

Implementasi *Life Cycle Assessment* (LCA) dan Pendekatan *Analytical Network Process* (ANP) untuk Pengembangan Produk *Hetric Lamp* yang Ramah Lingkungan

Kadek Aditya Pringgajaya, Udisubakti Ciptomulyono

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: udisubakti@ie.its.ac.id

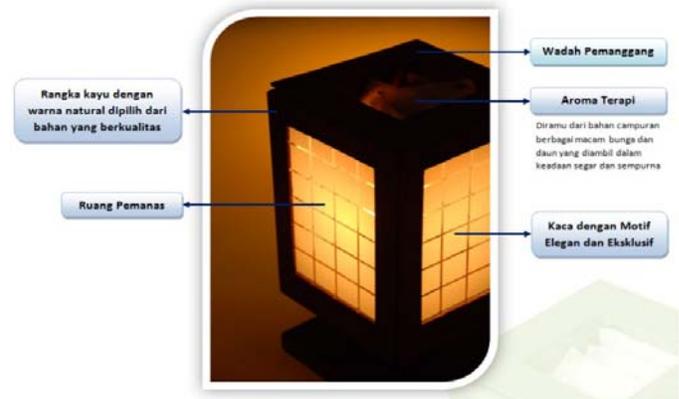
Abstrak—Mempertimbangkan produk ramah lingkungan yang menjadi isu lingkungan belakangan ini, product *hetric lamp* telah dicitrakan sebagai produk yang ramah lingkungan dilihat dari material penyusun produk serta fungsi produk. Tetapi, perusahaan dalam mencitrakan produknya sebagai *green product* tidak memperhatikan perspektif ramah lingkungan dari sisi *life cycle* produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan diidentifikasi apakah produk *hetric lamp* benar-benar memiliki kriteria ramah lingkungan dilihat dari sisi *life cycle* produk dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA). Dari hasil *Life Cycle Assessment* (LCA) diketahui bahwa bagian proses produksi memiliki dampak terbesar yaitu sebesar 60.2 Pt. Dari hasil *Life Cycle Assessment* (LCA) tersebut kemudian ditemukan empat alternatif utama yang akan dipilih untuk mengurangi dampak lingkungan pada proses produksi dengan menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP). Metode ANP digunakan pada penelitian ini dikarenakan data-data yang ada memiliki hubungan keterkaitan antara satu elemen kriteria dengan elemen kriteria lainnya dan hubungan keterkaitan antara kriteria dengan subkriterianya. Dalam pemilihan alternatif terdapat tiga kriteria dan sub kriteria yang akan dibobotkan untuk mengetahui tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria dan sub kriteria. Kriteria tersebut antara lain kriteria biaya, SDM dan bahan baku produk. Sedangkan sub kriteria yang telah ditentukan mencakup biaya material, spesifikasi material dan kompetensi SDM. Dari hasil pembobotan tersebut ditemukan alternatif terbaik untuk mengurangi dampak lingkungan yaitu mengganti komponen *hetric lamp* yaitu lampu DOP dengan menggunakan lampu berjenis LED dengan bobot sebesar 0.575

Kata Kunci— *Hetric Lamp*, *Life Cycle Assessment* (LCA), *Analytical Network Process* (ANP).

I. PENDAHULUAN

TAHUN-TAHUN terakhir ini, peningkatan kepedulian konsumen terhadap lingkungan semakin besar, dan isu pemasaran hijau mulai bergeser dari sekedar nilai tambah menjadi hal yang utama. Selain itu, upaya perlindungan lingkungan semakin lama semakin berkembang dengan pesat. Munculnya *green consumer* pada akhir-akhir ini, mendorong industri untuk mempertimbangkan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh setiap aktifitasnya. Walaupun usaha untuk

mengurangi dampak lingkungan yang diakibatkan oleh industri berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan, namun ada keuntungannya dalam hal mengoptimalkan konsumsi energy dan material [1][2]. Alasan inilah yang menyebabkan semakin pesatnya *green industry*. Untuk mendukung permasalahan lingkungan ini, ditentukan standar internasional kebijakan lingkungan melalui sertifikasi ISO 14000. Dengan berkembang pesatnya *green industry* belakangan ini, diperlukan suatu upaya peningkatan keunggulan UKM untuk dapat bersaing di pasar dengan melibatkan isu-isu lingkungan, salah satu upayanya adalah pengembangan produk ramah lingkungan [1].



Gambar. 1. Produk *Hetric Lamp*.

Hetric lamp merupakan produk lampu inovasi yang memiliki tiga fungsi tambahan selain fungsi utamanya sebagai lampu penerangan. Fungsi tambahan sebagai elemen interior, sebagai aroma terapi dan pengharum ruangan, serta sebagai pengusir nyamuk dimana *Hetric lamp* juga memberikan wewangian yang tidak disukai oleh nyamuk. Sehingga dalam ruangan 2 x 3 meter akan terbebas dari gangguan nyamuk. Wewangian ini dihasilkan melalui penggunaan herbal yang terdiri dari campuran zat kimia dengan zat-zat yang berasal dari alam hingga menghasilkan suatu ramuan herbal yang menghasilkan aromaterapi yang dapat mengusir nyamuk.

