

USULAN PENGEMBANGAN ECO-INDUSTRIAL PARK DENGAN KONSEP WASTE EXCHANGE

(Studi Kasus : Kawasan Industri Candi Semarang)

Aries Susanty^{1*}, Nia Budi Puspitasari², Diery Leonardo Sipayung³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Professor Haji Soedharto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275

*Email: ariessusanty@gmail.com

Abstrak

Salah satu kawasan industri yang ada saat ini berada di Kota Semarang adalah Kawasan Industri Candi. Kawasan Industri Candi memiliki dampak negatif terhadap masyarakat di sekitarnya, salah satunya terganggunya masyarakat sekitar oleh limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri-industri di kawasan tersebut. Hal ini mengindikasikan belum adanya proses penanganan limbah yang optimal di Kawasan Industri Candi. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bermaksud untuk menilai tingkat pemenuhan Kawasan Industri Candi terhadap prinsip-prinsip EIP dan mendesain suatu model penerapan yang menggambarkan hubungan simbiosis antar industri berdasarkan salah satu konsep EIP yaitu waste exchange (petukaran limbah). Hasil penilaian menunjukkan bahwa 5 dari 6 prinsip EIP belum diterapkan oleh Kawasan Industri Candi dan hanya 1 prinsip yang sudah diterapkan oleh Kawasan Industri Candi walaupun belum sepenuhnya. Disamping itu, pada Kawasan Industri Candi belum terdapat hubungan simbiosis antara masing-masing industri. Pada model penerapan EIP di Kawasan Industri Candi, diusulkan 4 jenis industri yang perlu ditambahkan yang berperan sebagai industri yang mampu memanfaatkan limbah di Kawasan Industri Candi (industri biji plastik daur ulang, industri kreatif kayu, industri kreatif pengolahan kain perca, dan industri pupuk/kompos)

Kata kunci: Eco-Industrial Park, Kawasan Industri Candi, Simbiosis Industri, Waste Exchange

1. PENDAHULUAN

Kawasan industri adalah suatu daerah yang didominasi oleh aktivitas industri yang mempunyai fasilitas kombinasi terdiri dari peralatan-peralatan pabrik (*industrial plants*), sarana penelitian dan laboratorium untuk pengembangan, bangunan perkantoran, bank, serta fasilitas sosial dan fasilitas umum (Dirdjojuwono, 2004). Pembangunan Kawasan Industri ditujukan untuk: (i) mengendalikan pemanfaatan ruang; meningkatkan upaya pembangunan industri yang berwawasan lingkungan; (ii) mempercepat pertumbuhan industri di daerah; (iii) meningkatkan daya saing industri; meningkatkan daya saing investasi; dan (iv) memberikan kepastian lokasi dalam peencanaan dan pembangunan infrastruktur, yang terkoordinasi antar sektor terkait (Pasal 2 Peraturan Pemerintah No. 24 Tahun 2009). Pembangunan kawasan industri di Indonesia pertama dimulai pada tahun 1973 yaitu dengan berdirinya Jakarta *Industrial Estate* Pulo Gadung (JIEP), kemudian tahun 1974 dibangun Surabaya *Industrial Estate* Rungkut (SIER), selanjutnya dibangun Kawasan Industri Cilacap (tahun 1974), menyusul Kawasan Industri Medan (tahun 1975), Kawasan Industri Makasar (tahun 1978), Kawasan Industri Cirebon (tahun 1984), dan Kawasan Industri Lampung (tahun 1986) (Kwanda, 2000). Dalam kurun waktu 20 tahun, Kawasan Industri telah tumbuh di 13 Provinsi dengan jumlah 81 Kawasan Industri dengan luas 23.449 hektar, yang sudah operasional dan masih banyak lagi yang sedang mempersiapkan pembangunan Kawasan Industri (Kementerian Perindustrian, 2012).

Pengembangan kawasan industri penting untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Melalui pertumbuhan ekonomi satu persen saja dapat menyerap tenaga kerja sekitar seratus ribu orang (Soeling, 2007). Hal yang penting diantisipasi dari perkembangan kawasan industri adalah mengendalikan dan mengawasi terjadinya proses alih fungsi (konversi) lahan pertanian yang berlebihan akibat kebutuhan guna pembangunan lokasi industri dan pemukiman (Syahrudin, 2010). Hal penting lainnya yang perlu diantisipasi adalah keberadaan industri di kawasan industri kontribusi yang signifikan terhadap permasalahan lingkungan, terutama pencemaran lingkungan oleh limbah kegiatan industri serta pemanfaatan sumber daya alam yang

tidak efisien. Apabila dilihat dari bentuknya, pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri dapat berbentuk padat, cair, gas maupun kebisingan. Adapun apabila dilihat dari komponen-komponen pencemar yang terkandung dalam limbah tersebut maka pencemaran yang terjadi dapat dalam bentuk pencemaran fisika, kimia, biologis dan radioaktif (Moertinah, 2010).

Pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri juga banyak terjadi di sejumlah negara seperti di Amerika, China, Denmark, dan Thailand sehingga Kawasan Industri di negara-negara tersebut berevolusi menjadi kawasan industri yang berwawasan lingkungan (*Eco-Industrial Park/ Industrial Symbiosis / Industrial Ecology*). *Eco-Industrial Park* (EIP) merupakan sistem yang digunakan untuk mengelola aliran energi atau material sehingga dihasilkan efisiensi yang tinggi dan menghasilkan pencemaran yang rendah (Ehrenfeld dan Gerter, 1997). Definisi lain menyatakan bahwa EIP merupakan suatu pendekatan manajemen lingkungan di mana suatu sistem industri tidak dipandang secara terpisah dengan sistem sekelilingnya, tetapi sebagai satu kesatuan yang utuh yang saling mendukung dalam rangka mengoptimalkan siklus material ketika suatu bahan baku diproses menjadi produk (Kristanto, 2013).

Perubahan kawasan industri menjadi EIP ini terbukti dapat mengurangi dampak lingkungan serta menghasilkan penghematan sumber daya alam dan energi seperti yang terjadi di kawasan industri Kalundborg, Denmark. Melalui penerapan EIP, kawasan industri Kalundborg per tahunnya dapat melakukan penghematan air, energi/bahan bakar, dan penggunaan bahan-bahan kimia, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui aktivitas pertukaran limbah, substitusi bahan baku dan penggunaan kembali air sisa produksi yang dilakukan oleh industri-industri di kawasan industri tersebut.

Kawasan Industri Candi merupakan salah satu kawasan industri yang ada di Indonesia. Kawasan ini terletak di Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang. Kawasan ini berdiri di wilayah seluas 500 ha yang meliputi 3 wilayah kelurahan, yaitu Kelurahan Babankerep, Kelurahan Ngaliyan, dan Kelurahan Puryowoso. Seperti kawasan-kawasan industri lainnya yang membawa dampak negatif terhadap masyarakat, Kawasan Industri Candi juga memiliki dampak negatif terhadap masyarakat di sekitarnya. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan pihak pemerintah setempat pada awal penelitian ini diperoleh adanya keluhan masyarakat akan pembuangan limbah yang dilakukan oleh industri-industri di Kawasan Industri Candi. Menurut Lurah dari Kelurahan Puryowoso sebagai penanggung jawab kelurahan, limbah-limbah cair dan kebisingan akibat aktivitas industri-industri di Kawasan Industri Candi masih dirasakan oleh warga sekitar. Hal ini mengindikasikan belum adanya proses penanganan limbah yang optimal di Kawasan Industri Candi.

Berangkat dari kondisi Kawasan Industri Candi di atas, maka penelitian ini bermaksud untuk menganalisa kemungkinan dilakukannya prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi serta mendesain suatu model penerapan yang menggambarkan hubungan simbiosis antar industri berdasarkan salah satu konsep EIP yaitu *waste exchange* (pertukaran limbah) sebagai upaya untuk mereduksi kerusakan lingkungan dan dampak negatif lainnya yang dirasakan oleh masyarakat akibat dampak kegiatan industri. *aste exchange*) adalah penggunaan atau pengolahan kembali limbah-limbah yang masih memiliki nilai ekonomi menjadi produk yang lebih berguna melalui pendekatan *reuse* dan *recycle*. Dalam hal ini, limbah yang dihasilkan oleh satu industri akan dimanfaatkan kembali oleh industri lain sebagai bahan baku untuk proses produksinya. Dalam penelitian ini limbah yang diteliti adalah limbah sisa produksi yang dapat diolah/digunakan kembali. Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu model penerapan yang menggambarkan hubungan pemanfaatan limbah dari masing-masing industri yang terdapat di Kawasan Industri Candi yang kemudian dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan EIP di Kawasan Industri Candi sebagai upaya untuk mereduksi dampak negatif akibat kegiatan Industri. Penelitian ini dilaksanakan secara bersamaan dengan penelitian terkait yang bertujuan untuk merumuskan strategi pengembangan EIP di Kawasan Industri Candi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terminologi EIP mulai dikenal sejak pertama kali adanya kawasan industri di kota pesisir Denmark yaitu kota Kalundborg lebih dari satu dekade yang lalu. Keunikan Kalunborg sebagai kawasan industri adalah Industri yang berada disitu mempunyai inisiatif untuk saling memanfaatkan produk samping sehingga tidak menjadi limbah. Di samping itu Industri yang ada di sana saling bersinergi dalam memakai energi untuk operasional pabriknya secara sangat efisien.

Hasilnya sebuah kawasan industri yang ramah lingkungan dan sekaligus sangat menguntungkan. Sejak itu beberapa lokasi kawasan industri di Eropa dan USA juga telah melakukan hal yang sama. Secara ringkas, EIP didefinisikan sebagai sekumpulan industri (penghasil produk atau jasa) yang berlokasi pada suatu tempat dimana para pelaku-pelaku didalamnya secara bersama-sama mencoba meningkatkan performansi ekonomi bagi industri-industri didalamnya dengan meminimalisasi dampak lingkungan. (Djayadiningrat dan Famiola, 2004).

