

# ANALISA DAMPAK LINGKUNGAN MATERIAL DAN ENERGI PROSES PEMBUATAN BATIK MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)

## Studi Kasus : BATIK TOBAL PEKALONGAN

De Naddya YF. Sumarata<sup>1</sup>, Irwan Sukendar<sup>2</sup>, Nurwidiana<sup>3</sup>

Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)

Jl. Raya Kaligawe KM.4 Semarang

denaddya@gmail.com

**ABSTRAK** - Batik Tobal adalah home industry yang memproduksi Batik, yang berlokasi di Jl. Teratai nomor 24, Klego, Pekalongan Timur, Kota Pekalongan, Jawa Tengah. Limbah cair batik yang mengandung zat warna senyawa organik non-biodegradable, yang artinya sukar larut atau sukar diuraikan, kurangnya fasilitas waste treatment, ketergantungan pada bahan bakar, penggunaan lilin berlebihan, dan tingkat penggunaan air bersih yang tinggi termasuk dalam kategori “damage” terhadap lingkungan. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan identifikasi pada material dan energi yang digunakan untuk proses pembuatan batik menggunakan SimaPro software untuk 3 kategori utama dan 17 subkategori setiap “damage impact” lingkungan yang ditimbulkan sehingga dapat mengetahui proses mana yang memiliki kontribusi negatif paling besar terhadap lingkungan. Diketahui terdapat beberapa bahan baku yang menjadi pengaruh paling besar terhadap lingkungan yakni, minyak tanah, bahan pewarna dan energi listrik.

Nilai dampak di atas 0 Pt, menunjukkan bahwa kategori tersebut terkena dampak negatif terhadap lingkungan. Skala 1 Pt adalah perwakilan untuk satu seperseribu beban lingkungan tahunan satu penduduk rata-rata negara. Adapun yang dihasilkan dari pengolahan SimaPro software 8.5.0 adalah nilai total dampak kontribusi negatif yang diperoleh untuk kategori Human Health sebesar 0.371 Pt, Ecosystems sebesar 0.067 Pt dan Resources sebesar 2.74. Dari 3 kategori tersebut Resources merupakan kategori yang berkontribusi paling besar terhadap lingkungan. Usulan perbaikan yang bisa diterapkan adalah pemilihan bahan pewarna alternatif, penghematan air bersih, melakukan reused pada lilin malam sebanyak 4-6 kali pemakaian, menyediakan beberapa bak pengelolaan limbah cair untuk proses penyaringan, pengolahan dan penjernihan serta penghematan bahan bakar minyak tanah atau mengganti kompor minyak tanah dengan kompor minyak jelantah untuk mengurangi emisi. Kategori Human Health sebelum usulan perbaikan memiliki nilai dampak damage sebesar 1.1 Pt dan setelah perbaikan memberikan nilai dampak damage sebesar 0.428 Pt, yang berarti bahwa dampak terhadap lingkungan menurun sebesar 0.672 Pt. Kategori Ecosystems bernilai dampak damage sebesar 0.205 sedangkan nilai hasil dari usulan perbaikan sebesar 0.0841 Pt, sehingga nilai kategori dampak damage tersebut telah berkurang sebesar 0.1209 Pt. Kemudian pada kategori Resources memiliki nilai dampak kerusakan terhadap lingkungan sebesar 2.74 Pt dan nilai akhir setelah perbaikan sebesar 1.05 Pt, sehingga nilai dampak tersebut berkurang sebesar 1.69 Pt. Dengan kata lain, dampak kerusakan yang terjadi setelah melakukan simulasi usulan perbaikan menurunkan single score akhir pada kategori human health menurun sebesar 38.90%, ecosystems menurun sebesar 41.02% dan resources menurun sebesar 38.32%.

**Kata kunci:** proses pembatikan, lifce cycle assessment

**ABSTRACT** - PT. Perkebunan Nusantara IX Kebun Ngobo is a company engaged in agriculture focusing on raw rubber production. The types of rubber produced are classified based on the quality of the products produced, namely RSS 1, RSS 3, RSS 4 and Cutting. The product is good quality if there is a match between the production produced by the standard target plan or the quality target that set by the company with a disability tolerance limit of a maximum of 7% in one year production. However, the percentage of defect product data shows that overall the defective products reaches a defect rate of 8.37% in the 1-year production period. This shows that the conditions have exceeded the standards set by the company. Therefore we need a quality control tool to find out the cause of the defect, and overcome the defects that occur in order to support the improvement of product quality to avoid even more product defects.

