

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab 2 pada penelitian ini menjelaskan mengenai tahapan dalam mencari beberapa sumber yang relevan dan berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Beberapa sumber yang digunakan dapat berupa buku, jurnal, tesis, dan lainnya. Dalam tinjauan pustaka terdapat resume atau ringkasan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai patokan dalam melaksanakan penelitian ini

2. 1. Tinjauan Pustaka

Pada sub bab ini merupakan penjelasan mengenai perbedaan dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan dengan penelitian sekarang yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas yaitu menggunakan beberapa metode yaitu *Life Cycle Assessment (LCA)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Material Flow Analysis (MFA)*, serta Efisiensi Sumber Daya dan Produksi Bersih (ESPB).

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penilaian daur hidup produk atau *Life Cycle Assessment (LCA)* merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk menghitung dampak lingkungan dari suatu produk. Metode LCA dapat digunakan pada perusahaan dalam skala besar maupun kecil. Arba'i dkk. (2019) melakukan penelitian pada perusahaan berbadan hukum yaitu UD. AL-Mansyurien dengan hasil produk jamu yang berada di daerah Bangkalan. Kemudian Supartono dkk. (2020) melakukan implementasi LCA pada industri tempe di Yogyakarta. Serta Irawati dan Andrian (2018) melakukan penelitian pada instalasi pengolahan air minum atau IPAM dengan menggunakan pendekatan LCA serta QFD atau *Quality Function Deployment* untuk meningkatkan produksi air bersih melalui proses produksi yang ada. Setelah memperoleh QFD maka hasil kemudian digunakan pada dasar strategi perancangan dengan menggunakan HoQ atau *House of Quality*. Dalam penelitian ini terdapat atribut yaitu *voice of customer* yang dibagi menjadi 2 yaitu atribut lingkungan serta kualitas. Hasil yang diperoleh yaitu pada ruang penyimpanan bahan kimia terhadap ruang pencampuran bahan kimia dan alat pelindung diri merupakan *technical response terendah* kemudian untuk *technical response tertinggi* merupakan air lumpur buangan yang diolah kembali. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Zulfikar dan Prasetyawan (2016) melakukan analisa LCA pada proses produksi di Usaha Kecil dan Menengah atau UKM yang memproduksi

sari buah nanas. Pada penelitian ini memiliki hasil alternatif dalam melakukan perbaikan pada penggunaan biogas sehingga dapat membantu dalam melaksanakan konsep *Green Industry* untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh produk. *Software* SimaPro digunakan untuk membantu penelitian dalam melakukan pengolahan data. Selanjutnya Palupi dkk. (2014) menggunakan metode LCA serta ANP untuk menganalisis serta mengevaluasi dampak lingkungan dari produk kertas pada sebuah perusahaan (PT X Probolinggo) yang pada program PROPER masih dalam peringkat merah dan diperoleh hasil yang memiliki dampak terbesar yaitu pada pengadaan *raw material* atau bahan baku yaitu menggunakan truk dengan muatan 40 ton untuk distribusi batu bara. Hal ini dapat diganti dengan perubahan transportasi yang dipilih yaitu menggunakan kereta api dari pelabuhan Tanjung Tembaga. Kemudian pada penggunaan bahan pemutih OBA atau *Optical Brightening Agent* memberikan dampak lingkungan terbesar selama proses produksi sehingga dapat diganti dengan LBKP atau *Long Leaf Bleached Kraft Pulp* yang memiliki kualitas tinggi.

Metode ini memiliki beberapa tujuan seperti dapat digunakan untuk membandingkan produk mulai dari bahan baku, energi, maupun kebutuhan yang lain dalam suatu produk. Penelitian yang dilakukan oleh Harjanto dkk. (2012) melakukan penelitian pada pabrik semen yang berada di Cilacap dengan menggunakan metode LCA untuk komparasi terhadap bahan bakar batubara dengan biomassa yang dilakukan pada perusahaan PT. Holcim Indonesia Tbk. Perusahaan ini memiliki kapasitas produksi sebesar 2,6 juta ton/tahun. Sekam padi merupakan energi alternatif biomassa yang digunakan oleh perusahaan. Dalam penelitian ini mengevaluasi beberapa aspek dengan menggunakan 4 skenario yaitu mulai dari penggunaan bahan bakar batu bara sebesar 100%, 10% biomassa dengan campuran 90% batubara, kemudian 50% biomassa serta 50% batubara, dan 100% biomassa. Kemudian penelitian Harjanto dan Ridho (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan metode LCA untuk komparasi antara kemasan produk yaitu kapsul dan tablet pada produk obat herbal. Dalam penelitian ini menggunakan ruang lingkup *gate-to-gate* dengan menggunakan ISO 14040 tahun 2006 untuk dilakukan evaluasi pada pengadaan bahan baku herbal yang dimulai dari transportasi mobil serta pesawat, kereta serta pesawat, mobil serta kapal laut, kemudian kereta serta kapal laut. Dari kontribusi penggunaan listrik serta transportasi dilakukan analisis kemudian hasil yang diperoleh yaitu menggunakan tablet sebagai kemasan yang lebih ramah lingkungan,

menggunakan peralatan hemat energi serta mempunyai tingkat efisiensi tinggi untuk mengganti beberapa alat yang menggunakan listrik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lubis dkk. (2019) menggunakan metode LCA untuk melakukan evaluasi serta membandingkan nilai ekonomi dan dampak lingkungan dari industri minyak nilam tradisional serta modern di Kabupaten Aceh Jaya. Dalam penelitian ini menggunakan Eco-indicator 99 sebagai dasar dalam *software* Simapro 8.0. Kemudian WBCSD atau *World Business Council For Sustainable Development* merupakan model yang digunakan pada *Eco-efficiency*. Hasil yang diperoleh yaitu industri minyak nilam modern pada intensitas energi, air, limbah dalam indikator eko-efisiensi lebih kecil dari industri minyak nilam tradisional sehingga lebih baik. Kemudian metode LCA juga dapat digunakan untuk melakukan pengembangan produk. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Pringgajaya dan Ciptomulyono (2012) mengimplementasikan LCA serta pendekatan ANP atau *Analytical Network Process* untuk menilai produk *Hetric Lamp* yang ramah lingkungan tidak hanya dari fungsi produk, material maupun komponen penyusunnya. Namun juga dari siklus hidup produk yang dihasilkan. Terdapat beberapa kriteria yang digunakan yaitu SDM atau Sumber Daya Manusia, biaya, serta bahan baku produk. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pada lampu DOP diganti dengan lampu LED. Kemudian Windrianto dkk. (2016) melakukan pengukuran tingkat eko-efisiensi dengan metode LCA serta EER atau *Eco-Efficiency Ratio*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menciptakan produksi batik terutama pada industri batik Sri Kuncoro yang berada di daerah Bantul yang kemudian memperoleh hasil yaitu batik tulis pewarna sintetis Sri Kuncoro yang efisien serta ramah lingkungan. Dalam produksi batik diberikan alternatif pada proses pembatikan untuk mengganti kompor minyak tanah dengan kompor listrik. Kemudian bahan bakar gas dapat digunakan sebagai pengganti kayu bakar dalam proses nglorod.