Menurut Desrochers (1999), pada dasarnya konsep yang melandasi EIP adalah ekologi industri. Konsep ini mendasarkan pada ide bahwa ekonomi industri modern harus dilihat sebagai sistem dari ekstraksi bahan mentah, proses manufaktur, pemanfaatan produk dan pembuangan limbah sebagai proses siklus daur hidup dari material tersebut di ekosistem, sehingga industri dapat dipandang sebagai jaringan dari produser, konsumen dan pengguna limbah (*scavengers*), yang memiliki hubungan simbiosis mutualisme antar perusahaan/industri di lingkungan kawasan tersebut. Lebih lanjut, Lowe (2001) menyebutkan bahwa tidak ada blue print untuk EIP, masing-masing EIP harus unik, sesuai dengan kondisi lokal. Untuk merencanakan suatu EIP dan mengimplementasikannya maka visi dalam konsep EIP harus diterjemahkan dalam konsep yang lebih operasional, disesuaikan dengan karakteristik ekonomi, ekologi, sosial dan kultural setempat. Dengan begitu juga harus selalu diperhatikan perubahan-perubahan dalam tingkat propinsi, nasional dan internasional.

Fleig dalam Djayadiningrat dan Famiola (2004), menyebutkan bahwa perbedaan yang nyata antara EIP dengan kawasan-kawasan industri adalah:

- Tingginya kerjasama/pertukaran antara perusahaan-perusahaan, pengelola kawasan dan para pembuat kebijakan lokal di wilayah tempat EIP tersebut berkembang.
- Para pelaku usaha dalam EIP selalu bekerja keras untuk mewujudkan suatu visi aktivitas industri yang dilakukan untuk mencapai suatu keberlanjutan yang berkaitan dengan aspek ekonomi, sosial dan ekologis.

Lowe (2001) menyebutkan ada beberapa keuntungan pengembangan EIP yaitu:

- a. Keuntungan Bagi Industri.: bagi industri yang terlibat di dalamnya, EIP memungkinkan adanya kesempatan untuk menekan biaya produksi dengan cara meningkatkan efisiensi pemanfaatan material dan penggunaan energi, pengolahan limbah dan mengurangi kemungkinan dikenai denda-denda atau masalah yang berhubungan dengan pencemaran lingkungan. Peningkatan efisiensi memungkinkan pabrik-pabrik tersebut untuk mengurangi biaya produksi sehingga produknya lebih kompetitif.
- b. Keuntungan Bagi Lingkungan: EIP akan mengurangi banyak sumber polusi dan limbah dan juga mengurangi kebutuhan akan sumber daya alam. Pabrik-pabrik di EIP akan mengurangi beban lingkungannya dengan mengembangkan proses produksi yang lebih inovatif dengan proses yang lebih ramah lingkungan. Di antaranya pencegahan polusi, efisiensi energi, pengelolaan sumber air yang efisien, dan pemulihan sumber daya alam dan metode-metode manajemen dan teknologi lingkungan lainnya. Keputusan mengenai lokasi, infrastruktur yang akan dibangun, dan target pengembangan industrinya dilakukan dalam konteks dengan batasan kemampuan daya dukung dan karakteristik ekologi dari lokasi yang akan dipilih.
- c. Keuntungan Bagi Masyarakat: perkembangan yang pesat dari industri yang berada di EIP akan menjadi pendorong bagi berkembangnya usaha lokal sebagai pendukung. Karena tawaran udara, air dan tanah yang bersih bebas limbah pada umumnya merupakan lingkungan yang menarik untuk berinvestasi, maka EIP akan menarik lebih banyak lagi investor yang pada akhirnya makin mendorong usaha lokal untuk berkembang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Obyek dalam penelitian terdiri dari pengelola Kawasan Industri Candi dan industri yang berlokasi di Kawasan Industri Candi. Dalam hal ini, pengelola Kawasan Industri Candi merupakan sumber yang diperlukan untuk mengetahui sejauh mana penerapan EIP di kawasan industri telah dan dapat dilakukan terkait dengan kesediaan fasilitas pendukung untuk penerapan EIP. Penelitian terhadap industri-industri yang terdapat di Kawasan Industri Candi dilakukan untuk mengidentifikasi *input* dan *output* dari masing-masing industri serta untuk mengidentifikasi

keterkaitan limbah satu industri dengan industri lainnya. Hasil identifikasi ini kemudian akan disusun dalam diagram keterkaitan antara satu industri dengan industri lainnya.