The SQC Seven Tools method is used to find the root cause of defects in the product. The FMEA method is used to identify potential failures in a product or process before they occur, consider the

*risks associated with these failures, and identify and implement corrective actions to address the most important problems.*

*The results showed that the type of defect that occurs in raw rubber products is the presence of stains and bubbles on the rubber sheet. The size of the type of defect that determines the grade / class of product quality: RSS 3 as much as 2.47%, RSS 4 as much as 83.42%, and Cutting as much as 14.11%. The causes of disability caused by factors of workers, machinery, work methods, raw materials, and the environment. The proposed improvement is in accordance with the highest RPN results, namely the room temperature that is less controlled, so the company must control the room temperature in the smoking room starting from the initial smoking process to the final smoking process.*

**Keywords:** PTPN IX Kebun Ngobo, QC, SQC, Seven Tools, FMEA

## PENDAHULUAN

Warisan budaya leluhur negara Indonesia sangat beragam, salah satunya adalah kain tradisional Batik. Batik dalam bahasa Jawa ditulis dengan “*bathik*”, yang mengacu pada huruf Jawa “*tha*” yang menunjukkan bahwa batik adalah serangkaian gambar yang dibentuk oleh titik-titik yang saling menyambung satu dan yang lainnya (Wulandari, 2011). Batik Tobal adalah *home industry* yang memproduksi Batik, yang berlokasi di Jl. Teratai nomor 24, Klego, Pekalongan Timur, Kota Pekalongan, Jawa Tengah. Batik Tobal merupakan produk pakaian batik cap dan tulis untuk wanita, pria serta anak-anak. Tidak hanya pakaian saja, Batik Tobal juga memproduksi sarung batik siap pakai dan beberapa aksesoris yang berbahan dasar dari kain batik seperti sarung, syal, blangkon, tas unik, dompet, sandal, dudukan kursi dan lain sebagainya yang tentunya semua proses pembuatan dengan cara *hand made*. Diketahui pada Batik Tobal apabila dibandingkan dengan *make to stock*, proses *make to order* memiliki proporsi jumlah pesanan yang paling sering dilakukan. Semakin banyak jumlah pesanan, maka semakin besar pula dampak yang dihasilkan ke lingkungan sehingga memberikan pengaruh besar terhadap masalah yang terjadi.

Berdasarkan studi lapangan yang dilakukan di Batik Tobal, diperoleh informasi mengenai tingkat produktivitas tinggi yang tentu saja sangat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan sekitar salah satu penyebabnya karena proses produksi masih belum ramah lingkungan. Limbah cair batik yang mengandung zat warna senyawa organik *non-biodegradable*, yang artinya sukar larut atau sukar diuraikan, kurangnya fasilitas *waste treatment*, ketergantungan pada bahan bakar, penggunaan lilin berlebihan, dan tingkat penggunaan air bersih yang tinggi termasuk dalam kategori “*damage*” terhadap lingkungan. Seharusnya standar produksi yang baik adalah memperhatikan keamanan dan efek dari bahan baku atau material yang digunakan, agar terciptanya keserasian dengan lingkungan. Namun, hingga saat ini permasalahan tersebut juga masih diabaikan oleh Batik Tobal.

Batik Tobal belum memiliki manajemen lingkungan yang secara jelas membahas mengenai usulan pengelolaan lingkungan dalam konsep *green manufacturing* serta alternatif lain yang seharusnya dibutuhkan pada Batik Tobal. Dengan melihat kondisi saat ini, agar dapat mencapai tujuan yang ingin dicapai Batik Tobal perlu memperhatikan aspek-aspek lingkungan dalam setiap kegiatan produksinya demi menciptakan keselarasan terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu peneliti akan melakukan identifikasi secara *detail* seluruh *input/output* material dan energi yang digunakan dalam kegiatan proses produksi batik yang menimbulkan dampak lingkungan sehingga dari hasil identifikasi tersebut dapat digunakan sebagai usulan saran bahan pertimbangan bagi Batik Tobal dalam penggunaan dan pemanfaatan bahan baku yang lebih meminimalisir dampak terhadap lingkungan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan kajian pustaka yang diperoleh dari beberapa jurnal, prosiding dan laporan tugas akhir, metode yang digunakan tentang *Life Cycle Assessment* telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya seperti Prabowo Putri, R dan Pambudi Tama, I pada tahun 2010 dengan judul penelitian “*Environmental Impact Evaluation in Supply Chain Activity of Kud Batu’s Dairy Product Using Life Cycle Assessment Implementation and Analytical Network Process Approach*” studi kasus pada Koperasi Unit Desa (KUD) Batu yang merupakan jenis koperasi yang melakukan proses pengolahan susu yang berasal dari peternak sapi perah dan menjadi suatu produk susu pasteurisasi. Metode LCA digunakan untuk memperoleh bobot *impact* dari masing-masing kegiatan sehingga dapat diketahui bagian mana dari *supply chain* yang memberikan dampak terbesar terhadap lingkungan.

Diana Puspitasari pada tahun 2012 dengan judul penelitian “Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi menggunakan *Life Cycle Assessment* untuk Menciptakan *Sustainable Production* di IKM Batik” studi kasus pada Batik Larisa. Melakukan analisis *assessment* dari keseluruhan pembuatan batik menggunakan *metode life cycle assesment* sehingga dapat diketahui nilai pembobotan dari perhitungan LCA dengan metode *eco cost* yakni biaya pencegahan dari emisi yang diperoleh dari hasil kalkulasi antara normalisasi dengan standart biaya pencegahan emisi *eco cost*.

