

Identifikasi Dampak *Global Warming Potential* (GWP) pada Proses Produksi di *Flexible Packaging Film*

Flarisza Shafa' Rizkita¹, Alma Vita Sophia^{1*}, dan Ahmad Erlan Afiuddin¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: alma@ppns.ac.id

Abstrak

Salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia saat ini adalah industri *Flexible Packaging Film*. Proses *Flexible Packaging Film* menghasilkan dampak lingkungan salah satunya yaitu *Global Warming Potential* (GWP). Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan batasan sistem *gate to gate*. Proses produksi *Flexible Packaging Film* meliputi proses *Silo Raw Material Storage* hingga *Boiler Liquefied Natural Gas* (LNG). Analisis dampak lingkungan dilakukan menggunakan *Software OpenLCA 1.11.0* dengan metode *Environmental Design of Industrial Product* (EDIP) 2003. Berdasarkan hasil analisis didapatkan dampak GWP sebesar $2,67 \times 10^5$. GWP berasal dari emisi CO₂ dan CH₄ pada proses *Trimmer* dengan nilai sebesar $6,24 \times 10^4$. Aksi mitigasi dilakukan dengan merubah limbah plastik menjadi biji plastik menggunakan penambahan alat berupa *Extruder Palletizing Plastic*. Aksi mitigasi yang akan dilakukan nantinya dapat menurunkan dampak GWP parameter CO₂ dan parameter CH₄.

Keywords: Environmental Design of Industrial Product (EDIP) 2003, Flexible Packaging Film, Global Warming Potential (GWP), Life Cycle Assessment (LCA), OpenLCA

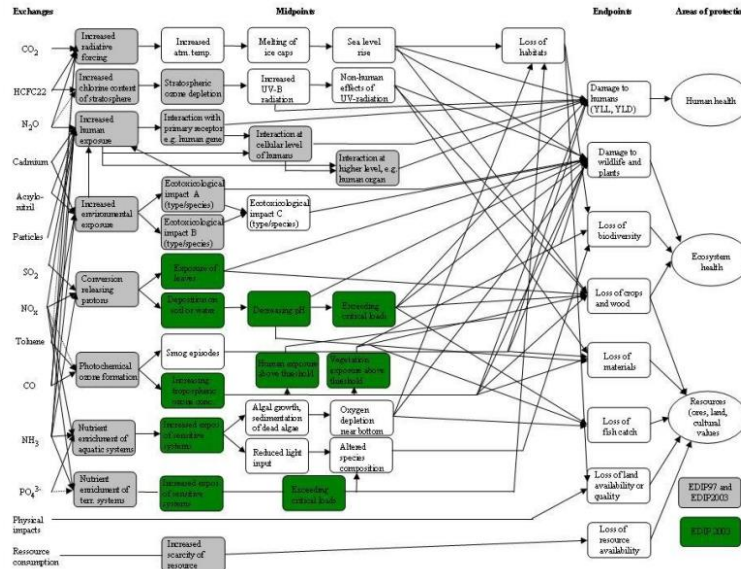
1. PENDAHULUAN

Era globalisasi saat ini mendukung industri untuk bersaing, peningkatan efisiensi merupakan jawaban dalam mengatasi persaingan produk sejenis dari industri pesaing di dalam negeri maupun di luar negeri (Turistiati, 2016). Salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia saat ini adalah industri *Flexible Packaging Film*. Industri *Flexible Packaging Film* akhir-akhir ini menjadi populer dikarenakan produknya yang selalu dibutuhkan untuk mengemas berbagai produk. *Flexible Packaging Film* dipakai sebagai pengganti kemasan *rigid* maupun kemas kaleng atas pertimbangan ekonomis kemudahan dalam *handling* (Denisa, 2007). Berdasarkan data dan informasi konservasi energi kementerian ESDM sektor industri menjadi salah satu pengguna energi tertinggi. Penggunaan energi yang tinggi ini menjadikan sektor industri menjadi salah satu penyumbang emisi Gas CO₂ yang cukup tinggi. Berdasarkan laporan emisi gas rumah kaca Industri RI total emisi GRK industri mengeluarkan emisi sebesar 238,1 Juta Ton CO₂eq pada tahun 2022 (Erlina dkk., 2023).

