

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan salah satu sumber daya energi yang masih menjadi peran penting dalam kebutuhan energi dunia. Berdasarkan Briefing dalam *Energy Information Administration* (EIA) pada tahun 2013, batubara merupakan sumber bahan bakar pembangkit listrik utama di seluruh dunia dan diproyeksikan akan mampu memenuhi sekitar 23% dari energi dunia hingga tahun 2035. Penggunaan batubara tumbuh secara signifikan dikarenakan tingkat permintaan energi yang terus meningkat dari konsumen. Selain itu, terdapat cadangan batubara yang melimpah, biaya yang lebih rendah, stabilitas pasokan batubara, ketersediaan yang luas dan ditambah dengan alasan cadangan minyak yang mulai menipis menjadikan penggunaan batubara terus meningkat.

Menurut Dale (2016) dalam *BP Statistical Review of World Energy* (2016) menyatakan bahwa Indonesia termasuk dalam 10 negara yang memiliki cadangan batubara terbesar di dunia setelah Amerika Serikat, Rusia, China, Australia, India, Kazakhstan, Ukraina dan Afrika Selatan dengan memiliki jumlah cadangan sekitar 3,1% dari jumlah total cadangan dunia sebesar 891,5 Milyar Ton. Peran batubara sebagai pasokan bahan bakar energi di Indonesia pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 93% (Walujanto, dkk., 2018). Perkembangan produksi batubara periode tahun 2009-2018 mengalami peningkatan yang cukup signifikan, dimana pada tahun 2018 capaian produksi mencapai 557 juta ton. Cadangan batubara Indonesia menyebar di berbagai wilayah Indonesia seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Papua. Terdapat dua wilayah yaitu Kalimantan dan Sumatera merupakan dua wilayah yang memiliki cadangan batubara terbesar di Indonesia. Total produksi batubara di Indonesia sebesar 557 juta ton, 357 juta ton (63%) diekspor dan sebagian besar untuk memenuhi permintaan China dan India. Sementara konsumsi batubara dalam negeri mencapai 115 juta ton atau lebih kecil dari target konsumsi domestik sebesar 121 juta ton (Suharyati, dkk., 2019). Salah satu faktor yang menyebabkan lebih rendahnya realisasi konsumsi batubara adalah

pengoperasian beberapa PLTU program 35.000 MW tidak sesuai dengan rencana dan terdapat beberapa kegiatan industri yang mengalami penurunan.

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar energi akan memicu pengembangan industri pertambangan batubara. Sistem penambangan yang ada didominasi oleh sistem tambang terbuka (*open pit coal mine*). Hal ini dikarenakan sebagian besar cadangan batubara terdapat pada dataran rendah atau pada topografi yang landai dengan kemiringan lapisan batubara yang kecil yaitu $<30^\circ$ (Luthfia et al., 2021). Penambangan batubara di Indonesia disesuaikan dengan karakteristiknya, maka melakukan penambahan batubara dengan sistem tambang terbuka dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem tambang dalam.

Besarnya aktivitas penambangan batubara berpotensi memberikan dampak terhadap ekosistem lingkungan (Setiawan et al., 2017). Menurut Sari (2018), dampak lingkungan dapat berpengaruh terhadap kualitas udara, kualitas air dan dampak sosial di masyarakat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Raden, dkk., (2010) dan Purwanto (2015), menerangkan bahwa kegiatan penambangan batubara menyebabkan beberapa dampak terhadap lingkungan seperti perubahan bentang alam, penurunan tingkat kesuburan tanah, terjadi ancaman terhadap keanekaragaman hayati, penurunan kualitas perairan dan penurunan kualitas udara. Berdasarkan dampak-dampak tersebut, adapun potensi-potensi dampak yang dapat dihasilkan yaitu meliputi potensi pemanasan global, potensi penipisan ozon dan potensi hujan asam. Potensi pemanasan global berasal dari aktivitas manusia yang dapat menghasilkan emisi ke atmosfer sehingga mampu mengakibatkan perubahan iklim dengan adanya peningkatan suhu (Scriner and Carmichael, 2012). Sementara potensi penipisan ozon stratosfer atau biasa disebut SODP (*Stratospheric Ozone Depletion Potential*) merupakan penipisan lapisan ozon yang terjadi di stratosfer, hal ini disebabkan oleh gas pencemar CFC dan HC, gas pencemar ini dapat ditemukan pada alat pendingin udara (Scriner and Carmichael, 2012). Kemudian potensi hujan asam disebabkan oleh belerang (sulfur) yang merupakan pengotor dalam bahan bakar fosil dan nitrogen di udara bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur oksida dan nitrogen oksida (Nasihah, 2018). Dengan adanya dampak-dampak