Pujadi, Melfa Yola pada tahun 2013 dengan judul “Analisis *Sustainability Packaging* dengan Metode *Life Cycle Assesment*” dalam penelitiannya LCA digunakan untuk menganalisa dampak yang ditimbulkan dai kemasan mie instan cup, sehingga dapat mengetahui kemasan yang lebih ramah lingkungan yang menggunakan satu pendekatan secara keseluruhan yakni *cradle to grave* yang dimulai dari pengambilan *raw materials* dari bumi untuk membuat produk dan berakhir pada titik dimana seluruh material kembali kebumi.

Viditwo Ashari, dkk pada tahun 2014 dengan judul penelitian “Analisis *Cradle to Grave* Produk Batik Cabut”. Dalam penelitiannya LCA digunakan untuk mengetahui nilai dampak lingkungan perlu adanya penilaian menggunakan metode *life cycle assesment* dan *life cycle cost*, yang kemudian digunakan untuk menilai *eco-efficiency* terhadap suatu produk.

Arini Wahyu Utami, dkk pada tahun 2015 dengan judul “*Life Cycle Assesment (LCA)* Pada Produksi Benang Polyester” studi kasus pada PT. Industri Sandang Nusantara UNIT Patal Secang. Dalam penelitiannya tahap pertama penetapan penggunaan energi serta mengetahui emisi dan dampak lingkungan pada produksi benang polyester. Tahap kedua adalah analisis inventarisasi dengan mengukur jumlah penggunaan bahan baku dan energi serta mengukur gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan Nox. Tahap ketiga adalah analisis dampak dengan klasifikasi, karakteristik dan pembobotan dampak. Tahap keempat adalah interpretasi dengan mengevaluasi keseluruhan sistem dan pemberian rekomendasi keputusan bagi PT. Industri Sandang Nusantara.

## METODOLOGI PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan pada Batik Tobal Pekalongan yang berlokasi berlokasi di Jalan Teratai No. 24, Klego, Pekalongan Timur, Kota Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia. Batik tobal Pekalongan merupakan *home industry* yang bergerak dibidang produksi pakaian. Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan secara akurat tentang fakta – fakta dan dan sifat – sifat suatu objek yang biasa disebut sebagai penelitian survei karena data yang digunakan dikumpulkan dengan teknik wawancara dan didukung oleh *interview guide* dan *schedule questionari* (sinalingga, 2013).

Objek penelitian pada penelitian ini yaitu proses pembatikan hingga limbah yang dihasilkan pada Batik Tobal Pekalongan. Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah sistematis dalam pemecahan masalah pada suatu penelitian.

## PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data meliputi data yang diperoleh yaitu data konsumsi bahan baku, energi yang dipakai serta proses pembuatan batik dari bulan 25 Desember 2017 hingga 25 Desember 2018.

### 1. Pengadaan Bahan Baku

Pada pembuatan produk batik ini merupakan bahan baku utama dan bahan penolong yang digunakan selama 1 tahun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Bahan baku dan energi

| Bahan Baku/Bahan Penolong          | Penggunaan (dalam kg) |
|------------------------------------|-----------------------|
| Soda abu                           | 60 kg                 |
| Soda kaustik                       | 80 kg                 |
| Parafin & malam                    | 200 kg                |
| Gondo                              | 120 kg                |
| Bahan Pewarna ( <i>naphтол</i> )   | 120 kg                |
| Bahan Pewarna ( <i>indigosol</i> ) | 30 kg                 |
| Kain mori                          | 450 kg                |
| Kain rayon                         | 60 kg                 |
| Kain viscose                       | 200 kg                |
| Kain sutera                        | 80 kg                 |
| <i>Drywood</i>                     | 800 kg                |
| <i>Turkish red oil</i>             | 40 kg                 |
| Garam                              | 60 kg                 |
| Nitrit (fiksasi)                   | 50 kg                 |

### 2. Data Input Output

Berikut adalah data *input output* dalam pembuatan produk Batik Tobal.

a. Total produksi produk batik tobal pada bulan 25 Desember 2017 hingga 25 Desember 2018 adalah sebesar 230 kg.

b. Energi yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut selama 1 tahun.

Tabel 2 Total penggunaan energi

| Jenis        | Total Penggunaan / bulan |
|--------------|--------------------------|
| Listrik      | 1.849,112 kwh            |
| Minyak tanah | 1.500 kg                 |
| Air          | 345 m <sup>3</sup>       |

### 3. Data *Corresponding Software SimaPro 8.5.0*

Material dan energi pada tiap proses pembuatan batik untuk setiap komponen diidentifikasi sehingga perangkat lunak ini secara otomatis akan mengidentifikasi dampak lingkungan yang terkait dengan material dan energi dan proses pembuatan yang sedang dipilih. Adapun material *database SimaPro* sebagai berikut:

**Tabel 3 Corresponding SimaPro**

| No. | Materials & Energy | Corresponding Simapro                           |
|-----|--------------------|---|
| 1.  | Lilin malam        | Wax / fosfolipid / slack wax                    |
| 2.  | Soda abu           | Natrium carbonate / Sodium carbonate            |
| 3.  | Garam              | NaCl / natrium chloride / sodium chloride       |
| 4.  | Kaustik soda       | Natrium hydroxide / sodium hydroxide            |
| 5.  | Naftol             | Naphthalene alcohol / naphtha E / sulfuric acid |
| 6.  | TRO                | Natrium hypochlorite / sodium hypochlorite      |
| 7.  | Fiksanol           | Nitric acid                                     |
| 8.  | Air                | Water   |
| 9.  | Listrik            | Electricity                                     |
| 10. | Minyak tanah       | Kerosene  |
| 11. | Kayu bakar         | Wood, dry matter                                |

## PENGOLAH DATA

Data yang telah diperoleh dan dikumpulkan, selanjutnya akan diolah dengan menggunakan alat untuk membantu mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan yakni Simapro 8.5.

### 1. Goal And Scope Proses pembuatan Batik

Sasaran dan lingkup merupakan langkah pertama dalam tahapan *Life cycle Assessment*. Langkah pertama ini memiliki fungsi untuk mendiskripsikan tujuan, sistem yang akan dievaluasi, batasan-batasan serta hubungan yang berhubungan dengan dampak dari sistem yang dievaluasi untuk pembuatan batik. Berikut merupakan sasaran dan lingkup *life cycle assesment* proses pembuatan batik

#### 1. (Goal) Sasaran LCA

Sasaran dalam *life cycle assesment* adalah mengetahui hal apa saja dan berapa besarnya dampak pada lingkungan yang dihasilkan dari penggunaan material dan energi ketika melakukan proses pembuatan batik Tobal.

#### 2. (Scope) Lingkup LCA

Berikut adalah batasan sistem pada penelitian dibawah ini.

- Input berupa bahan baku kain bukan termasuk dalam lingkup analisis. Analisis dilakukan hanya pada input proses (material) pada tiap-tiap tahapan dalam proses manufaktur atau pembuatan batik. *Output* berupa kain batik juga bukan termasuk lingkup analisis yang dilakukan perhitungan. Namun, pada *input* proses tetap diasumsikan berat pada kain masuk dalam pengolahan *SimaPro*.
- Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software SimaPro 8.5.0* terbaru dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment (Endpoint Recipe)*.
- Output hasil perhitungan *simapro* ini berupa dampak lingkungan negatif yang dihasilkan dari proses pembatikan dalam bentuk *Human Health* dalam satuan DALY, *Ecosystem* dalam satuan *Species.yr* dan *Resources* dalam satuan \$ serta penyetaraan unit satuan akhir adalah Pt (*point*) yakni satuan tetapan dari LCA.

#### 2. Life Cycle Inventory (LCI)

Proses pembuatan batik dilakukan selama 2-3 hari sampai pada tahap *drying fixed*. Batik tobal bisa menghasilkan 15-25 kg kain setiap proses produksi dilaksanakan. Peneliti menentukan ruang lingkup *gate to gate* karena analisa dilakukan mulai dari tahap pengolahan dan penggunaan bahan baku hingga proses produksi sebelum masuk pada tahap *garmen/cutting*. Berikut merupakan gambar rincian *life cycle inventory* dalam pembuatan batik tulis dengan bahan pewarna naftol yang akan digunakan pada Batik Tobal Pekalongan dalam sekali putaran produksi.

#### 3. Proses Input/Output menggunakan SimaPro Software 8.5.0

Setelah proses pengambilan data penggunaan bahan baku dan energi serta proses produksi yang dilakukan oleh Batik Tobal Pekalongan, selanjutnya peneliti melakukan *input* data kedalam *SimaPro* sebagai berikut:

- Tentukan deskripsi tentang produk pada *stage "Goal and Scope"*, yakni mengidentifikasi dampak lingkungan yang terjadi terhadap kesehatan manusia, ekosistem dan sumber daya.
- Langkah selanjutnya pilih pilihan *libraries* untuk memilih sumber dan metode yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Dalam kasus ini, memilih seluruh *ecoinvent, industry data* dan *methods*.