3.2 Alasan Pemilihan Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode kualitatif dengan jenis penelitian berupa studi kasus. Penelitian di desain dengan menggunakan studi kasus karena penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan suatu objek, yaitu Kawasan Industri Candi. Dalam penelitian ini, akan dilakukan penilaitingkat penerapan prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi serta diberikan suatu rekomendasi untuk membantu meningkatkan/mengembangkan objek yang diteliti di masa yang akan datang menjadi EIP dengan menggunakan konsep *waste exchange* (pertukaran limbah). Alasan digunakannya konsep *waste exchange* untuk mendesain suatu model penerapan EIP di Kawasan Industri Candi adalah karena perancangan EIP dilakukan pada kawasan yang sudah berjalan dan beroperasi dan didalamnya sudah terdapat sejumlah industri. Lowe (2001) menjelaskan bahwa salah satu strategi awal yang dapat diterapkan oleh kawasan industri yang sudah berjalan untuk menerapkan EIP adalah dengan membentuk *waste exchange* atau sering juga disebut dengan simbiosis industri.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan untuk menilai tingkat penerapan prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Tingkat integrasi antara industri-industri yang berada di kawasan dengan sistem alam** adalah tingkat integrasi kawasan EIP dengan lingkungan yang memperhatikan kesesuaian dengan lingkungan. Dalam menyeleksi/menentukan lokasi untuk kawasan telah dilakukan *assessment* terlebih dahulu terhadap daya dukung lingkungan dan pembangunan kawasan memberikan dampak lingkungan seminimal mungkin (Lowe, 2001).
- **Tingkat penggunaan energi dan air yang berkelanjutan** adalah tingkat penggunaan sistem energi yang memperhatikan efisiensi dalam pemanfaatan energi di kawasan industri sehingga sumber alam yang ada dapat dilestarikan dan penggunaan air yang semaksimal mungkin melalui pemanfaatan air hasil daur ulang (*recycling*) (Lowe, 2001).
- **Tingkat integrasi aliran material dan pengelolaan limbah seluruh industri** adalah tingkat integrasi aliran material dan pengelolaan limbah yang menekankan pada penerapan produksi bersih (*cleaner production*), pencegahan polusi, minimalisasi penggunaan material-material beracun. Tingkat integrasi ini ditunjukkan dengan terhubungnya industri-industri yang berada di kawasan EIP dalam simbiosis mutualisme (Lowe, 2001).
- **Tingkat efektivitas pengelolaan kawasan** adalah tingkat keefektifan pengelolaan kawasan EIP yang memperhatikan komposisi jenis industri yang ada di kawasan sehingga antar industri-industri yang dibangun dapat dikembangkan simbiosis mutualisme (Lowe, 2001).
- **Tingkat rehabilitasi infrastruktur** adalah tingkat pembangunan infrastruktur yang memperhatikan efisiensi penggunaan material dan meminimalkan polusi. Seluruh pembangunan fasilitasnya harus direncanakan dan dirancang agar kuat, mudah perawatannya, dan mudah diubah mengikuti perkembangan serta apabila sudah tidak dipakai mudah untuk di daur ulang (*recycle*) (Lowe, 2001).
- **Tingkat integrasi kawasan industri dengan masyarakat sekitar** adalah tingkat integrasi EIP dengan lingkungan masyarakat sekitar yang terbina dengan baik di mana EIP harus memberi manfaat bagi perkembangan ekonomi masyarakat sekitar (Lowe, 2001).

Adapun skala yang digunakan untuk menilai tingkat penerapan prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi dengan variabel-variabel yang telah dijelaskan sebelumnya adalah Skala *Likert* 1-3 dengan penjelasan sebagai berikut. Nilai 1 menunjukkan bahwa variabel yang dimaksud sudah dilaksanakan secara menyeluruh atau dalam skala seluruh kawasan. Nilai 2 menyatakan bahwa variabel yang dimaksud sudah dilaksanakan namun belum sepenuhnya, dan nilai 3 menunjukkan bahwa variabel yang dimaksud belum dilaksanakan sama sekali.

4. PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Jenis Industri Di Kawasan Dan Limbah Yang Dihasilkan

Saat ini, terdapat 11 perusahaan yang beroperasi di Kawasan Industri Candi yang dapat dikelompokkan dalam 7 jenis industri. Kesebelas perusahaan tersebut menghasilkan limbah yang berbeda-beda, tergantung dari produk yang dihasilkannya. Secara rinci, ke-11 perusahaan yang beroperasi di Kawasan Industri Candi berikut limbah yang dihasilkannya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perusahaan yang beroperasi di kawasan industri candi dan limbah yang dihasilkannya

Perusahaan	Bahan Baku Utama	Produk	Limbah
Sumber Aji Langgeng Santoso, PT	<i>Poly Propylene</i> (PP)	Plastik Kemasan	Sisa Plastik dalam Produksi
Sempurna Boga Makmur, PT	Air <i>Carrageenan</i> Cup Plastik	Jelly Dalam Cup	Sisa Cup Cairan Sisa Proses
Mebel Rialto, PT	Kayu	Furniture	Serbuk Kayu Sisa Potongan Kayu
Mebel Jansen Indonesia, PT	Kayu	Furniture	Serbuk Kayu Sisa Potongan Kayu
Mebel Andalas, PT	Kayu	Furniture	Serbuk Kayu Sisa Potongan Kayu
Marimas Putera Kencana, PT	Gula pasir Asam sitrat Vitamin C Kalsium Pewarna Garam Pemanis Perasa	Minuman	Sisa Kemasan Plastik Air Sisa Produksi
Little Giant Steel, PT	Steel	<i>Hot Roller Steel Sheet</i>	Scrap Air Sisa Pendinginan
Hilon Surabaya, PT	Kain Benang Kapas Sintetis	<i>Bedding goods</i>	Sisa Potongan Kain Sisa Benang Sisa Kapas Sintetis
Cakrawana Furnindo Utama, PT	Kayu	Furniture	Serbuk Kayu Sisa Potongan Kayu
Arindo Garmentama, PT	Kain	Pakaian Jadi Anak	Kain Perca
Allure Indonesia, PT	Kayu	Furniture	Serbuk Kayu Sisa Potongan Kayu

