

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang gambaran umum perusahaan dan kondisi *Supply Chain* perusahaan serta mengenai dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan, tahapan dalam penelitian ini diantaranya adalah identifikasi dampak lingkungan, penilaian dampak lingkungan, evaluasi dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan serta penentuan alternatif perbaikan yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan.

4.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Gambaran umum perusahaan ini berisikan mengenai sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, produk PT Kasin, peralatan dan fasilitas pendukung PT Kasin serta struktur organisasi. Data mengenai gambaran umum perusahaan tersebut merupakan data yang didapatkan dari perusahaan. Dalam gambaran umum perusahaan ini akan dijelaskan mengenai kondisi perusahaan saat ini.

4.1.1 Sejarah PT Kasin

PT Kasin adalah perusahaan manufaktur di bidang penyamakan kulit. Perusahaan kulit ini didirikan pada tahun 1941 oleh Bapak Tan IK Wan di Kasin Kidul gang VIII, yang sekarang berubah menjadi nama Jalan Arief Margono. Pada mulanya PT Kasin dikenal dengan nama “Pabrik Penyamakan Kulit Tradisional”. Sejalan dengan rencana tata ruang kota oleh pemerintahan daerah tingkat II Malang melalui surat keputusan tanggal 31 Desember 1951, maka lokasi pabrik dipindahkan ke kawasan industri tenun yaitu di Jalan Perusahaan yang sekarang berganti nama Jalan Peltu Sujono. Nama baru diberikan pada perusahaan setelah dipindahkan dengan maksud untuk mengenang daerah asal berdirinya perusahaan, yaitu PT Kasin yang digunakan hingga sekarang.

Perpindahan lokasi perusahaan tersebut ternyata membawa dampak positif pada perusahaan. Perusahaan mulai menggunakan mesin-mesin baru serta tata organisasi dan manajemen yang semakin disempurnakan. Perkembangan itu dilakukan karena pemimpin perusahaan ingin memajukan PT Kasin untuk menunjang industrialisasi di Indonesia. Dengan adanya penggunaan peralatan atau mesin-mesin baru dari proses penyamakan kulit, maka kualitas dan kuantitas kulit dapat ditingkatkan. Kulit yang diproduksi oleh PT

Kasin diantaranya adalah kulit *box* dan sol yang setiap tahunnya memiliki nilai pesanan tinggi setiap periode tahunnya.

Perusahaan kulit ini merupakan warisan turun temurun, pimpinan perusahaan pada saat ini adalah Bapak Paul Imam Zacharia yang merupakan generasi ketiga dari pimpinan pertama perusahaan ini.

4.1.2 Lokasi Perusahaan

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai lokasi PT Kasin Malang

Alamat : Jl. Peltu Sujono No. 25 Malang 65148

Telepon : (0341) 364403, 323615, 352551

4.1.3 Produk PT Kasin

PT Kasin yang bergerak di bidang penyamakan kulit memproduksi 2 jenis kulit yakni:

1. Kulit *Box*

Kulit *box* ini memiliki *nerf* yaitu lapisan kulit teratas atau yang terluar dan halus. Untuk memproses kulit *box* sangat sulit apabila dibandingkan dengan kulit jenis sol, sehingga kualitasnya sangat tinggi. Pembuatan kulit *box* ini menghasilkan 3 macam kulit yang dibedakan menurut tebalnya:

- a. Ukuran 1,2 - 1,4 mm digunakan untuk kulit sepatu wanita
- b. Ukuran 1,4 - 1,6 mm digunakan untuk kulit sepatu pria
- c. Ukuran 1,6 - 2,0 mm digunakan untuk kulit sepatu *sport*

Kulit *box* mempunyai izin kapasitas produksi 6000 adapun 1 sf berukuran 28 x 28 cm, untuk ukuran standar nasional, 30 x 30 cm untuk ukuran internasional.

2. Kulit Sol

Cara produksi kulit sol menggunakan 2/3 lapisan kulit. Dengan demikian prosesnya lebih mudah dibandingkan kulit *box*. Kulit sol mempunyai izin kapasitas produksi sebesar 100 ton dengan realisasi produk 30 ton yang berupa barang jadi.

4.1.4 Peralatan dan Fasilitas Pendukung PT Kasin

PT Kasin berusaha untuk menyediakan sarana yang dibutuhkan dan dianggap penting di dalam kelancaran proses pembuatan kulit sol dan kulit *box*. Mesin yang

digunakan dibagi menjadi dua yaitu mesin utama dan mesin pendukung. Disamping itu juga ada beberapa peralatan yang digunakan dalam proses produksi.

4.1.4.1 Mesin Utama

Mesin - mesin yang digunakan di PT Kasin yaitu:

1. Tong atau Molen

Tong atau Molen ini digunakan pada saat proses *soaking* atau merendam kulit kering beserta pengapurannya.

2. Mesin *Split*

Mesin *split* berfungsi untuk membelah kulit dengan ukuran yang kasar pada proses *splitting*.

3. Mesin *Shaving*

Mesin *Shaving* berfungsi untuk membelah kulit sesuai dengan ukuran yang diinginkan (ukuran halus).

4. *Setting Out*

Mesin *Setting Out* berfungsi untuk memperlebar luas permukaan kulit.

5. Mesin *Vacuum Drying*

Mesin *Vacuum Drying* berfungsi untuk membuang air yang selanjutnya dapat membuat permukaan kulit menjadi licin.

6. Mesin *Toggle*

Mesin *Toggle* merupakan mesin oven yang berfungsi menghilangkan kerutan pada kulit agar permukaan kulit benar-benar lebar.

7. Mesin *Staking*

Mesin *Staking* berfungsi untuk melenturkan kulit yang kaku baik itu kulit *box* maupun kulit sol.

8. Mesin *Embossing*

Mesin *Embossing* berfungsi untuk mencetak atau menyetrika kulit agar ketebalan kulit merata yang disertai dengan proses hidrolik.

9. Mesin *Ironing*

Mesin *Ironing* berfungsi untuk mencetak atau menyetrika agar ketebalan merata yang disertai dengan proses *rolling*.

10. Mesin *Walls*

Mesin *Walls* merupakan kulit yang digunakan untuk memadatkan kulit dan khusus digunakan untuk pembuatan kulit sol.

11. Mesin *Measuring*

Mesin *Measuring* berfungsi untuk mengukur kulit yang sudah selesai diproses, mesin ini digunakan untuk kulit *box*.

4.1.4.2 Mesin Pendukung

Mesin pendukung yang digunakan oleh PT Kasin dalam proses penyamakan kulit meliputi:

1. *Genset (Generating Set)*

Genset (Generating Set) yang digunakan pada PT Kasin merupakan pembangkit listrik tenaga diesel dengan *power engine* 300 Pk dan generator (225-250) PK. *Genset* digunakan untuk menjalankan mesin disamping energi dari PLN.

2. *Boiler*

Boiler merupakan mesin yang memproduksi uap dengan jalan pemanasan air untuk menjadi uap.

3. Pompa Air

Pompa air merupakan mesin yang digunakan untuk memompa air yang berasal dari sumur bor.

4.1.4.3 Peralatan Pendukung

Peralatan pendukung yang digunakan oleh PT Kasin dalam proses penyamakan kulit meliputi:

1. Pisau

Pisau digunakan untuk memotong bagian dari kulit yang cacat atau rusak setelah proses pencucian dan pembelahan.

2. Gunting

Gunting digunakan untuk memotong jenis kulit *box* yang serabutnya tidak merata.

3. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari iritasi terhadap bahan-bahan kimia serta melindungi tangan dari panas. Selain itu juga melindungi tangan dari benda-benda tajam atau benda-benda yang dapat mengakibatkan cedera pada tangan.

4. *Trolley*

Trolley digunakan untuk membantu membawa bahan baku dari gudang penyimpanan ke tempat pengolahan bahan baku dan untuk memindahkan bahan dari mesin satu dan ke mesin yang lainnya.

4.1.4.4 Fasilitas Pendukung

Fasilitas pendukung yang digunakan oleh PT Kasin dalam proses penyamakan kulit meliputi:

1. Pengadaan Listrik

Energi listrik yang digunakan dalam proses produksi dan dalam kegiatan administratif atau kantor di PT Kasin berasal dari PLN dan juga genset yang dimiliki oleh PT Kasin. Energi listrik yang berasal dari PLN dimanfaatkan untuk kantor dan untuk menggerakkan semua sarana produksi yang terdapat didalam ruang produksi. Sedangkan penggunaan genset digunakan apabila aliran energi listrik dari PLN terputus.

2. Pengadaan Air

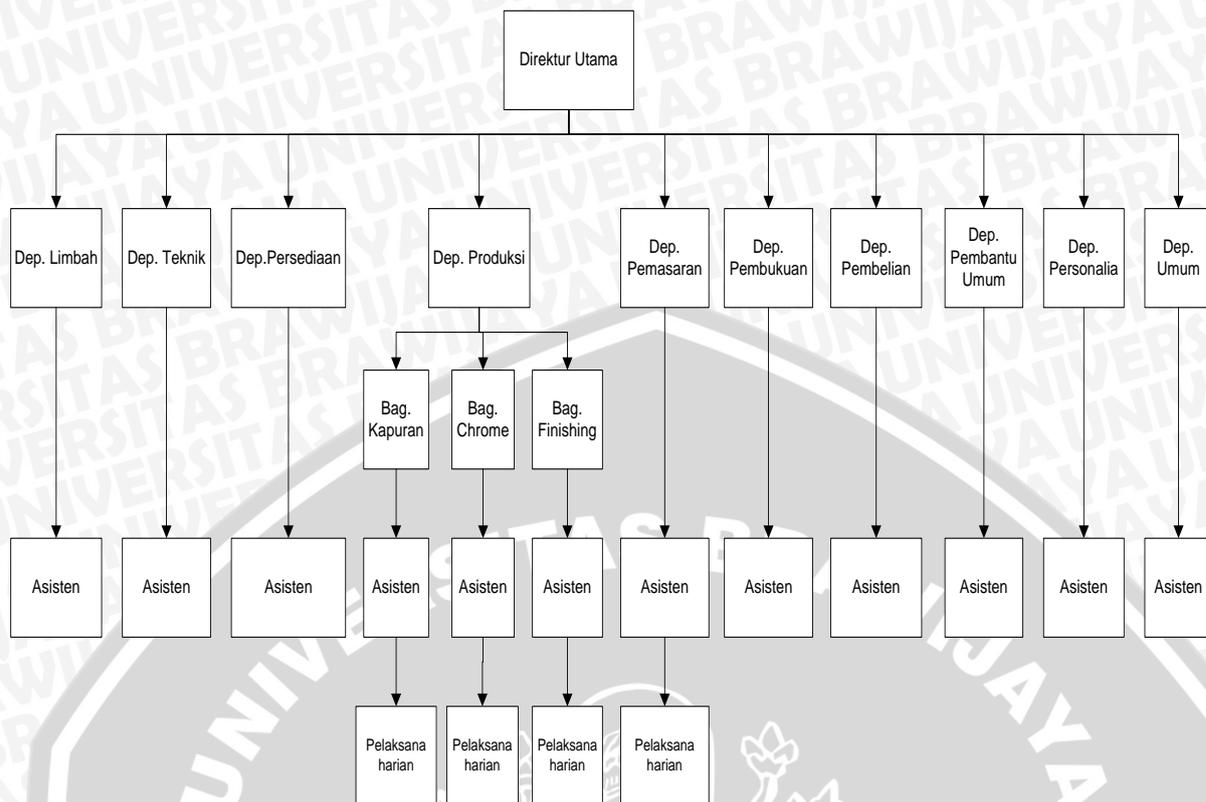
Air merupakan salah satu bahan pembantu yang digunakan dalam proses penyamakan kulit. Pada awalnya, air yang digunakan pada PT Kasin merupakan pasokan dari PDAM. Tetapi, karena PDAM tidak lagi memenuhi kebutuhan dan juga berhubungan dengan biaya produksi, maka perusahaan memilih untuk menggunakan air sumur bor.

3. Alat Transportasi

Alat transportasi yang digunakan di PT Kasin meliputi alat transportasi yang digunakan dalam pengadaan bahan baku dan alat transportasi yang digunakan dalam pendistribusian produk akhir. Alat transportasi yang digunakan oleh PT Kasin yaitu berupa truk serta mobil *box* yang menggunakan bahan bakar solar.

4.1.5 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka yang menunjukkan tugas dan tanggung jawab dari masing-masing bagian dalam usaha mencapai tujuan perusahaan. Pada Gambar 4.1 merupakan struktur organisasi dari PT Kasin .



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Kasin Malang

Sumber: PT Kasin Malang

4.1.6 Sumber Daya Manusia PT Kasin

Berikut ini merupakan jumlah karyawan yang ada pada PT Kasin :

1. Pegawai Tak Langsung :
 - a. Direktur Utama : 1
 - b. Kepala Departemen Limbah : 1
 - c. Kepala Departemen Teknik : 1
 - d. Kepala Departemen Persediaan : 1
 - e. Departemen Produksi : 1
 - Kepala Departemen Kapuran : 1
 - Kepala Departemen Chrome : 1
 - Kepala Departemen Ffinishing : 1
 - f. Kepala Departemen Pemasaran : 1
 - g. Kepala Departemen Pembukuan : 1
 - h. Kepala Departemen Pembelian : 1
 - i. Kepala Departemen Pembantu Umum : 1
 - j. Kepala Departemen Personalia : 1
 - k. Kepala Departemen Umum : 1

1. Asisten masing-masing departemen	: 12
m. Satuan Petugas Keamanan	: 5
Jumlah	: 30 orang
2. Pegawai Langsung	
a. Bagian Produksi	: 25
b. Bagian Pemasaran	: 25
Jumlah seluruh karyawan	: 80 orang

4.2 DESKRIPSI PRODUK AMATAN

Produk amatan dalam penelitian ini adalah kulit *box*. Kulit *box* merupakan contoh dari kulit atasan yang terbuat dari kulit sapi melalui penyamakan *chrome*. Kulit ini memiliki sifat lemas, struktur kuat serta *nerf* yang tidak mudah pecah dan lepas. Kulit *box* banyak digunakan sebagai bahan sepatu kantor atau kerja. Perbedaan kulit *box* dan kulit sol terdapat pada tekstur dan proses produksinya. Tekstur pada kulit sol lebih keras dan lebih tebal, sedangkan kulit *box* lebih lunak dan lebih tipis. Selain memiliki tekstur yang berbeda, kulit *box* dan kulit sol juga memiliki proses produksi yang berbeda. Kulit *box* memiliki proses produksi yang lebih panjang. Hal ini disebabkan oleh adanya proses *retanning* pada kulit *box*. Proses *retanning* tersebut bertujuan untuk menambahkan kandungan *chromium* pada kulit sehingga kulit yang tersamak tersebut nantinya akan lebih tahan lama. Gambar kulit *box* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kulit *box*

4.3 DESKRIPSI SISTEM AMATAN

Deskripsi sistem amatan berupa gambaran sistem yang akan diteliti dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini, karena ruang lingkup yang digunakan adalah *cradle to gate*, maka sistem yang digunakan mulai dari ekstraksi material hingga produk selesai

diproduksi dan dikirimkan ke konsumen. Tetapi karena adanya keterbatasan waktu maka pada penelitian ini sistem amatan yang digunakan meliputi pengadaan bahan baku, proses produksi serta distribusi produk. Pada subbab berikutnya akan dijelaskan mengenai deskripsi pada tiap sistem amatan.

4.3.1 Pengadaan Bahan Baku

Supplier PT Kasin meliputi *supplier* bahan baku utama serta *supplier* bahan baku pendukung. Untuk *supplier* bahan baku utama yaitu kulit sapi didapatkan dari pengepul kulit di daerah Sukoharjo. Sementara untuk *supplier* bahan baku pendukung yaitu bahan-bahan kimia didapatkan dari Kota Surabaya. Pada tahap pengolahan data nantinya akan dilakukan perhitungan jarak dari *supplier* bahan baku ke PT Kasin Malang. *Supplier* bahan baku pada proses penyamakan kulit dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data *Supplier* Bahan Baku PT Kasin Malang

No	Bahan Baku	<i>Supplier</i>	Kota
1	Kulit sapi	CV. Raja Sapi Barokah	Sukoharjo
2	Bahan pendukung (kapur, Na ₂ S, NaCl, H ₂ SO ₄ , chromium, ZA, soda ash, HCOONa, soda kue)	PT Nusa Indah Megah	Surabaya

Sumber: PT Kasin Malang

4.3.2 Proses Produksi

Proses produksi merupakan sebuah kegiatan untuk mengubah *input* menjadi *output* berupa barang atau jasa, sehingga mampu menambah kegunaan serta memiliki nilai tambah yang tinggi. Dalam proses penyamakan kulit, *input* yang berupa kulit sapi mentah yang mudah rusak oleh aktivitas mikroorganisme akan diproses menjadi kulit tersamak yang lebih tahan dengan faktor-faktor perusak tersebut. Dalam proses penyamakan tersebut, dibutuhkan beberapa senyawa kimia, peralatan serta mesin. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai proses produksi dari kulit *box*.