tersebut diperlukan upaya pengelolaan yang harus diperhatikan dan dilakukan agar kegiatan penambangan dapat memberikan manfaat yang lebih besar.

PT. Berau Coal merupakan perusahaan pertambangan batubara yang memiliki area pertambangan seluas 108.900 Ha yang terletak di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Wilayah konsesi berdasarkan Surat Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 178/K/40.00/DJG/205 tanggal 7 April 2005 dan berlaku hingga tahun 2025. PT. Berau Coal memiliki tiga site dimana salah satunya yaitu PT Berau Coal – Site Lati.

Sistem penambangan di PT Berau Coal – Site Lati dilaksanakan dengan cara sistem tambang terbuka (*open pit coal mine*) dengan metode penggalian dan penimbunan kembali (*back filling method*) yang disesuaikan dengan desain pit maupun timbunan batuan penutup atau *overburden disposal*. Penerapan cara penambangan terbuka disesuaikan dengan perhitungan cadangan batubara yang berlapis-lapis dengan kemiringan rata-rata 5°-15° di PT. Berau Coal – Site Lati, sedangkan metode *back filling* bertujuan untuk memperkecil luas bukaan lahan, dimana kegiatan penimbunan dilakukan seiring dengan pergerakan tambang aktif.

Produksi batubara dan penggunaan bahan bakar PT Berau Coal – Site Lati solar dalam 4 tahun terakhir yaitu tahun 2017-2020 bersifat fluktuatif. Pada tahun 2017, PT Berau Coal – Site Lati menghasilkan 12.350.907 Ton Batubara dengan penggunaan bahan bakar solar sebesar 144.868.515 Liter. Sementara pada tahun 2019, produksi batubara PT Berau Coal – Site Lati mengalami sedikit penurunan menjadi 12.250.064 Ton Batubara dengan penggunaan bahan bakar solar sebesar 142.606.822 Liter. Pada tahun 2019, produksi batubara PT Berau Coal – Site Lati mengalami peningkatan menjadi 12.499.026 Ton Batubara dengan penggunaan bahan bakar solar 143.456.669 Liter. Total produksi batubara dan penggunaan bahan bakar PT Berau Coal – Site Lati pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 8.243.923 Ton Batubara akibat dampak dari pandemi Covid-19 yang menyerang dunia. Total produksi yang tersaji tersebut belum termasuk dengan *overburden*.

Akibat adanya aktivitas penambangan batubara yang dilakukan oleh PT. Berau Coal – Site Lati dapat menghasilkan pencemaran lingkungan terhadap kualitas udara. Berdasarkan data Sertifikat Hasil Uji PT Berau Coal – Site Lati pada Bulan Maret Tahun 2020 dengan parameter acuan yaitu bersumber dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2014 Lampiran IV tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Kegiatan Pertambangan, parameter NO_2 menghasilkan rata-rata emisi sebesar $700,84 \text{ mg/Nm}^3$ dengan baku mutu emisi sebesar 1.000 mg/Nm^3 dan untuk parameter CO menghasilkan rata-rata emisi sebesar $250,77 \text{ mg/Nm}^3$ dengan baku mutu emisi sebesar 600 mg/Nm^3 . Walaupun emisi yang dihasilkan masih berada di bawah baku mutu atau dalam batas aman, tetap saja dari kegiatan aktivitas produksi batubara PT Berau Coal – Site Lati tetap menghasilkan pencemaran lingkungan terhadap kualitas udara yang berupa potensi pemanasan global, potensi penipisan ozon dan potensi hujan asam, sehingga perlu dilakukan kegiatan pengelolaan agar kondisi lingkungan tetap terjaga. Namun, sebelum melakukan pengelolaan lingkungan perlu dilakukan analisis dampak lingkungan potensial yang dihasilkan terlebih dahulu agar mampu menentukan rekomendasi terbaik dalam upaya pengelolaan lingkungan. Salah satu pendekatan analisis dampak lingkungan produksi batubara PT Berau Coal – Site Lati yaitu dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment*.