4.2 Penerapan Prinsip-Prinsip EIP Di Kawasan Industri Candi

Hasil penilaian kondisi Kawasan Industri Candi dengan menggunakan variabel penilaian tingkat penerapan prinsip-prinsip EIP dari Lowe (2001) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut. Hasil penilaian kondisi Kawasan Industri Candi dengan menggunakan variabel penilaian tingkat penerapan prinsip-prinsip EIP dari Lowe (2001) menunjukkan bahwa Kawasan Industri Candi baru melaksanakan 1 prinsip walaupun belum sepenuhnya dan belum melaksanakan 5 prinsip lainnya. Dalam hal ini, prinsip yang sudah dilaksanakan namun belum sepenuhnya di Kawasan Industri Candi adalah prinsip tingkat integrasi antara industri-industri yang berada di kawasan dengan sistem alam. Pada awal perencanaan pembangunan Kawasan Industri Candi, pihak pengembang sudah melakukan analisis dampak lingkungan (AMDAL) untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kerusakan lingkungan akibat kegiatan baru yang dilakukan di kawasan tersebut. Namun pada perencanaan tersebut tidak dilakukan analisis yang mendalam tentang kemungkinan limbah yang akan dihasilkan oleh kegiatan industri karena pihak pengembang tidak

memiliki perkiraan industri yang akan dibangun di kawasan tersebut. Pihak pengembang juga telah menetapkan regulasi untuk industri-industri yang menghasilkan limbah B3 agar industri-industri tersebut melakukan analisis dampak lingkungan tersendiri. Pada tahun 2007, pihak pengembang telah melakukan kajian analisis dampak lingkungan kembali yang ditujukan untuk melakukan perbaikan pada AMDAL yang sudah dilakukan sebelumnya.

Berangkat dari hasil penilaian tersebut, untuk mewujudkan EIP, Kawasan Industri Candi perlu melakukan satu langkah awal yaitu dengan cara menerapkan simbiosis mutualisme antar industri atau sering juga disebut dengan *waste exchange*. Konsep ini merupakan konsep yang paling umum dikenal dalam ekologi industri di mana dalam konsep ini perusahaan-perusahaan di kawasan industri berusaha memanfaatkan semaksimal mungkin sumber daya yang ada di kawasan sebelum mengambil sumber daya dari luar (Djajadiningrat dan Famiola, 2002).

Tabel 2. Hasil penilaian kondisi kawasan industri candi berdasarkan prinsip EIP

No.	Prinsip	Penilaian	Keterangan
1	Tingkat integrasi antara industri-industri yang berada di kawasan dengan sistem alam	2	Sudah dilaksanakan namun belum sepenuhnya.
2	Tingkat penggunaan energi dan air yang berkelanjutan	3	Belum dilaksanakan sama sekali.
3	Tingkat integrasi aliran material dan pengelolaan limbah dari seluruh industri	3	Belum dilaksanakan sama sekali
4	Tingkat efektivitas pengelolaan kawasan	3	Belum dilaksanakan sama sekali
5	Tingkat rehabilitasi infrastruktur	3	Belum dilaksanakan sama sekali
6	Tingkat integrasi kawasan industri dengan masyarakat sekitar	3	Belum dilaksanakan sama sekali

4.3 Model Penerapan EIP Dengan Konsep *Waste Exchange*

Dalam pembentukan model penerapan EIP, tahapan yang dilakukan adalah dengan melihat keterkaitan antara *input* dan *output* yang dihasilkan oleh masing-masing industri terutama dari *input* dengan limbah yang dihasilkan oleh masing-masing industri. Berdasarkan keterkaitan limbah ini kemudian disusun model atau jaringan yang menggambarkan hubungan simbiosis industri di Kawasan Industri Candi. Namun jika dari hasil identifikasi keterkaitan limbah tidak diperoleh adanya keterkaitan *input* dan *output* dari masing-masing industri maka dilakukan identifikasi industri yang mungkin didirikan di Kawasan Industri Candi berdasarkan ketersediaan bahan baku yaitu limbah dari industri yang sudah berdiri. Berdasarkan hasil identifikasi ini kemudian dilakukan perancangan model hubungan simbiosis masing-masing industri.