Metode *Lean Manufacturing* memiliki *tools* salah satunya yaitu *Value Stream Mapping*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Schoeman dkk. (2021) menggunakan VSM sebagai sebuah alat untuk mengidentifikasi, mendemonstrasikan serta mengevaluasi dari adanya limbah pada aliran industri dengan menggunakan tiga langkah. Metode ini diaplikasikan pada industri besi dan baja di Afrika Selatan. Dalam menerapkan metode VSM mengakibatkan adanya penghematan biaya serta aliran limbah yang berkurang sebesar 45% dan 28%. Kemudian terdapat target pengurangan timbulan sampah sebesar 5% per tahun yang dapat terlampaui. Keuntungan lainnya yang diperoleh dari penerapan

metode ini yaitu transparansi informasi keberlanjutan kepada *stakeholders* atau pemangku kepentingan. Hal ini dapat diperoleh dengan melihat peta keadaan aktual serta masa depan yang sudah divisualisasikan. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Ravizar & Rosihin (2018) melakukan penerapan lean manufacturing dengan implementasi VSM untuk mengurangi limbah yang ada pada masing-masing workstation serta memiliki dampak pada biaya produksi yang berkurang karena adanya *waste* serta peningkatan produktivitas pada produk *Super Absorbent Polymer* di PT. Nippon Shokubai Indonesia. Dengan menggunakan data kuantitatif yang diperoleh secara observasi langsung serta data historis diperoleh beberapa jenis *waste* yang ada yaitu *unnecessary motion*, *waiting*, *reject*, *transportation* dan *inpropriate process*. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Ishak dkk. (2018) menggunakan CPVSM atau *Cleaner Production Value Stream Mapping* untuk melakukan pengukuran keberlanjutan pada lini manufaktur. Metode ini mempermudah untuk melihat berbagai dampak mulai dari ekonomi, limbah lingkungan, serta resiko yang ada pada limbah elektronik (*e-waste*) dari UKM lokal. Dalam hal ini banyak kegiatan NVA atau *Non Value Added* berkontribusi sebesar 98,95%. Untuk penggunaan listrik mengkonsumsi lebih dari 92% CO₂ dari proses pemulihan dan terbesar ada pada proses *crushing* dan *powderising process*.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Rimantho dkk. (2019) menggunakan metode MFA untuk melakukan penilaian terhadap aliran limbah elektronika yang berada di DKI Jakarta sehingga kemudian dapat menghitung *e-waste* yang dihasilkan untuk kemudian dikelola. Hal ini berkaitan dengan terjadinya peningkatan pada penggunaan produk elektronik. Solusi yang diberikan oleh penelitian tersebut yaitu dengan menerapkan program *EPR (Extended Producer Responsibility)*. Dengan menerapkan program ini diharapkan dapat memiliki manfaat seperti meminimalkan polusi, mengurangi pembuangan, meminimalkan volume limbah elektronika, mengurangi penggunaan material asli, dll. Kemudian hanya kegiatan industri, rumah tangga yang ada dalam peraturan di Indonesia. Sehingga perlu ditambahkan peraturan khusus untuk pengelolaan limbah elektronik. Selain menerapkan program tersebut usulan lain yang diberikan yaitu mengembangkan program pengumpulan melalui *Dropbox*. Dalam hal ini *dropbox* diletakkan di berbagai lokasi agar masyarakat dapat mengumpulkan limbah elektronik. Namun dalam pelaksanaannya *dropbox* perlu didampingi oleh petugas maupun sukarelawan agar dapat berjalan efektif.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Dzulkifli dan Masjhoer (2020) melakukan analisis di desa wisata Pulesari, Sleman, Yogyakarta untuk mengetahui tingkat efisiensi sumber daya dan produksi bersih di wilayah tersebut. Desa Wisata Pulesari (Dewi Pule) melibatkan warganya dalam kegiatan kepariwisataan sebanyak 80% serta peningkatan pada produktivitas pariwisata menyebabkan konsumsi pada sumber daya alam dan energi menjadi meningkat. Untuk penggunaan energi seperti pengisian daya pada *smartphone*, laptop, maupun media elektronik lainnya, sedangkan kebutuhan konsumsi wisatawan juga menyebabkan limbah meningkat. Pada penelitian ini metode ESPB yang digunakan dimulai dengan beberapa tahapan yaitu mengidentifikasi, mengevaluasi, memberikan rekomendasi, selanjutnya menerapkan serta membuat hal tersebut menjadi program yang berkelanjutan. Pada desa wisata ini memiliki kegiatan seperti jelajah sungai, *live in*, *outbound*, kuliner lokal, *fun games*, serta melihat atraksi tari tradisional. Dari data yang diperoleh terdapat 57 *homestay* dengan 150 kamar, 6 dapur kelompok, 6 toilet umum, serta 2 pendopo umum. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penggunaan sumberdaya yang tidak sesuai seperti kebocoran di sumber air, masih menggunakan teknologi tradisional, terdapat bahan kimia yang banyak digunakan, dll. dalam penelitian diberikan usulan perbaikan di dapur serta *homestay* dengan cara mengganti Lampu LED, menggunakan magnet pada selang gas, serta menggunakan kompor tungku sehat hemat energi. Hal ini memiliki potensi untuk mengurangi karbon sebanyak 65.279,9 CO₂eq kg/tahun serta untuk segi ekonomi dapat menghambat sebesar Rp 33.412.106 per tahun.