1. Proses *soaking*

Proses *soaking* adalah proses perendaman kulit kering yang bertujuan untuk mengembalikan kadar air dalam kulit dan membersihkan sisa kotoran, darah, serta garam yang masih melekat pada kulit sehingga keadaan kulit sama dengan kulit segar. Limbah yang dihasilkan dari proses ini mengandung sisa-sisa lemak dan obat pengawet. Mesin yang digunakan pada proses ini yaitu mesin molen.

2. Proses *liming*

Proses *liming* merupakan proses pengapuran yang bertujuan untuk membengkakkan kulit sehingga pori-pori kulit membesar dan memudahkan dalam penghilangan bulu serta mengurangi kadar lemak. Proses ini dilakukan menggunakan mesin molen yang diputar selama 24 jam dengan bahan pembantu berupa air, kapur, serta Na_2S . Limbah yang dihasilkan dari proses pengapuran ini mengandung sisa-sisa lemak, bulu dan kapur yang bersifat alkalis dan apabila terkena asam akan menimbulkan bau busuk.

3. Proses *splitting*

Proses *splitting* adalah proses pembelahan kulit menjadi dua lapisan utama. Lapisan atas mempunyai kualitas yang lebih baik daripada lapisan bawah atau yang biasa disebut dengan kulit ari/jangat. Mesin yang digunakan dalam proses ini adalah mesin *split*.

4. Proses *deliming/bating*

Proses *deliming/bating* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan kadar kapur dalam kulit dan menghilangkan pembengkakan pada kulit sehingga kulit menjadi lemas. Bahan pembantu yang digunakan dalam proses ini yaitu air, Zn , H_2SO_4 . Limbah yang dihasilkan dari proses ini mengandung sisa-sisa kapur, lemak, protein dan ammonia.

5. Proses *Pickling*

Proses *pickling* merupakan proses penggaraman dan pengawetan kulit yang bertujuan untuk menciptakan kondisi asam pada kulit sehingga lebih sesuai dengan senyawa penyamak dan kulit lebih tahan terhadap bakteri pembusuk. Bahan baku pendukung yang digunakan dalam proses ini yaitu air, NaCl , H_2SO_4 , dan *soda ash*. Limbah yang dihasilkan dari proses ini mengandung sisa-sisa asam dan garam.

6. Proses *Tanning*

Proses *tanning* bertujuan untuk mengubah kulit mentah yang mudah rusak oleh aktivitas mikroorganisme menjadi kulit tersamak yang lebih tahan terhadap pengaruh-pengaruh tersebut. Bahan pembantu yang digunakan dalam proses ini adalah air, *chromium*, soda kue, dan HCOONa . Limbah yang dihasilkan dari proses ini berupa sisa-sisa bahan penyamak.

7. Proses *Sammying*

Proses *sammying* merupakan proses yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan air dalam kulit setelah melalui proses *tanning*. Mesin yang digunakan dalam proses ini yaitu mesin molen.

8. Proses *Shaving*

Proses *shaving* merupakan proses mengurangi ketebalan kulit sehingga menghasilkan kulit dengan tebal yang diinginkan. Mesin yang digunakan dalam proses *shaving* adalah mesin *shaving*.

9. Proses *Retanning*

Proses *Retanning* merupakan proses penyamakan kembali kulit sebelum pewarnaan dasar. Proses *retanning* bertujuan untuk menambahkan kandungan *chromium* dalam kulit.

10. Proses *Fatliquoring*

Proses *Fatliquoring* merupakan proses pemberian minyak terhadap lembaran kulit sehingga menghasilkan kulit yang lemas dan sesuai dengan keinginan konsumen. Tujuan dari proses *fatliquoring* ini adalah menjaga serat kulit agar tidak lengket antara satu dengan yang lainnya serta memberikan kelembutan terhadap kulit.

11. Proses *Setting Out*

Proses *Setting Out* merupakan proses untuk menghilangkan lipatan-lipatan dan menghaluskan *nerf* kulit serta mengurangi kadar air yang masih ada. Mesin yang digunakan dalam proses ini yaitu mesin *setting out*.

12. Proses *Vacuum Drying*

Proses *vacuum drying* merupakan proses penghilangan kadar air dan meratakan permukaan atau *nerf* kulit. Mesin yang digunakan dalam proses *vacuum drying* ini adalah mesin *vacuum drying*.

13. Proses *Toggling*

Proses *toggling* merupakan proses pematangan kulit menggunakan mesin *toggle* dengan bantuan panas generator sehingga lebar kulit menjadi maksimal.

14. Proses *Hanging*

Proses *hanging* merupakan proses pengeringan kulit dengan diangin-anginkan menggunakan panas yang berasal dari sisa panas generator.

15. Proses *Stacking*

Proses *stacking* merupakan proses pelepasan kulit sesuai dengan pesanan dan kebutuhan hasil akhir produk yang diharapkan. Mesin yang digunakan dalam proses ini yaitu mesin *stacking*.

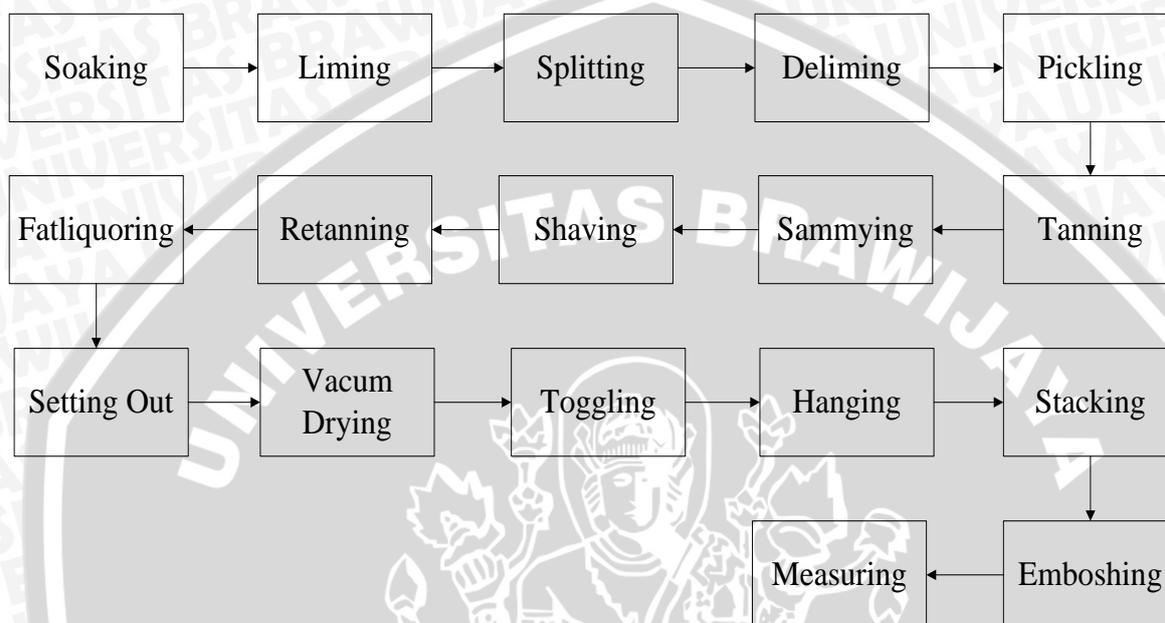
16. Proses *Embrosing*

Proses *embrosing* adalah proses penyetricaan sehingga hasil akhir kulit menjadi lebih licin dan mengkilat. Mesin yang digunakan dalam proses *embrosing* ini adalah mesin *ironing*.

17. Proses *Measuring*

Proses *measuring* adalah proses pengukuran sesuai permintaan sebelum pengiriman barang ke konsumen. Pada proses ini juga akan dilakukan pemotongan kulit sesuai dengan ukuran yang diukur sebelumnya. Mesin yang digunakan dalam proses *measuring* adalah mesin *measuring*.

Alur proses produksi kulit *box* dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Alur Proses Produksi Kulit *Box*

4.3.3 Distribusi Produk

Proses distribusi produk pada PT Kasin merupakan proses pengiriman kulit pada konsumen. Produk yang dihasilkan dari PT Kasin berupa kulit tersamak atau *leather* yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan tas, sepatu, dompet dan lain sebagainya. Data konsumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data konsumen pada tahun 2012. Data konsumen yang memesan kulit pada PT Kasin Malang dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Pemesan *Leather* di PT Kasin Malang Tahun 2012

No	Konsumen	Kota
1	Desa Wedoro	Sidoarjo
2	Gondang	Tulungagung

Sumber: PT Kasin Malang

4.4 DESKRIPSI BAHAN BAKU

Bahan baku yang digunakan dalam proses penyamakan kulit meliputi bahan baku utama dan bahan baku pendukung. Bahan baku utama berupa kulit sapi dan bahan baku pendukung berupa bahan-bahan kimia seperti kapur, *detergent*, Na_2S , NaCl , *soda ash*,

H_2SO_4 , *chromium*, soda kue, $HCOONa$, dan Zn . Berikut merupakan penjelasan mengenai bahan baku tersebut beserta proporsi yang digunakan selama setahun.

1. Kulit sapi

Kulit sapi merupakan bahan baku utama dalam proses penyamakan kulit. Menurut Sharphouse (1983) kulit sapi segar tersusun dari 64% air, 33% protein, 2% lemak, 0.5% mineral, serta 0,5% epidermis. Dalam proses penyamakan kulit, kulit sapi tersebut nantinya akan diubah menjadi *leather* dengan cara menambahkan beberapa bahan kimia sehingga memiliki nilai tambah dan dapat dimanfaatkan.

2. Air

Dalam proses penyamakan kulit, air merupakan bahan baku pendukung yang paling banyak digunakan. Untuk mengolah 1 kg *rawhide* menjadi *leather* dibutuhkan air antara 30-40 liter.

3. Kapur

Kapur merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *liming*. Kapur digunakan untuk proses pengapuran yang bertujuan untuk membengkakkan kulit sehingga pori-pori membesar dan memudahkan dalam penghilangan bulu.

4. *Detergent*

Dalam proses penyamakan kulit *detergent* digunakan untuk membersihkan sisa kotoran, darah serta garam yang masih melekat pada kulit. Proses yang menggunakan *detergent* sebagai bahan baku pendukung yaitu proses *soaking*. Dalam proses *soaking*, jumlah *detergent* yang digunakan yaitu sebanyak 0,2% dari berat kulit mentah.

5. Na_2S

Na_2S merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *dehairing* yang berfungsi untuk menghilangkan sisa bulu yang masih tersisa dalam proses sebelumnya.

6. $NaCl$

$NaCl$ merupakan garam yang digunakan pada proses *pickling* (pengasaman). Proses *pickling* bertujuan untuk menciptakan kondisi asam pada kulit sehingga lebih sesuai dengan senyawa penyamak.

7. *Soda ash*

Soda ash atau yang biasa disebut dengan *caustic soda* memiliki formula kimia HCO_2H . Senyawa kimia ini digunakan pada proses *pickling*. Dalam proses *pickling*, senyawa ini digunakan untuk mengatur tingkat keasaman pada kulit.

8. H_2SO_4

H_2SO_4 merupakan senyawa kimia yang digunakan pada proses *pickling*. Proses *pickling* disamping bertujuan untuk menciptakan kondisi asam juga bertujuan untuk membuat kulit lebih tahan terhadap bakteri pembusuk.

9. *Chromium*

Chromium merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *tanning*. Senyawa ini memiliki peranan yang penting pada proses penyamakan kulit. Dalam proses penyamakan kulit, *chromium* digunakan dalam dua proses yaitu *tanning* dan *retanning*.

10. Soda kue

Soda kue atau *sodium bicarbonate* merupakan senyawa kimia yang digunakan pada proses *tanning*. Senyawa ini memiliki fungsi untuk meningkatkan pH dalam proses *tanning*. Proporsi soda kue yang digunakan pada proses *tanning* sebesar 1% dari total *rawhides*.

11. $HCOONa$

$HCOONa$ merupakan rumus kimia dari *sodium formate*. *Sodium formate* merupakan senyawa kimia yang digunakan pada proses *tanning*. Senyawa ini digunakan untuk meningkatkan pH pada proses *tanning*.

12. ZA

ZA merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *deliming* atau *bating* yang bertujuan untuk menghilangkan kadar kapur dan menghilangkan pembengkakan pada kulit.

4.5 LIFE CYCLE ASSESSMENT

Life Cycle Assessment (LCA) merupakan suatu metode pengukuran dampak lingkungan dari suatu produk tertentu terhadap ekosistem yang dilakukan dengan mengidentifikasi, mengukur, menganalisis dan menakar besarnya konsumsi energi, bahan baku, emisi serta faktor-faktor lainnya yang berkaitan dengan produk tersebut sepanjang siklus hidupnya. Langkah-langkah dalam LCA yaitu *goal and scope definition*, *life cycle inventory*, *life cycle impact assessment*, dan *interpretation step*. Output dari LCA adalah proses atau aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan.

4.5.1 Goal and Scope Definition

Tahap ini merupakan proses mengidentifikasi alasan untuk melaksanakan LCA dan menentukan ruang lingkup, batasan, serta unit fungsional dalam penelitian. Tujuan dari

dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi limbah dan menganalisa dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan.

Pada penelitian ini, produk yang digunakan sebagai objek penelitian adalah kulit *box*. Kulit *box* dipilih karena kulit *box* memiliki proses produksi yang lebih panjang dibandingkan dengan kulit sol. Pada proses produksi kulit *box*, proses *tanning* dilakukan selama dua kali. Hal ini bertujuan untuk menambahkan kandungan *chromium* dalam kulit, sehingga akan dihasilkan kulit yang lebih tahan lama. Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini yaitu “*cradle to gate*” yang meliputi serangkaian aktivitas *supply chain* seperti proses ekstraksi material hingga pendistribusian produk. Tetapi karena adanya keterbatasan waktu maka sistem amatan yang digunakan adalah proses pengadaan bahan baku, proses produksi, serta proses distribusi produk. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data dalam satu tahun pada tahun 2012.

4.5.2 Life Cycle Inventory

Tahap ini merupakan tahapan pengumpulan data berupa *input* bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses penyamakan kulit, energi, serta alat transportasi yang digunakan dalam proses penyamakan kulit. *Input* bahan baku, energi, serta alat transportasi tersebut nantinya akan disesuaikan dengan *database* SimaPro 8.0.3.14. SimaPro 8.0.3.14 merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk melakukan analisis dampak lingkungan dari suatu sistem amatan tertentu. Dalam *software* ini, tidak semua *input* terdapat dalam *database* SimaPro 8.0.3.14 sehingga pengguna harus menyesuaikan *input* dengan *database* SimaPro 8.0.3.14 yang mendekati dan sesuai dengan kondisi aktual perusahaan. Gambar 4.4 merupakan tampilan awal dari *software* SimaPro 8.0.3.14.