Salah satu usaha untuk menciptakan produksi yang ramah lingkungan adalah dengan mempertimbangkan dampak yang ditimbulkan oleh daur hidup produk. Diperlukan metode yang dapat mengevaluasi daur hidup produk sehingga dapat meminimalisir dampak negatif lingkungan sebagai upaya pengembangan produk berkelanjutan. Salah satu metode untuk menganalisis dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh suatu proses adalah *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA merupakan kompilasi dan evaluasi masukan, keluaran dan dampak lingkungan potensial dari sistem produk di seluruh daur hidupnya (KLHK, 2021). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis dampak lingkungan *Global Warming Potential* (GWP). Penelitian ini menggunakan lingkup *gate to gate* pada proses produksi *Flexible Packaging Film*. *Software* yang digunakan yaitu *OpenLCA 1.11.0* dengan metode *Environmental Design of Industrial Products* (EDIP) 2003. Metode EDIP dipilih karena metode ini berfokus pada kegiatan industri dan *impact category* berkaitan terhadap dampak lingkungan khususnya ke udara (Ii & Literatur, 2008).

2. METODE

Pada metode LCA terdapat 4 ruang lingkup untuk menentukan batasan-batasan sistem yang digunakan berdasarkan *standard ISO 14044* didalam sebuah LCA. Penentuan *goal and scope* merupakan pendefinisian tujuan dan ruang lingkup rencana kerja yang akan diteliti menggunakan metode LCA. LCI merupakan penilaian siklus hidup yang melibatkan kompilasi dan kuantifikasi *input-output* produk sepanjang siklus hidupnya didalam batasan yang. LCIA merupakan evaluasi dampak potensi terhadap lingkungan dengan menggunakan hasil dari LCI dan menyediakan informasi untuk menginterpretasikan pada fase terakhir. Interpretasi hasil dan kesimpulan (Harjanto dkk., 2012). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu EDIP 2003 dengan kategori dampak dapat dilihat pada Gambar 1.



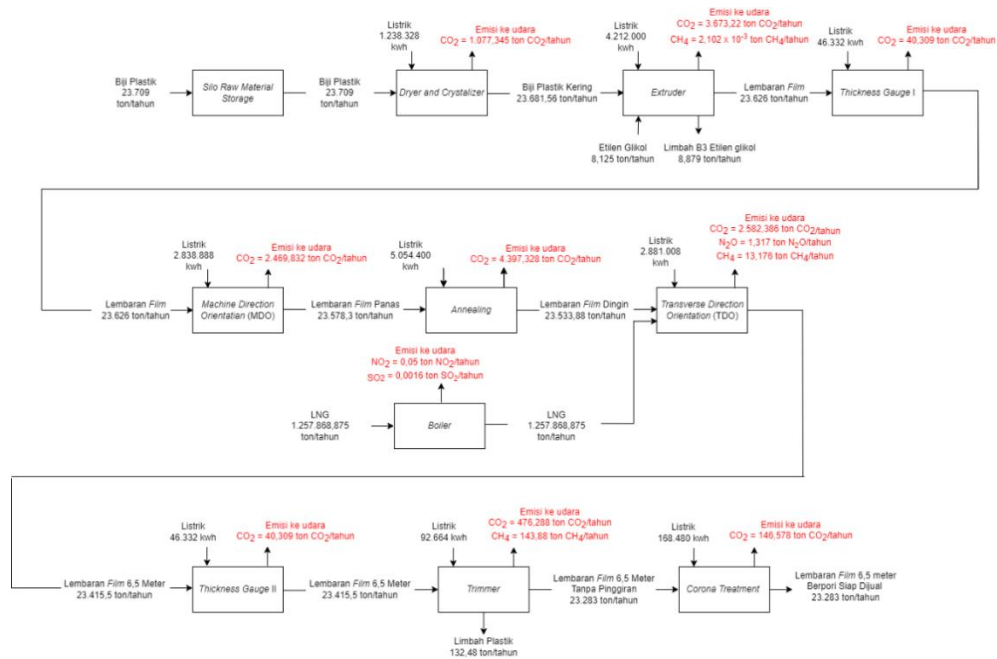
Gambar 16. Kategori dampak metode EDIP 2003

