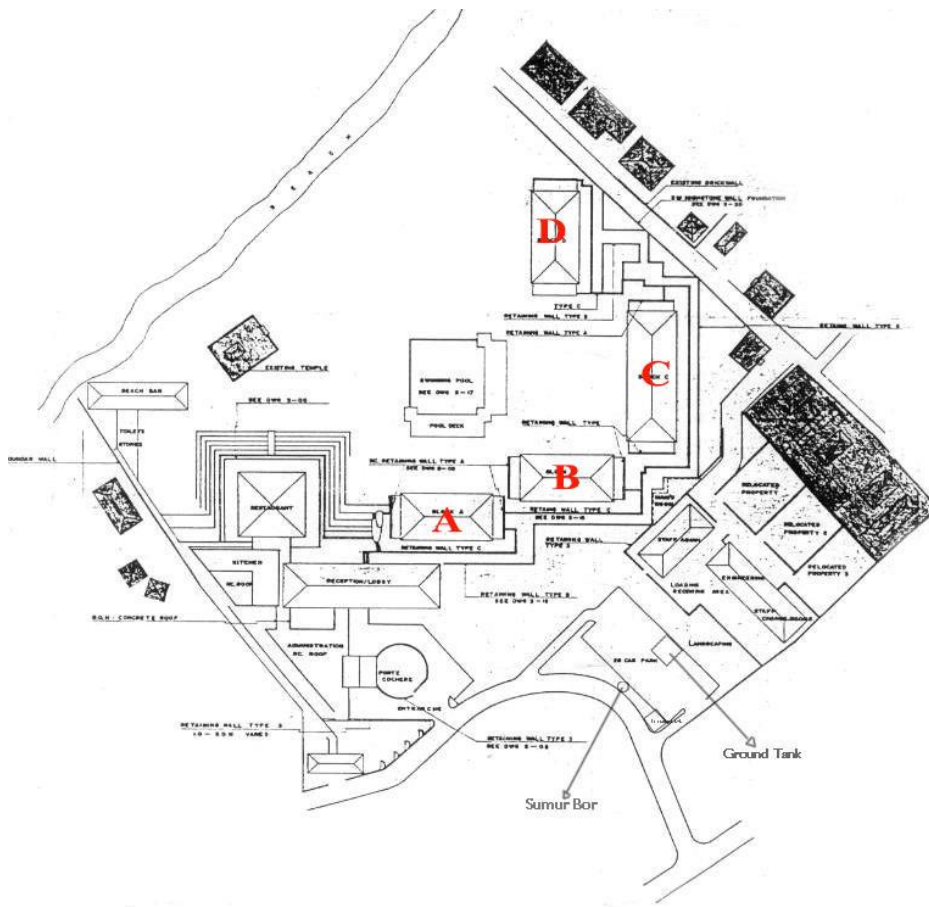
penerapan perbaikan ini adalah Rp. 21,338,396.72. Sedangkan hasil dari BCR menunjukkan rasio 1.12 dimana nilai ini lebih dari 1, sehingga investasi dinyatakan layak untuk dilakukan.

5.2. 3 Perubahan Kebijakan Penjualan Kamar dan Laundry

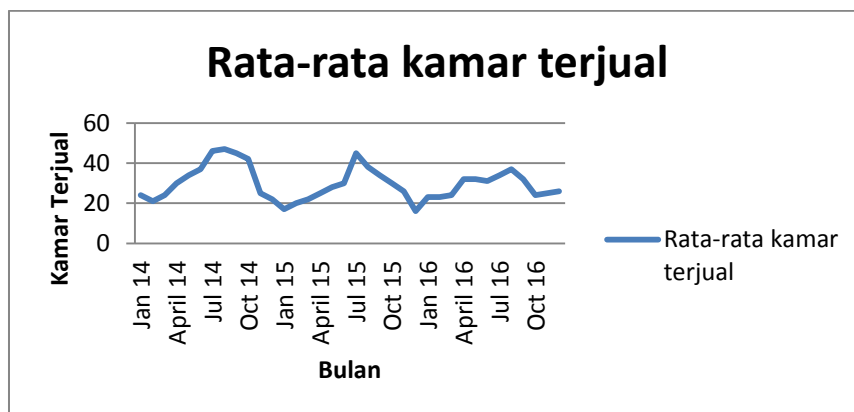
Kamar di hotel Alila Manggis terdiri dari empat blok yang terpisah, yaitu blok A, B, C, dan D. Masing-masing blok terdiri dari dua lantai, blok A memiliki bentuk yang sama dengan blok B dimana lantai pertama terdiri dari 8 kamar tipe *superior* dan lantai atasnya berisi 6 kamar tipe *deluxe*. Pada blok C terdapat 10 kamar tipe *superior* di lantai bawah dan 8 kamar tipe *deluxe* di lantai atas. Sedangkan blok D terdiri dari 3 kamar tipe *suit* dan dua kamar *superior* di lantai bawah serta 5 kamar tipe *deluxe* di lantai atas. Denah hotel dapat dilihat pada Gambar 5.19.

Pada kondisi eksisting, semua lampu koridor atau di depan kamar tetap menyala ketika malam, meskipun kamar tidak terjual. Selain itu AC dan mini bar tetap dinyalakan untuk mencegah kamar menjadi lembab dan berbau ketika akan dijual. Kebijakan awal hotel adalah tamu bebas memilih kamar mana yang ingin ditempati, hal ini mengakibatkan hotel harus menjaga dan menyiapkan setiap kamar. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah menjual habis 1 blok kamar terlebih dahulu. Tamu yang datang bebas memilih kamar yang akan ditempati namun tetap dalam satu blok, hal ini akan mengurangi biaya penerangan pada depan kamar yang kosong, serta konsumsi listrik dari AC dan mini bar di blok yang kosong.

Okupansi rata-rata pertahun adalah 64% atau setara dengan 35 dari 55 kamar terjual per harinya. Namun ada kalanya hotel mengalami tingkat okupansi rendah yaitu pada periode awal tahun (bulan Januari hingga April) dan akhir tahun (bulan November dan Desember). Data rata-rata okupansi selama tiga tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5.19 Denah hotel Alila Manggis (Sumber: Hotel Alila Manggis)



Gambar 5.20 Rata-rata kamar terjual per bulan hotel Alila Manggis

Berdasarkan data rata-rata okupansi per bulan diketahui bahwa pada periode awal tahun dan akhir tahun rata-rata kamar terjual adalah 24 kamar. Maka

pada periode ini hotel dapat mengoperasikan 2 blok kamar yaitu blok A dan blok B. Penghematan dari metode ini adalah pengurangan penggunaan lampu koridor, AC, dan mini bar kamar.

Kebijakan kedua adalah penggunaan produk linen seperti handuk, lap, seprei, sarung bantal, dan kimono. Produk ini sebenarnya tidak perlu dicuci setiap hari, dengan membuat kebijakan baru agar produk linen hanya dicuci selama dua hari sekali atau ketika tamu menginginkan linen untuk diganti, maka dapat mengurangi biaya laundry hingga 50% dengan demikian akan mengurangi energi untuk laundry sebesar 50%. Dari dua kebijakan tersebut, maka input energi pada peralatan elektronik kamar bagian B akan berubah, perubahan peralatan elektronik kamar bagian B dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian B

Nama peralatan	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Lampu koridor 15	25	28	15	10.5
Lampu koridor 10	15	43	15	9.675
Pompa air	1500	3	12	54
Exhaust Fan	45	2	24	2.16

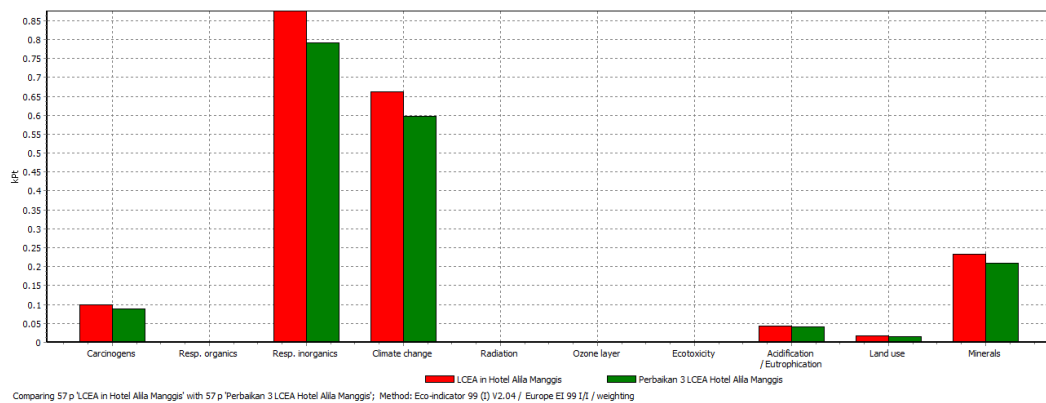
Tabel 5.9 Data Peralatan Elektronik Unit Pelayanan Kamar Bagian B (Lanjutan)

Nama peralatan	Daya (Watt)	Jumlah	Pemakaian (Jam)	kWh
Panel pompa	25	1	24	0.6
Mini Bar	78	24	24	44.928
AC (1.5 PK)	400	24	24	230.4
Listrik Laundry				34.995
Total				387.258