Gambar 4.4 Tampilan Awal Software SimaPro 8.0.3.14

Data yang dimasukkan dalam *software* SimaPro 8.0.3.14 ditentukan berdasarkan deskripsi sistem amatan yang sudah dijelaskan sebelumnya meliputi distribusi bahan baku, proses produksi, serta distribusi produk akhir. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai deskripsi sistem amatan

1. Pengadaan Bahan Baku

Pada proses pengadaan bahan baku, *input* data yang digunakan dalam *Software* SimaPro berupa alat transportasi yang digunakan serta jarak antara *supplier* dengan perusahaan. Karena keterbatasan dari *database* SimaPro maka dilakukan konversi satuan sehingga hasil yang didapat sesuai dengan yang ada di lapangan. Dalam hal ini karena alat transportasi yang digunakan untuk memasok bahan baku adalah truk dan mobil *box* maka setelah dilakukan penyamaan spesifikasi, *database* yang digunakan adalah *truck* 28t dan *delivery van*. Pada kedua *database* tersebut, satuan yang digunakan adalah ton kilometer (tkm) sehingga perlu dilakukan konversi satuan. Perhitungan konversi satuan pada proses pengadaan bahan baku dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Konversi Satuan Pengadaan Bahan Baku

Bahan Baku	Daerah	Jarak (km)	Jumlah Pesanan (ton)	Alat transportasi	Jumlah alat transportasi	Total Jarak (km)	Total tkm
Kulit	Sukoharjo	305	252	Truck 28 ton	9	2745	76860
Na ₂ S	Surabaya	89.7	7.578	Delivery van 3.5 ton	3	269,1	679.7466
H ₂ SO ₄	Surabaya	89.7	5.052	Delivery van 3.5 ton	2	179,4	453,1644
Kromium	Surabaya	89.7	22.734	Delivery van 3.5 ton	7	627,9	2039.2398
ZA	Surabaya	89.7	17.682	Delivery van 3.5 ton	5	448,5	1586.6754
Kapur	Surabaya	89.7	2.028	Delivery van 3.5 ton	1	89,7	181.9116
NaCl	Surabaya	89.7	15.156	Delivery van 3.5 ton	4	358,8	1359.4932
Detergent	Surabaya	89.7	0.505	Delivery van 3.5 ton	1	89.7	45.2985
Soda ash	Surabaya	89.7	1.263	Delivery van 3.5 ton	1	89.7	113.2911
Soda kue	Surabaya	89.7	2.526	Delivery van 3.5 ton	1	89.7	226.5822
HCOONa	Surabaya	89.7	2.526	Delivery van 3.5 ton	1	89.7	226.5822

Berikut merupakan contoh dari perhitungan konversi satuan dari distribusi bahan baku kulit :

$$\begin{aligned} \text{Total jarak} &= \text{jarak} \times \text{jumlah alat transportasi} \\ &= 305 \times 9 \end{aligned}$$

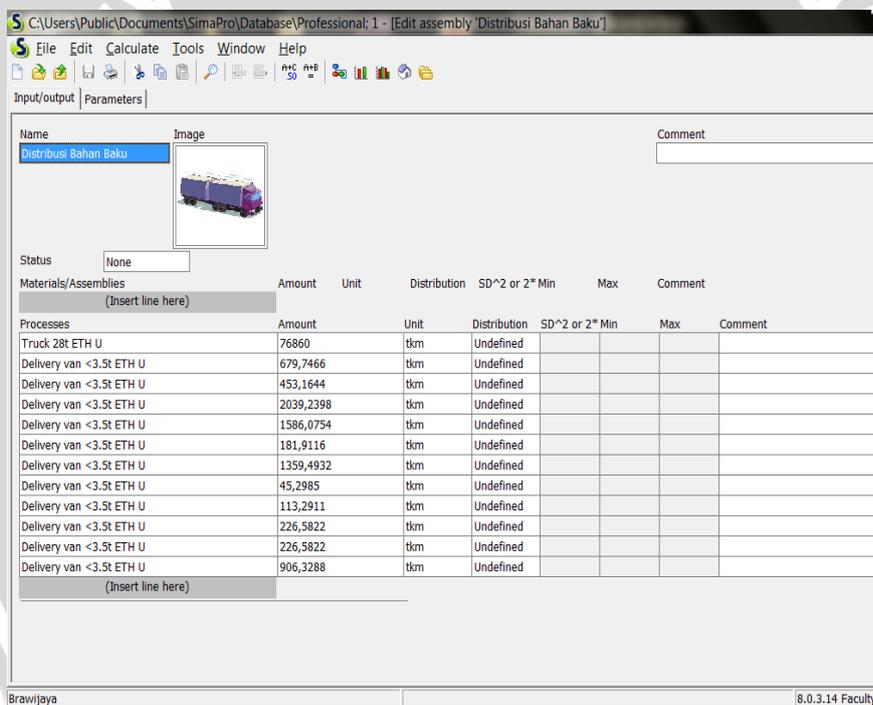
$$= 2745 \text{ km}$$

Maka total tkm = jumlah pesanan/jumlah alat transportasi yang digunakan x total jarak

$$= (252/9) \times 2745$$

$$= 76860 \text{ tkm}$$

Dalam melakukan perhitungan konversi satuan menjadi tkm, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung total jarak. Total jarak merupakan hasil perhitungan dari jarak dikalikan dengan jumlah alat transportasi yang digunakan. Setelah mengetahui total jarak, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan tkm. Total tkm didapatkan dari jumlah pesanan dibagi jumlah alat transportasi yang digunakan lalu dikalikan dengan total jarak yang sudah dihitung sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan konversi satuan tersebut, langkah selanjutnya adalah melakukan *input* data distribusi bahan baku ke dalam *software* SimaPro. *Input* data dalam *software* SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 *Input* Data Distribusi Bahan Baku Pada *Software* SimaPro

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *database* yang digunakan untuk mengirim *rawhide* adalah *truck 28t* yang berarti truk bermuatan 28 ton dengan total jarak dikalikan jumlah pesanan sebesar 76860 tkm. Sedangkan *database* yang digunakan untuk mengirimkan bahan kimia Na_2S , H_2SO_4 , kromium, ZA, Kapur, NaCl , *detergent*, *soda ash*, *soda kue*, dan HCOONa adalah *delivery van <3,5t* yang berarti mobil pengangkut barang dengan muatan kurang dari 3,5 ton. Total jarak dikalikan jumlah pesanan untuk bahan kimia tersebut yaitu 679,7466 tkm, 453,1644 tkm, 2039,2398 tkm, 1586,6754 tkm,

181,9116 tkm, 1359,4932 tkm, 45.2985 tkm, 113.2911 tkm, 226.5822 tkm, dan 226.5822 tkm.

2. Proses Produksi

Pada proses produksi, *input* data yang digunakan dalam *software* SimaPro berupa jumlah bahan baku serta energi yang digunakan selama proses penyamakan kulit. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan dalam proses penyamakan kulit meliputi bahan baku utama dan bahan baku pendukung. Bahan baku utama berupa kulit sapi mentah sementara bahan baku pendukung berupa bahan-bahan kimia. Dalam *database leather* pada SimaPro 8.0.3.14 terdapat asumsi yang menyatakan bahwa kulit sapi diasumsikan sebagai produk sampingan dari produksi susu dan daging sapi tanpa memiliki nilai yang signifikan. Maka dengan mempertimbangkan asumsi tersebut maka dalam penelitian ini *hides* atau kulit sapi dianggap tidak memiliki nilai yang signifikan sehingga tidak dilakukan analisis lebih lanjut. Berikut ini merupakan data bahan baku serta energi yang sudah disesuaikan dengan *database* SimaPro 8.0.3.14 serta jumlah pemakaian selama satu tahun

Tabel 4.4 *Input* Bahan Baku dan Energi Pada Proses Penyamakan Kulit

Bahan Baku	Database	Jumlah/tahun
Air	Tapwater (from surface water)	4041743 L
Detergent	Soap at plant	505 kg
Kapur	Lime (hydrated)	2028 kg
Na ₂ S	Sodium Sulphate	7578 kg
ZA	Ammonium Sulphate	17682 kg
Garam	NaCl	15156 kg
H ₂ SO ₄	Sulphuric acid, liquid	5052 kg
Kromium	Chromium oxide	35364 kg
Soda ash	Formic acid	1263 kg
Soda kue	Sodium carbonate	5052 kg
HCOONa	Sodium formate	5052 kg
Listrik	Electricity (SNG)	128512 kWh

Setelah melakukan penyesuaian *input* bahan baku dengan *database* SimaPro, langkah selanjutnya adalah melakukan *input* data ke dalam *software* SimaPro. Proses *input* data bahan baku serta energi dapat dilihat pada Gambar 4.6

Name	Image	Comment
Proses Produksi		

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2* Min	Max	Comment
Tapwater (from surface water)	4041743	l	Undefined			
Soap, at plant/RER S	505	kg	Undefined			
Lime (hydrated) ETH S	2028	kg	Undefined			
Sodium sulphate, powder, production mix, at plant/	7578	kg	Undefined			
Ammonium sulphate, as N, at regional storehouse/f	17682	kg	Undefined			
NaCl ETH S	15156	kg	Undefined			
Sulphuric acid, liquid, at plant/RER S	5052	kg	Undefined			
Chromium oxide, flakes, at plant/RER S	35364	kg	Undefined			
Formic acid, at plant/RER S	1263	kg	Undefined			
Sodium carbonate from ammonium chloride produc	5052	kg	Undefined			
Sodium formate, reaction of formaldehyde with ace	5052	kg	Undefined			
(Insert line here)						
Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2* Min	Max	Comment
Electricity (SNG)	128512	kvWh	Undefined			
(Insert line here)						

Gambar 4.6 Input Data Bahan Baku serta Energi Pada Software SimaPro

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa *database* yang digunakan untuk bahan baku air yaitu *tapwater (from surface water)* dengan jumlah yang digunakan dalam satu tahun sebesar 4041743 liter. *Database* yang digunakan untuk bahan baku *detergent* yaitu *soap at plant* dengan jumlah yang digunakan sebesar 505 kg. Sementara *database* yang digunakan untuk bahan baku kapur yaitu *lime (hydrated)* dengan jumlah yang digunakan dalam satu tahun sebesar 2028 kg. Kapur merupakan bahan kimia yang digunakan pada proses *liming*. *Database* yang digunakan untuk bahan baku Na_2S yaitu *sodium sulphate* dengan jumlah yang digunakan dalam setahun sebesar 7578 kg. Na_2S merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *dehairing*. Sedangkan *database* yang digunakan untuk bahan baku ZA yaitu *ammonium sulphate* dengan jumlah yang digunakan dalam setahun sebesar 17682 kg. ZA merupakan bahan baku pendukung yang digunakan pada proses *deliming*. *Database* yang digunakan untuk bahan baku garam, H_2SO_4 , kromium, soda ash, soda kue, HCOONa yaitu *NaCl*, *sulphuric acid*, *chromium oxide*, *formic acid*, *sodium carbonate*, *sodium formate*, dengan jumlah yang digunakan dalam setahun sebesar 15156 kg, 5052 kg, 35364 kg, 1263 kg, 5052 kg, 5052 kg. *Input data* yang terakhir merupakan *input data* jumlah penggunaan energi listrik selama satu tahun. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.6, dalam setahun PT Kasin menggunakan energi listrik sebesar 128512 kWh.

3. Distribusi Produk

Dalam distribusi produk, *input data* yang digunakan dalam Software SimaPro berupa alat transportasi yang digunakan serta jarak antara perusahaan dengan konsumen. Karena keterbatasan dari *database* SimaPro maka dilakukan konversi satuan sehingga hasil yang didapat sesuai dengan yang ada di lapangan. Dalam hal ini alat transportasi yang

digunakan untuk mendistribusikan produk adalah mobil *box* maka setelah dilakukan penyamaan spesifikasi, *database* yang digunakan adalah *delivery van*. Pada *database* tersebut, satuan yang digunakan adalah ton kilometer (tkm) sehingga perlu dilakukan konversi satuan. Selain itu, karena alat transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan produk memiliki spesifikasi yang sama, maka hasil perhitungan total tkm dijumlahkan. Perhitungan konversi satuan pada distribusi produk dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Konversi Satuan Pada Distribusi Produk

No	Tujuan	Jumlah Pesanan (ton)	Jarak (km)	Jumlah <i>delivery van</i>	Total Jarak (km)	tkm
1	Sidoarjo	6,5	91,2	2	182,4	592,8
2	Tulungagung	5,2	120	2	240	624
3	Tulungagung	5,8	120	2	240	696
4	Sidoarjo	8,3	91,2	3	273,6	756,96
5	Tulungagung	6,2	120	2	240	744
6	Sidoarjo	7,4	91,2	3	273,6	674,88
7	Sidoarjo	6,7	91,2	2	182,4	611,04
8	Sidoarjo	4,3	91,2	2	182,4	392,16
					Total tkm	5091,84

Berikut merupakan contoh dari perhitungan konversi data distribusi produk :

Total jarak = jarak x jumlah *delivery van*

$$= 91,2 \times 2$$

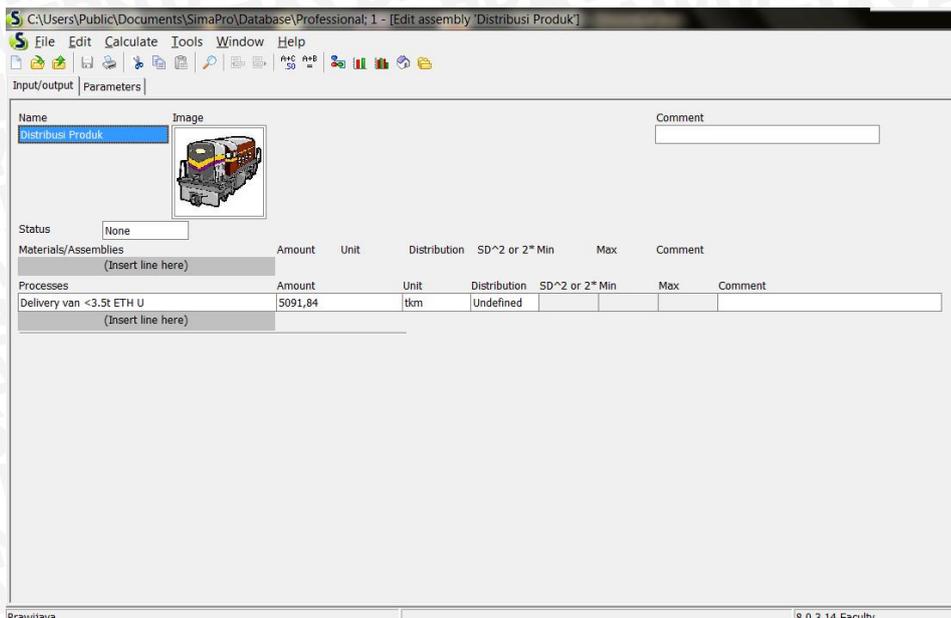
$$= 182,4 \text{ km}$$

Maka total tkm = jumlah pesanan/alat transportasi yang digunakan x total jarak

$$= (6,5/2) \times 182,4$$

$$= 592,8 \text{ tkm}$$

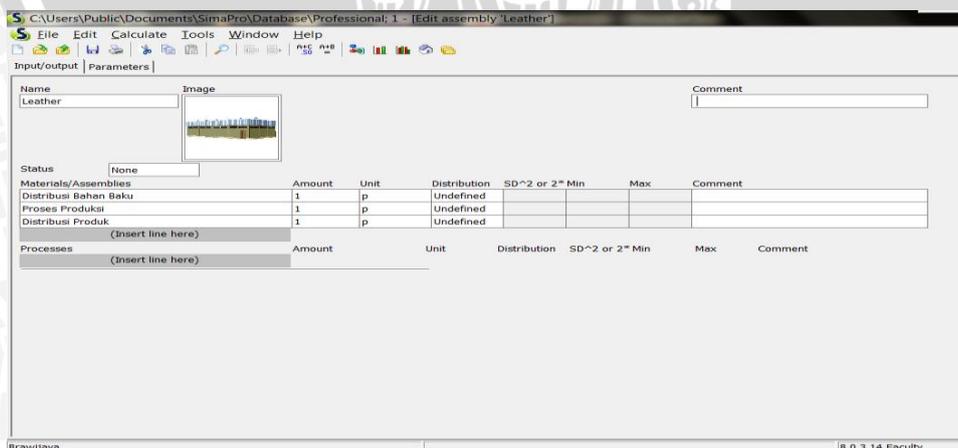
Setelah dilakukan penghitungan konversi data distribusi produk tersebut, langkah berikutnya adalah melakukan *input* data pada *software* SimaPro. *Input* data pada *software* SimaPro dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Input Distribusi Leather Pada Software SimaPro

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa *database* yang digunakan untuk mendistribusikan kulit yaitu *delivery van <3,5t* dengan total jarak dikalikan jumlah pesanan sebesar 5091,84. Total jarak tersebut didapatkan dari penjumlahan hasil dari perhitungan konversi satuan pada Tabel 4.5. Hal ini dilakukan karena alat transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan kulit memiliki spesifikasi yang sama.