- c. Selanjutnya beralih pada *stage* “*Inventory*” untuk mulai proses memasukkan data yang diperoleh. Klik *Textile*, dan klik pilihan *New* untuk membuat proses baru karena pada libraries LCA 14040 tidak ada proses input data secara rinci mengenai siklus hidup produk batik dari Indonesia.
- d. Masukkan *input/output* besut colet sesuai dengan *life cycle inventory* yang terlihat pada gambar 4.10 pada Batik Tobal, yakni *input* air (*Water*) 30 liter, listrik (*Electricity*) 4 wh, malam (*Wax / fosfolipid / slack wax*) 2.4 gram, minyak tanah (*Kerosene*) 9 liter, gondo (*Wax / fosfolipid / slack wax*) 1 gram serta *output* emisi (*carbone dioxide*), limbah cair (*water, low water stress*), dan cecceran malam (*Wax / fosfolipid / slack wax*), kemudian klik *save* untuk penyimpanan data *temporary*.
- e. Masukkan *input/output* pematikan sesuai dengan *life cycle inventory* pada gambar 4.10 Batik Tobal, yakni *input* malam (*Wax / fosfolipid / slack wax*) 2.7 gram, minyak tanah (*Kerosene*) 9 liter, gondo (*Wax / fosfolipid / slack wax*) 1 gram, air (*Water*) 200 liter, listrik (*Electricity*) 26.6 wh serta *output* emisi (*carbone dioxide*), air (*water, medium water stress*) yang masuk ke pembuangan kemudian klik *save* untuk penyimpanan data *temporary*.
- f. Masukkan *input/output* pewarnaan peratama sesuai dengan *life cycle inventory* pada gambar 4.10 Batik Tobal, yakni *input* naftol (*Naphthalene alcohol / naphtha E / sulfuric acid*) 360 gram, garam (*NaCl / natrium chloride / sodium chloride*) 720 gram, TRO (*Natrium hypochlorite / sodium hypochlorite*) 12 gram, soda kaustik (*Natrium hydroxide / sodium hydroxide*) 36 gram, air (*Water*) 230 liter, minyak tanah (*Kerosene*) 2 liter, listrik (*Electricity*) 30.6 wh serta *output* emisi (*carbone dioxide*), limbah cair (*water, extreme water stress*) dan cecceran malam (*Wax / fosfolipid / slack wax*) kemudian klik *save* untuk penyimpanan data *temporary*.
- g. Masukkan *input/output* pewarnaan kedua sesuai dengan *life cycle inventory* sesuai gambar 4.10 Batik Tobal, yakni *input* naftol (*Naphthalene alcohol / naphtha E / sulfuric acid*) 360 gram, garam (*NaCl / natrium chloride / sodium chloride*) 720 gram, TRO (*Natrium hypochlorite / sodium hypochlorite*) 12 gram, soda kaustik (*Natrium hydroxide / sodium hydroxide*) 36 gram, air (*Water*) 30 liter, listrik (*Electricity*) 4 wh serta *output* emisi (*Carbone Dioxide*) dan limbah cair (*Water, Extreme Water Stress*) kemudian klik *save* untuk penyimpanan data *temporary*.
- h. Masukkan *input/output* pelorodan sesuai dengan *life cycle inventory* pada gam(bar 4.10 Batik Tobal, yakni *input* soda abu (*Natrium carbonate / Sodium carbonate*) 500 gram, kayu bakar (*Wood, dry matter*) 12 kg, listrik (*Electricity*) 24.33 wh, air (*Water*) 210 liter, fiksanol (*Nitric acid*) 250 ml serta *output* emisi (*Carbone Dioxide*), limbah cair (*Water, Extreme Water Strss*), limbah malam (*Waxes and Fats*), *Wood Ashes* (abu kayu bakar) kemudian klik *save* untuk penyimpanan data *temporary*.
- i. Ketika semua tahapan *input/output process* telah selesai. Kemudian langkah selanjutnya adalah pilih sub-menu *Product Stages* dari menu *Inventory* lalu klik tombol *New* pada *screen showing* untuk membuat *assembly* Batik yang baru.
- j. Kemudian masukkan nama produk dan seluruh proses produksi yang telah diinput dan disimpan sebelumnya pada kolom *Materials/Assemblies* yang terletak pada *submaterials process*. Klik pilihan *Processing – Materials – Textle – Calculate*. Setelah itu akan terlihat tampilan hasil perhitungan dampak lingkungan dari *Simapro* yang kemudian dilanjutkan dengan analisa hasil pada pembahasan selanjutnya.

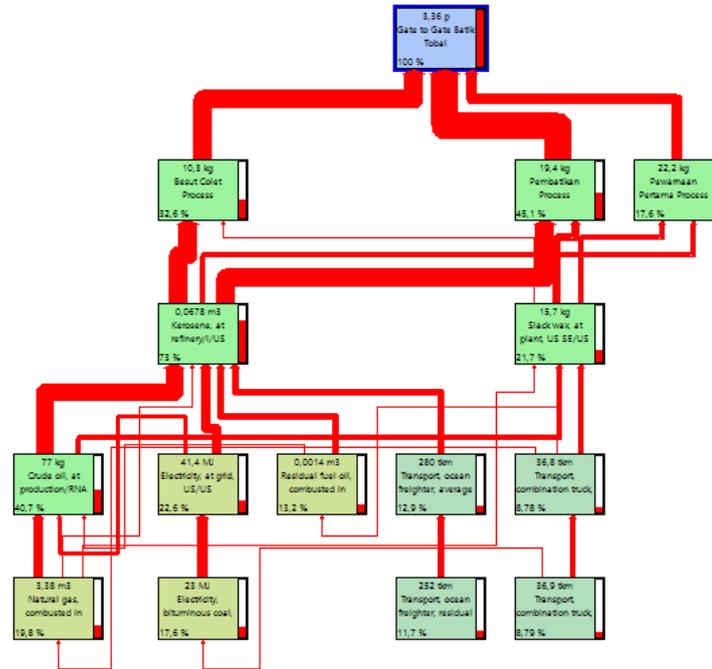
#### 4. *Life Cycle Impact Assesment* (LCIA) Proses Pembuatan Batik

*Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) merupakan tahap ketiga yang bertujuan untuk mengelompokkan dan menilai berapa besar dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan berdasarkan *input* data pada tahap dua yaitu LCI. Penelitian dampak ini menggunakan *SimaPro software* dengan metode *ReCipe Endpoint (H) V1.13 / Europe ReCipe H/A*. *Input* data yang sesuai dengan *life cycle inventory* kemudian dimasukkan ke dalam *SimaPro* yang akan menghasilkan sebuah “*sankey diagram*” yang menggambarkan aktifitas *supply chain* proses pembuatan batik. *Sankey diagram* ini menggambarkan secara keseluruhan sistem yang akan diteliti dan berapa besarnya dampak dari setiap proses yang ada pada sistem tersebut. Adapun kategori dampak yang dinilai dengan menggunakan metode *ReCipe Endpoint (H) V1.13 / Europe ReCipe H/A* yakni sebagai berikut.

1. Kesehatan manusia terhadap perubahan iklim
2. Penipisan ozon
3. Keracunan pada manusia
4. Pembentukan oksidan fotokimia
5. Radiasi pengion
6. Pembentukan partikel
7. Ekosistem terhadap perubahan iklim
8. Pengasaman tanah
9. Eutrofikasi air
10. Ekotoksitas permukaan
11. Ekotoksitas air
12. Ekotoksitas laut
13. Pengaruh terhadap pertanian

14. Pengaruh terhadap pemukiman
15. Transformasi lahan secara alami
16. Penipisan logam
17. Penipisan fosil

Besarnya kontribusi dampak tersebut bisa diketahui dengan mengamati garis yang berwarna merah. Garis merah dan tebal menunjukkan kontribusi dampak bagi lingkungan dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.28** Sankey Diagram cut off 8% SimaPro

Tahap penilaian dan pengelompokkan dampak terhadap lingkungan dibagi menjadi *characterization, damage assesment, normalization* dan *weighting*.

### 5. Single Score

Pada tahap terakhir *software* ini adalah *single score* yang digunakan untuk menjumlahkan semua nilai bobot untuk memberikan skor total dari dampak tunggal untuk setiap proses tahapan pembuatan batik. Dari nilai *single score* akan diketahui secara jelas kegiatan mana yang berkontribusi terhadap dampak lingkungan. *Output single score* dengan menggunakan *SimaPro 8.5.0* ditabulasikan pada tabel 4.8 dan ditunjukkan oleh gambar grafik untuk setiap tahapan proses pada gambar 4.33 berikut ini.

**Tabel 5** Output Simapro tahap *Single score*

| Damage Category                 | Unit | Total   | Proses Besut Colet | Proses Pematikan | Proses Pewarnaan Pertama | Proses Pewarnaan Kedua | Proses Lorod |
|---------------------------------|------|---------|--------------------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| Climate change human health     | Pt   | 3.21E-1 | 1.04E-1            | 1.45E-1          | 5.63E-2                  | 2.46E-3                | 1.29E-2      |
| Ozon depletion                  | Pt   | 1.12E-6 | 4.46E-8            | 4.61E-8          | 3.45E-7                  | 5.22E-7                | 1.6E-7       |
| Human toxicity                  | Pt   | 5.86E-1 | 2.02E-1            | 2.79E-1          | 1.05E-1                  | 1.12E-4                | 5.42E-4      |
| Photochemical oxidant formation | Pt   | 1.21E-4 | 3.67E-5            | 5.88E-5          | 2.5E-5                   | 1.55E-7                | 5.04E-7      |
| Particulate matter formation    | Pt   | 1.95E-1 | 6.37E-2            | 9.15E-2          | 3.6E-2                   | 5.78E-4                | 2.8E-3       |
| Ionising radiation              | Pt   | 4.88E-6 | 4.22E-11           | 2.81E-10         | 3.12E-6                  | 1.75E-6                | 9.36E-9      |
| Climate change ecosystems       | Pt   | 2.03E-1 | 6.61E-2            | 9.15E-2          | 3.56E-2                  | 1.56E-3                | 8.14E-3      |
| Terrestrial acidification       | Pt   | 1.72E-3 | 6.03E-4            | 7.99E-4          | 2.91E-4                  | 5.46E-6                | 2.41E-5      |
| Fresh water eutrophication      | Pt   | 7.63E-8 | 4.53E-13           | 3.01E-12         | 4.17E-8                  | 3.42E-8                | 4.09E-10     |