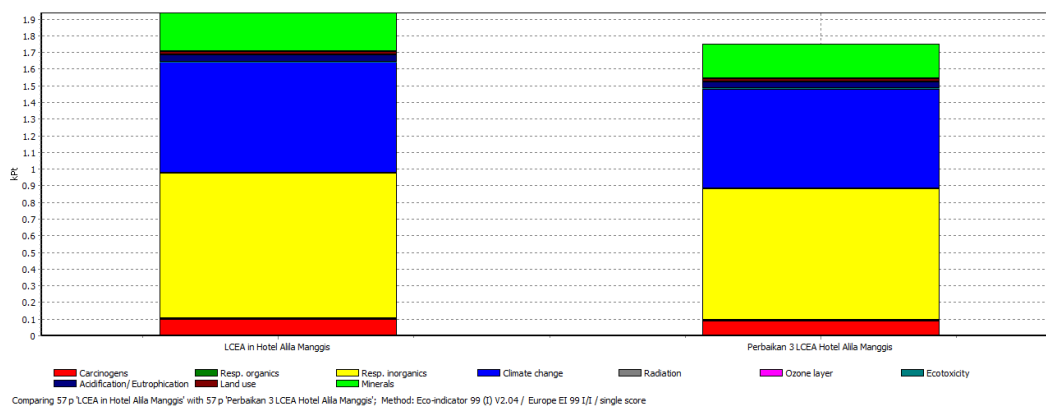
Konsumsi listrik peralatan elektronik unit pelayanan kamar bagian B berkurang sebesar 51.5% dibandingkan dengan kondisi eksisting. Namun karena kebijakan ini hanya bisa dilakukan ketika okupansi hotel rendah yaitu pada bulan

Januari hingga April dan November hingga Desember atau selama enam bulan, maka konsumsi perhari menjadi 966.0998 kWh. Konsumsi ini turun sebesar 14.37% dari semula sebesar 1128.266 kWh per hari.

Setelah diketahui penghematan dari rekomendasi perbaikan ini, maka selanjutnya dilakukan input ke simapro untuk membandingkan pengurangan dampak lingkungan dengan rekomendasi perbaikan ini. Perbandingan hasil *weighting* dan *single score* pada SimaPro dapat dilihat pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.22.



Gambar 5.21 Perbandingan *weighting* sebelum dan sesudah perbaikan 3



Gambar 5.22 Perbandingan *single score* sebelum dan sesudah perbaikan 3

Perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro dapat dilihat pada Tabel 5.10. Pada Tabel 5.10 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai dampak lingkungan hasil perhitungan SimaPro secara keseluruhan adalah 1937.33 Pt pada kondisi eksisting, dan 1750.2837 Pt pada kondisi perbaikan atau turun

sebesar 9.65%. Keuntungan dari penerapan metode perbaikan ini adalah penghematan biaya listrik sebesar Rp. 237,943.22 per hari atau setara Rp. 7,138,296.66 per bulan.

Tabel 5.10 Perbandingan Nilai Dampak Lingkungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan 3

Impact category	Unit	LCEA in Hotel Alila Manggis	Perbaikan 3 LCEA Hotel Alila Manggis	Persentase Penurunan
Total	Pt	1937.3319	1750.2837	9.65%
Carcinogens	Pt	99.526762	89.332331	10.24%
Resp. organics	Pt	3.0028912	2.9332847	2.32%
Resp. inorganics	Pt	875.42574	791.66072	9.57%
Climate change	Pt	661.27208	597.23938	9.68%
Radiation	Pt	2.0495763	1.8393918	10.26%
Ozone layer	Pt	0.11796067	0.10586378	10.26%
Ecotoxicity	Pt	2.0379192	1.8301089	10.20%
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.194668	40.712554	7.88%
Land use	Pt	17.044529	15.582533	8.58%
Minerals	Pt	232.65977	209.04751	10.15%

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan serta saran yang dapat diberikan untuk perbaikan pada penelitian kedepan.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Dampak lingkungan dari terbesar ke terkecil akibat konsumsi energi di hotel Alila Manggis adalah *respiratory inorganics, climate change, minerals, carcinogens, acidification/eutrophication, land use, respiratory organics, radiation, ecotoxicity*, dan *ozone depletion* dengan total nilai dampak lingkungan adalah 1937.33 Pt.
2. Unit kegiatan operasional hotel yang memiliki kontribusi terbesar terhadap dampak lingkungan adalah pelayanan kamar dengan nilai 1362.13 Pt, unit pelayanan makan dengan nilai 396.95 Pt, unit penerimaan tamu dengan nilai 80.34 Pt, dan area rekreasi dengan nilai 66.05 Pt.
3. Terdapat tiga usulan perbaikan yang dapat diberikan yaitu penggunaan lampu hemat energi untuk penerangan, mengganti AC dengan AC *low watt*, dan perubahan kebijakan penjualan kamar dan *laundry*.
4. Usulan perbaikan pertama dapat mengurangi dampak lingkungan sebesar 10.09%. Keuntungan total dari penerapan perbaikan 1 sebesar Rp. 177,039,176.82 dan periode pengembalian modal kurang dari satu tahun serta tingkat keuntungan yang besar yaitu 9.26.
5. Usulan kedua, dapat mengurangi dampak lingkungan sebesar 6.29%, dan memberikan keuntungan sebesar Rp. 21,338,396.72. serta pengembalian modal selama 2.83 tahun. Namun tingkat keuntungan perbaikan ini rendah yaitu 1.12.

6. Usulan ketiga dapat mengurangi sebesar 9.56% dan memberikan keuntungan sebesar Rp. 7,138,296.66 per bulan.

6. 2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini masih dapat dikembangkan dengan menambahkan faktor limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan oleh Hotel.
2. Penelitian ini masih dapat dikembangkan untuk mempertimbangkan analisis ekonomi terhadap usulan yang diberikan.
3. Penelitian serupa dapat dikembangkan pada aktivitas pariwisata lainnya seperti travel, restoran dan *catering*, serta pada lokasi objek wisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Bardi, J.A. (2007), *Hotel Front Office Management*. Hoboken, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Bank Indonesia, (2016), *BI Rate*, Retrieved July 7, 2017 from Bank Indonesia: <http://www.bi.go.id/id/moneter/bi-rate/data/Default.aspx>
- Bohdanowicz, P. (2006). *Responsible Resource Management in Hotels - Attitudes, Indicators, Tools, and Strategies*, KTH Industrial Engineering and Management, Royal Institute of Technology, Department of Energy Technology, Stockholm.
- BPKIMI, (2012), *Petunjuk Teknis Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Sektor Industri*, Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri, Jakarta.
- BPS, (2017), *Jumlah Akomodasi, Kamar, dan Tempat Tidur yang Tersedia pada Hotel Nonbintang dan Hotel Bintang Menurut Provinsi, 2004-2016*, Retrieved April 12, 2017, from Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1097>.
- Crawford, R. (2012), *Life Cycle Energy Analysis*, Australian Institute of Architects, Sidney.
- Division of Chemistry Education, (2017), *Ionizing Radiation*, Retrieved June 15, 2017, from Bodner Research Web: Ionizing Radiation: <http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch23/radiation.php>.
- Earth Check, (2017), *Gold Certification for Environmental Practices*, Earth Check Organization, Bali.
- EPA, (2015), *Health and Environmental Effect of Ozone Layer Depletion*, Retrieved June 15, 2017, from United States Environmental Protection Agency: Ozone Layer Protection: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/health-and-environmental-effects-ozone-layer-depletion>.
- Filimonau, V. (2016), *Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Analysis in Tourism*, Springer International Publishing, Switzerland.

- Filimonau, V., Dickinson, J., Robbin, D., & Huijbregts, M. (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*, 1917-1930.
- Goedkoop, M., & dkk. (2009), *A Life Cycle Impact Assessment Method Which Comprises Harmonised Category Indicators At The Midpoint And The Endpoint Level*, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, Bilthoven, Netherlands.
- Group 1 Hyundai, (2017), *Hyundai H-1 Bus*, Retrieved May 22, 2017, from Group 1 Hyundai: <http://www.group1hyundai.co.za/hyundai-h1-bus/>.
- Hur, T., Lee, J., Ryu, J., & Kwon, E. (2005). Simplified LCA and matrix methods in identifying the environmental aspects of a product system. *Journal of Environmental Management*, 229-237.
- IARC, (2004), *Known and Probable Human Carcinogens*, Retrieved June 15, 2017 From World Health Organization: International Agency for Research on Cancer: <https://www.iarc.fr/>
- ICED, (2015), *Panduan Praktis Penghematan Energi di Hotel*, Indonesia Clean Energy Development, Jakarta.
- IPCC, (2014), *Fifth Assessment Report -Mitigation of Climate Change*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISO, (1997), *ISO 14040, Environmental Management -Life Cycle Assessment- Principles and Framework*, International Organization for Standardization.
- Kemenpar, (2017, January 1), *Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara Bulanan Tahun 2016*, Retrieved April 14, 2017, from Kementrian Pariwisata Republik Indonesia: [http://www.kemenpar.go.id/userfiles/desember\(1\).pdf](http://www.kemenpar.go.id/userfiles/desember(1).pdf).
- Knight, M. (2017), *Five Tips For Choosing The Right Light Bulb*, Retrieved June 15, 2017, from WHICH: <http://www.which.co.uk/reviews/light-bulbs/article/five-tips-for-choosing-the-right-light-bulb>.
- Murdaningsih, D. (2016, June 21), *Bali Makin Hijau dengan Gas Bumi*, Retrieved April 22, 2017, from Pelangi Indonesia: <http://www.pelangi.or.id/news-1379-bali-makin-hijau-dengan-gas-bumi.html>.