Life Cycle Assesment (LCA) atau disebut dengan Penilaian Daur Hidup merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi dampak potensial yang ditimbulkan terhadap lingkungan selama proses produksi sebuah produk (Awuah-Offei and Adekpedjou, 2011). LCA akan menganalisis dampak lingkungan dari setiap tahapan proses kegiatan perusahaan dari awal hingga akhir, bergantung pada ruang lingkup yang ditentukan sehingga dapat diketahui dampak potensial dari setiap tahapan untuk dilakukan mitigasi (Palupi, Tama and Sari, 2012; Purwaningsih, 2016). Menurut ISO (2006). LCA belum menjadi instrumen penting dalam melakukan identifikasi potensi dampak dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan di industri pertambangan. Hasil analisis dampak dengan metode LCA dapat menjadi dasar untuk menentukan

rekomendasi perusahaan dalam upaya penurunan dampak lingkungan perusahaan akibat aktivitasnya. Sehingga di masa yang akan datang, perusahaan dapat mampu mencegah pencemaran dan kerusakan lingkungan dan pengaruh terhadap aspek sosial yaitu masyarakat sebagai salah satu objek yang terkena dampak lingkungan mampu memberikan persepsi masyarakat yang positif akibat adanya upaya pengelolaan lingkungan dari perusahaan.

Dalam rangka untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, sebuah perusahaan wajib melakukan program pemberdayaan masyarakat. Pada sektor industri pertambangan batubara, terdapat peraturan-peraturan yang mengharuskan perusahaan pertambangan batubara untuk melakukan program pemberdayaan masyarakat. Hal ini tertuang pada Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Secara lebih detail diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral, Peraturan Pemerintah Nomor 47 Tahun 2012 tentang Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan Perseroan Terbatas dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 41 Tahun 2016 tentang Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Berdasarkan pada acuan peraturan-peraturan tersebut mendorong PT Berau Coal – Site Lati untuk melaksanakan bantuan CSR melalui program yang mampu mengurangi dampak lingkungan akibat adanya pencemaran udara di sekitar area pertambangan batubara. Program tersebut nantinya diprioritaskan kepada masyarakat disekitar kegiatan pertambangan yang terkena dampak langsung akibat aktivitas pertambangan.

Poin penting dalam penelitian ini yaitu melakukan analisis dampak lingkungan terhadap kualitas udara yang berupa potensi dampak pemanasan global, potensi dampak penipisan ozon dan potensi dampak hujan asam pada proses produksi batubara PT. Berau Coal – Site Lati dengan menggunakan metode LCA. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi potensi dampak lingkungan yang akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan baik secara biotik, abiotik maupun sosial berdasarkan tahapan kegiatan perusahaan dan sekaligus

mampu memberikan rekomendasi kepada perusahaan dalam upaya pengelolaan lingkungan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan juga mampu mendukung PT. Berau Coal – Site Lati menjadi salah satu perusahaan yang menerapkan produksi bersih dan mendukung program pemerintah dalam berkontribusi terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG's). Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG's) yang sekiranya dapat dicapai yaitu Tujuan 7 “Memastikan akses terhadap energi yang terjangkau, dapat diandalkan, berkelanjutan dan modern bagi semua”, Tujuan 12 “Memastikan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan” serta Tujuan 13 “Mengambil aksi segera untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, dapat ditentukan rumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi dampak lingkungan terhadap kualitas udara dari proses produksi batubara di PT. Berau Coal – Site Lati ?
2. Apa saja yang menjadi isu penting (*hotspot*) pada proses produksi batubara di PT. Berau Coal – Site Lati ?
3. Apa rekomendasi perbaikan lingkungan pada isu penting yang dapat dilakukan oleh PT. Berau Coal – Site Lati dalam upaya pengelolaan lingkungan untuk mengurangi potensi dampak lingkungan ?
4. Bagaimana program bantuan CSR dalam pengelolaan lingkungan terhadap kualitas udara yang berkaitan dengan isu penting (*hotspot*) proses produksi batubara di PT Berau Coal – Site Lati ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis potensi dampak lingkungan dengan metode LCA terhadap kualitas udara dari proses produksi batubara di PT. Berau Coal – Site Lati