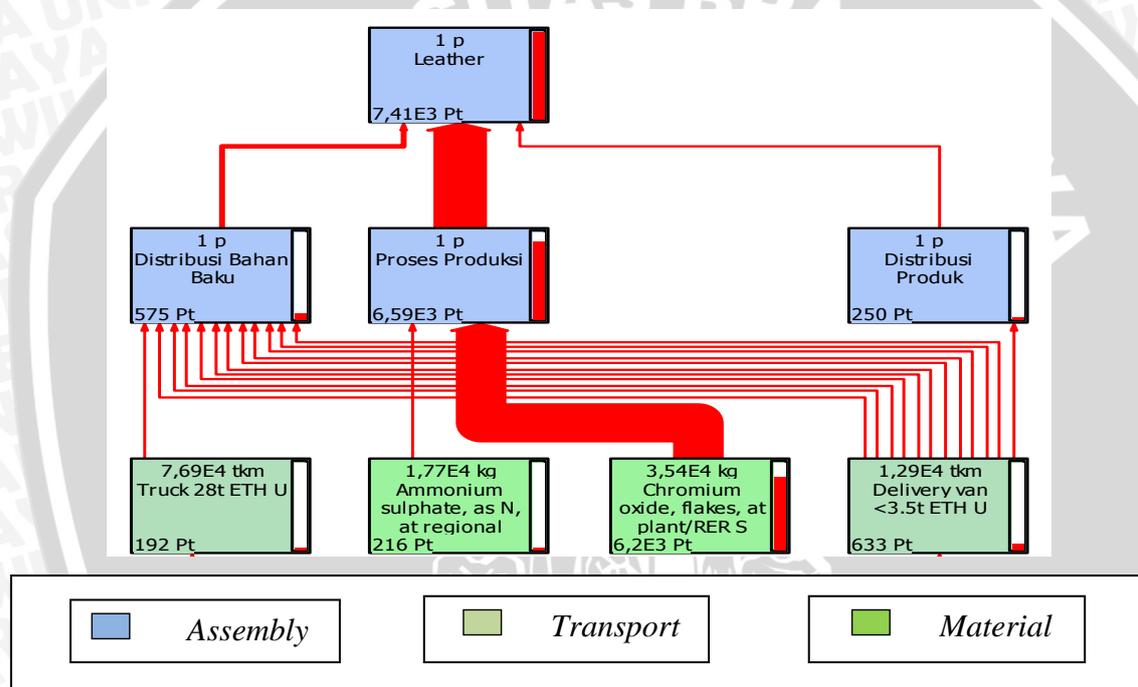
Tahap akhir dari proses *life cycle inventory* adalah penggabungan *input* distribusi bahan baku, proses produksi serta distribusi produk sehingga akan membentuk sebuah *life cycle*. Dari *life cycle* tersebut nantinya akan diketahui proses yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Gambar 4.8 merupakan penggabungan *input* distribusi bahan baku, proses produksi serta distribusi produk pada *software* SimaPro



Gambar 4.8 Input Data Keseluruhan Sistem Amatan

Gambar 4.8 merupakan proses *input* data yang dilakukan untuk menggambarkan *life cycle* dari sebuah sistem amatan. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa dalam penelitian ini sistem amatan yang diamati meliputi distribusi bahan baku, proses produksi dan distribusi produk. Sehingga dalam pembuatan *life cycle*, *input* yang dimasukkan berupa distribusi bahan baku, proses produksi dan distribusi produk dengan total 1p.

Setelah dilakukan penggabungan *input* distribusi bahan baku, proses produksi serta distribusi produk maka akan dihasilkan sebuah *network* yang menggambarkan aktivitas *supply chain leather* atau yang biasa disebut sebagai *tree diagram*. *Tree diagram* produk *leather* dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Tree Diagram Produk Leather

Dari gambar *tree diagram* tersebut dapat dilihat bahwa proses produksi kulit memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan adanya garis tebal berwarna merah dengan nilai $6,59 \times 10^3$ Pt. Garis merah tersebut menunjukkan besar kontribusi dampak pada *life cycle* produk. Sedangkan nilai yang terdapat pada distribusi bahan baku dan distribusi produk yaitu 575 Pt dan 250 Pt.

4.5.3 Life Cycle Impact Assessment

Life Cycle Impact Assessment merupakan tahap ketiga dalam LCA. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan. Metode yang digunakan untuk mengetahui dampak

lingkungan dari aktivitas *supply chain* dalam *life cycle impact assessment* adalah metode EDIP/UMIP 97 (*Environmental Design of Industrial Product*). Metode EDIP/UMIP 97 dipilih karena metode ini merupakan metode yang secara global digunakan di berbagai negara untuk mengukur dampak lingkungan. Dalam metode ini terdapat 16 kategori yang digunakan untuk mengukur dampak lingkungan.

Dalam *life cycle impact assessment* terdapat tiga langkah utama yaitu *characterization*, *normalization* dan *weighting*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing langkah tersebut.

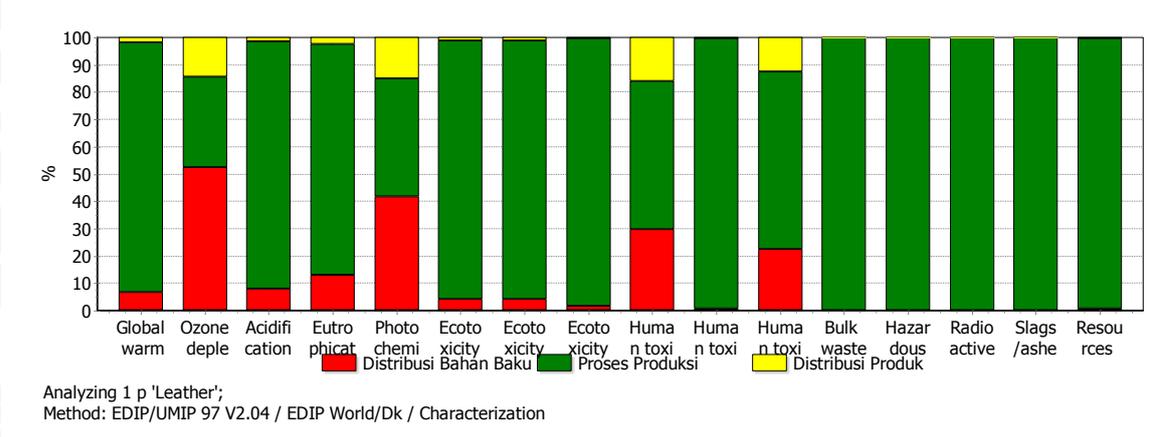
4.5.3.1 Characterization

Characterization merupakan tahapan dimana keseluruhan *input* dan *output* akan dinilai kontribusinya terhadap lingkungan sesuai dengan kategori dampak yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari tahap ini adalah suatu profil dampak lingkungan dari sistem yang diamati. Hasil dari *characterization leather* dapat dilihat pada Gambar 4.10

Sel	Impact category	Unit	Total	Distribusi Bahan	Proses Produksi	Distribusi Produk
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming (GWP 100)	g CO2	4,61E8	3,12E7	4,2E8	8,96E6
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone depletion	g CFC11	78,2	41	25,9	11,4
<input checked="" type="checkbox"/>	Acidification	g SO2	2,85E6	2,22E5	2,58E6	4,86E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Eutrophication	g NO3	2,39E6	3,13E5	2,01E6	6,31E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Photochemical smog	g ethene	1,71E5	7,14E4	7,36E4	2,6E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water chronic	m3	7,07E8	2,99E7	6,69E8	8,28E6
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water acute	m3	7,02E7	2,95E6	6,65E7	8,13E5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity soil chronic	m3	8,49E6	1,23E5	8,34E6	3,49E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity air	m3	1,85E11	5,47E10	1,01E11	2,95E10
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity water	m3	1,78E7	1,31E5	1,77E7	4,18E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity soil	m3	1,42E5	3,16E4	9,28E4	1,78E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Bulk waste	kg	1,4E5	x	1,4E5	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Hazardous waste	kg	7,69	x	7,69	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Radioactive waste	kg	5,55	x	5,55	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Slags/ashes	kg	42,6	x	42,6	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Resources (all)	kg	816	4,57	810	1,47

Gambar 4.10 Output Characterization Produk Leather

Gambar 4.10 menjelaskan mengenai nilai dampak lingkungan tiap sistem amatan untuk 16 kategori yang di analisa. Sebagai contoh, nilai dampak lingkungan untuk distribusi bahan baku, proses produksi dan distribusi produk pada kategori *global warming* (GWP 100) yaitu 3.12×10^7 , 4.2×10^8 dan 8.96×10^6 dengan total nilai 4.61×10^8 . Grafik *characterization* dapat dilihat pada Gambar 4.11.

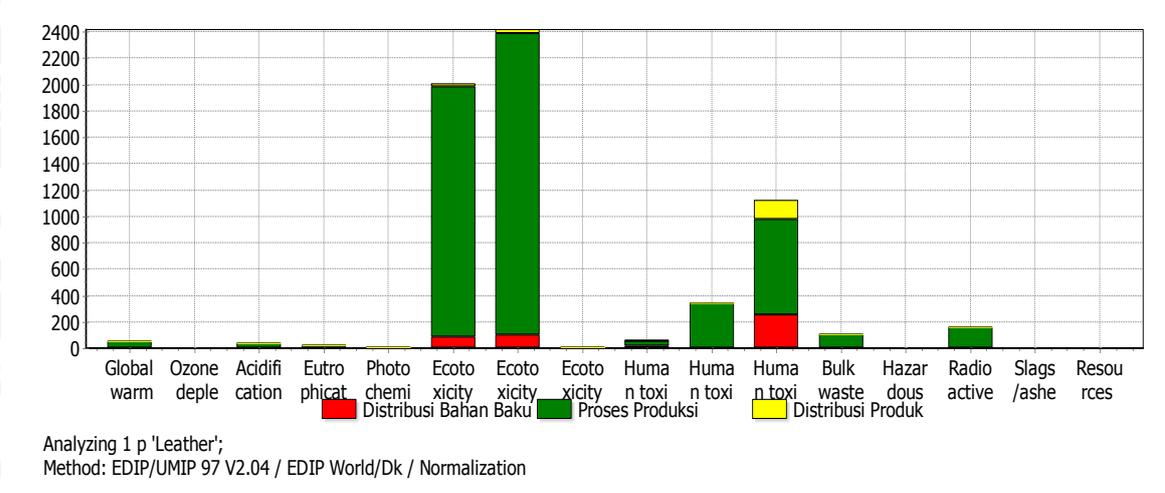


Gambar 4.11 Grafik Characterization Produk Leather

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa dari semua kategori yang dianalisa, proses produksi kulit memiliki dampak yang paling besar terhadap lingkungan dibandingkan dengan proses distribusi bahan baku dan distribusi kulit. Pada tahap *characterization* ini *output* yang dihasilkan berupa prosentase. Hal ini dikarenakan satuan yang digunakan untuk masing-masing kategori berbeda-beda sehingga analisa perbandingan untuk kategori yang berbeda belum bisa dilakukan.

4.5.3.2 Normalization

Normalization merupakan tahapan penyamaan satuan unit untuk semua kategori. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan analisa antar kategori dampak lingkungan. Penyamaan satuan unit ini dilakukan dengan mengalikan nilai *characterization* dengan nilai normal yang ada pada metode EDIP/UMIP 97. Grafik *normalization* untuk produk *leather* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Normalization Produk Leather



Dari Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan penyamaan satuan unit, kategori yang memiliki dampak terbesar terdapat pada kategori *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* dengan nilai dampak lingkungan untuk masing-masing kategori sebesar 2420, 2010 dan 1120.

Select	Impact category	Unit	Total	Distribusi Bahan	Proses Produksi	Distribusi Produk
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming (GWP 100)		53	3,59	48,4	1,03
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone depletion		0,759	0,398	0,251	0,11
<input checked="" type="checkbox"/>	Acidification		38,4	2,99	34,8	0,656
<input checked="" type="checkbox"/>	Eutrophication		20,1	2,63	16,9	0,53
<input checked="" type="checkbox"/>	Photochemical smog		6,84	2,86	2,94	1,04
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water chronic		2.01E3	85	1.9E3	23,5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water acute		2.42E3	102	2.29E3	28
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity soil chronic		8,83	0,128	8,67	0,0363
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity air		60,5	17,9	32,9	9,63
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity water		343	2,52	339	0,803
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity soil		1.12E3	249	730	140
<input checked="" type="checkbox"/>	Bulk waste		104	x	104	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Hazardous waste		0,371	x	0,371	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Radioactive waste		159	x	159	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Slags/ashes		0,122	x	0,122	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Resources (all)		x	x	x	x

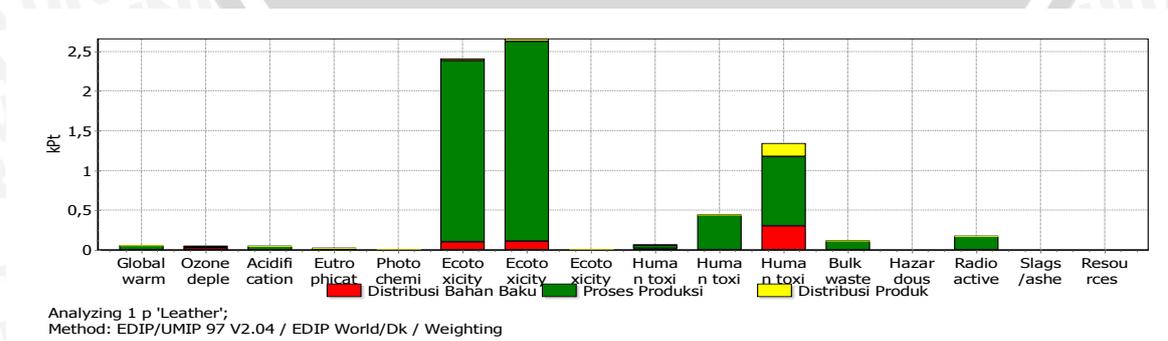
Gambar 4.13 Output Normalization Produk Leather

Dari Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa nilai *normalization* distribusi bahan baku, proses produksi dan distribusi produk pada kategori *ecotoxicity water acute* yaitu 102, 2290, dan 28. Sedangkan nilai *normalization* pada kategori *ecotoxicity water chronic* yaitu 85, 1900, dan 23.5. Nilai *normalization* pada kategori *human toxicity soil* yaitu 249, 730, dan 140.

4.5.3.3 Weighting

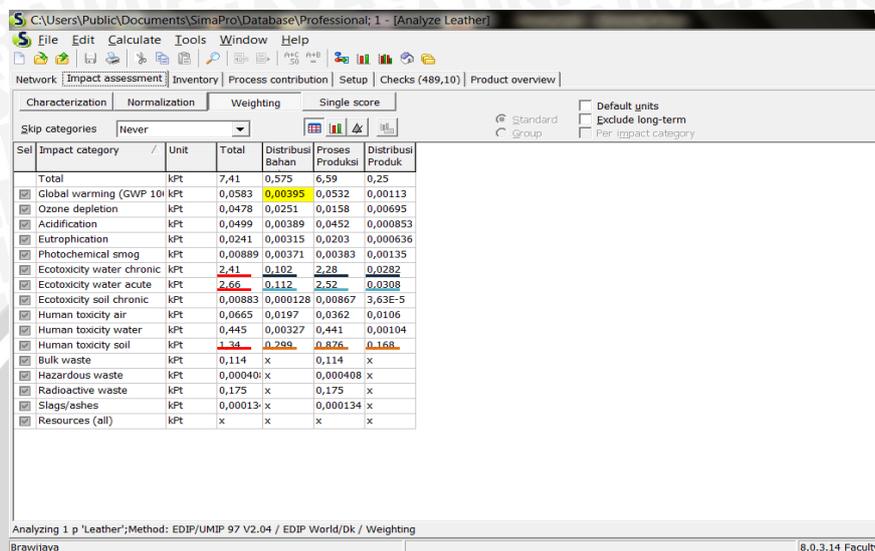
Weighting merupakan tahapan dimana keseluruhan dampak yang telah dinilai akan dibandingkan dan disederhanakan dalam suatu basis ukuran yang sama. Tujuan dari dilakukannya tahapan ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan yang sama untuk setiap kategori dampak yang ada sehingga memudahkan analisa interpretasi selanjutnya.