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari tahapan metode LCA pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Penentuan Goal and Scope

Ruang lingkup pada penelitian ini dilakukan dengan batasan sistem *gate to gate*. Analisis dampak lingkungan dilakukan menggunakan *Software OpenLCA 1.11.0* dengan metode EDIP 2003. Pemilihan *scope* berdasarkan proses utama di produksi *Flexible Packaging Film*. Dampak lingkungan yang dianalisis yaitu dampak GWP dikarenakan sesuai dengan tujuan penelitian ini. Ruang lingkup kajian LCA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 17. Neraca Massa Penelitian

3.2 Life Cycle Inventory (LCI)

Tahapan analisis LCI yaitu mengumpulkan semua data material yang ada keterkaitannya dengan analisis LCA tahun 2023. Data *input* yang digunakan terdiri dari kebutuhan bahan baku, sumber daya listrik, bahan bakar dan bahan kimia. Data *output* yang terdiri dari produk yang dihasilkan dan limbah hasil sisa proses produksi. Data emisi yaitu seluruh emisi yang dihasilkan dari proses produksi yang berlangsung. Semua data yang dibutuhkan bisa didapatkan melalui data *primer* maupun data *sekunder*. Data LCI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 11. Data Inventory

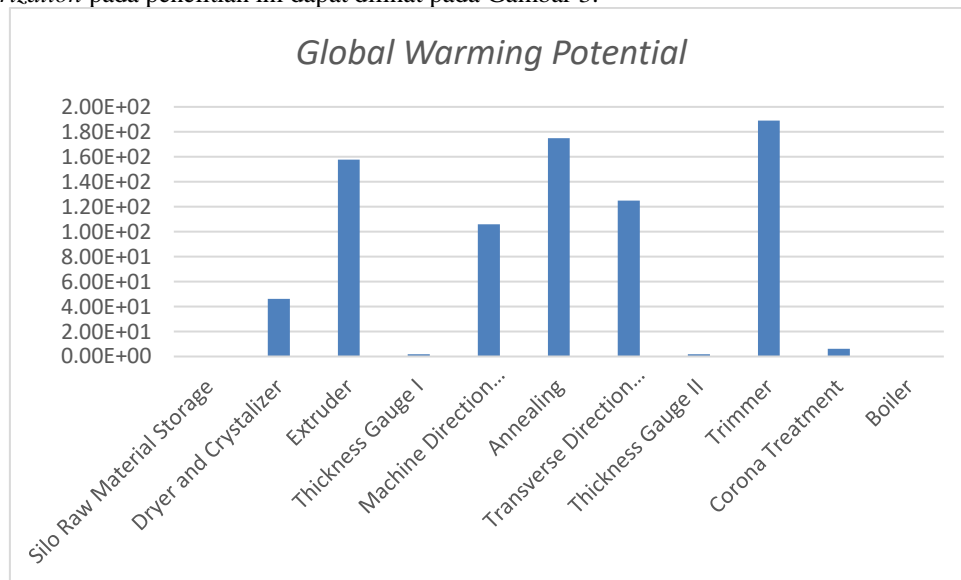
Unit Kegiatan	Input-Output-Emisi	Material/Komponen	Kuantitas	Satuan	Sumber Data
Silo Raw Material Storage	Input	Biji plastik	23.709	ton	Data Primer
	Output	Biji plastik	23.709	ton	Data Primer
Dryer and Crystalizer	Input	Biji plastik	23.709	ton	Data Primer
		Listrik	1.238.328	kwh	Data Primer
	Output	Biji plastik kering	23.681,56	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	1.077,35	ton CO ₂	Data Sekunder
Extruder	Input	Biji plastik kering	23.681,56	ton	Data Primer
		Etilen glikol	8,125	ton	Data Primer
		Listrik	4.212.000	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film	23.626	ton	Data Primer
		Limbah B3 Etilen glikol	8,879	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	3.673,22	ton CO ₂	Data Sekunder
CH ₄		$2,102 \times 10^{-3}$	ton CH ₄	Data Sekunder	
Thickness Gauge I	Input	Lembaran film	23.626	ton	Data Primer
		Listrik	46.332	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film	23.626	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	40,309	ton CO ₂	Data Sekunder
Machine Direction Orientation (MDO)	Input	Lembaran film	23.626	ton	Data Primer