Tabel 2. 1. Ringkasan Peneliti Terdahulu

NO	Nama Peneliti (Tahun)	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian
1	Taufan Ratri Harjanto, Moh. Fahrurrozi, I Made Bendiyasa (2012)	PT. Holcim Indonesia Tbk	Melakukan komparasi pada bahan bakar Batubara dengan Biomassa pada PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>
2	Taufan Ratri Harjanto, Rachmi Ridho (2018)	Produsen Obat Tradisional Kabupaten Cilacap	Melakukan komparasi pada kemasan produk herbal di Kabupaten Cilacap	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>
3	Kadek Aditya Pringgajaya, Udisubakti Ciptomulyono (2012)	UKM Produsen Hetric Lamp	Melakukan pengembangan produk <i>Hetric Lamp</i> yang ramah lingkungan	Metode <i>Life Cycle Assessment</i> dan <i>Analytical Network Process</i> (ANP)
4	Yulius Windrianto, Dyah Rachmawati L. Intan Berlianty (2016)	UKM Sri Kuncoro	Menciptakan produksi batik pada UKM Sri Kuncoro Bantul menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan	Metode <i>Life Cycle Assessment</i> serta <i>Eco- Efficiency Ratio</i> (EER)
5	David Andrian, Desrina Yusi Irawati (2018)	IPAM Babat dan PDAM Lamongan	Melakukan perbaikan proses produksi air bersih	Metode <i>Life Cycle Assessment</i> serta <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)
6	Achmad Arba'i, Raden Faridz, Abdul Aziz Jakfar (2019)	UD. AL-Mansyurien Kamal Bangkalan	Menilai daur hidup jamu kunyit asam serta mengetahui dampak lingkungan yang dihasilkan dari produk tersebut.	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>

Tabel 2.1. Lanjutan

NO	Nama Peneliti (Tahun)	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian
7	Wahyu Supartono, Alfio Fiwa S, Indah Sinthia D, Kartika Saptari P, Muhammad Farhan S, dan Muhammad Rizky R (2020)	Industri tempe “Ibu Sujati” Yogyakarta	Mengevaluasi dampak lingkungan terhadap GWP (Global Warming Potential) pada produk tempe	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>
8	Achmad Zulfikar dan Yudha Prasetyawan (2016)	UKM Murni Mandiri	Menilai siklus hidup dari produk unggulan nanas untuk mengurangi dampak lingkungan	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>
9	Amandha Harnaningtyas Palupi, Ishardita Pambudi Tama, Ratih Ardia Sari (2014)	PT X Probolinggo	Mengevaluasi dampak lingkungan dari produk kertas	Metode <i>Life Cycle Assessment</i> dan <i>Analytical Network Process (ANP)</i>
10	Yolandi Schoeman, Paul Oberholster dan Vernon Somerset (2020)	Industri besi dan baja di Afrika Selatan	Sebagai alat manajemen untuk mengidentifikasi aliran limbah industri	Metode <i>Value Stream Mapping</i>
11	A. Ishak, E. Mohamad, L. Sukarma, M.S. Salleh, M.R. Salleh, N.A. Mohamad, R.I.R. Abdullah and M.A.M. Ali		Memvisualisasikan aspek ekonomi, bahaya lingkungan serta bahaya resiko	Metode <i>Cleaner Production Value Stream Mapping (CPVSM)</i>

Tabel 2.2. Lanjutan

NO	Nama Peneliti (Tahun)	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian
12	Agung Ravizar, Rosihin (2018)	Perusahaan dengan produk Absorben	Mengurangi adanya <i>waste</i> selama produksi pada setiap stasiun kerja, biaya produksi akibat <i>waste</i> tersebut serta memiliki dampak pada peningkatan produktivitas	Metode <i>Value Stream Mapping</i> pada <i>Lean Manufacturing</i> , <i>seven waste</i> .
13	Dino Rimantho, Erliza Noor, Eriyatno dan Hefni Efendi (2019)	Limbah elektronika di DKI Jakarta	Meningkatkan pengelolaan limbah elektronik yang berkelanjutan	Metode <i>Material Flow Analysis</i> (MFA)
14	Muhammad Dzulkifli, Jussac Maulana Masjhoer (2020)	Desa Wisata Pulesari, Sleman, Yogyakarta	Menilai penggunaan energi, sumberdaya dan produksi bersih. Memetakan penggunaan sumberdaya dan energi sehingga dapat mengurangi ketidakefisienan pada konsumsi sumber daya	Metode Efisiensi Sumber Daya dan Produksi Bersih

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang dilaksanakan sekarang yaitu pada UD. Puji Tirta Husada memiliki tujuan agar dapat mengurangi kendala pada proses produksi terutama adanya pemborosan air yang digunakan pada proses pencucian mesin, pengisian bahan baku pada kemasan yang berlebihan. Proses produksi yang dimulai dari bahan baku hingga produksi dapat dianalisis menggunakan metode LCA untuk kemudian dilakukan perbaikan pada proses yang memiliki jumlah energi yang terbesar. Dengan menggunakan metode LCA dilakukan penentuan *goal and scope* yang akan menjadi patokan seberapa besar produk sistem yang akan dibahas. Perusahaan melaksanakan kegiatan produksi sesuai dengan pesanan konsumen dari beberapa daerah yang kemudian akan dijual pada beberapa toko. Pada penelitian ini target untuk dianalisis yaitu produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dalam satuan galon. Untuk ruang lingkup yang digunakan pada penelitian ini yaitu *cradle to gate* yang dilakukan dari ekstraksi bahan baku hingga hasil produk. Pada alur proses produksi produk AMDK ini memiliki bahan baku berupa air yang dihasilkan dan dipindahkan melalui serangkaian tahapan. Tahapan tersebut merupakan satu proses yang saling berkaitan sehingga air tersebut melewati proses secara terus menerus untuk dapat dipindahkan pada tahapan selanjutnya (*continuous flow*) dan tidak dapat diukur secara langsung untuk jumlah kuantitas kebutuhan masing-masing pada tiap tahapannya. Hal ini menjadi keunikan pada penelitian yang dilakukan.

2. 2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Sumber Daya Alam

Menurut Darmodjo (2001), sumber daya alam merupakan seluruh kandungan sebagai sumber energi potensial yang ada dalam biosfer. Dalam hal ini beberapa sumber daya alam dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung yang terdapat pada litosfer (tanah), atmosfer (udara), serta hidrosfer (air).

Sumber daya alam merupakan segala kekayaan yang berupa makhluk hidup serta benda mati yang terdapat di muka bumi serta dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia Abdullah (2007).

Sumber daya alam merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar manusia dan terletak pada bumi baik udara, darat maupun air yang belum dilibatkan dalam

suatu proses produksi. Sumber daya alam dapat berupa makhluk hidup maupun benda mati dan memiliki manfaat untuk memenuhi kebutuhan pada manusia.