Grafik *weighting* untuk produk *leather* dapat dilihat pada Gambar 4.14



Gambar 4.14 Grafik Weighting Produk Leather

Dari gambar dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pembobotan, kategori *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* tetap menjadi kategori dengan dampak lingkungan yang paling besar dengan nilai total masing-masing sebesar 2.66 kPt, 2.41 kPt dan 1.34 kPt. Untuk mengetahui nilai dampak lingkungan dari masing-masing sistem amatan dapat dilihat pada Gambar 4.15



Impact category	Unit	Total	Distribusi Bahan	Proses Produksi	Distribusi Produk
Total	kPt	7,41	0,575	6,59	0,25
Global warming (GWP 100)	kPt	0,0583	0,00395	0,0532	0,00113
Ozone depletion	kPt	0,0478	0,0251	0,0158	0,00695
Acidification	kPt	0,0499	0,00389	0,0452	0,000853
Eutrophication	kPt	0,0241	0,00315	0,0203	0,000636
Photochemical smog	kPt	0,00889	0,00371	0,00383	0,00135
Ecotoxicity water chronic	kPt	2,41	0,102	2,28	0,0282
Ecotoxicity water acute	kPt	2,66	0,112	2,52	0,0308
Ecotoxicity soil chronic	kPt	0,00883	0,000128	0,00867	3,63E-5
Human toxicity air	kPt	0,0665	0,0197	0,0362	0,0106
Human toxicity water	kPt	0,445	0,00327	0,441	0,00104
Human toxicity soil	kPt	1,34	0,299	0,876	0,168
Bulk waste	kPt	0,114	x	0,114	x
Hazardous waste	kPt	0,00040	x	0,000408	x
Radioactive waste	kPt	0,175	x	0,175	x
Slags/ashes	kPt	0,00013	x	0,000134	x
Resources (all)	kPt	x	x	x	x

Gambar 4.15 Output Weighting Produk Leather

Dari Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa nilai *weighting* untuk kategori *ecotoxicity water acute* pada sistem amatan distribusi bahan baku, proses produksi, dan distribusi produk masing-masing adalah sebesar 0.112 kPt, 2.52 kPt dan 0.0308 kPt. Sedangkan nilai *weighting* untuk kategori *ecotoxicity water chronic* yaitu 0.102 kPt, 2.28 kPt, dan 0.0282 kPt. Nilai *weighting* untuk kategori *human toxicity soil* yaitu 0.299 kPt, 0.876 kPt dan 0.168 kPt. Nilai *weighting* tersebut merupakan nilai yang didapatkan dari perkalian antara nilai *normalization* dengan nilai *weighting*. Nilai *weighting* ini merupakan hasil akhir dari penilaian dampak lingkungan dalam LCA.

Berdasarkan analisa-analisa yang sudah dilakukan di atas dapat diketahui bahwa proses produksi merupakan proses atau aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan dilakukan analisa *characterization*, *normalization* dan *weighting*. Ketiga analisa tersebut menyatakan bahwa kategori *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* merupakan kategori dengan dampak lingkungan terbesar. Dari beberapa penjelasan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa limbah PT Kasin memiliki efek samping terhadap ekosistem air baik dalam waktu singkat dan jangka waktu yang lama. Selain itu limbah PT Kasin juga beberapa zat logam berat yang dapat berdampak pada kesehatan manusia melalui media tanah.

Dari beberapa analisa yang dilakukan di atas dapat disimpulkan bahwa proses produksi memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan. Maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dampak lingkungan dari tiap proses yang terdapat dalam proses penyamakan kulit. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui proses apa yang memiliki dampak lingkungan terbesar dalam proses produksi kulit. Dengan dilakukannya analisa ini diharapkan mampu memberikan alternatif perbaikan yang sesuai dengan permasalahannya. Analisa dampak lingkungan pada proses produksi tersebut dapat dilihat pada subbab berikutnya.

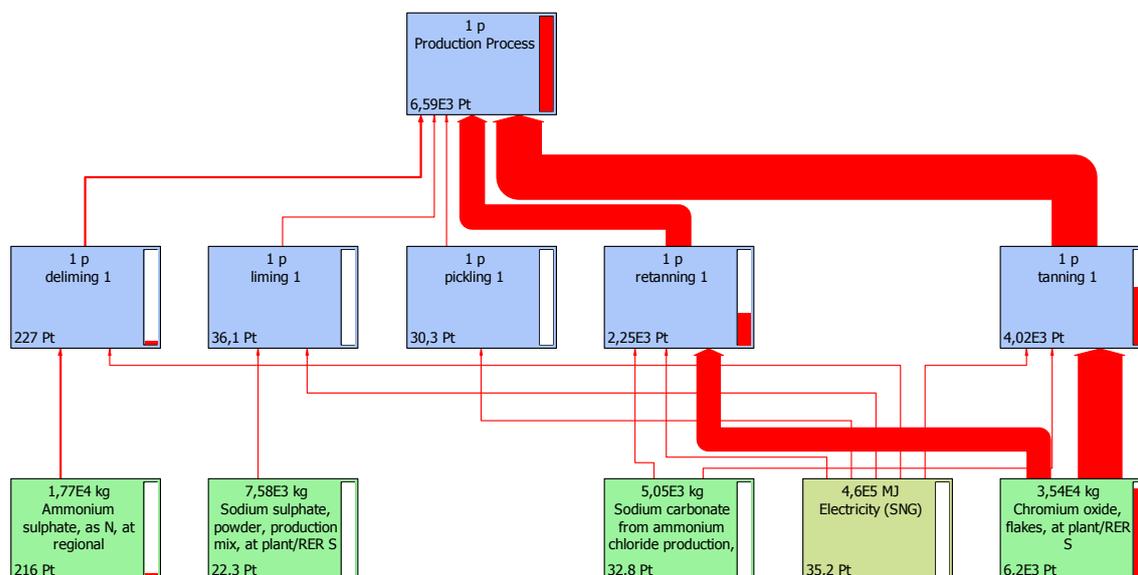
4.5.4 *Interpretation Step*

Tahap *interpretation step* merupakan tahap interpretasi dari seluruh tahap yang sudah dilakukan sebelumnya. Interpretasi ini nantinya akan mengarah pada alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari sistem amatan. Seperti yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya bahwa sistem amatan yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan terdapat pada proses produksi kulit. Pada sistem amatan ini, kategori yang memiliki dampak terbesar adalah *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity human soil*. Jika dilihat dari kategori yang memiliki dampak terbesar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan terbukti mencemari sungai dan sumur warga baik dalam jangka waktu pendek (*ecotoxicity water acute*) dan panjang (*ecotoxicity water chronic*) sehingga ekosistem di dalam air juga rusak. Selain itu dapat disimpulkan juga bahwa limbah yang dihasilkan terbukti mengandung logam berat yang dapat berdampak terhadap kesehatan manusia melalui media tanah (*human toxicity soil*). Hal ini sesuai dengan keadaan *existing* yang ada di lapangan. Seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang penelitian ini bahwa permasalahan yang terdapat pada perusahaan adalah adanya dugaan bahwa limbah PT Kasin mencemari sungai dan air sumur warga. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak yang dihasilkan dan mengetahui penyebab dari pencemaran tersebut, maka akan dilakukan analisa lebih lanjut mengenai sistem amatan yang memiliki dampak terbesar. Tujuan dilakukannya analisa pada proses produksi ini adalah untuk mempermudah dalam menentukan alternatif perbaikan. Dengan dilakukannya analisa dalam proses produksi, maka diharapkan alternatif perbaikan yang diberikan sesuai dengan permasalahan yang ada.

4.6 ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES PRODUKSI KULIT

Proses produksi kulit terdiri dari berbagai macam proses, diantaranya *soaking*, *liming*, *splitting*, *deliming*, *pickling*, *tanning*, *sammying*, *shaving*, *retanning*, *fatliquoring*, *setting out*, *vacum drying*, *toggling*, *hanging*, *stacking*, *embosHING* dan *measuring*. Dalam proses tersebut, terdapat beberapa proses yang menggunakan bahan-bahan kimia sebagai bahan baku pendukung.

Dalam melakukan analisis dampak lingkungan pada proses produksi kulit akan dilakukan analisa yang sama seperti pada penilaian dampak lingkungan dari aktivitas *supply chain* yang sudah dilakukan sebelumnya. Analisa tersebut meliputi analisa *characterization*, *normalization* serta *weighting*. Sebelum melakukan analisa tersebut, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat *tree diagram* proses produksi kulit. *Tree diagram* dari proses produksi kulit dapat dilihat pada Gambar 4.16.



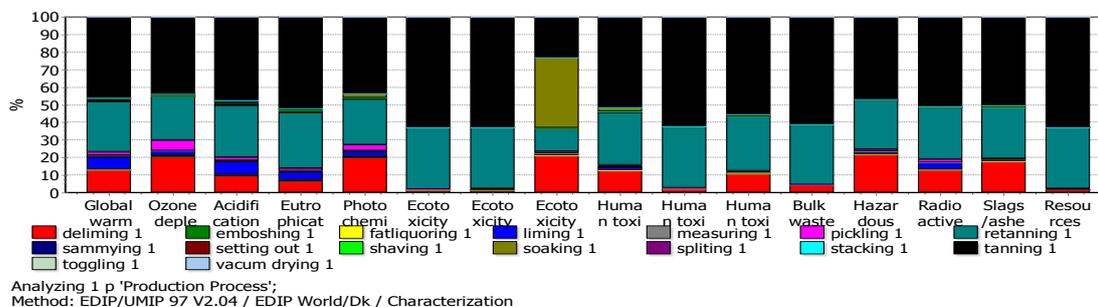
Gambar 4.16 Tree Diagram Proses Produksi Kulit

Gambar 4.16 menjelaskan bahwa proses produksi kulit terdiri dari berbagai proses. Dan proses-proses tersebut membutuhkan berbagai macam bahan baku. Dimana beberapa bahan baku tersebut mengandung senyawa kimia yang dapat menimbulkan dampak lingkungan. Dari Gambar 4.16 di atas dapat dilihat bahwa dalam proses produksi kulit, proses yang memiliki dampak lingkungan terbesar adalah proses *tanning* dan *retanning* dengan total nilai 4020 kPt dan 2250 kPt. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya garis tebal berwarna merah pada proses *tanning* dan *retanning*. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, garis tebal berwarna merah tersebut menunjukkan besarnya kontribusi dampak yang dihasilkan dari proses produksi.

Setelah dilakukan pembuatan *tree diagram* proses produksi, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dampak lingkungan yang meliputi analisa *characterization*, *normalization* dan *weighting*. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai analisa *characterization*, *normalization* dan *weighting* pada proses produksi kulit.

4.6.1 Characterization Proses Produksi Kulit

Tahap *characterization* ini merupakan penilaian dampak lingkungan dari keseluruhan *input* dan *output*. Dalam penilaian tersebut akan mempertimbangkan kategori-kategori sesuai dengan metode yang digunakan. Sama halnya dengan analisa *characterization* pada aktivitas *supply chain*, metode yang digunakan dalam menganalisa dampak lingkungan dari proses produksi kulit adalah metode EDIP/UMIP 97. Gambar 4.17 merupakan grafik *characterization* proses produksi kulit.



Gambar 4.17 Grafik *Characterization* Proses Produksi Kulit

Dari Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa proses *tanning* merupakan salah satu proses dalam proses produksi kulit yang mempunyai dampak terbesar terhadap lingkungan. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya kontribusi proses *tanning* terhadap dampak lingkungan dari 16 kategori yang diamati. Dalam *characterization*, nilai dampak lingkungan masih berupa prosentase dikarenakan satuan yang digunakan dalam analisa tersebut berbeda-beda. *Output* dari *characterization* yang berupa angka dapat dilihat pada Gambar 4.18.

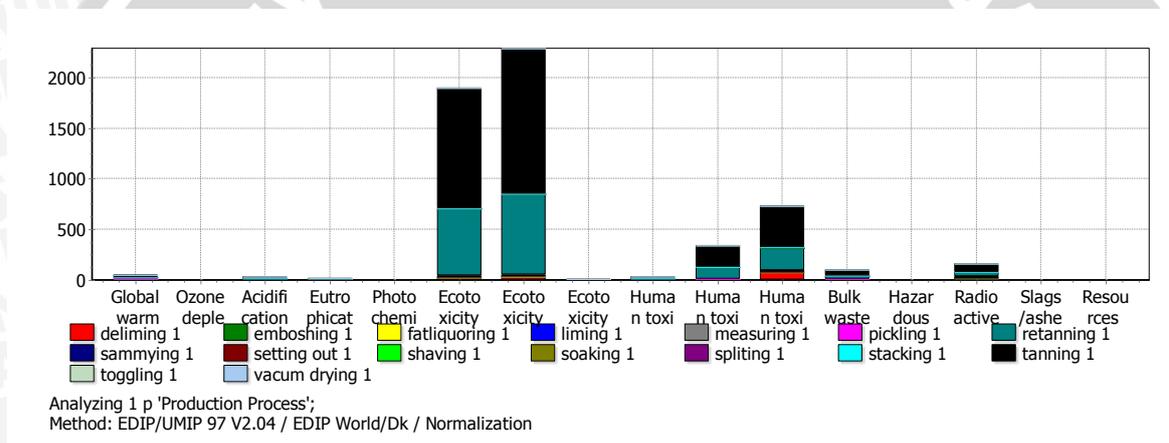
Sel	Impact category	Unit	Total	delimiting 1	emboshing 1	fattiquorin 1	liming 1	measurin 1	pickling 1	retanning 1	sammyin 1	setting out 1	shoving 1	splitting 1	tanning 1	toggling 1	vacum drying 1
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming (GWP 10)	g CO2	4,2E8	3,41E7	5,09E5	7,47E5	2,97E7	3,53E6	8,44E6	1,2E8	4,29E6	3,27E6	5,29E5	1E6	5,91E5	1,92E8	5,66E5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone depletion	g CFC11	25,9	5,31	x	0,145	0,671	x	1,58	6,54	x	x	0,32	x	11,3	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Acidification	g SO2	2,57E6	2,5E5	3,43E3	5,4E3	1,89E5	2,37E4	4,87E4	7,56E5	2,88E4	2,2E4	3,56E3	1,1E4	3,83E3	3,98E3	1,21E6
<input checked="" type="checkbox"/>	Eutrophication	g NO3	2,01E6	1,36E5	1,78E3	2,45E3	9,49E4	1,23E4	2,62E4	6,4E5	1,5E4	1,14E4	1,85E3	1,87E4	1,99E3	2,07E3	1,04E6
<input checked="" type="checkbox"/>	Photochemical smog	g ethene	7,36E4	1,48E4	29,8	140	2,33E3	206	2,56E3	1,91E4	251	191	30,9	1,9E3	33,3	34,6	3,18E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water chronic	m3	6,69E8	9,92E6	13,9	9,97E4	1,5E6	95,9	2,15E6	2,34E8	117	88,8	14,4	8,68E5	15,5	16,1	4,2E8
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water acute	m3	6,65E7	1,03E6	x	9,73E3	1,9E5	x	2,13E5	2,33E7	x	x	x	4,26E4	x	x	4,18E7
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity soil chronic	m3	8,34E6	1,76E6	108	6,72E3	1,08E5	745	7,25E4	1,13E6	905	689	112	3,35E6	120	125	1,91E6
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity air	m3	1,01E11	1,25E10	2,43E7	6,8E7	1,99E9	1,68E8	1,08E9	3E10	2,04E8	1,56E8	2,52E7	2,39E9	2,71E7	2,82E7	5,19E10
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity water	m3	1,77E7	4,11E5	0,613	284	4,07E4	4,24	2,73E4	6,14E6	5,16	3,93	0,636	3,2E4	0,685	0,711	1,1E7
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity soil	m3	9,28E4	9,92E3	3,73	24,8	780	25,8	711	2,89E4	31,4	23,9	3,87	898	4,17	4,33	5,14E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Bulk waste	kg	1,4E5	5,72E3	x	x	439	x	151	4,78E4	x	x	x	120	x	x	8,57E4
<input checked="" type="checkbox"/>	Hazardous waste	kg	7,69	1,68	x	x	0,114	x	0,0805	2,17	x	x	x	0,0337	x	x	3,61
<input checked="" type="checkbox"/>	Radioactive waste	kg	5,55	0,718	x	x	0,229	x	0,115	1,64	x	x	x	0,0224	x	x	2,82
<input checked="" type="checkbox"/>	Slags/ashes	kg	42,6	7,64	x	x	0,434	x	0,215	12,2	x	x	x	0,619	x	x	21,4
<input checked="" type="checkbox"/>	Resources (all)	kg	810	15,1	0,00725	0,0139	1,12	0,0502	0,526	284	0,0611	0,0465	0,00753	0,186	0,00811	0,00842	509

Gambar 4.18 *Output Characterization* Proses Produksi Kulit

Gambar di atas menjelaskan mengenai nilai dampak lingkungan yang dihasilkan dari tiap proses dalam proses produksi kulit untuk setiap kategori yang dianalisa. Jika dilihat dari Gambar 4.17, kategori *human toxicity air* memiliki nilai total terbesar yaitu 1.01×10^{11} . Tetapi karena dalam *characterization* nilai dampak lingkungan yang dihasilkan belum dilakukan penyamaan satuan, maka hasil tersebut dianggap belum bisa diandalkan.

4.6.2 Normalization Proses Produksi Kulit

Pada tahap *normalization* ini akan dilakukan penyamaan satuan, sehingga akan mempermudah dalam menentukan proses yang berkontribusi besar terhadap dampak lingkungan. Grafik *normalization* pada proses produksi kulit dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Grafik Normalization Proses Produksi Kulit

Dari Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa kategori yang memiliki dampak terbesar dalam proses produksi adalah *ecotoxicity water acute* dengan total nilai 2290. Sedangkan kategori kedua yang memiliki dampak terbesar yaitu *ecotoxicity water chronic* dengan total nilai 1900. Dan kategori ketiga yang memiliki dampak terbesar adalah *human toxicity soil* dengan total nilai 730. Untuk mengetahui nilai *normalization* dari proses dalam proses produksi kulit untuk semua kategori dapat dilihat pada Gambar 4.20.