Sebagai langkah awal untuk merancang hubungan simbiosis masing-masing industri adalah menentukan jenis-jenis industri yang dapat memanfaatkan limbah dari sejumlah industri di Kawasan Industri Candi. Secara ringkas, jenis-jenis industri yang dapat memanfaatkan limbah dari sejumlah industri di Kawasan Industri Candi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

Setelah ditentukan berbagai jenis industri yang dapat memanfaatkan limbah dari sejumlah industri di Kawasan Industri Candi, langkah selanjutnya adalah membuat diagram yang menyatakan adanya hubungan simbiosis antara berbagai jenis industri yang saat ini ada di kawasan dengan usulan jenis industri baru yang dapat dikembangkan di kawasan. Secara grafis, diagram yang menggambarkan hubungan simbiosis antara berbagai jenis industri dengan adanya penerapan EIP dengan menggunakan konsep *waste exchange* dapat dilihat pada Gambar 2 pada appendix. Perbedaan kondisi Kawasan Industri Candi sebelum dan sesudah adanya hubungan simbiosis dapat dijelaskan dengan membandingkan Gambar 1 dan Gambar 2. (lihat lampiran). Sebelum adanya hubungan simbiosis, terlihat bahwa tidak terdapat hubungan antar masing-masing industri dan limbah yang dihasilkan sepenuhnya dibuang ke alam. Setelah adanya hubungan simbiosis, terlihat adanya jaringan/*network* yang menghubungkan satu industri dengan industri lainnya. Jaringan tersebut berupa hubungan pemanfaatan limbah dan pemanfaatan produk. Setelah adanya hubungan simbiosis juga terbentuk sistem industri siklus tertutup (*close loop industry*). Sistem industri siklus tertutup ini menunjukkan adanya limbah yang didaur ulang dan digunakan kembali dalam sistem industri (Kristanto, 2013).

Pembangunan industri usulan di Kawasan Industri Candi dapat diurutkan dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku untuk industri usulan yang akan dibangun. Berdasarkan kondisi saat ini, dimana semua input dari industri unggulan sudah tersedia, maka pembangunan industri usulan dalam rangka mengembangkan Kawasan Industri Candi menjadi EIP dapat dilakukan dalam satu tahap. Selain penentuan tahap pembangunan dari industri usulan, hal lain yang sangat penting untuk diperhatikan dalam proses pembangunan industri usulan di Kawasan Industri Candi adalah penentuan lokasi/letak industri yang akan dibangun. Dalam penentuan lokasi industri, masing-masing industri sebaiknya dibangun berdekatan dengan industri yang menghasilkan bahan bakunya. Aliran bahan baku menjadi dasar bagi rancangan seluruh pabrik, aliran barang biasanya merupakan tulang punggung fasilitas produksi dan harus dirancang dengan cermat sehingga tidak boleh dibiarkan tumbuh atau berkembang menjadi pola lalu lintas yang membingungkan bagai benang kusut (Apple, 1997).

Tabel 3. Usulan jenis industri yang dapat memanfaatkan limbah yang dihasilkan oleh industri-industri di kawasan industri candi

Jenis Industri	Bahan Baku	Produk	Sumber
Industri biji plastik daur ulang	Sisa plastik dalam produksi Sisa cup Sisa kemasan plastik	Biji plastik	Utomo, dkk (2010)
Industri kreatif kayu	Potongan kayu Serbuk Kayu	Kerajinan kayu	Sutopo (2013)
Industri kreatif pengolah kain perca	Kain Perca Benang Kapas sintetis	Kerajinan dari kain perca	Sawitri (2009)
Industri pupuk/kompos	Serbuk Kayu Sampah Organik	Kompos	Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Mataram (2000)