2.2.2. Jenis Sumber Daya Alam

Sumber daya alam memiliki peran untuk memenuhi keperluan atau kebutuhan manusia. Berdasarkan karakteristik dari sumber daya alam dibagi menjadi 2, yaitu sumber daya alam hayati serta nonhayati

a. Sumber Daya Alam Hayati

Sumber daya alam hayati merupakan sumber daya alam yang berupa makhluk hidup. Contoh dari sumber daya alam hayati yaitu hewan, tumbuhan, mikroba, serta manusia.

b. Sumber Daya Alam Non Hayati

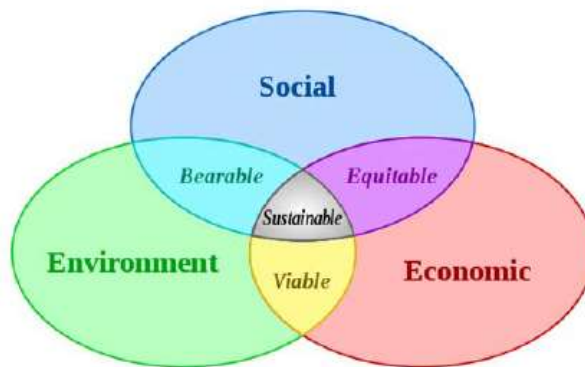
Sumber daya alam nonhayati merupakan kebalikan dari sumber daya alam hayati yaitu berupa benda mati. Contoh dari sumber daya alam nonhayati yaitu air, tanah, angin, dll.

Sumber daya alam terbagi menjadi 2 yaitu dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui atau *renewable resource* serta *unrenewable resource*. Untuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui yaitu seperti minyak serta gas bumi, logam, dll. Kemudian untuk sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu seperti pertanian, perkebunan, peternakan, dll.

2.2.3. Pengelolaan Sumber Daya Alam

Ketersediaan dari sumber daya alam bersifat terbatas sehingga perlu untuk dilakukan pengelolaan melalui beberapa upaya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melaksanakan *sustainable development* atau pembangunan berkelanjutan.

Pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development* merupakan sebuah konsep yang dilakukan untuk menjaga, melestarikan, serta memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan sehingga pada generasi yang akan datang akan terjamin kesejahteraan serta perekonomiannya (Khairina dkk., 2020). Menurut Heal dan Fauzi (2004) pada konsep pembangunan berkelanjutan memiliki 2 dimensi yaitu dimensi waktu dan interaksi antara sistem sumber daya alam serta lingkungan dan ekonomi. Dalam dimensi waktu karena dalam setiap tindakan maupun aktivitas yang dilakukan menyangkut dengan yang akan terjadi di masa depan atau mendatang.



Gambar 2. 1. The Pillars of Sustainability

(Sumber : *The Future of Sustainability : rethinking environment and development in the twenty first century* (Adams, W.M. , 2006))

Terdapat beberapa tujuan dari *Sustainable Development* atau bisa disebut dengan SDGs yang disesuaikan dengan beberapa pilar yang digunakan yaitu ekonomi, sosial, serta lingkungan.

Pada pembangunan berkelanjutan terdapat dua gagasan utama, yaitu mengenai kebutuhan serta keterbatasan dari sumber daya sehingga pembangunan berkelanjutan dapat memenuhi keperluan maupun kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kebutuhan maupun keperluan dari generasi pada masa depan Fauzi dan Oxtavianus (2014).

Dalam memanfaatkan sumber daya perlu dilakukan pengelolaan dengan menerapkan *sustainable development* pada suatu aktivitas agar dalam pemanfaatan sumber daya dapat selaras dengan keadaan yang terjadi baik di masa kini maupun masa mendatang serta memenuhi kebutuhan baik dalam aspek ekonomi maupun sosial dengan mempertimbangkan keberlanjutan.

2.2.4. Life Cycle Assessment

Pada era masa kini kesadaran akan pentingnya menjaga perlindungan terhadap lingkungan serta kemungkinan dampak yang berkaitan dengan produk baik yang dikonsumsi maupun diproduksi menjadi meningkat sehingga menimbulkan adanya pengembangan metode untuk menangani permasalahan ini. Metode yang berfokus pada permasalahan ini yaitu *Life Cycle Assessment*. Dalam ISO 14040 LCA dapat didefinisikan sebagai kompilasi serta evaluasi dari *input*, *output*, serta dampak lingkungan dari *product system* sepanjang siklus hidup yang dimilikinya. Studi LCA dapat dilakukan pada beberapa situasi pengambilan keputusan yang

berbeda mulai dari penggunaan internal pada perusahaan yang bersangkutan hingga penggunaan komparatif publik. Dalam studi LCA dapat berbeda-beda serta akan berpengaruh dengan kebutuhan informasi maupun data yang diperlukan.

Global exploration of options	The LCA study is performed to get a first impression of the environmental effect of certain options.
Company-internal innovation	The LCA study is performed to assess the environmental impact of company-internal product improvements, product development or technical innovations.
Sector-driven innovation	Similar to the above, except that it is sector-oriented (in a formal organisation representing a branch of chain of companies, it can be regarded as an internal activity).
Strategic planning	The LCA study is performed to assess the environmental impact of strategic scenarios.
Comparison	The LCA study is performed to assess whether a product or system meets certain environmental standards, or whether it is environmentally sounder than another product or system.
Comparative assertion disclosed to the public	The LCA study aims to provide an environmental claim regarding the superiority or equivalence of one product versus a competing product which performs the same function.

Gambar 2. 2. Kategori Pengambilan Keputusan

(Sumber : *Handbook on Life Cycle Assessment Operational Guide to the ISO Standards* (JB Guinee , 2002)

Life Cycle Assessment merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menilai siklus hidup mulai dari proses ekstraksi sumber daya, produksi bahan, maupun produk itu sendiri, hingga pengelolaan pada produk setelah dibuang. Pada istilah produk tersebut dapat berupa jasa maupun barang. Dalam hal ini metode LCA bersifat kuantitatif, dan menggunakan pendekatan holistik. Terdapat beberapa aplikasi utama pada metode LCA yaitu untuk menganalisis penyebab atau asal-usul dari masalah yang berkaitan dengan produk tertentu, mendesain atau membuat produk baru, membandingkan pengembangan suatu varian pada produk, kemudian pemilihan terhadap produk yang sebanding. Dalam penerapannya LCA dilakukan pada strategi yang kompleks dan berkaitan dengan peraturan pemerintah terutama pada konsumsi suatu produk serta pilihan gaya hidup yang ada pada masyarakat. Contohnya yaitu pada pengelolaan sampah di berbagai kota yang berbeda-beda, penggunaan energi yang terbarukan maupun belum terbarukan, dll.