- National Geographic. (2015), *Ozone Depletion*, Retrieved June 15, 2017, from National Geographic:
<http://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/ozone-depletion/>.
- NMSEA, (n.d.), *Global Warming*, Retrieved April 14, 2017, from New Mexico Solar Energy Association: <http://www.nmsea.org>.
- Pemerintah Provinsi Bali, (2016), *Peraturan Gubernur Bali Nomor 67 Tahun 2016 Tentang Upah Minimum Kabupaten/Kota*, Denpasar, Bali.
- PLN, (2017), *Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) Bulan Juli 2017*, Retrived July 7, 2017 from PT PLN (Persero): <http://www.pln.co.id/>
- Pre, (2016), *SimaPro Database Manual Methods Library*, Pre-Sustainability, San Francisco.
- Pujawan I.N., (2012), *Ekonomi Teknik*, Second Edition, Guna Widya, Surabaya
- Ramesh, T., Prakash, R., & Shukla, K. (2010), Life Cycle Energy Analysis of Buildings: An Overview, *Energy and Buildings*, 1592-1600.
- Sartori, I., & Hestnes, A. (2007). Energy use in the life cycle of conventional and low energy buildings: A riview article. *Energy and Building*, 249-257.
- Setup My Hotel, (2017), *The Guest Cycle in hotel with Four Stages and Diagram*, Retrieved 4 12, 2017, from Setup My Hotel:
<http://setupmyhotel.com/train-my-hotel-staff/front-office-training/131-the-guest-cycle-in-hotel.html>.
- Sulaeman, A. (2014, April 27), *Lampu-lampu Hemat Energi yang Lebih Efisien dari Neon*, Retrieved June 15, 2017, from National Geographic Indonesia:
<http://nationalgeographic.co.id/berita/2014/04/lampu-lampu-hemat-energi-yang-lebih-efisien-dari-neon>.
- TCC, (2014), *Fuel Economy Initiative in Indonesia*, Retrieved mei 22, 2017, from Transport and Climate Change : <http://transportandclimatechange.org/wp-content/uploads/2014/11/Fuel-Economy-Initiative-in-Indonesia.pdf>.
- UNFCCC, (2014), *GHG data from UNFCCC*, Retrieved April 6, 2017, from United Nations Framework Convention on Climate Change:
<http://unfccc.int>.

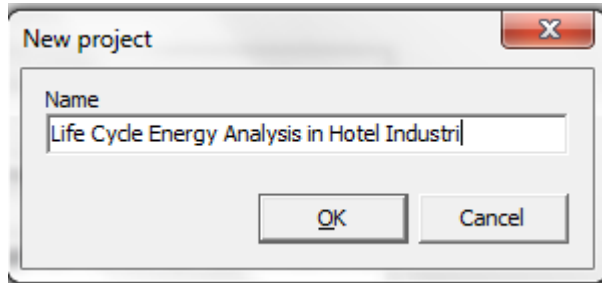
VROM, (2000), *Eco Indicator 99 Manual for Designer*, Ministry of Housing
Spatial Planning and the Environment: Amsterdam.

WHO, (2017), *What Is Ionizing Radiation*, Retrieved June 15, 2017, from World
Health Organization: Ionizing Radiation:
http://www.who.int/ionizing_radiation/about/what_is_ir/en/.