|                                     |    |          |          |          |          |         |         |
|-------------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| <i>Terrestrial ecotoxicity</i>      | Pt | 2.97E-5  | 1.12E-5  | 1.25E-5  | 4.04E-6  | 2.72E-7 | 1.7E-6  |
| <i>Freshwater ecotoxicity</i>       | Pt | 6.68E-4  | 2.31E-4  | 3.18E-4  | 1.19E-4  | 1.36E-7 | 3.77E-7 |
| <i>Marine ecotoxicity</i>           | Pt | 1.35E-4  | 4.66E-5  | 6.41E-5  | 2.4E-5   | 2.66E-8 | 8.14E-8 |
| <i>Agricultural land occupation</i> | Pt | 8.71E-5  | 3.87E-9  | 2.57E-8  | 4.46E-5  | 4.23E-5 | 1.48E-7 |
| <i>Urban land occupation</i>        | Pt | 8.71E-5  | 1.75E-9  | 1.16E-8  | 4.46E-5  | 4.1E-5  | 1.31E-7 |
| <i>Natural land transformiaion</i>  | Pt | -1.86E-4 | -1.51E-9 | -1.01E-8 | -9.66E-5 | -8.9E-5 | -265E-7 |
| <i>Metal depletion</i>              | Pt | 2.9E-5   | 9.59E-7  | 6.38E-6  | 1.16E-5  | 2.4E-6  | 7.64E-6 |
| <i>Fossil depletion</i>             | Pt | 2.74     | 0.947    | 1.29     | 0.484    | 0.00295 | 7.8E-3  |
| Total                               | Pt | 4.04     | 1.38     | 1.9      | 7.17E-1  | 7.67E-3 | 3.22E-2 |

Sumber : *Software Simapro*

**Tabel 6** Output Simapro tahap *Single score 3 impacts*

| <i>Damage Category</i> | Unit | Hasil(€) |
|------------------------|------|----------|
| <i>Human Health</i>    | Pt   | 1.1      |
| <i>Ecosystems</i>      | Pt   | 0.205    |
| <i>Resources</i>       | Pt   | 2.74     |

Sumber : *Software Simapro*

#### 6. Usulan Perbaikan

Proses perbaikan harus dilakukan untuk melestarikan lingkungan yang terus berkelanjutan dan nyaman. Menghentikan proses pembuatan dengan menghentikan penggunaan bahan bakar fosil, menghentikan penggunaan air bersih atau menghentikan penggunaan zat kimia tidak akan memecahkan masalah karena ada banyak industri lain yang mungkin lebih buruk dampak kerusakannya terhadap lingkungan kita.

Produk batik memegang peranan yang cukup penting untuk industri tekstil di Indonesia karena merupakan ciri khas negara Indonesia dan sebagai warisan *culture* dari nenek moyang penduduk Indonesia dan mungkin membawa keuntungan yang besar terhadap negara Indonesia dimasa yang akan datang dengan melihat pemasaran batik sampai ke mancanegara. Perbaikan dapat dilakukan untuk memastikan penggunaan bahan bakar dan energi yang berkelanjutan bagi lingkungan. Usulan perbaikan yang disarankan oleh peneliti adalah pemilihan bahan berwarna alternatif, penghematan air bersih, melakukan *reused* pada lilin malam sebanyak 4-6 kali pemakaian, menyediakan beberapa bak pengelolaan limbah cair untuk proses penyaringan, pengolahan dan penjernihan serta penghematan bahan bakar minyak tanah atau mengganti kompor minyak tanah dengan kompor minyak jelantah untuk mengurangi emisi terhadap lingkungan.

**Tabel 7** *Single score* Proses Pembuatan Batik Tobal perbaikan

| <i>Damage Category</i> | Unit | Hasil(€) |
|------------------------|------|----------|
| <i>Human Health</i>    | Pt   | 0.428    |
| <i>Ecosystems</i>      | Pt   | 0.0841   |
| <i>Resources</i>       | Pt   | 1.05     |

#### KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan dan analisis data pada penelitian ini untuk *output* yang dihasilkan dari *single score* dampak terbesar yang diperoleh terhadap lingkungan yaitu *resources*. Hal ini disebabkan karena penggunaan air bersih, minyak tanah dan lilin malam yang tidak efisien. Selanjutnya adalah *human health* yang disebabkan karena penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses pembuatan batik. Dan yang terakhir adalah *ecosystems* yang disebabkan oleh input material serta energi telah digunakan lalu dikeluarkan menjadi emisi yang berpengaruh negatif terhadap ekosistem lingkungan.