Pada metode LCA memiliki beberapa tahapan yang digunakan yaitu dimulai dari *Goal and Scope Definition*, *life cycle Inventory*. Kemudian untuk tahap berikutnya yaitu *life cycle impact assessment*. Serta tahap terakhir yaitu *interpretation*. Berikut merupakan gambaran dari kerangka pada *Life Cycle Assessment*



Gambar 2. 3. Susunan Life Cycle Assessment
(Sumber : SNI ISO 14040,2016)

a. *Goal and Scope Definition*

Pada tahapan *goal and scope* merupakan tahap awal penentuan dari tujuan serta sasaran dari penggunaan metode LCA, pemangku kepentingan pada studi, audiens sasaran dari hasil studi, serta ruang lingkup dari studi. Untuk ruang lingkup pada metode LCA terdapat *cradle-to-gate*, *cradle-to-grave*, *gate-to-gate*, dll. Dalam hal ini perlu perumusan yang tepat terhadap batasan maupun ruang lingkup pada sistem yang akan dikaji serta melakukan asumsi terhadap output yang diharapkan. Hasil dari tahapan ini yaitu spesifikasi tujuan yang jelas, *functional unit* serta *product function*, *reference flows* pada beberapa alternatif sistem produk, hingga batasan sistem.

b. *Inventory Analysis*

Pada tahapan *Inventory analysis* yang merupakan tahapan selanjutnya setelah *goal and scope* dalam LCA yaitu untuk mengumpulkan data dari sistem produk yang sudah ditentukan. Data tersebut dapat berupa penggunaan energi, maupun *input* yang berupa *raw material* atau bahan baku, serta lingkungan yang berkaitan dengan suatu siklus produk. Dalam *inventory analysis* perlu untuk merancang diagram alir dari proses unit serta memiliki tabel inventaris dari *functional unit* produk. Informasi tambahan juga diperlukan pada tahapan ini seperti aspek yang tidak dapat diukur karena adanya keterbatasan data maupun hal lain serta informasi yang berkaitan dengan kualitas data agar dapat membantu dalam fase

interpretasi. Dalam tahapan ini disesuaikan dengan topik pada penelitian. Terdapat rumus yang digunakan untuk menganalisis energi. Terdapat perhitungan mengenai *Cumulative Energy Demand* atau biasa disebut dengan CED. Pada CED terdapat informasi mengenai seluruh permintaan dari energi yang timbul dari jalannya produksi sehingga dilakukan penentuan energi kumulatif dari tahap ini dengan Persamaan 1.1.

$$KEA = KEA_H + KEA_N + KEA_E \quad (1.1)$$

Keterangan :

KEA = *Cumulativen Energy Demand*

H = Produksi (Herstellung)

N = Penggunaan yang didalamnya terdapat pemeliharaan (Nutzung)

E = Pembuangan (Entsorgung)

Dari Persamaan 1.1, setiap input energi yang digunakan mulai dari produksi, penggunaan, pemeliharaan seperti adanya *Maintenance*, hingga pembuangan dihitung agar memperoleh total permintaan energi kumulatif. Pada CED terdapat kategori CED digunakan pada sebagian jumlah dari konsumsi energi sehingga tidak dalam total keseluruhan. Persamaan 1.2 menunjukkan kalkulasi CED sebagian

$$KEA(CED) = KPA + KNA \quad (1.2.)$$

Keterangan :

KPA = Permintaan kumulatif energi proses

KNA = Permintaan kumulatif non-energi

Dalam KPA sendiri mencakup semua energi final seperti panas, listrik, cahaya, dan energi yang lain yang merupakan energi primer dan memiliki manfaat pada pasokan energi secara keseluruhan. Untuk KNA merupakan kandungan energi yang bukan bagian dari energi bahan baku serta tidak dimasukkan ke dalam statistic sebagai sumber daya.

c. *Impact Assessment*

Pada tahap *impact assessment* merupakan tahap penilaian dampak yang dihasilkan dari semua hasil inventaris. Terdapat hasil yang diperoleh melalui perhitungan yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Dalam tahap ini memberikan informasi dampak lingkungan yang dihasilkan dapat berupa penggunaan lahan, energi (air, listrik, dll), serta membandingkan dengan produk sehingga terdapat

data mengenai lingkungan, lingkungan yang dinormalisasi, serta pembobotan. Dalam hal ini terdapat beberapa *impact category* yang dihasilkan

d. *Interpretation*

Tahap *interpretation* yaitu tahap hasil analisis dari inventarisasi serta pemodelan dampak. Pada tahapan ini terdapat penyajian kesimpulan dengan menggunakan asumsi serta batasan yang dibuat selama analisis dilakukan sehingga terdapat perumusan kesimpulan serta rekomendasi studi yang diusulkan.

2.2.5. Material Flow Analysis

Material Flow Analysis atau MFA merupakan sebuah metode penilaian sistematis yang digunakan untuk menganalisis aliran material pada sebuah proses aliran serta persediaan bahan dalam suatu sistem yang didefinisikan dalam ruang serta waktu. metode ini merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan manajemen limbah. Berikut merupakan tujuan dalam menggunakan MFA

- a. Memetakan suatu sistem aliran material dan stok dengan definisi jelas
- b. Mengurangi adanya kompleksitas sistem
- c. Melakukan penilaian aliran relevan serta stok pada istilah kuantitatif hasil saat ini tentang aliran serta stok dari suatu sistem dengan cara yang tepat direproduksi, dimengerti, serta transparan
- d. Menggunakan hasil sebagai dasar untuk mengelola sumber daya, lingkungan, dan limbah.

Metode MFA dapat diaplikasikan pada beberapa penggunaan mulai dari manajemen dan rekayasa lingkungan, ekologi industri, manajemen sumber daya, pengelolaan limbah, metabolisme antropogenik, evaluasi serta keputusan kebijakan, maupun kombinasi MFA dengan pendekatan lainnya. Dalam membangun model MFA diperlukan beberapa komponen. Berikut komponen yang digunakan yaitu *boundary system*, proses serta aliran Brunner dan RechBerger (2003). Berikut merupakan penjelasan masing-masing komponen

a. Boundary System (Sistem batas)

Untuk *boundary system* atau batasan sistem batas memiliki definisi yaitu dalam waktu serta ruang (temporal dan batas-batas sistem khusus). Batas temporal yang biasa digunakan yaitu pada sistem antropogenik seperti kota, bangsa, maupun perusahaan. Kemudian untuk periode dipilih selama 1 tahun karena menyesuaikan dengan ketersediaan data. Untuk batas sistem khusus atau spesial biasanya

ditetapkan berdasarkan dengan wilayah. Contohnya seperti wilayah geografis tempat terjadinya suatu proses tersebut. Komponen selanjutnya yaitu proses. Pada komponen ini