2. Menganalisis isu penting (*hotspot*) pada proses produksi batubara di PT. Berau Coal – Site Lati
3. Memberikan rekomendasi perbaikan lingkungan dengan metode AHP kepada perusahaan berdasarkan identifikasi isu penting (*hotspot*) proses produksi batubara PT. Berau Coal – Site Lati
4. Mengetahui program bantuan CSR dalam pengelolaan lingkungan terhadap kualitas udara yang berkaitan dengan isu penting (*hotspot*) proses produksi batubara di PT Berau Coal – Site Lati.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini dapat menambah kaya literatur dalam analisis dampak lingkungan dengan menggunakan metode LCA dalam bidang industri pertambangan batubara di Indonesia.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dua manfaat kepada:

- i. Peneliti dalam menambah kaya data mengenai analisis dampak lingkungan dengan menggunakan metode LCA dalam bidang industri pertambangan batubara di Indonesia
- ii. Perusahaan dalam hal ini PT. Berau Coal – Site Lati dengan memberikan hasil identifikasi potensi dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses pertambangan batubara dengan menggunakan metode LCA serta mampu menjadikan hasil penelitian sebagai rekomendasi dalam upaya pengelolaan lingkungan untuk mengurangi potensi dampak lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Analisis dalam penelitian ini yaitu terbatas pada proses produksi batubara dan utilitas yang dilakukan oleh PT. Berau Coal – Site Lati yaitu Proses Hulu yaitu *Land Clearing, Top Soil Removal, Drilling and Blasting* dan *Material Removal*, pada

Proses Inti yang meliputi *Coal Getting*, *Coal Hauling*, dan *Coal Crushing* serta Utilitas yang meliputi Reklamasi, WWTP, *Utility Mining* dan *Workshop*.

1.6 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa referensi yang ditemukan terkait dengan analisis dampak lingkungan dengan menggunakan metode LCA. Untuk penggunaan metode LCA di industri pertambangan batubara masih terhitung sangat kurang. Berikut merupakan beberapa penelitian terkait yang dijadikan sebagai bahan referensi maupun pertimbangan pada penelitian ini tertampil pada Tabel 2.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	<i>Life Cycle Assessment</i> Proses Distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) Avtur di PT Pertamina Refinery Unit IV Cilacap Menggunakan Software SimaPro Anggi Puspita Rachmasari Tahun 2020	Untuk mengetahui nilai potensi dampak lingkungan dan mengetahui sumber dampak pada proses distribusi avtur yang paling berkontribusi terhadap dampak lingkungan.	Menggunakan software SimaPro 9.0 dengan metode CML IA Baseline serta ruang lingkup <i>gate-to-gate</i> . Kategori dampak yang dikaji adalah <i>abiotic depletion non fossil fuels</i> , <i>abiotic depletion fossil fuels</i> , <i>global warming</i> , <i>ozone layer depletion</i> , <i>human toxicity</i> , <i>fresh water ecotoxicity</i> , <i>marine aquatic ecotoxicity</i> , <i>terrestrial ecotoxicity</i> , <i>photochemical oxidation</i> , <i>acidification</i> , dan <i>eutrophication</i> .	Dalam proses produksi avtur, terdapat satu sumber dampak yang memiliki nilai terbesar pada semua kategori dampak, yaitu mesin <i>Stripper Reboiler</i> . Kategori dampak yang memiliki nilai paling tinggi pada proses produksi avtur adalah <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i> .
2	Penggunaan <i>Life Cycle Assessment</i> dalam Penilaian	Memberikan gambaran peranan pendekatan LCA	Menggunakan Microsoft Excel dengan metode CML IA Baseline dengan	Hasil perhitungan untuk kategori dampak GRK (potensi