		Listrik	2.838.888	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film panas	23.578,30	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	2.469,83	ton CO ₂	Data Sekunder
Annealing	Input	Lembaran film panas	23.578,30	ton	Data Primer
		Listrik	5.054.400	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film dingin	23.533,88	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	4.397,33	ton CO ₂	Data Sekunder
Transverse Direction Orientation (TDO)	Input	Lembaran film dingin	23.533,88	ton	Data Primer
		LNG	1.257.868,88	ton	Data Primer
		Listrik	2.881.008	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film 6,5 meter	23.415,50	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	2.582,39	ton CO ₂	Data Sekunder
		CH ₄	13,176	ton CH ₄	Data Sekunder
N ₂ O		1,317	ton N ₂ O	Data Sekunder	
Thickness Gauge II	Input	Lembaran film 6,5 meter	23.415,50	ton	Data Primer
		Listrik	46.332	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film 6,5 meter	23.415,50	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	40,309	ton CO ₂	Data Sekunder
Trimmer	Input	Lembaran film 6,5 meter	23.415,50	ton	Data Primer
		Listrik	92.664	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film 6,5 meter tanpa pinggiran	23.283	ton	Data Primer
		Limbah plastik	132,48	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	476,288	ton CO ₂	Data Sekunder
		CH ₄	143,88	ton CH ₄	Data Sekunder
Corona Treatment	Input	Lembaran film 6,5 meter tanpa pinggiran	23.283	ton	Data Primer

Unit Kegiatan	Input-Output-Emisi	Material/Komponen	Kuantitas	Satuan	Sumber Data
		Listrik	168.480	kwh	Data Primer
	Output	Lembaran film 6,5 meter berpori siap dijual	23.283	ton	Data Primer
	Emisi	CO ₂	146,578	ton CO ₂	Data Sekunder
Boiler Liquefied Natural Gas (LNG)	Input	LNG	1.257.868,88	ton	Data Primer
	Output	LNG	1.257.868,88	ton	Data Primer
	Emisi	NO ₂	0,05	ton NO ₂	Data Sekunder
		SO ₂	0,0016	ton SO ₂	Data Sekunder

3.3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

a. Characterization

Characterization merupakan tahap mengidentifikasi kategori-kategori dampak dan mengelompokkannya berdasarkan faktor produksi yang didapat dari LCI. Kategori dampak lingkungan ditimbulkan berdasarkan kontribusi sumber daya produksi berdasarkan tiap satuan pengukuran (Simanjuntak C, 2018). Hasil analisis *characterization* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