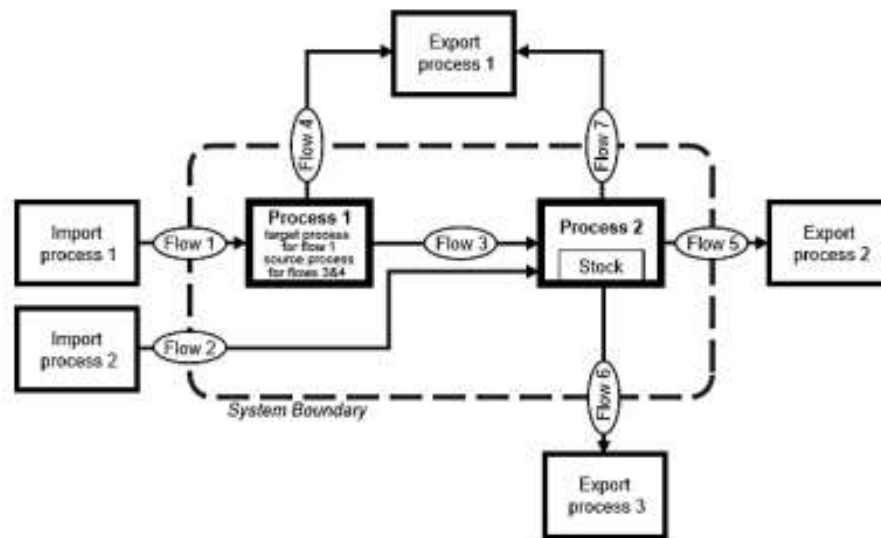
b. Proses

Pada komponen ini biasa didefinisikan untuk transformasi, transportasi, maupun menyimpan bahan serta benda. *Black box* atau kotak hitam yang memiliki arti bahwa proses pada kotak tidak diperhitungkan biasa digunakan untuk mendefinisikan komponen ini. Input dan output yang perlu diperhatikan pada komponen ini. Jika terdapat proses internal yang diperhatikan maka proses tersebut harus dilakukan pembagian biasanya menjadi dua maupun lebih sub-proses nya. Contohnya yaitu pada proses metabolisme kota, maka perlu dilakukan pembagian antara manusia atau hewan, kemudian aktivitas pada rumah tangga seperti pemisahan sampah, atau pabrik maka dapat dilakukan perbaikan seperti pada tungku pembakaran limbah, pabrik kertas, atau TPA.

c. Aliran

Dalam komponen aliran terbagi menjadi 2 yaitu aliran input/impur serta aliran output/ekspor. Pada aliran input/ impur merupakan aliran material yang memiliki fungsi untuk menghubungkan proses ke dalam sistem. Kemudian untuk aliran output/ ekspor merupakan aliran yang melintasi sistem batas. Definisi dari aliran sendiri merupakan lajur aliran massa yaitu perbandingan antara massa per waktu yang mengalir melalui sebuah konduktor. Contoh aliran yaitu pipa air dengan satuan atau unit aliran adalah ton/tahun atau kg/detik.

Pada pemodelan sebuah diagram aliran material atau MFA, terdapat beberapa elemen yang penting dan dinyatakan ke dalam sebuah proses sederhana. Gambaran dari elemen sebuah model MFA ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Elemen Sebuah Model MFA

(Sumber : *Partical Handbook of Material Flow Analisisi* Brunner dan Rechberger, 2003)

Berdasarkan gambar 2.4. dapat dilihat bahwa untuk membuat model MFA perlu dilakukan asumsi yang wajar pada sistem. Proses mengubah dari aliran material yang masuk ke aliran material keluar pada sistem. Sehingga untuk output perlu diperhatikan karena dapat mewakili sebagai input dari proses berikutnya Annisa (2013). Untuk perhitungan yang digunakan dapat menggunakan persamaan matematika kekekalan massa Brunner dan Rechberger (2003) pada persamaan 1.3. berikut.

$$\sum \text{Output} = \sum \text{Input} - \text{Perubahan di dalam proses} \quad (1.3.)$$

Berdasarkan persamaan diatas nilai output yang ada pada proses diperoleh dari input seperti

2.2.6. Efisiensi Sumber Daya dan Produksi Bersih

ESPB atau Efisiensi Sumber Daya dan Produksi Bersih yang memiliki fungsi untuk menilai mulai dari penggunaan energi, sumber daya serta produksi bersih dari suatu lini manufaktur. ESPB atau biasa disebut juga dengan *Resource Efficiency and Cleaner Production* (RECP). ESPB sendiri berfokus pada tahap mencegah polusi serta limbah serta meningkatkan efisiensi dari penggunaan sumber daya alam. Pada metode ini juga berkaitan dengan aspek ekonomi, sosial, serta lingkungan. Untuk metode ini digunakan dengan tahapan awal yaitu meningkatkan

efisiensi dalam semua bahan termasuk di dalamnya terdapat proses kimia, *packaging*, serta penggunaan energi dan air. Dengan menggunakan metode ini dapat memiliki beberapa manfaat seperti meminimalkan jumlah dari limbah, baik limbah air maupun emisi udara sehingga dapat meningkatkan beberapa aspek yaitu mulai dari kesehatan, keselamatan serta kesejahteraan bagi pekerja, komunitas, serta konsumen. Keuntungan lainnya yang diperoleh pada aspek bisnis yaitu adanya pengurangan pengeluaran dari pengadaan energi, air, maupun bahan yang akan menghasilkan lebih banyak produk serta layanan dan memiliki kualitas yang lebih baik. Pada manajemen lingkungan memiliki tujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan dari perusahaan, kemudian untuk pada sosial yaitu untuk mengurangi resiko manusia maupun komunitas lain dari kegiatan perusahaan yang kurang sesuai. Keuntungan dalam aspek ekonomi yaitu melakukan peningkatan terhadap produktivitas pada penggunaan sumber daya alam dari kebutuhan perusahaan. Dalam menggunakan RECP diperlukan beberapa tahapan yaitu:

- a. Melibatkan manajemen serta pekerja
- b. Menilai kinerja serta biaya dasar
- c. Melakukan pemetaan pada aktivitas dan alur
- d. Periksa operasi
- e. *Benchmark practices and performance*
- f. Menetapkan prioritas dan tindakan
- g. Mengembangkan opsi RECP/ ESPB
- h. Evaluasi kelayakan
- i. Menerapkan dan memantau
- j. Mengelola untuk peningkatan berkelanjutan

Dalam menggunakan metode RECP/ ESPB terdapat beberapa indikator yang digunakan, yaitu:

- a. Produktivitas Bahan

Untuk produktivitas bahan yang dimaksud yaitu selama proses produksi atau kegiatan industri lainnya terdapat sumber daya yang dibutuhkan. Meningkatkan produktivitas bahan dapat berupa pemilihan serta penggunaan bahan yang efisien termasuk penggunaan bahan kimia. Kemudian menurunkan intensitas limbah seperti mengurangi dan pemulihan lingkungan, mengelola dan pembuangan limbah.

b. Produktivitas Air

Meningkatkan produktivitas air dapat dilakukan yaitu dengan memilih sumber yang berkelanjutan serta penggunaan sumber daya air yang efisien, kemudian pada intensitas air limbah dapat dilakukan pengurangan serta pengelolaan air limbah yang ramah lingkungan.

c. Produktivitas Energi

Meningkatkan produktivitas energi dengan melakukan pemilihan dari sumber daya yang berkelanjutan dan penggunaan energi yang efisien. Selanjutnya intensitas Emisi dapat mengalami pengurangan dan pembuangan emisi udara yang ramah lingkungan.

Terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam metode ESPB atau RECP ini dimulai dari *good housekeeping, input change, better process control, equipment modification, technology change, on-site reuse and recycling, production of usefull byproduct, serta product modification*. Berikut penjelasan lebih detail mengenai beberapa teknik yang digunakan dari metode ESPB atau RECP.

a. *Good Housekeeping*

Pada teknik ini dapat dilakukan dengan menjaga lingkungan atau tempat kerja agar terorganisir, bersih, serta produktif agar dapat menghilangkan adanya pemborosan. Contoh dari teknik ini yaitu meminimalkan serta mengelola persediaan, mematikan peralatan yang sudah tidak digunakan, tetap menjaga ruang kerja terorganisir dan bersih, dll.

b. *Input Change*

Dalam teknik ini dilakukan pemilihan input pada proses produksi yang efisien, efektif serta sedikit memberikan dampak bahaya terhadap lingkungan. Untuk contoh dari teknik ini yaitu menggunakan energi terbarukan, bahan terbarukan yang berkelanjutan, menggunakan lebih sedikit bahan kimia yang dapat mempengaruhi lingkungan, dll.

c. *Better Process Control*

Teknik selanjutnya dapat dilakukan dengan cara mengawasi serta mengontrol setiap proses serta peralatan agar dapat berjalan dengan tingkat efisien yang tinggi serta pemborosan tertinggi. Dalam hal ini beberapa contoh yang dapat dilakukan yaitu mengikuti pedoman atau aturan tertentu yang digunakan sebagai prosedur operasi standar, menggunakan alat ukur seperti sub-meter air, energi serta material, kemudian mengontrol beberapa kebutuhan proses seperti tekanan, kecepatan suhu, dll.

d. Equipment Modification

Pada teknik *equipment modification* menggunakan atau membuat peralatan yang ada menjadi lebih efisien dan tidak boros. Pada teknik ini dapat dilakukan seperti penggunaan energi yang efisien pada kipas, lampu, maupun beberapa alat yang lain. Meluruskan serta menyeimbangkan antara input, proses, serta output pada proses atau biasa disebut dengan *debottleneck*, dll.

e. Technology Change

Pada teknik ini dilakukan dengan melakukan penggantian teknologi lama ke teknologi baru yang lebih efisien pada penggunaannya maupun menghasilkan sedikit limbah. Contoh dari teknik ini yaitu proses substitusi kimia ke mekanik, proses baru berdasarkan *green chemistry*, dll.

f. On-Site Reuse and Recycling

Teknik selanjutnya yaitu menggunakan kembali material, energi, maupun air yang pada proses sebelumnya terbuang atau menjadi limbah untuk tujuan serupa maupun alternatif di sebuah perusahaan. Contoh dari pelaksanaan teknik ini yaitu penggunaan kembali kemasan produk, melakukan kondensasi serta pemulihan pada energi panas, dll.

g. Production of Usefull Byproduct

Dalam teknik ini dapat dilakukan proses konversi terhadap limbah sebelumnya untuk penggunaan yang berguna di tempat maupun stasiun lain. Contohnya seperti penyediaan air pendingin bekas untuk keperluan pemanasan maupun pendinginan eksternal, kemudian memisahkan barang yang dapat didaur ulang untuk daur ulang eksternal serta pemulihan sumber daya.

h. Product Modification

Pada teknik *product modification* dilakukan proses mendesain ulang produk agar dapat mengurangi dampak lingkungan selama produksi, penggunaan, serta pembuangan. Contoh dari teknik ini yaitu desain untuk meminimalkan penggunaan air, energi, kebersihan, kemudian desain untuk *product lifetime* yang optimal, dll.

2.2.7. Value Stream Mapping (VSM)


Value Stream Mapping atau (VSM) atau biasa disebut dengan peta aliran nilai merupakan salah satu *tools* atau alat pada *Lean Manufacturing* yang dapat digunakan untuk menganalisis, meningkatkan aliran informasi dan proses yang terdapat dalam sebuah perusahaan dengan cara memetakan seluruh jalur produksi dimulai dari awal hingga akhir proses dengan kondisi yang sedang terjadi pada supplier, produsen, serta pelanggan. Terdapat beberapa tujuan dari

penggunaan metode ini terutama bagi perusahaan yaitu agar dapat memenuhi proses produksi yang lebih baik serta memiliki hasil produk yang bermutu kemudian kegunaan lainnya yaitu untuk mengurangi adanya pemborosan. Dalam diagram yang dibuat memberikan beberapa informasi mengenai alur proses, aliran material, maupun data penting lainnya seperti tingkat *Inventory*, batch size, waktu pengolahan, dll. Untuk menyampaikan informasi tersebut menggunakan beberapa simbol yang distandardisasi untuk mewakili aktivitas yang ada pada aliran material serta informasi dalam suatu proses produksi. Pembuatan peta tersebut merupakan langkah awal dalam merancang aliran nilai masa depan yang *lean*.

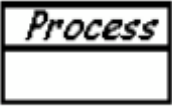
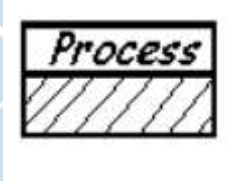
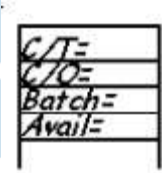


Simbol yang digunakan memiliki beberapa kategori yang dimulai dari proses, material, informasi, serta beberapa simbol umum. Untuk simbol proses biasa digunakan pada *flow chart* seperti proses, *customer* atau *supplier*, *workcell*, pekerja, serta *data box*. Kemudian untuk simbol material digunakan seperti jumlah *safety stock*, *Inventory*, *kanban stock point*, *material pull*, dll (Ull). Pada simbol informasi digunakan untuk memvisualisasi proses seperti *central control point*, *manual info*, serta *electronic info*. Selanjutnya untuk beberapa simbol umum digunakan untuk memvisualisasi *kaizen burst*, kemudian waktu *value-added* serta *non-value-added*. Simbol-simbol yang terdapat dalam metode VSM menurut Rother & Shook (2003) disampaikan dalam tabel 2.2. dan 2.3.