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
	Resiko Dampak Lingkungan dan Pemilihan Alternatif Teknologi di Pertambangan Batubara Indonesia Annisa Luthfia, Muhammad Sonny Abfertiawan, Siska Nuraprianisandi, Kris Pranoto, Pascal Randolph Samban dan Apridawati Elistayndari Tahun 2020	terhadap suatu penilaian dan pengambilan keputusan mengenai pengelolaan lingkungan di pertambangan batubara	ruang lingkup <i>cradle to grave</i>. Kategori dampak yang dikaji yaitu potensi pemanasan global	pemanasan global) per ton batubara, berpotensi dihasilkan 16,88 kgCO₂eq CH₄. Gas methane, CH₄, merupakan salah satu gas yang berkontribusi dalam potensi pemanasan global. Dalam kegiatan penambangan, gas methane lebih banyak timbul pada kegiatan penggalian batubara. Gas methane yang terkandung di dalam lapisan berpotensi batubara lepas secara langsung ke udara ketika adanya penggalian batubara
3	<i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) Produk Semen <i>Portland</i> Komposit (Studi Kasus: PT X) Della Devia, Puji Lestari dan Emenda Sembiring Tahun 2017	Untuk mengevaluasi potensi dampak dari semen portland komposit yang diproduksi oleh PT X, dimulai dari tahapan ekstraksi, produksi dan distribusi, serta menentukan rekomendasi	Menggunakan <i>software</i> Microsoft Excel dengan metode karakterisasi ILCD 2011 serta ruang lingkup <i>cradle-to-gate</i>. Kategori dampak yang dikaji adalah <i>global warming potential</i>, <i>acidification potential</i>, <i>particulate matter formation potential</i>,	Hasil perhitungan LCA menunjukkan bahwa dampak potensial yang signifikan dari <i>cradle-to-gate</i> semen portland komposit adalah pemanasan global sekitar 768,43 kg CO₂eq yang disebabkan dari proses produksi.

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
		perbaikan yang memiliki dampak paling minimum	<i>photochemical ozone formatin potential</i> dan <i>human toxicity with cancer</i> .	Dampak ini dapat diminimalisir dengan cara mengurangi CO ₂ menggunakan teknologi penangkapan karbon yang dapat mereduksi potensi dampak GWP sebesar 57%
4	Life Cycle Assessment (LCA) study of a milk powder product in aluminium foil packaging Venessa Allia, Mochammad Chaerul, Benno Rahardyan Tahun 2018	Untuk menentukan dampak lingkungan yang paling signifikan yang disebabkan oleh proses produksi dan transportasi dari susu bubuk kemasan 250 gr.	Menggunakan <i>software</i> SimaPro dengan metode CML IA dan divalidasi manual dengan <i>software</i> Microsoft Excel. Kategori dampak yang dikaji adalah <i>global warming potential</i> (GWP), <i>eutrophication potential</i> (EP), <i>acidification potential</i> (AP), dan <i>photochemical oxidant creation potential</i> (POCP).	Dampak lingkungan tertinggi pada kategori dampak GWP, POCP, AP dan EP adalah GWP. Strategi pengurangan dampak lingkungan dapat berfokus pada pengurangan GWP dengan efisiensi penggunaan listrik dan mengembangkan rencana pemilihan pemasok material dengan dampak lingkungan dari produksi material sebagai salah satu kriteria.
5	Penilaian Daur Hidup Produksi Gas Bumi dan Kondensat di Lapangan <i>South Processing Unit</i>	Untuk mengetahui unit-unit proses produksi yang berdampak besar terhadap lingkungan	Menggunakan <i>software</i> SimaPro dengan menggunakan metode CML-IA Baseline. Kategori dampak yang dikaji adalah Dampak	Unit proses yang mengakibatkan dampak lingkungan yaitu <i>LP Compressors</i> , <i>Turbo Electric Generator</i> ,