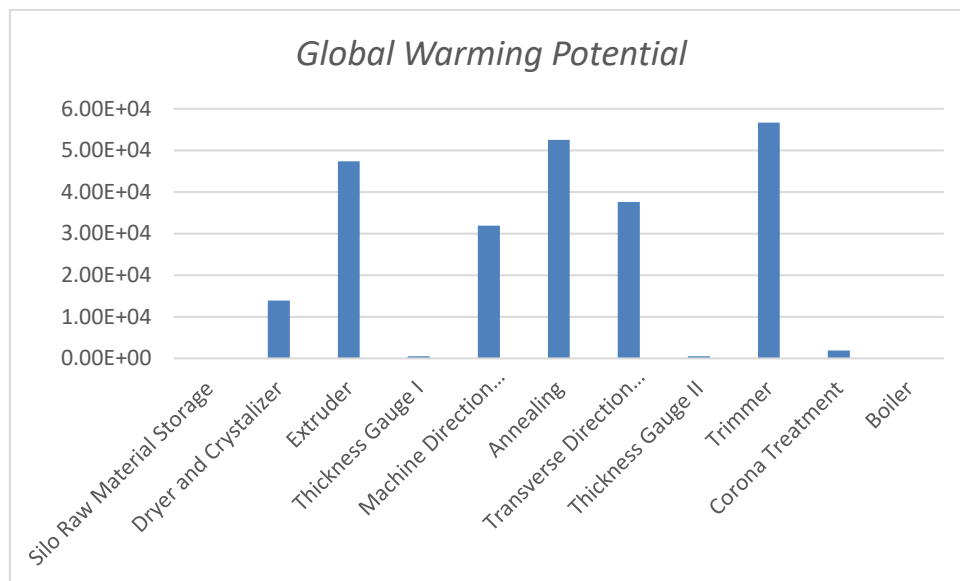


Gambar 18. Hasil analisis *characterization*

Berdasarkan Gambar 3, Unit proses *Trimmer* memiliki nilai *characterization* yang paling tinggi yaitu sebesar $1,89 \times 10^2$. Unit *Trimmer* terdapat emisi berupa CO₂ dan CH₄ yang menjadi penyumbang emisi GWP sehingga memiliki nilai yang paling tinggi.

b. Normalization

Normalization merupakan tahap menyetarakan kategori dampak ke dalam unit satuan yang sama. Nilai *normalization* didapatkan berdasarkan nilai *characterization* dikalikan dengan faktor *normalization*. Hasil analisis *normalization* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.

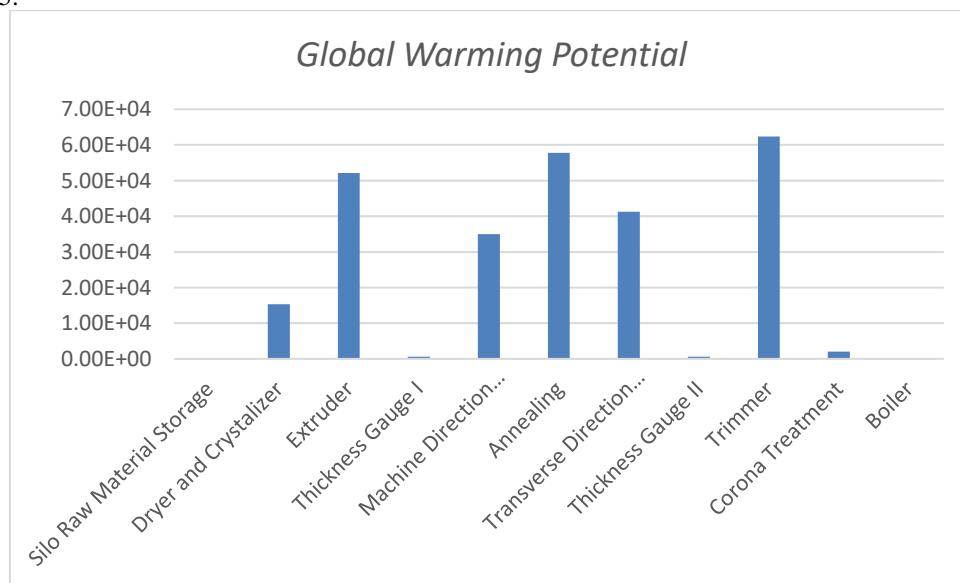


Gambar 19. Hasil analisis normalization

Berdasarkan Gambar 4, unit proses *Trimmer* memiliki nilai *normalization* yang paling tinggi yaitu sebesar $5,67 \times 10^4$. Unit *Trimmer* terdapat emisi berupa CO₂ dan CH₄ yang menjadi penyumbang emisi GWP sehingga memiliki nilai yang paling tinggi.