Tabel 2. 2. Simbol-simbol pada Value Stream Mapping

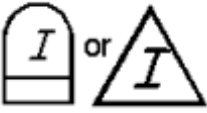
(Sumber : *Learning to See : Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. s.l. :Lean Enterprise Institute (Rother, M, & Shook, J., 2003)

No	Nama	Lambang	Keterangan
1	<i>Supplier/ Customer</i>		Simbol ini digunakan untuk mempresentasikan <i>customer</i> serta <i>supplier</i> . Jika dalam peletakaannya berada di kanan atas maka menandakan <i>customer</i> , kemudian menandakan <i>supplier</i> jika diletakkan di bagian kiri atas. Untuk <i>supplier</i> biasa digunakan sebagai titik awal pada penggambaran aliran material, sedangkan <i>customer</i> sebagai titik akhir aliran material

Tabel 2.2. Lanjutan




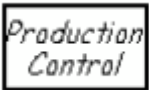
No	Nama	Lambang	Keterangan
2	<i>Dedicated Process</i>		Lambang ini digunakan untuk menerangkan adanya proses, operasi, mesin maupun departemen yang melalui aliran material. Untuk penggunaan lambang ini biasanya menyatakan satu departemen dengan aliran yang kontinu agar dapat menghindari adanya pemetaan setiap alur proses yang tidak diinginkan
3	<i>Shared Process</i>		Simbol tersebut mempresentasikan adanya operasi proses, stasiun kerja maupun departemen dengan beberapa <i>family</i> yang saling terbagi antara satu dengan lainnya pada <i>value stream</i> .
4	<i>Data Box</i>		Untuk simbol ini memiliki fungsi yaitu menjelaskan informasi maupun data yang dibutuhkan untuk proses menganalisis dan mengamati <i>system</i> dengan beberapa lambang didalamnya.
5	Pekerja		Dalam lambang tersebut digunakan untuk menyatakan jumlah dari pekerja yang dibutuhkan pada suatu proses.
6	<i>Work Cell</i>		Simbol ini digunakan untuk mengidentifikasi jumlah proses yang terintegrasi pada sel-sel kerja manufaktur, seperti memproses <i>family</i> yang terbatas biasanya berasal dari produk tunggal atau produk yang sama. Kemudian perpindahan produk dari langkah proses ke proses lain pada berbagai macam batch seperti yang kecil maupun bagian-bagian tunggal.

Tabel 2.2. Lanjutan



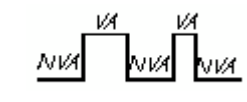

No	Nama	Lambang	Keterangan
7	<i>Inventory</i>		Lambang tersebut digunakan untuk menyatakan adanya keberadaan sebuah <i>Inventory</i> yang berada diantara dua proses. Dalam hal ini menggunakan satu lambang tiap masing-masing <i>Inventory</i> jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>Inventory</i> .

Tabel 2. 3. Lambang Pelengkap Peta Keseluruhan

(Sumber : *Learning to See : Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. s.l. :Lean Enterprise Institute (Rother, M, & Shook, J., 2003)

No	Nama	Lambang	Keterangan
1	<i>Push Arrows</i>		Simbol ini digunakan untuk menunjukkan pergerakan material dari memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
2	<i>Shipments</i>		Lambang ini dapat digunakan untuk menerangkan pergerakan <i>raw material</i> baik mulai dari supplier hingga menuju ke gudang penyimpanan akhir di suatu pabrik maupun perpindahan produk akhir dari gudang penyimpanan dari pabrik ke konsumen.
3	<i>External Shipments</i>		Simbol tersebut menjelaskan mengenai pengangkutan eksternal atau di luar pabrik yang terjadi baik dari <i>supplier</i> ke <i>customer</i> maupun pabrik ke <i>customer</i> .
4	<i>Production Control</i>		Pada lambang ini dapat digunakan untuk menjelaskan mengenai penjadwalan produksi utama maupun departemen pengontrolan, orang atau operasi.

Tabel 2.3. Lanjutan

No	Nama	Lambang	Keterangan
5	Manual Info		Dalam lambang tersebut terdapat gambar anak panah yang menyatakan aliran informasi umum. Informasi ini dapat diperoleh melalui beberapa sumber seperti catatan, percakapan maupun laporan. Kemudian informasi tambahan seperti jumlah serta jenis catatan lain dapat ditambahkan dan dapat menjadi relevan.
6	Electronic Info		Simbol tersebut digunakan untuk menunjukkan adanya aliran elektronik. Aliran elektronik tersebut dapat berupa internet, EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>), intranet, WANS (<i>Wide Area Network</i>), LANs (<i>Local Area Network</i>).
7	Timeline		Lambang ini digunakan untuk menunjukkan waktu. Waktu tersebut terbagi menjadi dua yaitu waktu yang memberikan nilai tambah maupun waktu yang tidak memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i> dan waktu menunggu). Lambang ini juga digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> serta <i>total cycle time</i> .
8	Other		Pada simbol tersebut digunakan untuk menyatakan adanya informasi maupun hal lain yang penting dalam proses.

Pada metode VSM dibagi menjadi 2 tipe yaitu *current state map* serta *future state map*. Perbedaan kedua tipe VSM tersebut berada pada waktu serta kegunaannya. Untuk *current state map* dilakukan pada produk saat ini serta digunakan untuk mengidentifikasi adanya *waste* serta area untuk perbaikan maupun peningkatan dengan menggunakan ikon serta terminologi spesifik. Kemudian pada *future state map* digunakan di masa mendatang untuk transformasi *lean* yang sesuai dengan keinginan dengan menggunakan cetak biru Tilak dkk. (2002). dengan

menggunakan *value added* serta *non value added*. *Value added* merupakan aktivitas maupun kegiatan yang memiliki nilai tambah untuk perusahaan, untuk *non value added* merupakan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah yang didalamnya termasuk adanya *waste* pada perusahaan.

Dalam penerapannya metode ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang dimulai dari membuat *current state map*. Gambar ini digunakan untuk memetakan adanya aliran informasi serta material yang terjadi pada proses secara aktual. Tahapan selanjutnya dilakukan dengan melakukan identifikasi terhadap penyebab dari terjadinya sebuah permasalahan yang menghambat proses peningkatan, langkah selanjutnya setelah mengetahui penyebab terjadinya maka menentukan proses perbaikan yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut di dalam aliran proses. Kemudian proses selanjutnya yaitu menggambarkannya ke dalam suatu *future state map*. Selanjutnya tahap ketiga yang merupakan tahap terakhir yaitu melakukan penentuan mengenai rencana implementasi perbaikan pada proses produksi perusahaan.