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
	(SPU) – Swamp Area Doni Agus Sumitro, Arif Kusumawanto dan Muslikhin Hidayat Tahun 2020		Global Warming dan Human Toxicity.	Purging & Pilot SCP Flare, Purging & Pilot SMP Flare dan Sodium Hydroxide Injection. LP Compressors menjadi urutan pertama dalam kontribusi nilai dampak Global Warming dan Human Toxicity dengan besaran dampak yaitu 2.855,236 kgCO₂ dan 8,884 kg 1,4-DBeq. Rekomendasi yang diberikan untuk mengurangi dampak lingkungan adalah penggunaan biomassa sebagai bahan bakar alternatif, adsorpsi CO₂ dengan adsorban zeolite dan penanaman tanaman penyerap CO₂.
6	Life Cycle Assessment untuk Proses Hulu Produksi Minyak Bumi Geragai dan Gas Bumi Area Betara Blok Jabung Kabupaten	Mengetahui potensi dampak yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan penipisan lapisan ozon stratosfer pada	Menggunakan software SimaPro dengan menggunakan metode analisa ReCiPe 2016 Midpoint (H). Kategori dampak yang dikaji adalah potensi dampak pemanasan global dan potensi	Total potensi pemanasan global dari perusahaan ini dengan mengikuti fasilitas kendaraan pendukung sebesar 8,56E+05 kgCO₂eq/point dan potensi

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
	Tanjung Jabung Timur dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi Oleh Petrochina International Jabung Ltd. Sari Sapto Sari Tahun 2019	proses hulu produksi migas di wilayah kerja pertambangan Petrochina International Jabung Ltd. dengan analisa menggunakan LCA	penipisan lapisan ozon stratosfer.	penipisan lapisan ozon stratosfer sebesar 2,41E+00 kg CFC11eq/point. Apabila fasilitas tersebut tidak dimasukkan, maka perusahaan ini berkontribusi terhadap potensi pemanasan global sebesar 3,04E+02 kgCO₂eq/point dan potensi penipisan lapisan ozon stratosfer sebesar 1,62E-06 kgCFC11eq/point. Beberapa teknologi dalam upaya mereduksi emisi dari mesin berbahan bakar diesel diantaranya: ACCT, BISG, Piezo Injector, Cylinder Deactivation, mereduksi friksi engine, Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI), penggunaan kendaraan dengan sistem ecodriving, penggunaan catalytic converter.

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
7	Analisis <i>Sustainability</i> Pada Moda Transportasi Perkotaan di Yogyakarta (Studi Kasus Trans Jogja)	Untuk menganalisis dampak dari moda transportasi kota terhadap lingkungan hidup dan sosial ekonomi, memberikan masukan agar dampak negatif pada transportasi di Yogyakarta dapat dikurangi serta membandingkan dengan moda transportasi yang lain untuk mengetahui dampak lingkungan yang lebih kecil	Menggunakan <i>software</i> Microsoft Excel dengan metode karakterisasi CML IA Baseline serta ruang lingkup <i>cradle-to-grave</i> . Kategori dampak yang dikaji adalah <i>abiotic resource depletion potential, global warming potential, ozone depletion potential, human toxicity potential, ecotoxicity potential, photochemical ozone creation potential, eutrophication potential</i> dan <i>acidification potential</i>	Pada aspek lingkungan dinilai belum <i>sustainable</i> karena memiliki potensi dampak yang dihasilkan dari penggunaan 1 orang per kilometer (pkm) bus terhadap delapan kategori dampak besar yang harus dipertimbangkan yaitu <i>Abiotic Depletion Potential</i> sebesar 1,52E-10 kg Sb _{eqv} /pkm, <i>Global Warming Potential</i> sebesar 2,02E+02 CO _{2eqv} /pkm, <i>Ozone Depletion Potentoal</i> sebesar 3,-2E-10 kg CFC-11/pkm, <i>Huma Toxicity Potential</i> sebesar 1,92E+02 kg 1,4DCB/pkm, <i>Ecotoxicity Potential</i> sebesar 9,51E-02 kg 1,4 DCB/pkm, <i>Photochemical Ozone Creation Potential</i> sebesar 3,52E-02 kg ethylene/pkm, <i>Acidification Potential</i> sebesar 5,38E-04 kg