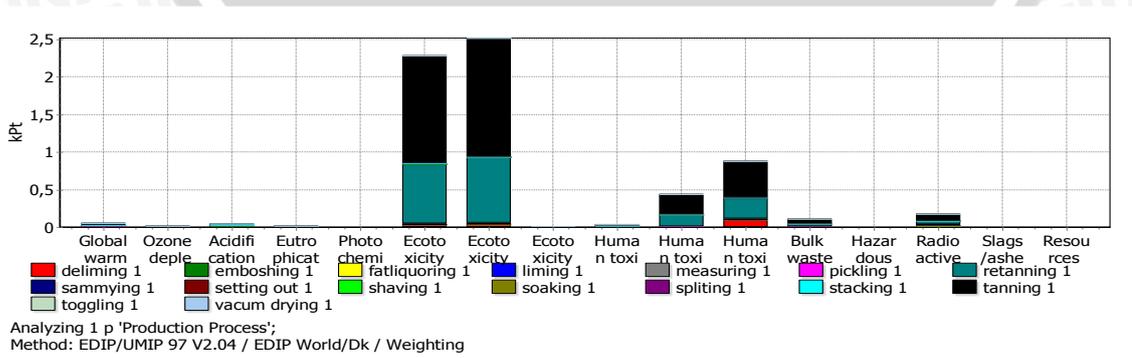
Set	Impact category / Unit	Total	deliming 1	emboshir 1	fatliquori 1	liming 1	measurin 1	pickling 1	retanning 1	sammym 1	setting out 1	shaving 1	soaking 1	splitting 1	stacking 1	tanning 1	toggling 1	vacum drying 1
✓	Global warming (GWP 100)	48,3	6,22	0,0586	0,086	3,41	0,405	0,971	13,8	0,493	0,375	0,0608	0,115	0,0655	0,068	22,1	0,0651	0,0646
✓	Ozone depletion	0,251	0,0515	x	0,00141	0,00651	x	0,0153	0,0635	x	x	x	0,0031	x	x	0,11	x	x
✓	Acidification	34,7	3,37	0,0462	0,073	2,55	0,32	0,657	10,2	0,389	0,297	0,048	0,149	0,0517	0,0537	16,4	0,0514	0,051
✓	Eutrophication	16,9	1,14	0,015	0,0206	0,797	0,104	0,22	5,38	0,126	0,0959	0,0155	0,157	0,0167	0,0174	8,77	0,0166	0,0165
✓	Photochemical smog	2,94	0,593	0,00119	0,0056	0,0933	0,00826	0,103	0,765	0,01	0,00765	0,00124	0,0761	0,00133	0,00138	1,27	0,00132	0,00131
✓	Ecotoxicity water chronic	1,9E3	28,2	3,93E-5	0,283	4,26	0,000272	6,1	665	0,000331	0,000252	4,08E-5	2,47	4,4E-5	4,57E-5	1,19E3	4,37E-5	4,34E-5
✓	Ecotoxicity water acute	2,29E3	35,4	x	0,335	5,17	x	7,32	800	x	x	x	1,46	x	x	1,44E3	x	x
✓	Ecotoxicity soil chronic	8,67	1,83	0,000112	0,00698	0,112	0,000774	0,0754	1,17	0,000941	0,000717	0,000116	3,49	0,000125	0,00013	1,98	0,000124	0,000123
✓	Human toxicity air	32,9	4,1	0,00793	0,0222	0,651	0,0549	0,352	9,81	0,0668	0,0509	0,00823	0,782	0,00887	0,00921	17	0,00882	0,00875
✓	Human toxicity water	339	7,89	1,18E-5	0,00546	0,781	8,15E-5	0,524	118	9,9E-5	7,54E-5	1,22E-5	0,615	1,32E-5	1,37E-5	212	1,31E-5	1,3E-5
✓	Human toxicity soil	730	78,1	0,0294	0,195	6,14	0,203	5,6	228	0,247	0,188	0,0305	7,07	0,0329	0,0341	405	0,0326	0,0324
✓	Bulk waste	104	4,24	x	x	0,325	x	0,112	35,4	x	x	x	0,089	x	x	63,5	x	x
✓	Hazardous waste	0,371	0,0812	x	x	0,00551	x	0,00389	0,105	x	x	x	0,00163	x	x	0,174	x	x
✓	Radioactive waste	159	20,5	x	x	6,54	x	3,29	47	x	x	x	0,642	x	x	80,7	x	x
✓	Slags/ashes	0,122	0,0219	x	x	0,00124	x	0,000615	0,0349	x	x	x	0,00177	x	x	0,0613	x	x
✓	Resources (all)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Gambar 4.20 Output Normalization pada Proses Produksi

Dari Gambar 4.20 di atas dapat dilihat bahwa *ecotoxicity water acute* merupakan kategori yang memiliki dampak terbesar. Nilai *normalization* untuk masing-masing proses *deliming*, *fatliquoring*, *liming*, *pickling*, *retanning*, *soaking*, dan *tanning* yaitu 35.4, 0.335, 5.17, 7.32, 800, 1.46, dan 1440. Dari nilai *normalization* tersebut dapat dilihat bahwa proses *tanning* memiliki nilai dampak terbesar dengan nilai sebesar 1440. Proses *tanning* tersebut tidak hanya memiliki dampak terbesar pada kategori *ecotoxicity water acute*, tetapi juga pada kategori *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* dengan nilai 1190 dan 405.

4.6.3 Weighting pada Proses Produksi Kulit

Dalam tahap *weighting* ini nantinya akan dilakukan perbandingan dan penyerdehanaan keseluruhan dampak yang telah dinilai. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan yang sama untuk setiap kategori yang diamati sehingga akan memudahkan dalam menentukan proses apa dalam proses produksi yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Grafik *weighting* untuk proses produksi kulit dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Grafik Weighting pada Proses Produksi kulit

Dari Gambar 4.21 di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perbandingan, kategori *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* tetap menjadi kategori yang memiliki nilai dampak lingkungan terbesar dengan nilai masing-masing 2.52 kPt, 2.28 kPt, dan 0.876 kPt. Untuk mengetahui nilai dampak lingkungan dari setiap kategori pada proses produksi dapat dilihat pada Gambar 4.22.

Sel	Impact category	Unit	Total	delimiting 1	emboshoir 1	fatliquoring 1	liming 1	measuring 1	pickling 1	retanning 1	sammyin 1	setting out 1	shaving 1	soaking 1	splitting 1	stacking 1	tanning 1	toggling 1	vacuum drying 1
	Total	kPt	6,59	0,227	0,000188	0,00129	0,0361	0,0013	0,0303	2,25	0,00158	0,00121	0,000195	0,0198	0,00021	0,000218	4,02	0,000209	0,000207
<input checked="" type="checkbox"/>	Global warming (GWP 100)	kPt	0,0531	0,00684	6,44E-5	9,45E-5	0,00375	0,000446	0,00107	0,0151	0,000542	0,000413	6,69E-5	0,000127	7,2E-5	7,48E-5	0,0243	7,16E-5	7,1E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ozone depletion	kPt	0,0158	0,00325	x	8,88E-5	0,00041	x	0,000966	0,004	x	x	x	0,000196	x	x	0,00691	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Acidification	kPt	0,0451	0,00438	6,01E-5	9,48E-5	0,00331	0,000416	0,000854	0,0133	0,000506	0,000386	6,24E-5	0,000193	6,72E-5	6,98E-5	0,0213	6,68E-5	6,63E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Eutrophication	kPt	0,0203	0,00137	1,79E-5	2,47E-5	0,000956	0,000124	0,000264	0,00645	0,000151	0,000115	1,86E-5	0,000188	2,01E-5	2,08E-5	0,0105	1,99E-5	1,98E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Photochemical smog	kPt	0,00382	0,00077	1,55E-6	7,28E-6	0,000121	1,07E-5	0,000133	0,000995	1,3E-5	9,94E-6	1,61E-6	9,89E-5	1,73E-6	1,8E-6	0,00166	1,72E-6	1,71E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water chronic	kPt	2,28	0,0338	4,72E-8	0,00034	0,000511	3,27E-7	0,00732	0,798	3,97E-7	3,03E-7	4,9E-8	0,00296	5,28E-8	5,48E-8	1,43	5,25E-8	5,2E-8
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity water acute	kPt	2,52	0,0389	x	0,000368	0,00569	x	0,00805	0,88	x	x	x	0,00161	x	x	1,58	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Ecotoxicity soil chronic	kPt	0,00867	0,00183	1,12E-7	6,98E-6	0,000112	7,74E-7	7,54E-5	0,00117	9,41E-7	7,17E-7	1,16E-7	0,00349	1,25E-7	1,3E-7	0,00198	1,24E-7	1,23E-7
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity air	kPt	0,0362	0,00451	8,73E-6	2,45E-5	0,000717	6,04E-5	0,000387	0,0108	7,35E-5	5,6E-5	9,06E-6	0,00086	9,76E-6	1,01E-5	0,0187	9,7E-6	9,62E-6
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity water	kPt	0,441	0,0103	1,53E-8	7,1E-6	0,00102	1,06E-7	0,000682	0,153	1,29E-7	9,81E-8	1,59E-8	0,000799	1,71E-8	1,78E-8	0,275	1,7E-8	1,69E-8
<input checked="" type="checkbox"/>	Human toxicity soil	kPt	0,876	0,0937	3,52E-5	0,000234	0,000737	0,000244	0,00671	0,273	0,000297	0,000226	3,66E-5	0,00048	3,94E-5	4,09E-5	0,486	3,92E-5	3,89E-5
<input checked="" type="checkbox"/>	Bulk waste	kPt	0,114	0,00466	x	x	0,000358	x	0,000123	0,039	x	x	x	9,79E-5	x	x	0,0698	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Hazardous waste	kPt	0,000401	8,93E-5	x	x	6,06E-6	x	4,28E-6	0,000115	x	x	x	1,79E-6	x	x	0,000192	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Radioactive waste	kPt	0,175	0,0226	x	x	0,00719	x	0,00362	0,0517	x	x	x	0,000706	x	x	0,0888	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Slags/ashes	kPt	0,00013	2,41E-5	x	x	1,37E-6	x	6,77E-7	3,84E-5	x	x	x	1,95E-6	x	x	6,75E-5	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Resources (all)	kPt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

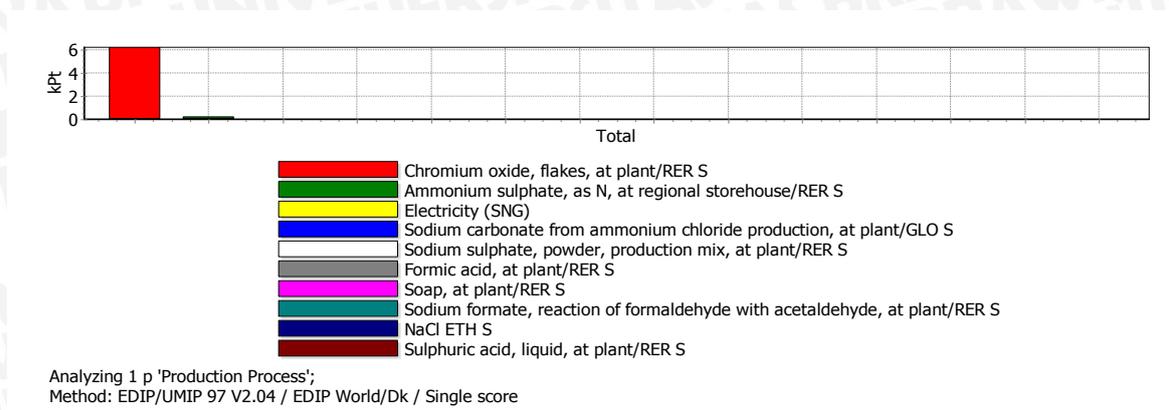
Gambar 4.22 Output Weighting Pada Proses Produksi

Dari Gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai dampak lingkungan pada kategori *ecotoxicity water acute* pada proses *delimiting*, *fatliquoring*, *liming*, *pickling*, *retanning*, *soaking*, dan *tanning* masing-masing adalah sebesar 0.0389, 0.000368, 0.00569, 0.00805, 0.88, 0.00161, dan 1.58. Dari nilai dampak tersebut dapat dilihat bahwa proses *tanning* memiliki nilai dampak lingkungan terbesar dalam kategori *ecotoxicity water acute* dengan nilai sebesar 1.58. Tidak hanya dalam kategori *ecotoxicity water acute*, proses *tanning* juga memiliki nilai dampak terbesar pada kategori *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* dengan nilai masing-masing sebesar 1.43 dan 0.486.

Berdasarkan analisa *characterization*, *normalization* dan *weighting* dapat disimpulkan bahwa proses *tanning* dalam proses produksi kulit merupakan proses yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan dan menjadi penyebab aktivitas produksi menjadi aktivitas yang memiliki dampak terbesar dalam aktivitas *supply chain* perusahaan. Dan setelah dilakukan analisa tersebut dapat disimpulkan juga bahwa dalam proses produksi kulit, kategori yang memiliki dampak lingkungan terbesar yaitu *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil*.

Setelah dilakukan analisa tersebut, maka selanjutnya perlu untuk dilakukan analisa mendalam mengenai penyebab proses *tanning* memiliki dampak yang cukup besar

terhadap lingkungan. Analisa ini biasa disebut dengan *process contribution*. *Process contribution* proses *tanning* dapat dilihat pada Gambar 4.23



Gambar 4.23 Proses Kontribusi Produk Proses *Tanning*

Pada Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa dalam proses *tanning*, bahan baku yang memiliki kontribusi terbesar terhadap lingkungan adalah kromium. Menurut Asmadi (2009) dalam proses penyamakan kulit, senyawa kromium digunakan sebanyak 60-70% dan tidak semuanya diserap oleh kulit. Sehingga, sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Melihat keadaan tersebut, maka keberadaan chromium dengan kadar yang tinggi pada limbah cair industri penyamakan kulit tentunya dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.

Setelah dilakukan analisa *process contribution* maka langkah selanjutnya adalah menentukan beberapa alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Alternatif perbaikan tersebut nantinya akan dibobotkan menggunakan *Analytical Network Process* (ANP). Penjelasan mengenai alternatif perbaikan akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

4.7 PENENTUAN ALTERNATIF PERBAIKAN

Setelah dilakukan analisa mengenai proses atau aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif perbaikan agar dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Alternatif-alternatif perbaikan tersebut merupakan hasil wawancara dan diskusi dengan para ahli di PT Kasin. Para ahli tersebut yaitu Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama.

Dalam aktivitas *supply chain* perusahaan, aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan yaitu proses produksi kulit. Dalam proses produksi tersebut, terdiri dari beberapa proses. Proses yang memiliki kontribusi terbesar terhadap lingkungan adalah proses *tanning*. Penyebab proses *tanning* menjadi proses yang memiliki dampak terbesar

adalah penggunaan senyawa kromium sebagai bahan baku pendukung dalam proses tersebut. Berikut ini merupakan alternatif perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses *tanning*. Alternatif-alternatif perbaikan ini merupakan hasil yang didapatkan dari studi literatur dan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

1. Menggunakan senyawa alkali berupa $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan NaHCO_3 untuk menurunkan kadar kromium dalam limbah penyamakan kulit.

Limbah dari penyamakan kulit mengandung beberapa senyawa kimia seperti kromium yang dapat mencemari lingkungan. Limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu pengolahan yang bisa dilakukan adalah dengan mencari pH yang tepat sehingga saat limbah dibuang tidak menimbulkan dampak yang signifikan. Untuk mendapatkan pH yang tepat digunakan beberapa senyawa alkali. Senyawa alkali tersebut diantaranya $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan NaHCO_3 . Senyawa alkali dapat digunakan untuk proses pengendapan kromium sebagai $\text{Cr}(\text{OH})_3$, karena senyawa alkali bersifat basa kuat bila bereaksi dengan air dan zatpereduksi yang sangat kuat sehingga mudah kehilangan elektron. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Joko (2013) senyawa alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan NaHCO_3 mampu menurunkan konsentrasi kromium dalam limbah cair penyamakan kulit dengan efisiensi yang tinggi.