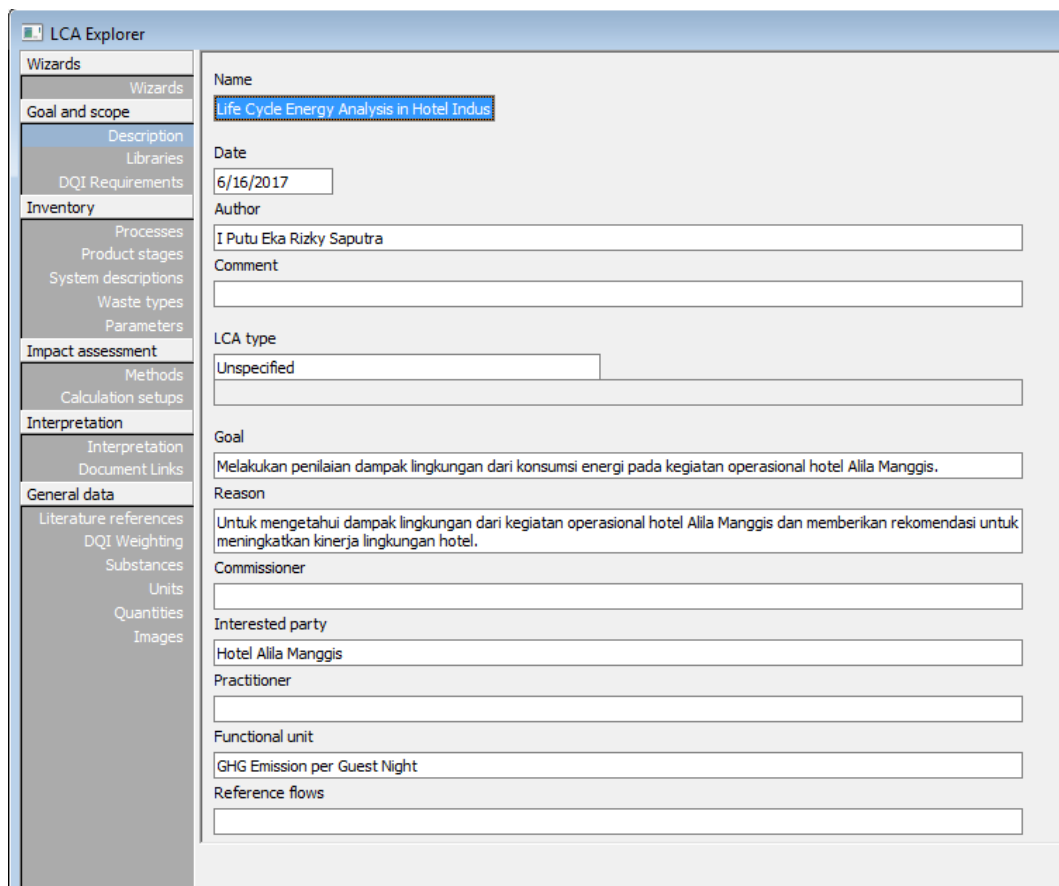
LAMPIRAN

Lampiran 1. Langkah-Langkah Input SimaPro 7.1

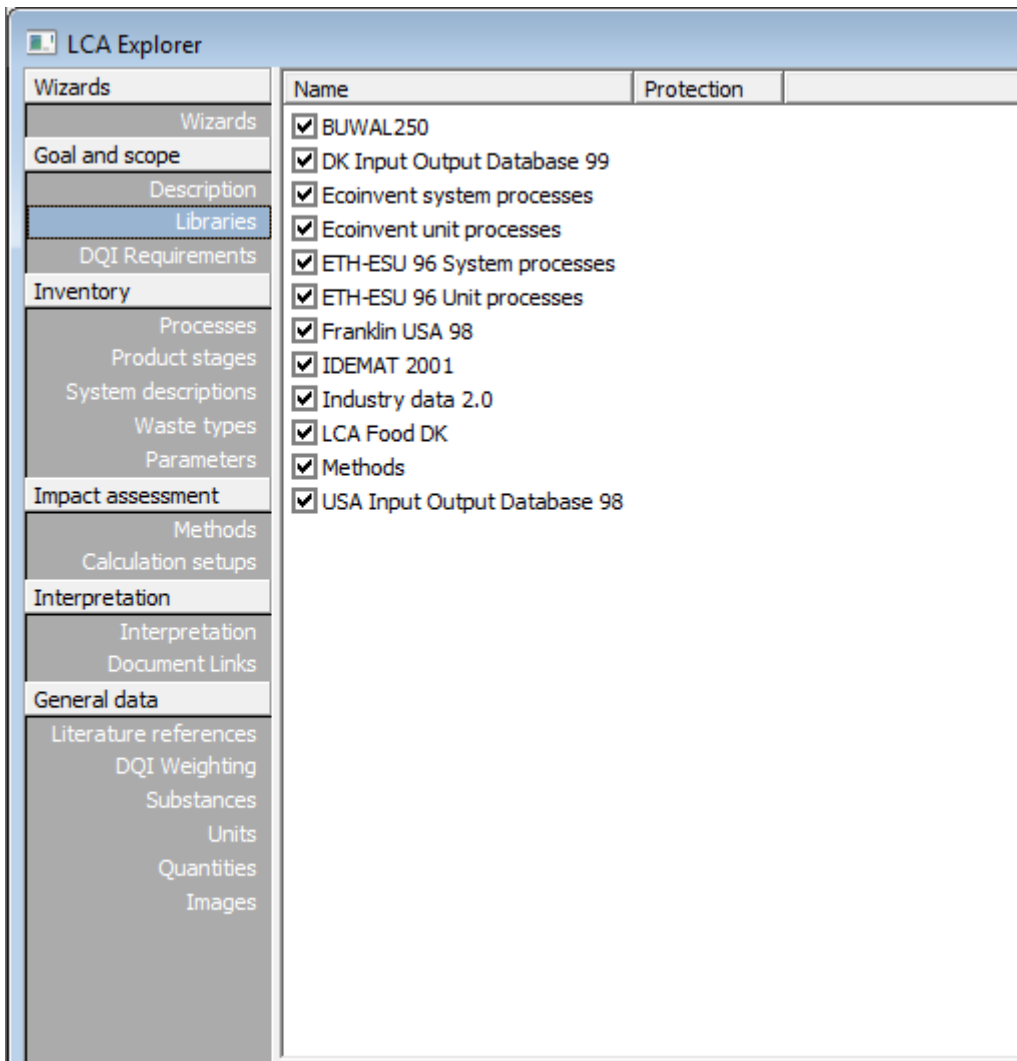
1. Pembuatan *new project*,



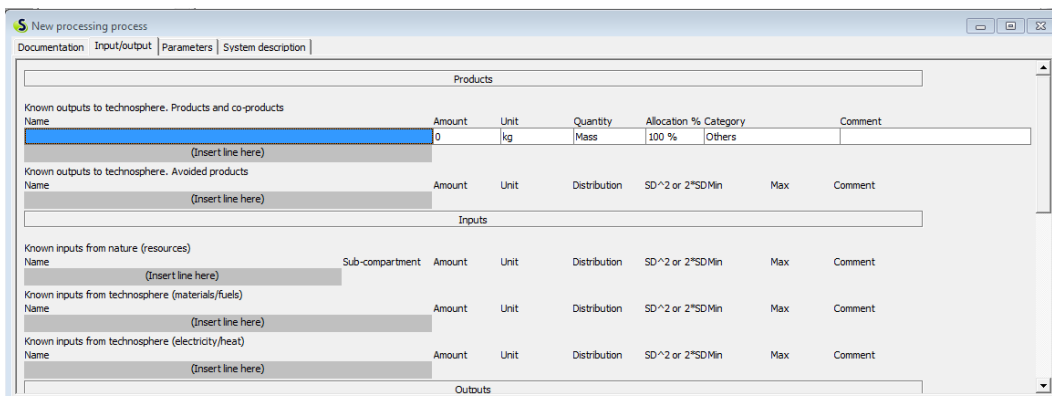
2. Pada bagian **Goal and Scope**, pilih **Description**, kemudian isi bagian description sesuai dengan ketentuan yang telah ada.



3. Pada bagian **Goal and Scope**, pilih **Libraries**, kemudian centang semua pilihan agar keseluruhan *database* dapat digunakan.



4. Pilih **Processes** pada bagian **Inventory**, kemudian klik **new** sehingga muncul jendela **new processing process**.



5. Isi *inventory* untuk semua unit kegiatan

Unit jasa penjemputan

5 Edit processing process 'Unit Jasa penjemputan'

Documentation | **Input/output** | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Jasa penjemputan	516.8	personkm	Person.Distance	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
Petrol I	10.30708	kg	Undefined			
Diesel I	2.5076475	kg	Undefined			
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Unit penerimaan tamu

5 Edit processing process 'Unit Penerimaan tamu'

Documentation | **Input/output** | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Penerimaan tamu	57	p	Amount	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	69.65	kWh	Undefined			
(Insert line here)						

Unit pelayanan kamar

5 Edit processing process 'Unit Pelayanan Kamar'

Documentation | **Input/output** | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Pelayanan Kamar	57	p	Amount	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
Diesel I	86.77425	kg	Undefined			
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SD Min	Max	Comment
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	1128.266	kWh	Undefined			
(Insert line here)						

Unit pelayanan makan

Edit processing process 'Unit Pelayanan makan'

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Pelayanan makan	62	p	Amount	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
LPG I	46.75666667	kg	Undefined			
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	320.76	kWh	Undefined			
(Insert line here)						

Unit pelayanan spa

Edit processing process 'Unit Pelayanan Spa'

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Pelayanan Spa	0.1667	p	Amount	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	5.66	kWh	Undefined			
(Insert line here)						

Unit area rekreasi

Edit processing process 'Unit Area Rekreasi'

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Area Rekreasi	57	p	Amount	100 %	Others	
(Insert line here)						

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
Petrol I	0.5266	kg	Undefined			
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min	Max	Comment
Electricity, high voltage, production UCTE, at grid/UCTE U	57	kWh	Undefined			
(Insert line here)						

Unit tour

Edit processing process 'Unit Tour'

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere, Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Tour	1441.412222	personkm	Person.Distance	100 %	Others	

Known outputs to technosphere, Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
Petrol I	7.12646	kg	Undefined			
Diesel I	11.47919	kg	Undefined			

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Unit keberangkatan

Edit processing process 'Unit Keberangkatan'

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Known outputs to technosphere, Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	Comment
Unit Keberangkatan	262.4	personkm	Person.Distance	100 %	Others	

Known outputs to technosphere, Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)							

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
Diesel I	2.0897284537	kg	Undefined			
Petrol I	7.00359	kg	Undefined			

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)						

6. Pilih **Product Stages**, pada bagian **Inventory**, kemudian pilih **new**.
Selanjutnya masukkan semua unit kegiatan pada kolom **Processes**.

Edit life cycle product stage 'LCEA in Hotel Alila Manggis'

Input/output | Parameters

Name: LCEA in Hotel Alila Manggis

Image:

Status:

Assembly

Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
0		Undefined			


Processes

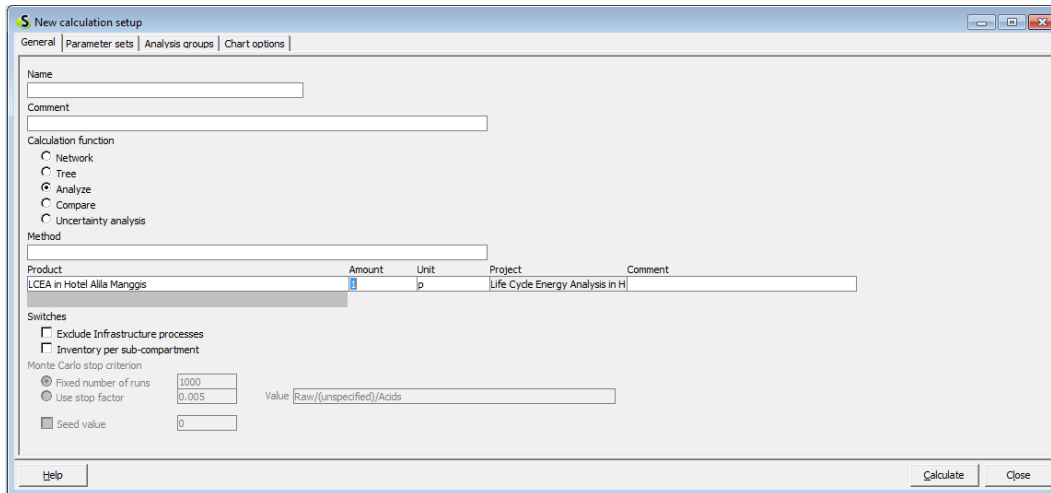
Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
Unit Jasa penjemputan	516.8	personkm	Undefined		
Unit Penerimaan tamu	57	p	Undefined		
Unit Pelayanan Kamar	57	p	Undefined		
Unit Pelayanan makan	62	p	Undefined		
Unit Pelayanan Spa	0.166666667	p	Undefined		
Unit Area Rekreasi	57	p	Undefined		
Unit Tour	1441.412222	personkm	Undefined		
Unit Keberangkatan	262.4	personkm	Undefined		

Waste/Disposal scenario

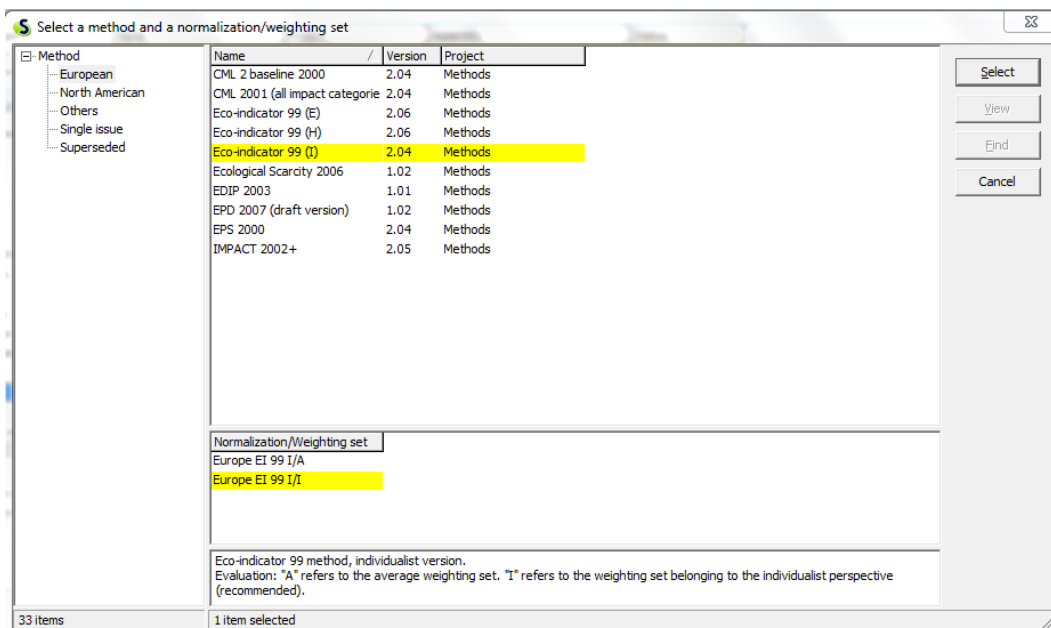
Additional life cycles

Number	Distribution	SD^2 or 2^*SD Min	Max	Comment
(Insert line here)				