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
				SO ₂ eqv/pkm serta <i>Eutrophication Potential</i> sebesar 5,61E-05 kg PO ₃ ⁻ ₂ eqv/pkm.
8	<i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) Pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin dengan Pendekatan Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) Harmira Primanda Putri Tahun 2017	- Mengetahui komponen kegiatan pada proses produksi yang menghasilkan emisi - Menganalisa beban emisi dari setiap proses produksi bensin Menentukan alternatif dalam mereduksi emisi dari hasil penelitian dengan metode AHP sebagai landasan teori	Menggunakan <i>software</i> Simapro 8.3 dengan metode EDIP 2003. Selanjutnya untuk penentuan alternatif dilakukan dengan pendekatan AHP dengan <i>software</i> Expert Choice.	Pada proses eksplorasi dan produksi, mengeluarkan emisi berupa CO ₂ sebesar 1,95 ton CO ₂ /ton produk dan CH ₄ sebesar 0,725 ton CH ₄ /ton produk. Pada proses pengolahan menghasilkan emisi CO ₂ 1,009 ton CO ₂ /ton, CH ₄ 4 × 10 ⁻⁵ ton CH ₄ /ton produk, SO ₂ 1,3 × 10 ⁻⁴ ton SO ₂ /ton produk, serta NO ₂ 2 × 10 ⁻⁴ ton NO ₂ /ton produk. Pada proses pemasaran menghasilkan emisi CO ₂ sebesar 11,04 ton CO ₂ /ton produk dan CH ₄ sebesar 3,5 × 10 ⁻⁵ ton CH ₄ /ton produk. Pada proses penggunaan menghasilkan emisi CO ₂ sebesar 2,4 ton CO ₂ /ton produk

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
				dan CH₄ sebesar 0,001 ton CH₄/ton produk. Pemilihan alternatif berdasarkan dengan kriteria yang telah ditentukan, yakni biaya investasi dan produksi, dampak lingkungan, serta kemudahan dalam pelaksanaan. Alternatif yang diberikan pada proses eksplorasi dan produksi adalah pemanfaatan gas buang sebagai <i>fuel</i> pompa. Sedangkan pada proses pengolahan adalah adsorpsi CO₂ dengan adsorban zeolit dan pengaplikasian <i>gas handling system</i> pada proses pemasaran. Pada penggunaan menggunakan program pemerintah sebagai alternatifnya, yakni penyempurnaan perencanaan

No	Judul, Nama, dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
				transportasi dan pengelolaan kebutuhan lalu lintas.

Berdasarkan kedelapan penelitian terdahulu, seluruhnya memiliki tujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu produk yang dihasilkan dengan menggunakan metode LCA. Dari kedelapan penelitian tersebut, terdapat lima penelitian menggunakan *software* SimaPro dan tiga lainnya menggunakan *software* Microsoft Excel. Adapun penelitian yang menggunakan kedua *software* tersebut, dimana Microsoft Excel digunakan sebagai alat validasi perhitungan. Terdapat 5 penelitian yang menggunakan metode CML IA-Baseline, sementara tiga lainnya menggunakan metode EDIP 2003, ReCiPe 2016 serta metode karakterisasi ILCD 2011.

Pada penelitian ini akan menggunakan *software* Microsoft Excel sebagai dasar untuk inventori data serta perhitungan analisis dampak lingkungan. Yang menjadi pembeda ketika menggunakan *software* SimaPro dengan Microsoft Excel yaitu pada *software* Microsoft Excel mampu membuat format perhitungan yang lebih presisi dan sekaligus dapat divalidasi terkait dengan hasil perhitungan yang dilakukan, dikarenakan juga masih banyak penelitian yang menggunakan *software* SimaPro namun tetap melakukan validasi perhitungan menggunakan *software* Microsoft Excel. Sehingga untuk mempermudah dalam melaksanakan penelitian, dalam melakukan inventori data dan perhitungan analisis dampak lingkungan akan menggunakan *software* Microsoft Excel dengan metode CML IA-Baseline.