5. KESIMPULAN

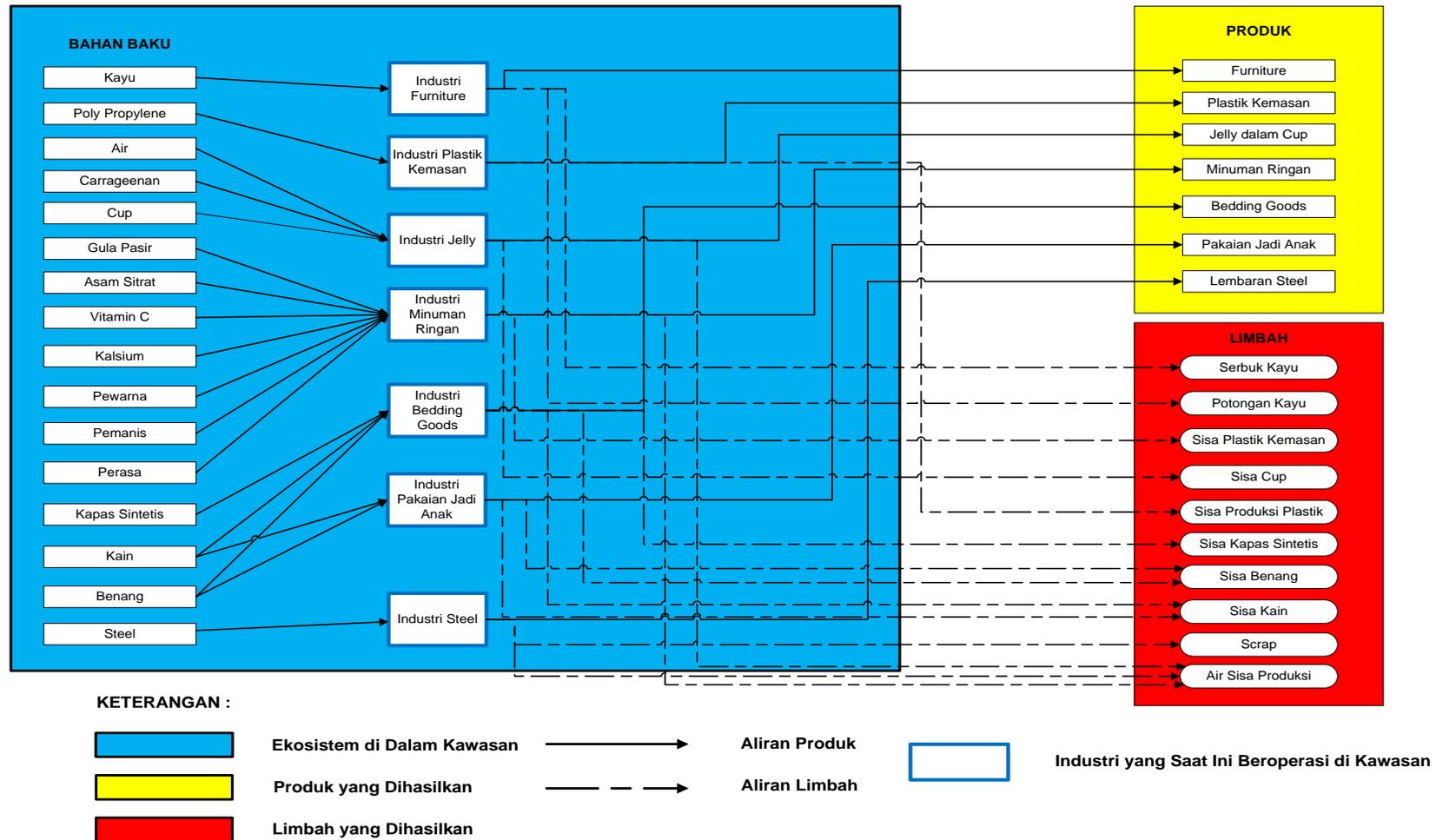
Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap Kawasan Industri Candi maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Industri-industri yang saat ini ada di Kawasan Industri Candi adalah industri-industri yang menghasilkan plastik kemasan, *jelly* dalam cup, *furniture*, minuman, *hot roller steel sheet*, *bedding goods*, dan pakaian jadi anak. Adapun limbah yang dihasilkan oleh masing-masing industri tersebut adalah sisa plastik dalam produksi pp cup, sisa kardus, sisa cup dan sisa air pada proses produksi *jelly*, sisa serbuk, dan potongan kayu pada produksi *furniture*, sisa kemasan plastik dan air sisa produksi pada produksi marimas, *scrap* dan air sisa pendinginan pada produksi lembaran *steel*; kain perca, benang, dan kapas sintetis pada produksi *bedding goods*, dan kain perca pada produksi pakaian anak.
2. Penerapan prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi saat ini masih termasuk dalam kategori belum sama sekali dilakukan. Hal ini terlihat dari hasil analisis penerapan prinsip-prinsip EIP di Kawasan Industri Candi yang menunjukkan bahwa hanya 1 prinsip saja yang sudah dilaksanakan namun belum sepenuhnya sedangkan ke 5 prinsip lainnya belum dilaksanakan sama sekali. Dalam hal ini, prinsip yang sudah dilaksanakan namun belum sepenuhnya di Kawasan Industri Candi adalah tingkat integrasi antara industri-industri yang berada di kawasan dengan sistem alam. Di Kawasan Industri Candi juga belum terdapat hubungan simbiosis antara masing-masing industri.
3. Terdapat 4 jenis industri yang diusulkan untuk mewujudkan Kawasan Industri Candi menjadi EIP dengan menggunakan konsep *waste exchange*. Keempat industri tersebut adalah industri biji plastik daur ulang, industri kreatif kayu, industri kreatif pengolahan kain perca, dan industri pupuk/kompos.