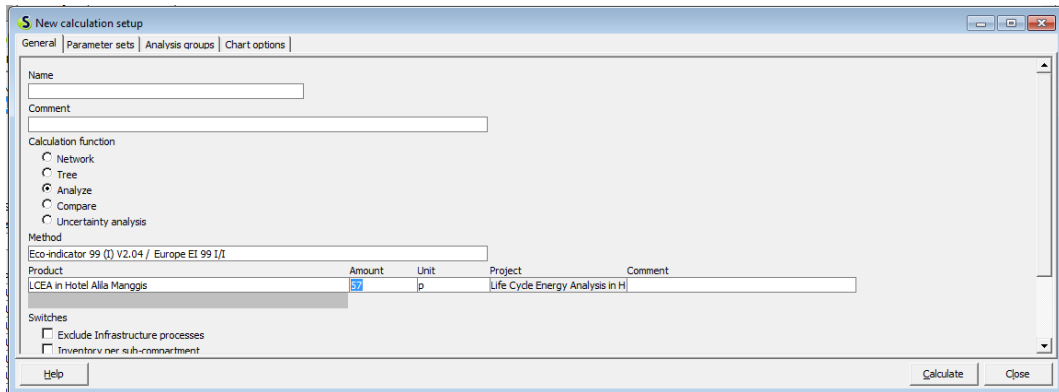
7. Untuk melakukan analisis *impact assessment* pilih icon  (Analyze), sehingga muncul jendela **New calculation setup**.



8. Selanjutnya pilih metode analisis yang akan digunakan pada kolom **Method**, pada penelitian ini digunakan metode Eco-indicator 99(I).



9. Masukkan nilai **amount** dan satuannya, kemudian klik **calculate**.

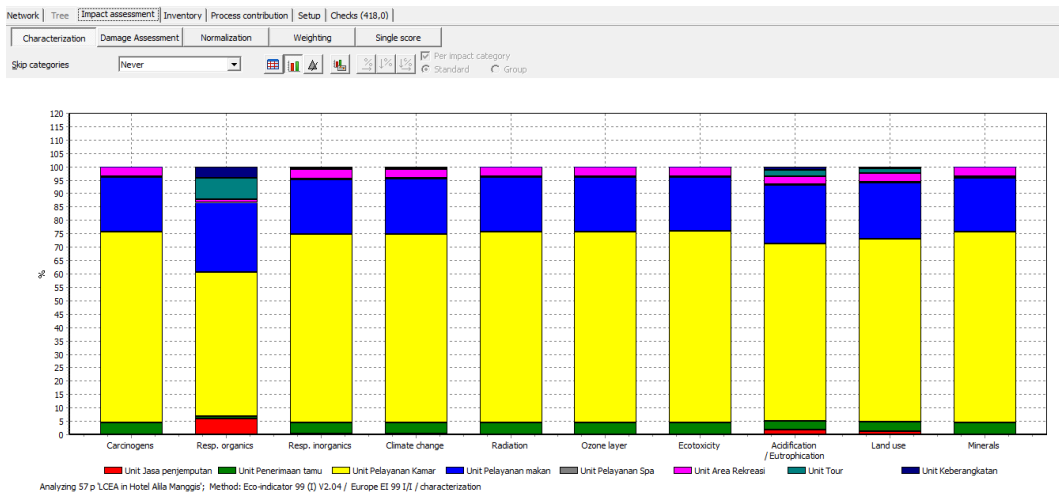


10. Hasil analyze berupa Network Diagram dan Impact Assessment

Impact assessment – tabel characterization

Impact category	Unit	Total	Per impact category							
			Unit Jasa perjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Release	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Carcinogens	DALY	0.0015	5.4E-8	6.58E-5	0.00107	0.000303	5.33E-6	5.38E-5	1.96E-7	4.3E-8
Resp. organics	DALY	4.51E-5	2.6E-6	4.49E-7	2.43E-5	1.16E-5	3.65E-8	4.76E-7	3.72E-6	1.85E-6
Resp. inorganics	DALY	0.0132	5.59E-5	0.000541	0.00926	0.00268	4.39E-5	0.000445	9.48E-5	4.02E-5
Climate change	DALY	0.00994	3.99E-5	0.000413	0.00698	0.00205	3.36E-5	0.00034	5.91E-5	2.83E-5
Radiation	DALY	3.08E-5	0	1.36E-6	2.2E-5	6.25E-6	1.1E-7	1.11E-6	0	0
Ozone layer	DALY	1.77E-6	0	7.81E-8	1.26E-6	3.6E-7	6.34E-9	6.39E-8	0	0
Ecotoxicity	PAF* ^m 2yr	367	0.0519	16.1	262	74.1	1.31	13.2	0.231	0.043
Acidification/ Eutrophication	PDF* ^m 2yr	796	13.6	26.9	528	174	2.19	22.6	19.7	9.66
Land use	PDF* ^m 2yr	307	3.53	11.3	209	65.1	0.919	9.4	5.33	2.51
Minerals	MJ surplus	174	0.144	7.99	124	35.5	0.617	6.22	0.191	0.102

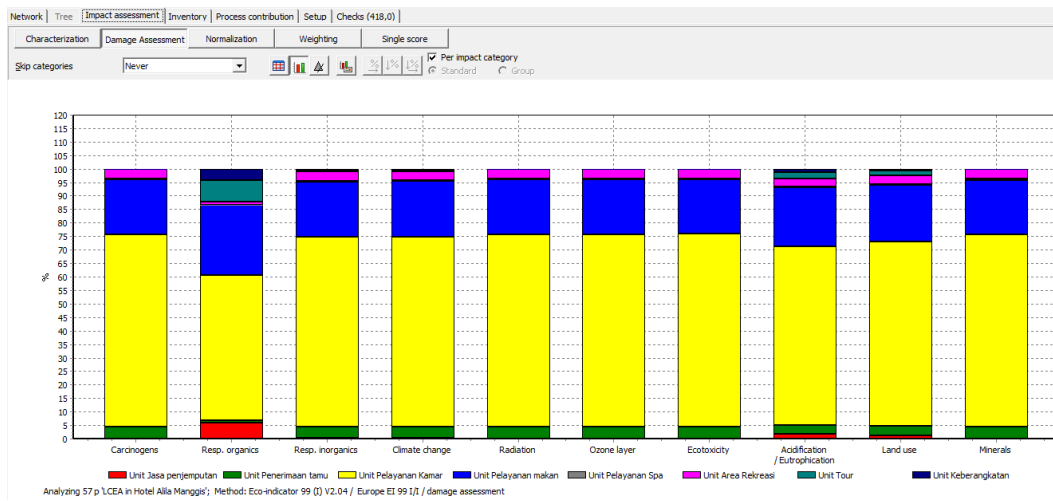
Impact assessment – diagram characterization



Impact assessment – tabel damage assessment per impact category

Impact category	Unit	Total	Unit Jasa perjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Release	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Carcinogens	DALY	0.0015	5.4E-8	6.59E-5	0.00107	0.000303	5.39E-6	5.39E-5	1.96E-7	4.3E-8
Resp. organics	DALY	4.51E-5	2.6E-6	4.49E-7	2.43E-5	1.16E-5	3.65E-8	4.76E-7	3.72E-6	1.85E-6
Resp. inorganics	DALY	0.0132	5.59E-5	0.000541	0.00926	0.00268	4.39E-5	0.000445	9.48E-5	4.02E-5
Climate change	DALY	0.00994	3.99E-5	0.000413	0.00698	0.00205	3.38E-5	0.00034	5.91E-5	2.83E-5
Radiation	DALY	3.08E-5	0	1.36E-6	2.2E-5	6.25E-6	1.1E-7	1.11E-6	0	0
Ozone layer	DALY	1.77E-6	0	7.81E-8	1.26E-6	3.6E-7	6.34E-9	6.39E-8	0	0
Ecotoxicity	PDF*m2yr	36.7	0.00519	1.61	26.2	7.41	0.131	1.32	0.0231	0.0043
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2yr	796	13.6	26.9	528	174	2.19	22.6	19.7	9.66
Land use	PDF*m2yr	307	3.53	11.3	209	65.1	0.919	9.4	5.33	2.51
Minerals	MJ surplus	174	0.144	7.59	124	35.5	0.617	6.22	0.191	0.102