2. Hasil perhitungan untuk perbandingan *Gate to Gate* LCA Batik Tobal *aktual* dengan *Gate to Gate* LCA Batik Tobal usulan perbaikan, menunjukkan adanya penurunan kontribusi dampak negatif terhadap lingkungan. Usulan perbaikan yang disarankan adalah pemilihan bahan pewarna alternatif, penghematan air bersih, melakukan *reused* pada lilin malam sebanyak 4-6 kali pemakaian, menyediakan beberapa bak pengelolaan limbah cair untuk proses penyaringan, pengolahan dan penjernihan serta penghematan bahan bakar minyak tanah atau mengganti kompor minyak tanah dengan kompor minyak jelantah untuk mengurangi emisi. Nilai lebih dari 0 memberikan hasil bahwa proses tersebut telah memberikan kontribusi negatif terhadap lingkungan. Untuk kategori kesehatan manusia memiliki nilai sebesar 0.000428 beban lingkungan kesehatan yang terpengaruh dalam satu tahun terhadap penduduk rata-rata suatu daerah. Kategori ekosistem sebesar 0.0000841 beban lingkungan ekosistem yang rusak akibat dari proses pembuatan batik selama satu tahun serta kategori sumber daya yang memiliki angka nilai yang paling besar memberikan dampak negatif sebesar 0.00105 setiap tahunnya untuk tiap penduduk rata-rata suatu daerah.
3. Rekomendasi usulan yang dapat diterapkan pada tobal batik adalah memberikan fasilitas untuk mengolah bak limbah pembuangan akhir, penghematan bahan bakar minyak tanah, penghematan penggunaan air bersih, penghematan penggunaan listrik (kipas angin) dengan cara mengeringkan kain batik dengan bantuan sumber energi alami (cahaya matahari) dan penggantian bahan pewarna sintetis menggunakan pewarna alami sehingga limbah yang dihasilkan dapat mengurangi dampak yang terjadi terhadap lingkungan sekitar Tobal Batik Pekalongan.

---

**DAFTAR PUSTAKA****Artikel Jurnal :**

- [1]. Arini Wahyu Utami, dkk. (2015). “*Life Cycle Assesment (LCA) Pada Produksi Benang Polyester*”. Jurnal Teknologi Industri Pertanian UGM (2015).
- [2]. Astuti, dkk, (2004). *Evaluasi Konsep Produk Dengan Pendekatan Green Quality Function Deploment II*. Surabaya Jurnal Teknik Industri Vol. 6, No. 2, Desember 2004.
- [3]. Curran, Mary Ann. (2006). *Life Cycle Assessment: Principle And Practice*. Ohio: Development U.S. Enviromental Protection Agency.
- [4]. Diana Puspitasari (2012). “Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi menggunakan *Life Cycle Assesment* untuk Menciptakan *Sustainable Production* di IKM Batik”. Jurnal Teknik Industri, Vol.14 No.2, Desember 2012 (137-144).
- [5]. Heredita Wedharningtyas Laksita Utami (2017). “*Life Cycle Assesment Produk Gula Semut di Koperasi Serba Usaha Jatirogo Kulo Progo*. Jurnal Teknologi Industri pertanian UGM (2017).
- [6]. Kautzar, Galuh Z., Sumantri, Y., dan Yuniarti, Rahmi. Analisis Dampak Lingkungan Pada Aktivitas Supply Chain Produk Kulit Menggunakan Metode LCA Dan ANP. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri, Vol. 3, No. 1*.
- [7]. Prabowo Putri, Pambudi Tama. (2010). “*Environmental Impact Evaluation in Supply Chain Activity of Kud Batu’s Daity Product Using Life Cycle Assesment Implementation and Analytical Network Process Approach*” Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, Vol. 2 No. 4 (2014).
- [8]. Titi Tiara A. (2018). “*Life Cycle Assesment (LCA) Refuse Derived Fuel (RDF) Sampah di Pusat Inovasi Agro Teknologi (Plat) Universitas Gadjah Mada Sebagai Alternatif Pengelolaan Sampah Untuk Energi*”. Jurnal Sekolah Pasca Sarjana UGM (2018).
- [9]. Vidityo Ashari, dkk (2014).” Analisis *Cradle to Grave* Produk Batik Cabut”. Jurnal Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta (2014).
- [10]. Wahyu Firman Nurdin. (2017). “*Life Cycle Assesment pada Teh Mahkota Dewa (Phaleria Macrocarpa)*” Jurnal Teknologi Industri Pertanian UGM (2017).

**Buku :**

- [1]. DR. HC. Kalinggo Hanggopuro. “*Bathik sebagai Busana Tatanan dan Tuntunan*”. Buku Bathik (1-2). 2002
- [2]. Hamzuri. (1985). “Batik Klasik”. *Classical Batik Book*.
- [3]. Khulman, T. Farrington, J. (2010). “What is Sustainability”. *EISSN 2071-1050 MDPI AG, Basel, Swiss*.
- [4]. Pemerintah, *Undang-Undang No. 23 Tahun 1997, “Environmental Framework Law”*.

**Skripsi :**

- [1].
- [2]. Honsono, Nurwanto. “*Analisis Life Cycle Biotaol Berbasis Singkong dan Tandan Kosong Kelapa Sawit di Indonesia*”, Skripsi Teknik Bioproses UI. 2012.
- [3]. Pujadi, Melfa Yola (2013). “*Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assesment*” Jurnal Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi UIN.
- [4]. Rustika, Novia. “*Analisis Pengaruh Penerapan Akuntansi Manajemen Lingkungan dan Strategi Terhadap Inovasi Perusahaan*”. “*Empiris pada Perusahaan Manufaktur yang Terdapat di Jawa Tengah*”. Skripsi Universitas Diponegoro. 2011.
- [5]. Wenty, E., Septia. “Analisis Lingkungan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia” *Skripsi Teknik Industri. UI. 2012*