c. Weighting and Single Score

Weighting merupakan tahapan yang digunakan dalam pemberian bobot pada setiap kategori dampak yang berbeda sesuai dengan *weighting factor*. *Single score* merupakan tahapan klasifikasi semua nilai dari *impact category* berdasarkan proses. Hasil analisis *weighting and single score* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 20. Hasil analisis weighting and single score

Berdasarkan Gambar 5, unit proses *Trimmer* memiliki nilai *weighting and single score* yang paling tinggi yaitu sebesar $6,24 \times 10^4$. Unit *Trimmer* terdapat emisi berupa CO₂ dan CH₄ yang menjadi penyumbang emisi GWP sehingga memiliki nilai yang paling tinggi.

3.4 Interpretasi Hasil dan Kesimpulan

Interpretasi hasil dan kesimpulan merupakan evaluasi dan analisis dampak lingkungan dihasilkan dalam upaya menentukan perbaikan dan mengurangi dampak negatif lingkungan. Tahap ini akan menghubungkan data inventori dan kategori dampak yang dikaji untuk menentukan dampak yang signifikan (*hotspot*) dan kesimpulan. Analisis *hotspot* dilakukan dengan menentukan titik-titik *hotspot* atau titik yang menimbulkan dampak paling signifikan. Titik *hotspot* dapat berupa kategori dampak, unit proses maupun substansi yang

memiliki nilai tertinggi pada suatu rangkaian proses produksi. Hasil analisis *normalization* menggunakan *software OpenLCA 1.11.0* dengan metode EDIP 2003 digunakan sebagai acuan untuk menentukan titik *hotspot*.

Kategori dampak yang dikaji pada penelitian ini adalah GWP. Berdasarkan hasil *normalization* yang telah disajikan titik *hotspot* unit proses terletak pada unit *Trimmer* yang memiliki nilai *normalization* paling tinggi. Unit proses *Trimmer* menjadi *hotspot* proses karena menyumbang emisi GWP paling besar dengan substansi pencemar CO₂ dan CH₄. Alternatif aksi mitigasi untuk menurunkan emisi GWP pada unit proses *Trimmer* diperlukan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis LCA produksi *Flexible Packaging Film* dapat disimpulkan bahwa 3 unit proses yang memiliki kategori dampak GWP terbesar. Unit proses tersebut yaitu unit proses *Trimmer*, *Annealing* dan *Extruder*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Denisa. (2007). Pelatihan kemasan. *Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian*.
- Erlina, V. (2023). *Emisi Gas Rumah Kaca Industri RI*. Kementerian Perindustrian (Kemenperin). 2022–2023.
- Harjanto, T. R., Cilacap, P. N., Fahrurrozi, M., Mada, U. G., Bendiyasa, I. M., & Mada, U. G. (2012). Life Cycle Assessment Pabrik Semen PT Holcim Indonesia Tbk . Pabrik Cilacap : Komparasi antara Bahan Bakar Batubara dengan Biomassa. *January*.
- Ii, B. A. B. (2008) Peranan Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Dalam Menunjang Perolehan Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (Proper) Pada Industri Mineral Timah.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021). Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (LCA). Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *September*.
- Simanjuntak C. 2018. Menganalisis Tingkat Eco-Efficiency Pada Aktivitas Produksi Pensil Menggunakan Life Cycle Assessment (LCA). Semarang, Universitas Diponegoro.
- Turistiati, T. (2016). Prosiding Seminar STIAMI ISSN 2355-2883 Volume III, No. 01, Februari 2016. *Prosiding Seminar STIAMI, III(01)*. <http://www.stiami.ac.id/jurnal/download/144/model-pembinaan-umkm-industri-kreatif-sebuah-solusi-meningkatkan-daya-saing-global>