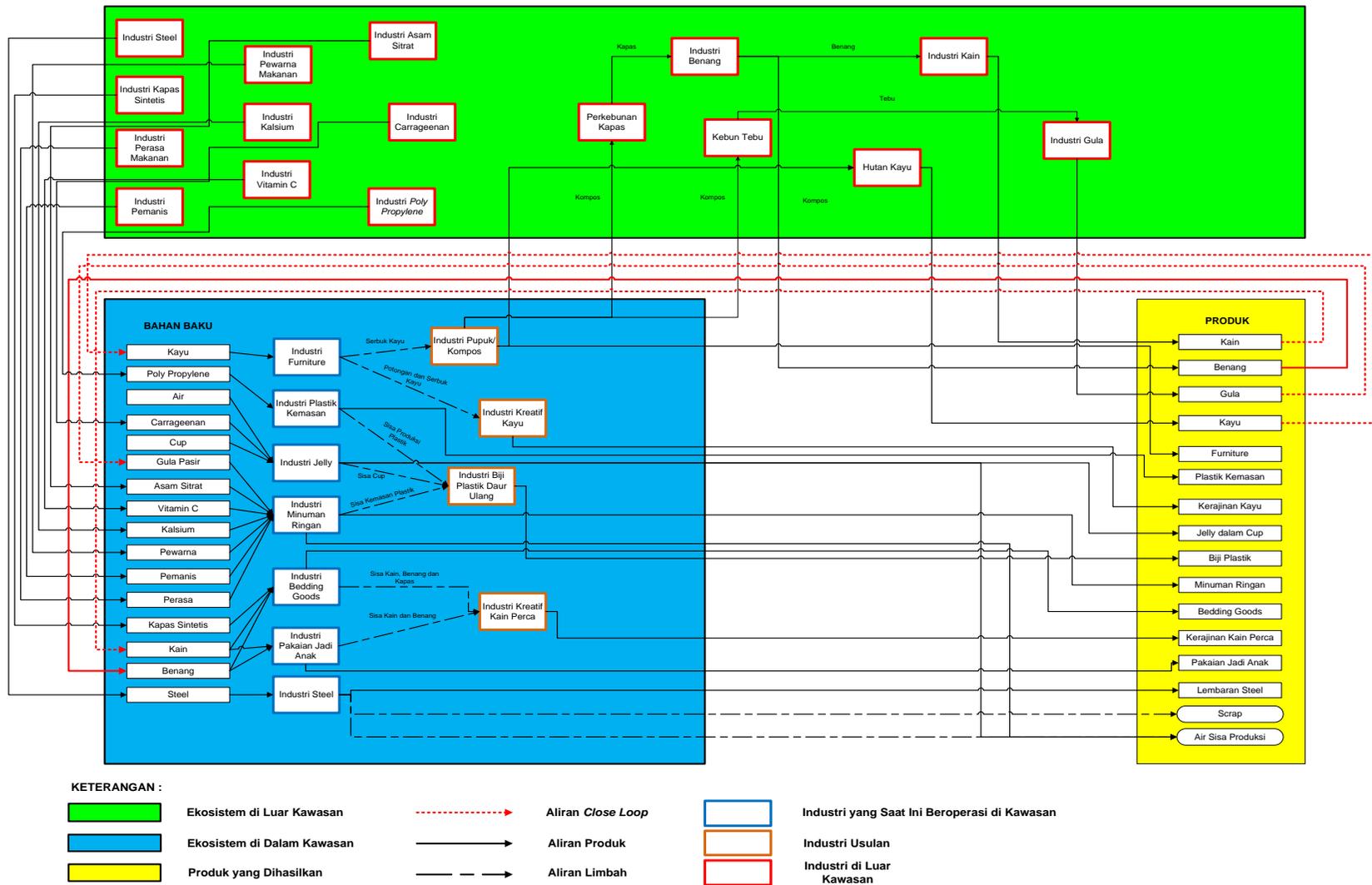
DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M., 1997, *Plant Layout and Material Handling* (3rd ed), Jhon Wiley & Sons, Inc., New York:
- Dirdjojuwono, R. W., 2004. *Kawasan Industri Indonesia: Sebuah Konsep Perencanaan dan Aplikasinya*. Pustaka Wirausaha Muda, Bogor:
- Djajadiningrat, S. T., dan Famiola, M., 2004, *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco-Industrial Park)*, Rekayasa Sains, Bandung
- Ehrenfeld, J., dan Gertler, N., 1997, The Evolution of Interdependence at Kalundborg, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.1, No. 1, 67-80.
- Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Mataram, 2000, *Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian*. Diambil kembali dari Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia: pustaka.litbang.deptan.go.id/agritek/ntbr0107.pdf
- Kementerian Perindustrian, 2012, *Laporan Perkembangan Program Kerja Kemenperin 2004-2012*, Kemenperin, Jakarta
- Kristanto, I. P., 2013, *Ekologi Industri* (2nd ed).Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Lowe, E. A., 2001, *Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*. Indigo Development, Oakland
- Moertinah, S., 2010, Kajian Proes Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, Vol. 1, No. 2, 104-114
- Peraturan Pemerintah No. 4 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri
- Sawitri, S., Rachmawati, R., dan Syamwil, R., 2009, Pemanfaatan Kain Perca dalam Rangka Meningkatkan Industri Kreatif di Kabupaten Semarang, *Artikel Ilmiah*, Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Soeling, P. D., 2007 Pertumbuhan Bisnis dan Tanggung Jawab Sosial Perusahaan. *Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi, Bisnis & Birokrasi*, Vol.15, No. 1.
- Sutopo, Wurgandini, T., dan Amrullah, A. H., 2013, Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Produk Kerajinan dan Asesoris Interior dengan Teknik Cor dan Press di Desa Panggungharjo,. *Laporan Kegiatan*, Bantul, Yogyakarta.
- Syahruddin, 2010, Evaluasi Implementasi Kebijakan Pengembangan Kawasan Industri, Bisnis & Birokrasi, *Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*, Vol.17, No. 1, 31-43.
- Utomo, T., Choiron, M. A., dan Isngadi, 2010, *Laporan Akhir Program Ipteks Bagi Masyarakat*. LPPM Universitas Brawijaya, Malang

LAMPIRAN



Gambar 1.1 Kondisi Existing Industri di Kawasan Industri Candi



Gambar 1.2 Hubungan Simbiosis Industri di Kawasan Industri Candi