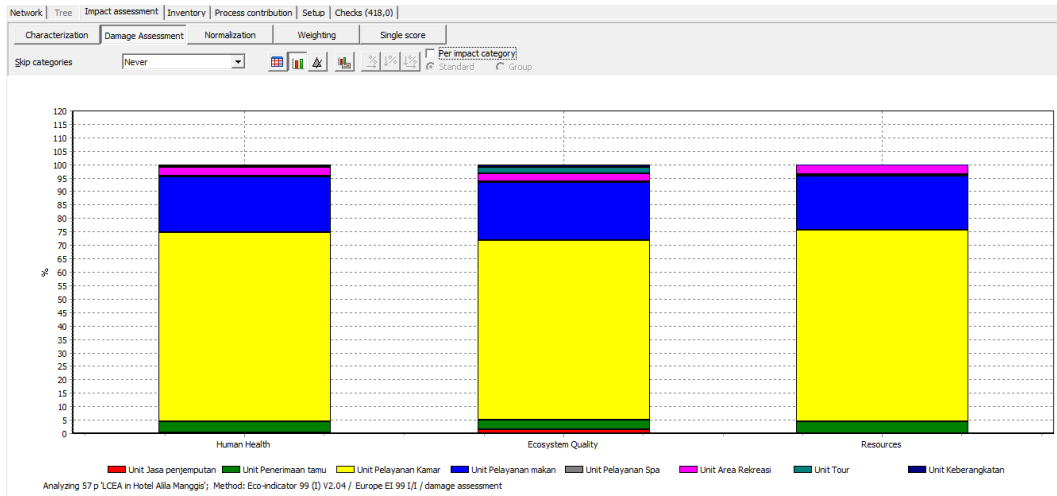
Impact assessment – diagram damage assessment per impact category



Impact assessment – tabel damage assessment

Damage category	Unit	Total	Unit Jasa perjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Release	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Human Health	DALY	0.0247	9.85E-5	0.00102	0.0173	0.00505	8.3E-5	0.00084	0.000158	7.05E-5
Ecosystem Quality	PDF*m2yr	1.14E3	17.1	39.9	763	246	3.24	33.3	25	12.2
Resources	MJ surplus	174	0.144	7.59	124	35.5	0.617	6.22	0.191	0.102

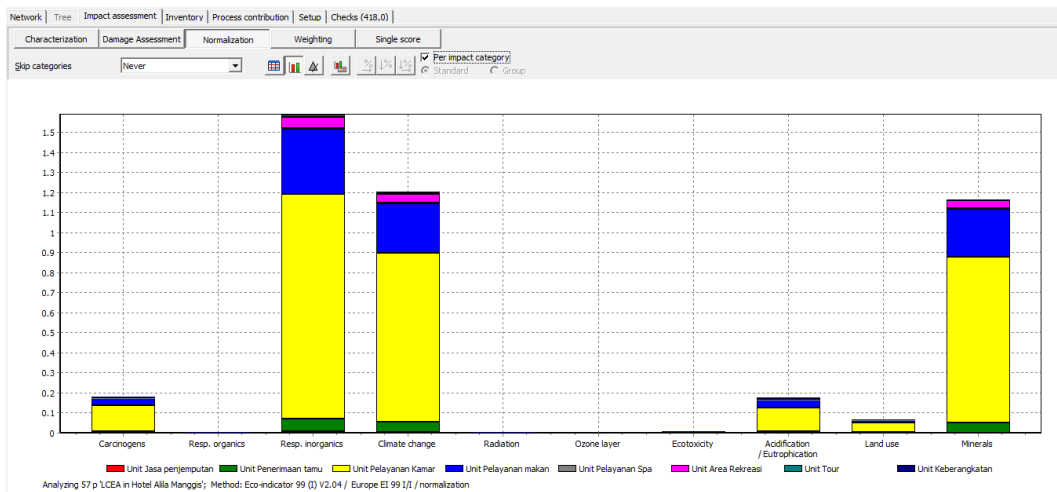
Impact assessment – diagram damage assessment



Impact assessment – tabel normalization per impact category

Impact category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Rekreasi	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Carcinogens		0.181	6.53E-6	0.00796	0.129	0.0367	0.000647	0.00652	2.37E-5	5.2E-6
Resp. organics		0.00546	0.000315	5.44E-5	0.00295	0.00141	4.42E-6	5.79E-5	0.00045	0.000223
Resp. inorganics		1.59	0.00677	0.0654	1.12	0.324	0.00531	0.0538	0.0115	0.00487
Climate change		1.2	0.00482	0.05	0.844	0.248	0.00406	0.0411	0.00715	0.00343
Radiation		0.00373	0	0.000164	0.00266	0.000756	1.33E-5	0.000134	0	0
Ozone layer		0.000214	0	9.45E-6	0.000153	4.35E-5	7.68E-7	7.73E-6	0	0
Ecotoxicity		0.00815	1.19E-6	0.000357	0.00582	0.00164	2.9E-5	0.000292	5.13E-6	9.54E-7
Acidification/Eutrophication		0.177	0.00302	0.00598	0.117	0.0386	0.000486	0.00502	0.00436	0.00214
Land use		0.0682	0.000783	0.00251	0.0464	0.0145	0.000204	0.00209	0.00118	0.000557
Minerals		1.16	0.000964	0.0507	0.827	0.237	0.00412	0.0415	0.00128	0.000679

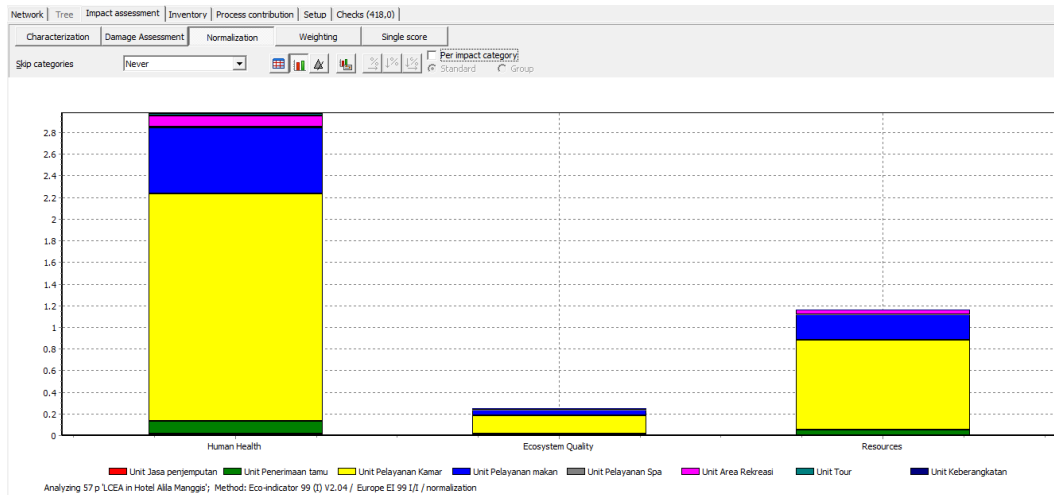
Impact assessment – diagram normalization per impact category



Impact assessment – tabel normalization

Damage category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Rekreasi	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Human Health		2.98	0.0119	0.124	2.1	0.611	0.01	0.102	0.0191	0.00852
Ecosystem Quality		0.253	0.00381	0.00885	0.169	0.0547	0.000719	0.0074	0.00555	0.0027
Resources		1.16	0.000964	0.0507	0.827	0.237	0.00412	0.0415	0.00128	0.000679

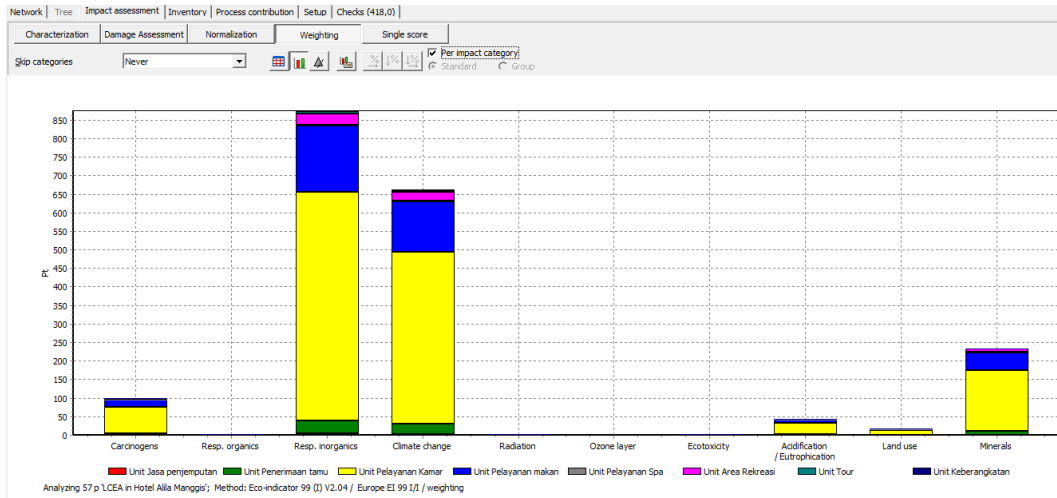
Impact assessment – diagram normalization