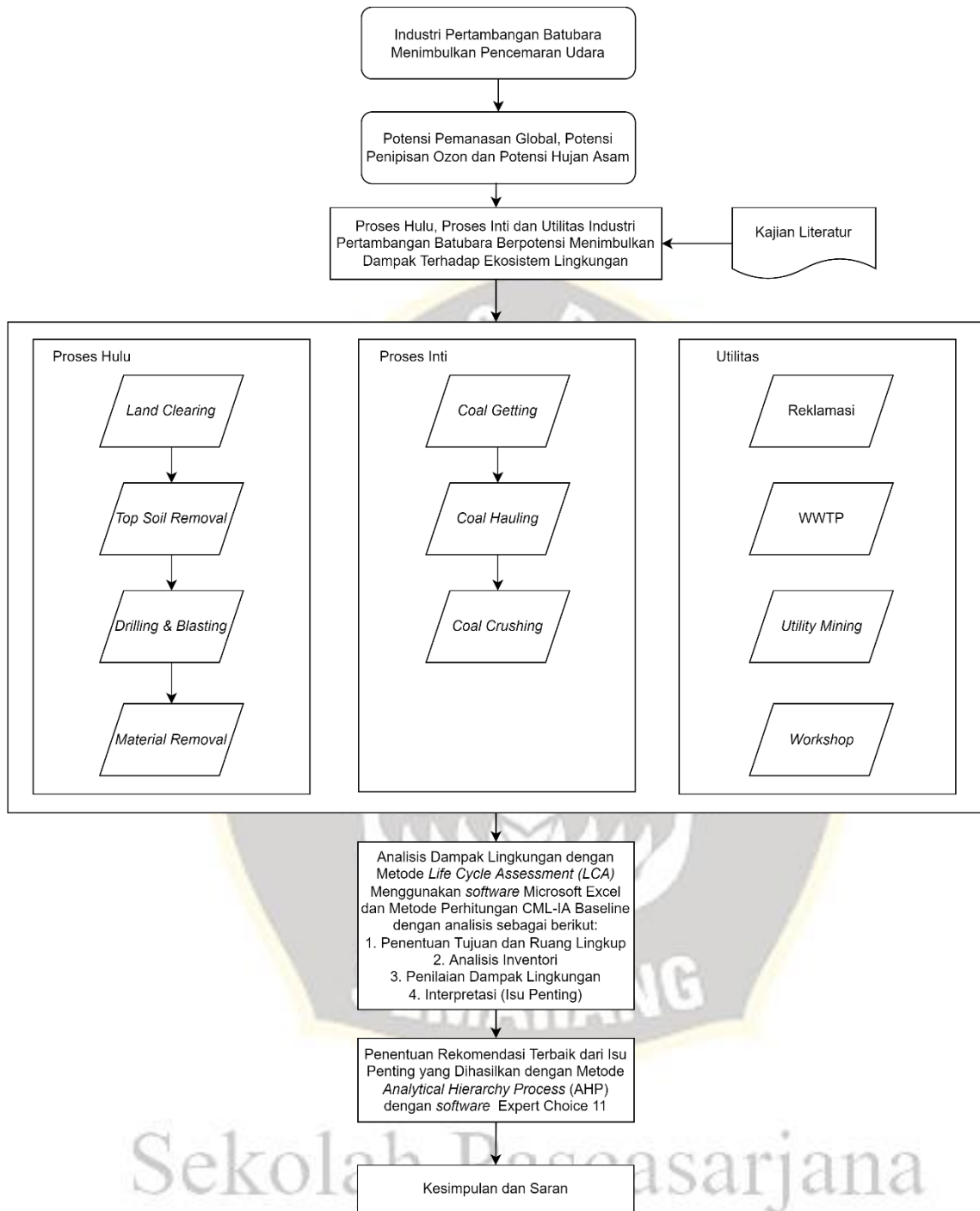
Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, terdapat penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu menganalisis dampak lingkungan dengan metode LCA pada sektor produksi batubara, dimana penelitian tersebut juga menggunakan *software* Microsoft Excel dengan metode CML IA-Baseline.

1.7 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan keterangan, maka dapat disusun kerangka berpikir penelitian bahwa analisis dampak lingkungan dengan menggunakan metode LCA pada proses produksi batubara di PT Berau Coal – Site Lati terdapat kemungkinan dampak lingkungan dihasilkan dari seluruh rangkain proses produksi dan utilitas yang dilaksanakan. Sehingga perlu ditentukan beberapa alternatif dan rekomendasi dalam upaya pengelolaan lingkungan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Kerangka berpikir tersaji dalam gambar berikut.



Sekolah Pascasarjana



Gambar 1 Kerangka Pikir Penelitian