2. Menggunakan limbah lumpur penyamakan kulit yang mengandung kromium sebagai bahan baku kompos.

Dalam pengolahan limbah penyamakan kulit menghasilkan lumpur sekitar 100-150 kg per ton kulit. Limbah dalam bentuk lumpur tersebut merupakan limbah yang dihasilkan dari proses *soaking*. Lumpur hasil pengolahan air limbah penyamakan kulit mengandung nitrogen yang cukup tinggi. Kandungan nitrogen yang cukup tinggi pada lumpur limbah penyamakan kulit tersebut memungkinkan untuk dijadikan kompos. Kompos merupakan hasil dari aktifitas biologi hortikultura dimana dalam prosesnya dibutuhkan suhu yang memadai, kelembaban dan oksigen yang cukup untuk proses aerob. Pengomposan tersebut melibatkan berbagai jenis mikroorganisme diantaranya bakteri, fungi dan actinomycetes. Pada proses fermentasi kompos melibatkan mikroorganisme yang mampu mengabsorpsi krom bahkan beberapa mikroorganisme mampu mereduksi Cr (VI) menjadi Cr (III) (Ning dan Grant,1999).

3. Menurunkan kadar kromiun dan COD pada limbah penyamakan kulit menggunakan senyawa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan FeCl_3 .

Dalam penelitian ini, aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan *ferric chloride* (FeCl_3) digunakan sebagai koagulan. Pengaruh pH dan dosis koagulan harus diperhatikan serta kondisi yang optimal untuk menghilangkan bahan organik seperti larutan padat kromium. Pada dosis koagulan optimum (800mg/l) dan pH maksimal (7.5), COD limbah cair penyamakan kulit mampu berkurang sebanyak 30-37% dan total krom dapat dikurangi sebanyak 74-99%. *Ferric chloride* memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan aluminium sulfat. Konsentrasi kromium dan nilai pH memiliki pengaruh yang signifikan dalam efisiensi pengurangan kromium. Konsentrasi kromium yang rendah dan nilai pH yang tinggi menghasilkan hasil yang lebih efektif dalam penurunan kromium dibandingkan dengan konsentrasi kromium tinggi dan pH rendah. (Song, Williams, Edyvean, 2004)

4.7.1 Penentuan Kriteria Dan Sub Kriteria

Setelah menentukan alternatif perbaikan, langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria dan subkriteria. Kriteria dan subkriteria tersebut didapatkan dari hasil wawancara dan diskusi dengan Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama PT Kasin. Menurut para ahli tersebut, kriteria *benefits, opportunities, costs and risks* dapat digunakan sebagai kriteria utama. Dengan menggunakan kriteria BOCR, alternatif perbaikan akan dilihat dari berbagai sudut pandang.

Setelah menentukan kriteria, langkah berikutnya adalah menentukan subkriteria. Sama halnya dalam menentukan kriteria, penentuan subkriteria ini juga dilakukan dengan wawancara dan diskusi dengan para ahli di PT Kasin. Para ahli yang dimaksud disini adalah Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama PT Kasin. Kriteria dan subkriteria yang didapatkan dari hasil wawancara dan diskusi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kriteria dan Subkriteria dalam Pemilihan Alternatif Perbaikan

No	Kriteria	Subkriteria
1	<i>Benefits</i>	Ramah lingkungan
		<i>Image</i> perusahaan
2	<i>Opportunities</i>	Peluang bisnis
		Produktivitas perusahaan
3	<i>Costs</i>	Jumlah biaya
		Biaya energi
4	<i>Risks</i>	Kemampuan SDM
		Ketidaksiapan <i>supplier</i>

Berikut ini merupakan penjelasan untuk masing-masing kriteria dan subkriteria yang sudah disebutkan diatas.

1. *Benefits*

Yang dimaksud dengan kriteria *benefits* disini adalah manfaat apa yang bisa didapatkan oleh perusahaan ketika perusahaan mampu mengaplikasikan alternatif-alternatif perbaikan yang sudah diberikan. Dalam kriteria *benefits* terdapat dua subkriteria yang digunakan yaitu ramah lingkungan dan *image* perusahaan. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua subkriteria tersebut.

a. Ramah lingkungan

Subkriteria ramah lingkungan yang dimaksud disini adalah apakah ketika perusahaan mampu mengaplikasikan alternatif perbaikan tersebut, perusahaan dapat dikatakan sebagai perusahaan yang ramah lingkungan. Parameter ramah lingkungan yang dimaksud disini adalah dari ketiga alternatif perbaikan yang ada, alternatif manakah yang memiliki pengaruh paling besar dalam mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Alternatif-alternatif perbaikan yang diberikan pada penelitian ini memiliki fungsi yang sama, yaitu untuk mengurangi kadar kromium pada limbah penyamakan kulit sehingga limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Usaha perusahaan untuk menangani limbah yang dihasilkan dengan baik merupakan upaya untuk menciptakan perusahaan yang ramah lingkungan.

b. *Image* perusahaan

Subkriteria *image* perusahaan yang dimaksud disini adalah apakah ketika perusahaan mengaplikasikan alternatif perbaikan tersebut akan mempengaruhi *image* perusahaan. *Image* perusahaan tersebut meliputi pandangan masyarakat serta konsumen terhadap perusahaan. Dalam hal ini, ketika perusahaan mampu menangani dan memanfaatkan limbah yang dihasilkan dengan baik dan benar sehingga tidak mencemari lingkungan, maka perusahaan akan mendapatkan *image* yang positif dari masyarakat karena masyarakat mengetahui hal yang dilakukan perusahaan untuk mengolah limbah yang dihasilkan. Adanya pandangan positif dari masyarakat dan konsumen tersebut akan memberikan manfaat bagi perusahaan, karena perusahaan dianggap mampu untuk menangani limbahnya dengan baik sehingga perusahaan tersebut memiliki reputasi yang baik di mata masyarakat dan konsumen.

2. *Opportunities*

Yang dimaksud dengan kriteria *opportunities* adalah kesempatan apa yang dapat diperoleh perusahaan apabila perusahaan mampu mengaplikasikan alternatif perbaikan yang dipilih. Dalam kriteria *opportunities* terdapat dua kriteria yaitu peluang bisnis dan

produktivitas perusahaan. Berikut ini merupakan penjelasan dari kedua subkriteria tersebut.

a. Peluang bisnis

Subkriteria peluang bisnis disini adalah apakah dengan mengaplikasikan alternatif perbaikan tersebut, perusahaan berpeluang untuk membuka usaha baru. Alternatif-alternatif perbaikan yang diberikan disini adalah mengenai penanganan limbah. Maka yang dimaksud dengan adanya peluang bisnis disini adalah memanfaatkan limbah yang tidak memiliki nilai menjadi sebuah produk yang memiliki nilai jual sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan mampu mendatangkan keuntungan bagi perusahaan.

b. Produktivitas perusahaan

Subkriteria produktivitas perusahaan disini adalah apakah ketika perusahaan mengaplikasikan alternatif perbaikan terpilih tersebut, perusahaan mampu untuk meningkatkan produktivitas di bidang pengolahan limbah. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa alternatif-alternatif perbaikan yang diberikan disini merupakan alternatif dalam penanganan limbah. Dalam mengaplikasikan alternatif tersebut, perusahaan akan mengolah limbah dengan baik sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Di sisi lain, perusahaan juga akan memanfaatkan limbah yang tidak memiliki nilai tersebut menjadi sebuah produk yang bermanfaat bagi masyarakat. Seperti yang sudah diketahui, limbah merupakan *output* yang dihasilkan dari sebuah aktivitas produksi. Limbah tersebut tidak memiliki nilai jual, sehingga dalam hal ini perusahaan akan menggunakan *output* limbah menjadi *input* sehingga mampu menghasilkan suatu produk yang bermanfaat serta memiliki nilai jual. Dengan melakukan aktivitas tersebut diharapkan produktivitas perusahaan pada pengolahan limbah akan meningkat.

3. *Costs*

Yang dimaksud dengan kriteria *costs* disini adalah apakah ada penambahan biaya ketika perusahaan mengaplikasikan alternatif perbaikan terpilih. Dalam subkriteria *costs* terdapat dua subkriteria yaitu total biaya dan biaya energi. Berikut merupakan penjelasan dari kedua subkriteria tersebut.

a. Total biaya

Subkriteria total biaya yang dimaksud disini adalah apakah dengan mengaplikasikan alternatif tersebut akan mempengaruhi total biaya yang sudah ada dan apakah

perusahaan harus menambah biaya untuk mengaplikasikan alternatif perbaikan tersebut.

b. Biaya energi

Subkriteria energi yang dimaksud disini adalah apakah dalam mengaplikasikan alternatif perbaikan tersebut terdapat penambahan biaya energi. Biaya energi tersebut meliputi listrik serta air yang digunakan selama penanganan limbah.

4. *Risks*

Yang dimaksud *risks* disini adalah apakah ada resiko yang mungkin muncul ketika perusahaan mengaplikasikan alternatif perbaikan terpilih. Dalam kriteria *risks* terdapat dua subkriteria yaitu kemampuan Sumber Daya Manusia dan ketidaksiapan *supplier*. Berikut merupakan penjelasan untuk kedua subkriteria tersebut.

a. Kemampuan SDM

Subkriteria kemampuan SDM yang dimaksud disini adalah apakah ada resiko yang disebabkan oleh SDM ketika perusahaan mengaplikasikan alternatif perbaikan. Untuk mengurangi resiko yang disebabkan oleh SDM maka dari ketiga alternatif perbaikan tersebut, alternatif manakah yang sesuai dengan kemampuan dan bisa dilakukan oleh SDM perusahaan.

b. Ketidaksiapan *supplier*

Subkriteria ketidaksiapan *supplier* yang dimaksud disini adalah apakah ada resiko yang disebabkan oleh ketidaksiapan *supplier* dalam mengaplikasikan alternatif perbaikan terpilih. Dalam alternatif perbaikan tersebut dibutuhkan beberapa bahan pendukung yang digunakan untuk mengolah limbah yang ada. Karena alternatif-alternatif tersebut membutuhkan beberapa bahan pendukung, maka perusahaan harus mencari *supplier* yang mampu untuk menyuplai bahan-bahan tersebut. Oleh karena itu, untuk mengurangi resiko yang dihasilkan oleh ketidaksiapan *supplier*, maka dari ketiga alternatif perbaikan tersebut, alternatif manakah yang menggunakan bahan baku yang mudah diperoleh, sehingga memudahkan perusahaan dalam menentukan *supplier*.

4.7.2 Pemilihan Alternatif Perbaikan menggunakan Metode *Analytical Network Process* (ANP)

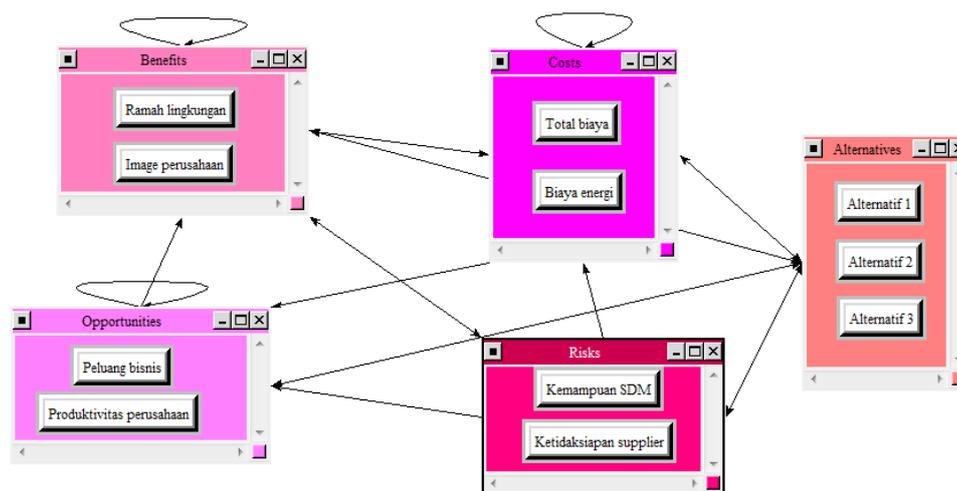
Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi terhadap beberapa alternatif yang sudah diberikan. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan alternatif perbaikan yang paling sesuai dengan kriteria dan subkriteria yang digunakan. Kriteria dan subkriteria tersebut meliputi

elemen strategis dan operasional dari perusahaan yang saling dipengaruhi dan mempengaruhi. Pada subbab berikutnya akan dijelaskan mengenai pemilihan alternatif menggunakan ANP. Dalam melakukan pemilihan alternatif perbaikan menggunakan ANP, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan hubungan ketergantungan antar kriteria dalam satu kelompok (*inner dependency*) atau antar kelompok (*outer dependency*). Setelah mengetahui hubungan ketergantungan tersebut, langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan. Pembobotan tersebut dilakukan dengan membuat kuesioner. Setelah melakukan pembobotan, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Geometric Mean*. Nilai *Geometric Mean* ini akan digunakan sebagai *input* data pada *Software Super Decision*. Setelah melakukan *input* data tersebut, maka akan diketahui nilai dari *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix*, serta *limiting matrix*. Dimana dari ketiga *supermatrix* tersebut akan mengarah pada nilai prioritas dalam pemilihan alternatif. Berikut merupakan penjelasan dari langkah-langkah pemilihan alternatif menggunakan ANP.

4.7.2.1 Penentuan Hubungan Saling Ketergantungan Antar Subkriteria

Langkah pertama pada metode *Analytical Network Process* (ANP) adalah menentukan hubungan saling ketergantungan antar kriteria dalam satu kelompok (*inner dependency*) atau antar kelompok (*outer dependency*). Penentuan hubungan saling ketergantungan tersebut merupakan hasil kuesioner yang diberikan pada pihak yang dianggap memiliki kemampuan pada bidang tersebut, yaitu Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama. Contoh kuesioner hubungan saling ketergantungan antar subkriteria tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1. Sedangkan rekapitulasi hasil kuesioner hubungan saling ketergantungan antar subkriteria untuk pemilihan alternatif perbaikan dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil dari kuesioner ini akan dijadikan acuan untuk membuat *network* pada *software Super Decision*.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa dalam menentukan hubungan ketergantungan antar subkriteria dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Kuesioner tersebut diberikan kepada para responden yang dianggap memiliki kemampuan dibidangnya dan seorang *decision maker* yaitu Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama. Jumlah responden (N) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 orang, sehingga jika dalam suatu sel, jumlah responden yang memilih (V_{ij}) lebih dari atau sama dengan Q ($2/2 = 1$), maka dapat disimpulkan terdapat hubungan saling ketergantungan antar subkriteria.



Gambar 4.24 Model ANP Pemilihan Alternatif

Dalam ANP, terdapat dua jenis hubungan ketergantungan yaitu hubungan *inner dependence* dan *outer dependence*. Berikut merupakan penjelasan mengenai hubungan ketergantungan pada pemilihan alternatif.

1. Hubungan *inner dependence*

Hubungan *inner dependence* merupakan hubungan yang menunjukkan keterkaitan antar subkriteria pada kriteria yang sama. Contoh dari *inner dependence* pada penelitian ini yaitu subkriteria *image* perusahaan dipengaruhi oleh subkriteria ramah lingkungan. Dimana subkriteria *image* perusahaan dan ramah lingkungan merupakan subkriteria dari kriteria *benefits*. Melihat keadaan tersebut dapat disimpulkan bahwa kriteria *benefits* memiliki *inner dependence*.

2. Hubungan *outer dependence*

Outer dependence adalah hubungan yang terjadi pada subkriteria dengan subkriteria lain dalam sebuah kriteria yang berbeda. *Outer dependence* merupakan hubungan ketika terdapat hubungan pengaruh antar subkriteria dalam kriteria yang berbeda. Dalam penelitian ini misalnya subkriteria ramah lingkungan yang merupakan subkriteria dari *benefits* dipengaruhi oleh subkriteria jumlah biaya dan energi yang merupakan subkriteria dari *costs*. Karena subkriteria tersebut merupakan subkriteria dari kriteria yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa kriteria *benefits* dipengaruhi oleh kriteria *costs*.

4.7.2.2 Pembobotan Subkriteria

Setelah pembuatan *network*, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah pembobotan subkriteria. Pembobotan subkriteria ini bertujuan untuk membobotkan atau menentukan tingkat kepentingan dari alternatif-alternatif perbaikan yang sudah ditentukan

sebelumnya. Pembobotan subkriteria ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Kuesioner tersebut akan diberikan kepada pihak yang ahli dibidangnya. Dalam hal ini yang dianggap memiliki kemampuan di bidang tersebut adalah Kepala Departemen Limbah dan Direktur Utama dari PT Kasin. Kedua responden tersebut nantinya akan diberikan bobot yang berbeda. Responden yang bertindak sebagai pengambil keputusan atau Direktur Utama diberikan bobot yang lebih besar, yaitu 60%. Sedangkan bobot untuk Kepala Departemen Limbah sebesar 40%. Contoh kuesioner perbandingan berpasangan antar subkriteria dapat dilihat pada Lampiran 4. Sedangkan contoh kuesioner pembobotan alternatif dapat dilihat pada Lampiran 5.