Impact assessment – tabel weighting per impact category

Impact category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Rekreasi	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Total	Pt	1.94E3	7.7	80.3	1.36E3	397	6.53	66	12.1	5.5
Carcinogens	Pt	99.5	0.00359	4.38	71	20.2	0.356	3.58	0.013	0.00286
Resp. organics	Pt	3	0.173	0.0299	1.62	0.775	0.00243	0.0316	0.247	0.123
Resp. inorganics	Pt	875	3.72	36	616	178	2.92	29.6	6.31	2.68
Climate change	Pt	661	2.65	27.5	464	136	2.23	22.6	3.93	1.89
Radiation	Pt	2.05	0	0.0903	1.46	0.416	0.00733	0.0739	0	0
Ozone layer	Pt	0.118	0	0.0052	0.0842	0.0239	0.000422	0.00425	0	0
Ecotoxicity	Pt	2.04	0.000288	0.0893	1.46	0.411	0.00725	0.073	0.00128	0.000239
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.2	0.756	1.5	25.3	9.65	0.122	1.26	1.09	0.536
Land use	Pt	17	0.196	0.628	11.6	3.61	0.051	0.522	0.296	0.139
Minerals	Pt	233	0.193	10.1	165	47.4	0.824	8.31	0.255	0.136

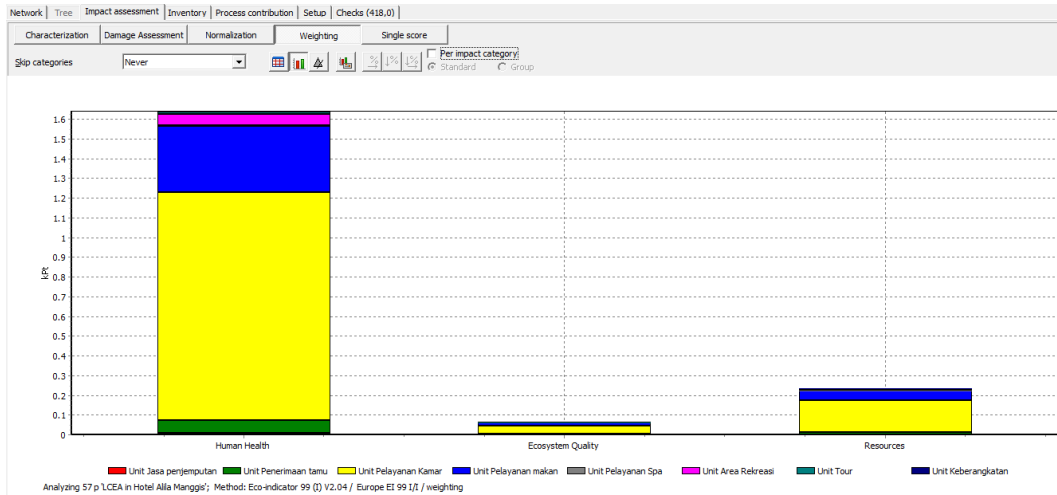
Impact assessment – diagram weighting per impact category



Impact assessment – tabel weighting

Damage category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Relaksi	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Total	Pt	1.94E3	7.7	80.3	1.36E3	397	6.53	66	12.1	5.5
Human Health	Pt	1.64E3	6.55	68	1.15E3	336	5.52	55.9	10.5	4.69
Ecosystem Quality	Pt	63.3	0.952	2.21	42.3	13.7	0.18	1.85	1.39	0.675
Resources	Pt	233	0.193	10.1	165	47.4	0.824	8.31	0.255	0.136

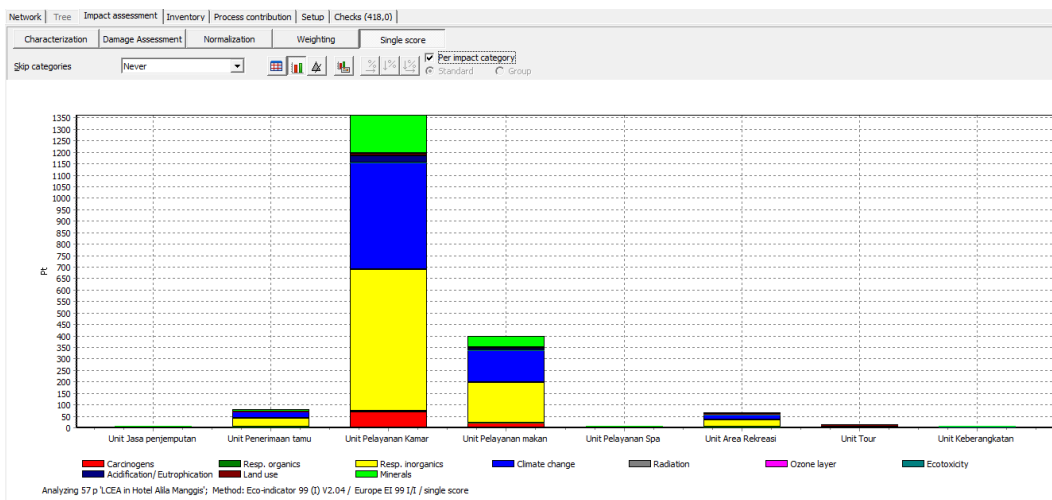
Impact assessment – diagram weighting



Impact assessment – tabel single score per impact category

Impact category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Release	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Total	Pt	1.94E3	7.7	80.3	1.36E3	397	6.53	66	12.1	5.5
Carcinogens	Pt	99.5	0.00359	4.38	71	20.2	0.356	3.58	0.013	0.00286
Resp. organics	Pt	3	0.173	0.0299	1.62	0.775	0.00243	0.0316	0.247	0.123
Resp. inorganics	Pt	875	3.72	36	616	178	2.92	29.6	6.31	2.68
Climate change	Pt	661	2.65	27.5	464	136	2.23	22.6	3.93	1.89
Radiation	Pt	2.05	0	0.0903	1.46	0.416	0.00733	0.0739	0	0
Ozone layer	Pt	0.118	0	0.0052	0.0842	0.0239	0.000422	0.00425	0	0
Ecotoxicity	Pt	2.04	0.000288	0.0893	1.46	0.411	0.00725	0.073	0.00128	0.000239
Acidification/ Eutrophication	Pt	44.2	0.756	1.5	29.3	9.65	0.122	1.26	1.09	0.536
Land use	Pt	17	0.196	0.628	11.6	3.61	0.051	0.522	0.296	0.139
Minerals	Pt	233	0.193	10.1	165	47.4	0.824	8.31	0.255	0.136

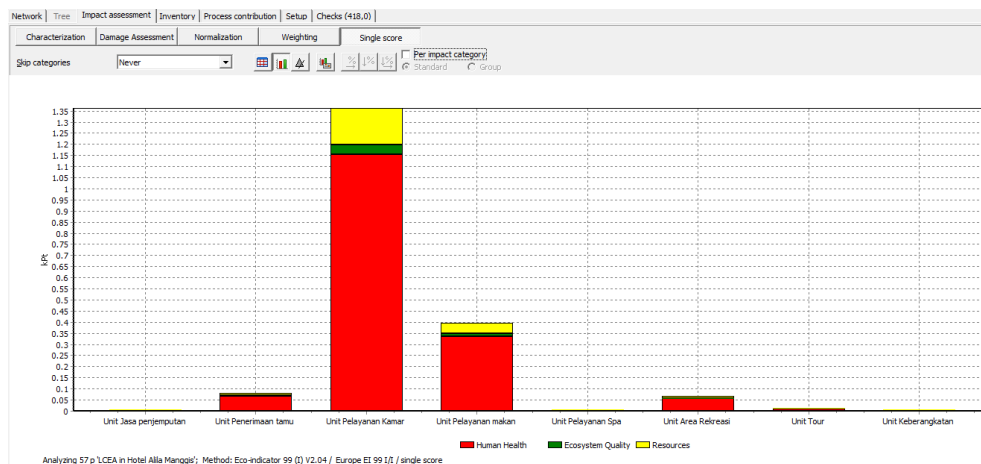
Impact assessment – diagram single score per impact category



Impact assessment – tabel single score

Damage category	Unit	Total	Unit Jasa penjemputan	Unit Penerimaan tamu	Unit Pelayanan Kamar	Unit Pelayanan makan	Unit Pelayanan Spa	Unit Area Release	Unit Tour	Unit Keberangkatan
Total	Pt	1.94E3	7.7	80.3	1.36E3	397	6.53	66	12.1	5.5
Human Health	Pt	1.54E3	6.55	68	1.15E3	336	5.52	55.9	10.5	4.69
Ecosystem Quality	Pt	63.3	0.952	2.21	42.3	13.7	0.18	1.85	1.39	0.675
Resources	Pt	233	0.193	10.1	165	47.4	0.824	8.31	0.255	0.136

Impact assessment – diagram single score



Lampiran 2. Konsumsi Energi Hotel

Bulan	Energy (kWh)	Best Practice (kWh)	Baseline	Guest Night	Energy/Guest Night
Jan 15	79.94	45.08	64.41	1249.33	1250
Feb 15	69.14	45.08	64.41	1351.67	1352
Mar 15	66.98	45.08	64.41	1660.67	1661
April 15	62.65	45.08	64.41	1699.33	1700
May 15	54.63	45.08	64.41	2009.33	2010
Jun 15	52.16	45.08	64.41	2135.00	2135
Jul 15	37.35	45.08	64.41	3224.33	3225
Aug 15	39.51	45.08	64.41	2897.00	2897
Sept 15	46.91	45.08	64.41	2448.67	2449
Oct 15	55.86	45.08	64.41	2242.33	2243
Nov 15	64.20	45.08	64.41	1764.00	1764
Dec 15	83.33	45.08	64.41	1236.00	1236
Jan 16	70.37	45.08	64.41	1655.58	1656
Feb 16	64.51	45.08	64.41	1465.83	1466
Mar 16	60.19	45.08	64.41	1826.25	1827
April 16	60.19	45.08	64.41	1962.00	1962
May 16	54.32	45.08	64.41	2223.33	2224
Jun 16	50.31	45.08	64.41	2275.33	2276
Jul 16	51.85	45.08	64.41	2225.92	2226
Aug 16	50.31	45.08	64.41	2363.67	2364
Sept 16	59.57	45.08	64.41	1924.67	1925
Oct 16	55.86	45.08	64.41	2023.92	2024
Nov 16	75.31	45.08	64.41	1376.25	1377
Dec 16	64.51	45.08	64.41	1530.00	1530