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner pembobotan subkriteria, maka langkah selanjutnya adalah melakukan rekapitulasi data serta menghitung rata-rata geometri dari hasil kuesioner tersebut. Perhitungan rata-rata geometri digunakan karena setiap responden memiliki bobot yang berbeda. Berikut ini merupakan contoh perhitungan rata-rata geometri pada kriteria *risks* terhadap subkriteria kemampuan SDM dan ketidaksiapan *supplier*.

$$\begin{aligned} \text{Geometric Mean} &= x_1^{w_1} * x_2^{w_2} \dots \dots \dots * x_n^{w_n} \\ &= 4^{0.6} * 3^{0.4} \\ &= 3.565 \end{aligned} \quad (4-1)$$

Hasil perhitungan rata-rata geometri pada setiap kriteria dapat dilihat pada Lampiran 6 dan 7. Hasil perhitungan rata-rata geometri tersebut nantinya akan digunakan sebagai *input* pada *software* Super Decision. Input data pada *software* Super Decision dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.25 Input Data Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria pada Super Decision

Gambar 4.25 diatas merupakan contoh *input* data perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria *risks*. Dari Gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan

SDM memiliki tingkat kepentingan 3.565 kali lebih penting dibandingkan dengan ketidaksiapan *supplier*. Dalam *Software Super Decision* nantinya juga akan diketahui nilai *Consistency Ratio* (CR), yang merupakan nilai konsistensi responden dalam penilaian perbandingan berpasangan. Nilai tersebut dianggap konsisten jika nilai $CR < 0.1$. Nilai CR pada Gambar 4.24 yaitu sebesar 0.00000. Sehingga dapat disimpulkan bahwa responden konsisten dalam pemberian bobot pada kuesioner perbandingan berpasangan. Nilai perbandingan berpasangan antar subkriteria terhadap kriteria dapat dilihat pada Lampiran 3 sedangkan nilai perbandingan berpasangan antar subkriteria dengan alternatif perbaikan dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.7.2.3 Pembuatan Supermatriks

Di dalam ANP terdapat tiga macam supermatriks, yaitu supermatriks tidak tertimbang (*unweighted supermatrix*), supermatriks tertimbang (*weighted supermatrix*), dan supermatriks limit (*limiting matrix*). Supermatriks tersebut dibuat berdasarkan data hasil perbandingan berpasangan antar kriteria, subkriteria atau antar alternatif. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing supermatriks.

1. Supermatriks Tidak Tertimbang (*Unweighted Supermatrix*)

Supermatriks tidak tertimbang merupakan perbandingan berpasangan antar kriteria/subkriteria/alternatif dengan cara memasukkan nilai prioritas (*eigen vector*) ke dalam matriks yang sesuai dengan selnya. Pada supermatriks tidak tertimbang, supermatriks disusun berdasarkan komponen serta klusternya secara silang baik dari atas maupun bawah. Hasil supermatriks tidak tertimbang dapat dilihat pada Lampiran 13.

2. Supermatriks Tertimbang (*Weighted Supermatrix*)

Supermatriks tertimbang merupakan nilai yang diperoleh dari matriks kelompok yang digunakan untuk memberi bobot pada supermatriks tidak tertimbang. Nilai supermatriks tertimbang diperoleh dengan cara mengalikan setiap elemen yang ada di supermatriks tidak tertimbang dengan nilai komponen pada matriks kelompok. Hasil supermatriks tertimbang dapat dilihat pada Lampiran 14.

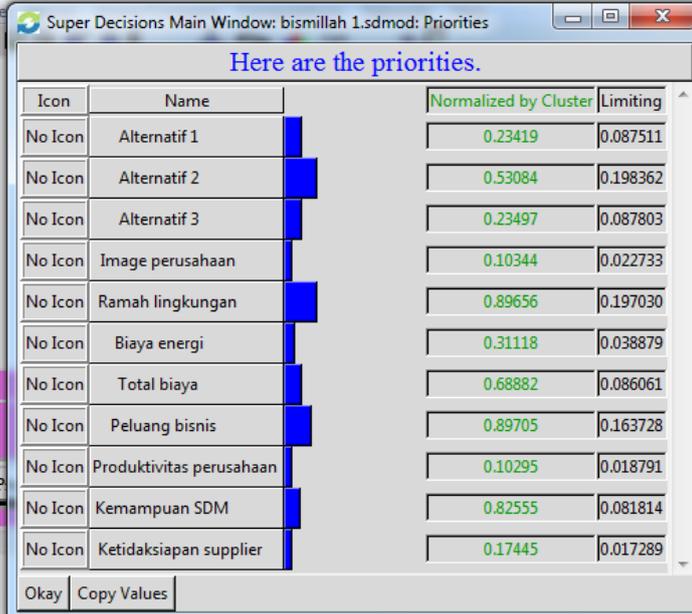
3. Supermatriks Limit (*Limiting Supermatrix*)

Dalam supermatriks limit, nilai supermatriks tertimbang dipangkatkan hingga mencapai kestabilan. Yang dimaksud stabil disini adalah nilai di setiap kolom sudah sama. Perhitungan supermatriks limit dilakukan dengan cara mengkuadratkan supermatriks sampai setiap kolom memiliki nilai yang sama. Ketika nilai prioritas pada setiap kolom

sama, maka supermatriks limit sudah didapatkan. Hasil supermatriks limit dapat dilihat pada Lampiran 15.

4.7.2.4 Prioritas Akhir

Nilai prioritas akhir didapatkan dari supermatriks limit. Setelah menentukan nilai prioritas akhir, maka langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi berdasarkan kelompok kriteria sehingga total nilai prioritas pada masing-masing kelompok berjumlah satu. Hasil prioritas akhir dari perhitungan menggunakan *software* Super Decision dapat dilihat pada Gambar 4.26.



The screenshot shows the 'Super Decisions Main Window' with a table titled 'Here are the priorities.' The table has four columns: 'Icon', 'Name', 'Normalized by Cluster', and 'Limiting'. The data is as follows:

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Alternatif 1	0.23419	0.087511
No Icon	Alternatif 2	0.53084	0.198362
No Icon	Alternatif 3	0.23497	0.087803
No Icon	Image perusahaan	0.10344	0.022733
No Icon	Ramah lingkungan	0.89656	0.197030
No Icon	Biaya energi	0.31118	0.038879
No Icon	Total biaya	0.68882	0.086061
No Icon	Peluang bisnis	0.89705	0.163728
No Icon	Produktivitas perusahaan	0.10295	0.018791
No Icon	Kemampuan SDM	0.82555	0.081814
No Icon	Ketidaksiapan supplier	0.17445	0.017289

Gambar 4.26 Nilai Prioritas Akhir

Dari Gambar 4.26 di atas dapat dilihat bahwa alternatif 2 memiliki nilai prioritas tertinggi dibandingkan dengan alternatif 1 dan 3 dengan nilai 0,53084. Pada *output* Super Decision tersebut juga dapat dilihat bahwa subkriteria ramah lingkungan merupakan subkriteria yang memiliki nilai tertinggi. Dari hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa subkriteria ramah lingkungan dianggap memiliki pengaruh yang paling besar terhadap pemilihan alternatif. Rancangan pengolahan limbah sesuai dengan alternatif 2 dapat dilihat pada Lampiran 16. Pada subbab berikutnya akan dijelaskan mengenai pelaksanaan alternatif 2 jika dilihat dari analisa *benefits, opportunities, costs, and risks* (BOCR).

4.8 Analisa *Benefits, Opportunities, Costs and Risks* (BOCR)

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai penerapan alternatif 2 yaitu menggunakan limbah lumpur penyamakan kulit yang mengandung kromium sebagai kompos jika dilihat dari sisi *benefits, opportunities, costs* dan *risks*.

1. *Benefits*

Pada kriteria *benefits*, subkriteria ramah lingkungan memiliki nilai prioritas tertinggi. Hal ini dikarenakan limbah lumpur yang awalnya tidak memiliki nilai lebih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Dimana kompos tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk daerah pertanian. Pemanfaatan limbah lumpur penyamakan kulit tersebut merupakan salah satu upaya dari industri yang ramah lingkungan. Dengan menerapkan alternatif ini maka dapat dikatakan bahwa PT Kasin merupakan perusahaan yang ramah lingkungan karena mampu memanfaatkan limbahnya dengan benar. Karena saat ini masyarakat mulai memikirkan mengenai masalah lingkungan, maka tak jarang pula konsumen lebih memilih produk yang ramah lingkungan. Dalam hal ini misalnya, karena PT Kasin dianggap mampu menangani limbahnya dengan baik, maka dapat dikatakan bahwa PT Kasin merupakan pabrik penyamakan kulit yang ramah lingkungan. Dengan adanya anggapan tersebut memungkinkan PT Kasin untuk memiliki keuntungan tersendiri bagi perusahaan.

Ketika suatu industri mampu untuk mengolah dan memanfaatkan limbah yang dihasilkan dengan baik, maka secara langsung pandangan masyarakat terhadap perusahaan tersebut akan berbeda. Dalam penelitian ini misalnya, PT Kasin belum melakukan pengolahan limbah dengan baik, sehingga masyarakat sekitar mengeluhkan limbah yang mencemari lingkungan mereka. Tetapi, jika PT Kasin menerapkan alternatif 2 yaitu memanfaatkan limbah lumpur penyamakan kulit sebagai bahan baku kompos, kemungkinan besar pandangan masyarakat terhadap perusahaan penyamakan kulit tersebut akan berbeda. Karena dengan melakukan pemanfaatan tersebut, limbah penyamakan kulit tidak akan mencemari lingkungan sekitar dan bahkan limbah tersebut mampu menghasilkan nilai lebih.

2. *Opportunities*

Opportunities yang dimaksud disini adalah kesempatan yang akan didapatkan perusahaan jika mampu menerapkan alternatif 2 yang berupa pemanfaatan limbah lumpur penyamakan kulit sebagai bahan baku kompos. Jika perusahaan menerapkan alternatif tersebut, maka hal tersebut bisa dijadikan sebagai peluang usaha baru dalam perusahaan tersebut. Perusahaan mampu memanfaatkan limbah yang tidak memiliki nilai menjadi

sebuah pupuk kompos dengan nilai lebih yang dapat digunakan untuk pertanian sehingga dapat dijadikan sebuah peluang usaha baru. Selain itu, subkriteria lain yang terdapat dalam kriteria *opportunities* yaitu produktivitas perusahaan. Ketika PT Kasin mampu mengolah limbah yang awalnya tidak memiliki nilai menjadi pupuk yang bermanfaat maka secara tidak langsung produktivitas perusahaan di bidang pengolahan limbah juga akan meningkat.

3. *Costs*

Dalam kriteria *costs* terdapat dua subkriteria yang digunakan yaitu jumlah biaya dan energi. Ketika perusahaan menerapkan alternatif pemanfaatan limbah lumpur menjadi kompos, akan mempengaruhi jumlah biaya yang ada. Hal ini dikarenakan dalam penerapan alternatif tersebut membutuhkan beberapa bahan lain seperti serbuk gergaji, serta beberapa senyawa kimia lain yang digunakan untuk menurunkan kadar kromium. Melihat kondisi tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam menerapkan alternatif tersebut juga dibutuhkan biaya yang cukup besar. Tetapi karena pemanfaatan limbah ini menghasilkan kompos yang memiliki nilai jual, maka perusahaan akan mendapatkan *profit* jika perusahaan mampu menerapkan alternatif tersebut.

Subkriteria kedua yang digunakan dalam kriteria *costs* adalah biaya energi. Ketika perusahaan akan menerapkan alternatif tersebut, maka biaya energi juga akan bertambah. Karena dalam proses pengomposan diperlukan tempat atau ruangan yang memiliki suhu tertentu. Dan dalam mengatur suhu pada ruangan tersebut dibutuhkan energi yang cukup.

4. *Risks*

Dalam melaksanakan alternatif tersebut pastinya akan ada beberapa resiko yang harus dihadapi, diantaranya kemampuan SDM dan ketidaksiapan *supplier*. Dalam menerapkan alternatif tersebut dibutuhkan SDM yang memiliki kemampuan di bidang tersebut. Selain itu, karena dalam penerapan alternatif tersebut dibutuhkan beberapa bahan lain, maka perusahaan harus mencari *supplier* lain yang mampu menyuplai bahan-bahan tersebut. Melihat keadaan tersebut maka alternatif tersebut belum tentu bisa diterapkan di PT Kasin karena dalam pelaksanaannya, dibutuhkan dana tambahan dan seorang yang memiliki keahlian dan keterampilan khusus dibidang tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran yang akan diberikan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Sedangkan saran ditulis untuk memberikan masukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah yang ditimbulkan dari aktivitas *supply chain* PT Kasin meliputi limbah dari distribusi bahan baku, proses produksi, dan distribusi produk. Pada proses produksi kulit, limbah yang dihasilkan berupa limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah padat dalam proses penyamakan kulit berupa sisa-sisa bulu dan kulit yang tidak digunakan. Sementara limbah cair dalam proses penyamakan kulit berupa lumpur yang mengandung berbagai senyawa kimia berbahaya, diantaranya kromium, kapur dan ammonia. Limbah gas yang dihasilkan dalam penyamakan kulit berupa bau yang menyengat. Bau ini merupakan bau yang dihasilkan dari proses *soaking* dan *liming*.
2. Pada analisa dampak lingkungan aktivitas *supply chain* produk kulit, dampak lingkungan terbesar adalah *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* dengan total nilai masing-masing sebesar 2.66 kPt, 2.41 kPt dan 1.34 kPt. Nilai dampak lingkungan pada kategori *ecotoxicity water acute* pada sistem amatan distribusi bahan baku, proses produksi, dan distribusi produk masing-masing adalah sebesar 0.112 kPt, 2.52 kPt dan 0.0308 kPt. Sedangkan nilai dampak lingkungan untuk kategori *ecotoxicity water chronic* yaitu 0.102 kPt, 2.28 kPt, dan 0.0282 kPt. Nilai dampak lingkungan untuk kategori *human toxicity soil* yaitu 0.299 kPt, 0.876 kPt dan 0.168 kPt.
3. Dari analisa yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode LCA dapat diketahui bahwa proses produksi kulit pada aktivitas *supply chain* PT Kasin memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Dalam proses produksi kulit, dampak lingkungan terbesar adalah kategori *ecotoxicity water acute*, *ecotoxicity*

water chronic dan *human toxicity soil* dengan nilai masing-masing sebesar 2.52 kPt, 2.28 kPt, dan 0.876 kPt. Nilai dampak lingkungan pada kategori *ecotoxicity water acute* pada proses *deliming*, *fatliquoring*, *liming*, *pickling*, *retanning*, *soaking*, dan *tanning* masing-masing adalah sebesar 0.0389, 0.000368, 0.00569, 0.00805, 0.88, 0.00161, dan 1.58. Dari nilai dampak tersebut dapat dilihat bahwa proses *tanning* memiliki nilai dampak lingkungan terbesar dalam kategori *ecotoxicity water acute* dengan nilai sebesar 1.58. Proses *tanning* memiliki nilai dampak terbesar tidak hanya dalam kategori *ecotoxicity water acute*, tetapi juga memiliki nilai dampak terbesar pada kategori *ecotoxicity water chronic* dan *human toxicity soil* dengan nilai masing-masing sebesar 1.43 dan 0.486.

4. Alternatif-alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi kulit adalah menggunakan senyawa alkali berupa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaHCO_3 untuk menurunkan kadar kromium dalam limbah penyamakan kulit, menggunakan limbah lumpur penyamakan kulit yang mengandung kromium sebagai bahan baku kompos, dan Menurunkan kadar kromium dan COD pada limbah penyamakan kulit menggunakan senyawa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan FeCl_3 . Dengan menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP) didapatkan alternatif perbaikan terbaik berdasarkan kriteria *benefit*, *opportunities*, *costs and risks* adalah menggunakan limbah lumpur penyamakan kulit yang mengandung *chromium* sebagai bahan baku kompos dengan nilai prioritas sebesar 0,53084.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini agar dapat digunakan untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dalam melakukan analisa *Life Cycle Assessment* (LCA) menggunakan ruang lingkup yang lebih luas mulai dari ekstraksi bahan baku, distribusi bahan baku, proses produksi, distribusi produk, penggunaan konsumen, dan pembuangan akhir produk.
2. Sebaiknya melakukan perhitungan biaya pada pemilihan alternatif perbaikan. Perhitungan biaya tersebut meliputi biaya-biaya yang digunakan dalam mengaplikasikan alternatif perbaikan, seperti biaya bahan baku dan energi.