Lampiran 3. Rata-Rata Konsumsi Energi/Guest Night/Tahun

Tahun	Best practice (kWh)	Baseline (kWh)	Energi consumption / Guest night (kWh)
2009	45.08420273	64.40588486	74.8978377
2010	45.08420273	64.40588486	64.40588486
2011	45.08420273	64.40588486	56.73310094
2012	45.08420273	64.40588486	56.45254516
2013	45.08420273	64.40588486	58.77726924
2014	45.08420273	64.40588486	54.38865462
2015	45.08420273	64.40588486	54.83754387
2016	45.08420273	64.40588486	58.07365757

Lampiran 4. Tingkat Okupansi Hotel Alila Manggis

Bulan	Kamar tersedia	Kamar terjual	Okupansi	Bulan	Kamar tersedia	Kamar terjual	Okupansi
Jan 14	1705	748	0.44	Jul 15	1705	1391	0.82
Feb 14	1650	633	0.38	Aug 15	1705	1184	0.69
Mar 14	1705	757	0.44	Sept 15	1650	1025	0.62
Apr 14	1540	826	0.54	Oct 15	1705	937	0.55
May 14	1705	1043	0.61	Nov 15	1650	776	0.47
Jun 14	1650	1105	0.67	Dec 15	1705	502	0.29
Jul 14	1705	1424	0.84	Jan 16	1705	722	0.42
Aug 14	1705	1455	0.85	Feb 16	1650	683	0.41
Sept 14	1650	1346	0.82	Mar 16	1705	741	0.43
Oct 14	1705	1295	0.76	Apr 16	1540	891	0.58
Nov 14	1650	742	0.45	May 16	1705	977	0.57
Dec 14	1705	676	0.40	Jun 16	1650	926	0.56
Jan 15	1705	529	0.31	Jul 16	1705	1057	0.62
Feb 15	1650	589	0.36	Aug 16	1705	1139	0.67
Mar 15	1705	690	0.40	Sept 16	1650	974	0.59

Lampiran 4. Tingkat Okupansi Hotel Alila Manggis (lanjutan)

Bulan	Kamar tersedia	Kamar terjual	Okupansi	Bulan	Kamar tersedia	Kamar terjual	Okupansi
Apr 15	1540	694	0.45	Oct 16	1705	739	0.43
May 15	1705	854	0.50	Nov 16	1650	748	0.45
Jun 15	1650	906	0.55	Dec 16	1705	814	0.48

Lampiran 5. Data Penjemputan dan Keberangkatan

Tahun	Bulan	Penjemputan airport		Keberangkatan Airport	
		Premium	Solar	Premium	Solar
2016	Jan	26	8	20	4
	Feb	21	2	20	1
	Mar	17	6	28	3
	Apr	19	4	19	7
	Mei	24	8	19	5
	Jun	22	9	23	3
	Jul	20	6	12	7
	Agus	21	4	23	6
	Sep	20	3	19	3
	Okt	27	3	15	4
	Nov	18	6	16	5
	Des	25	7	19	7
2015	Jan	22	2	22	2
	Feb	19	5	18	4
	Mar	12	4	24	4
	Apr	17	1	16	3
	Mei	23	6	21	6
	Jun	22	5	13	7
	Jul	31	4	16	4
	Agus	31	7	20	5

Lampiran 5. Data Penjemputan dan Keberangkatan (lanjutan)

Tahun	Bulan	Penjemputan airport		Keberangkatan Airport	
		Premium	Solar	Premium	Solar
2015	Sep	15	9	18	1
	Okt	17	4	19	3
	Nov	28	5	13	2
	Des	23	3	19	4
2014	Jan	36	2	25	5
	Feb	17	9	17	7
	Mar	21	2	19	4
2014	Apr	32	3	18	6
	Mei	89	5	22	6
	Jun	21	8	20	4
	Jul	81	6	17	8
	Agus	37	8	14	7
	Sep	55	7	27	5
	Okt	41	5	20	8
	Nov	24	9	18	4
	Des	22	3	22	6

Lampiran 6. Data Tour

Tahun	Bulan	Number trip			total jarak
		Lokal	Regional	Tour	
		25	50	150	
2014	Jan	9	11	16	3175
	Feb	7	10	16	3075
	Mar	5	7	18	3175
	Apr	13	23	21	4625
	Mei	13	19	33	6225
	Jun	22	19	23	4950
	Jul	14	22	18	4150
	Agus	19	29	21	5075
	Sep	12	24	29	5850
	Okt	11	24	26	5375
	Nov	1	7	6	1275
	Des	8	14	16	3300
2015	Jan	3	5	8	1525
	Feb	3	2	6	1075
	Mar	5	3	11	1925
	Apr	6	7	7	1550
	Mei	6	7	4	1100
	Jun	11	12	7	1925
	Jul	10	9	17	3250
	Agus	11	9	18	3425
	Sep	11	6	13	2525
	Okt	6	6	14	2550
	Nov	2	2	6	1050
	Des	1	2	4	725
2016	Jan	3	7	14	2525
	Feb	0	2	2	400
	Mar	2	7	5	1150

Lampiran 6. Data Tour (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Number trip			total distance
		Lokal	Regional	Tour	
		25	50	150	
2016	Apr	4	6	3	850
	Mei	2	2	6	1050
	Jun	2	2	3	600
	Jul	2	1	4	700
	Agus	8	7	6	1450
	Sep	4	8	5	1250
	Okt	0	1	7	1100
	Nov	3	1	1	275
	Des	5	5	7	1425

Lampiran 7. Data Konsumsi LPG

Bulan	LPG (Kg)	Bulan	LPG (Kg)	Bulan	LPG (Kg)	Bulan	LPG (Kg)
Jan 14	1,400	Jan 15	800	Jan 16	1460	Jan 17	1224
Feb 14	1,024	Feb 15	1048	Feb 16	1248	Feb 17	1124
Mar 14	1,400	Mar 15	1500	Mar 16	1260	Mar 17	1386
April 14	1,060	April 15	1236	April 16	1648	April 17	1320
May 14	1,436	May 15	1436	May 16	1660		
Jun 14	1,224	Jun 15	1660	Jun 16	1672		
Jul 14	1,574	Jul 15	1860	Jul 16	1472		
Aug 14	1,672	Aug 15	1472	Aug 16	1672		
Sept 14	1,424	Sept 15	1684	Sept 16	1610		
Oct 14	1,448	Oct 15	1684	Oct 16	1386		
Nov 14	1,424	Nov 15	1436	Nov 16	1272		
Dec 14	1,460	Dec 15	1072	Dec 16	1260		

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap I Putu Eka Rizky Saputra lahir di Desa Puhu, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali pada tanggal 22 Mei 1995. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir dari pasangan Ni Desak Nyoman Betrika Meihapsari dan I Nyoman Sapta Temaja. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari Taman Kanak-kanak Ngurah Rai (lulus tahun 2001), melanjutkan ke SD Negeri 13 Jimbaran (dari tahun 2001-2003)

kemudian pindah ke SD Negeri 1 Bongancina (lulus tahun 2007), melanjutkan ke SMP Negeri 5 Busungbiu (lulus tahun 2010) dan SMA Negeri 1 Singaraja (lulus tahun 2013), hingga akhirnya menempuh masa kuliah di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2013-2017).

Saat berada di bangku kuliah penulis mengikuti beragam kegiatan, baik kegiatan yang bersifat akademik seperti pelatihan maupun non akademik seperti kegiatan organisasi. Kegiatan organisasi yang pernah diikuti adalah anggota UKM Tennis Lapangan ITS selama dua semester yaitu pada tahun 2013-2014, penulis juga pernah menjadi SC IE Social Project TI ITS selama satu semester pada 2014, dan anggota Departemen Pengabdian Masyarakat TPKH ITS sejak tahun 2014 hingga 2017. Sedangkan riwayat pelatihan yang pernah diikuti adalah SISTEM (2013), Training Spiritual Mahasiswa Baru ITS (2013), LKMM Pra-TD (2013), Design Training (2013), Training Autodesk Fusion 360 (2015), Lingo Training (2015), Quality Improvement Engineering Training (2015), dan DFMA Training (2016). Selain pelatihan dan kegiatan organisasi, penulis juga memiliki pengalaman kerja praktik di PT. Kino Indonesia, Tbk selama satu bulan pada tahun 2016 dan di Bank BNI Cabang Surabaya sebagai penyalur bantuan sosial pada tahun 2017. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: i.putu.eka.rizky13@mhs.ie.its.ac.id.