Dengan melihat fungsi-fungsi produk tersebut, produk *hetric lamp* telah dicitrakan sebagai salah satu produk yang ramah lingkungan. Sertifikasi *green award* juga telah didapatkan, dilihat berdasarkan perspektif penggunaan herbal sebagai pewangi dan pengusir nyamuk serta bahan yang digunakan. Sampai saat ini belum pernah dilakukan evaluasi apakah produk *hetric lamp* memiliki dampak lingkungan yang besar dilihat dari kriteria *life cycle* produknya. Selain itu, material penyusun produk ini juga belum diketahui apakah dari sisi *life cycle* pembuatan produk, perpindahan material serta produk ini memiliki dampak yang signifikan bagi lingkungan. *Green product* tidak dilihat hanya dari sisi produk jadi, tetapi dilihat dari keseluruhan daur hidup produk yang juga dilihat dari sisi penggunaan energi, *resource*, dan emisi pada proses manufakturnya, transportasi, agen, konsumen dan sampai pada tahap pembuangan [3]. Maka dari itu, dilakukan penelitian dengan melakukan evaluasi dampak lingkungan yang ditimbulkan pada pembuatan produk *hetric lamp* dengan metode *Life Cycle Assessment* dan memberikan alternatif usulan perbaikan yang terbaik untuk mengurangi dampak lingkungan sepanjang *life cycle* produk *Hetric lamp* dengan pendekatan *Analytical Network Proses*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian. Tahap pendahuluan terdiri dari identifikasi masalah, studi literatur, studi lapangan, dan penentuan tujuan penelitian.

B. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian dan mendukung penyelesaian permasalahan. Data yang dibutuhkan diperoleh dengan mengamati secara langsung proses pengolahan serta melakukan diskusi dengan pihak manajemen perusahaan. Data juga diperoleh dengan menyebarkan kuisioner kepada para ahli dan para pengambil keputusan di UKM yaitu untuk mengetahui bobot dari tiap kriteria dan subkriteria. Selain itu juga dikumpulkan data sekunder di UKM terkait. Adapun data-data yang dikumpulkan dalam melakukan penelitian ini yaitu deskripsi perusahaan, proses produksi *hetric lamp*, proses distribusi *hetric lamp*, proses penggunaan produk, mesin produksi, jumlah energi yang dibutuhkan, serta bahan baku penyusun produk *hetric lamp*.

C. Tahap Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah *Life Cycle Assessment* (LCA) dan *Analytic Network Process* (ANP). Dari hasil pengolahan data menggunakan metode LCA akan diidentifikasi bagian proses yang menimbulkan dampak lingkungan terbesar, sehingga akan dipilih alternatif untuk mengurangi dampak berdasarkan hasil LCA tersebut menggunakan metode ANP. Dalam tahap pengolahan data ini digunakan *software* untuk mengetahui dampak lingkungan dan juga digunakan *software* untuk membandingkan dan memilih alternatif.

D. Tahap Analisis dan Kesimpulan

Tahap analisis dan kesimpulan merupakan tahap akhir dari rangkaian tahap dalam penelitian ini. Dalam tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil-hasil pengolahan data yang telah didapatkan. Dari hasil analisis tersebut kemudian dapat ditarik suatu kesimpulan.

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Ruang Lingkup Life Cycle Assessment (LCA)

Life Cycle Assessment (LCA) adalah suatu pendekatan “*cradle to grave*” mencakup keseluruhan dari daur hidup produk, yaitu: proses, pengestrakan, pemrosesan bahan mentah, pemanufakturkan, transportasi dan distribusi, penggunaan/penggunaan ulang/pemeliharaan, daur ulang, dan penyelesaian akhir [4].

Pada penelitian produk *hetric lamp* terdapat tiga ruang lingkup utama yang diteliti yaitu proses produksi, proses distribusi produk serta proses penggunaan produk oleh konsumen. Ketiga bagian tersebut diidentifikasi *input* atau energi yang digunakan dalam tiap prosesnya serta *output* atau limbah yang dihasilkan. Pada proses produksi terdapat dua tahapan utama yaitu proses produksi *hetric lamp* yang memproduksi bagian lampu dan proses produksi herbal *reffil* yang memproduksi bagian herbal pengusir nyamuk dan *aromatherapy*. Pada kedua bagian proses produksi tersebut hanya diidentifikasi proses-proses yang menggunakan alat yang memerlukan energi dan berdampak signifikan terhadap lingkungan. Pada proses distribusi perusahaan menggunakan dua jenis alat transportasi untuk mendistribusikan produk *hetric lamp*. Proses distribusi dilakukan oleh perusahaan logistik pihak ketiga. Untuk wilayah distribusi yang terdapat didalam satu pulau digunakan transportasi darat. Sedangkan untuk wilayah distribusi yang berada diluar pulau digunakan alat transportasi udara.

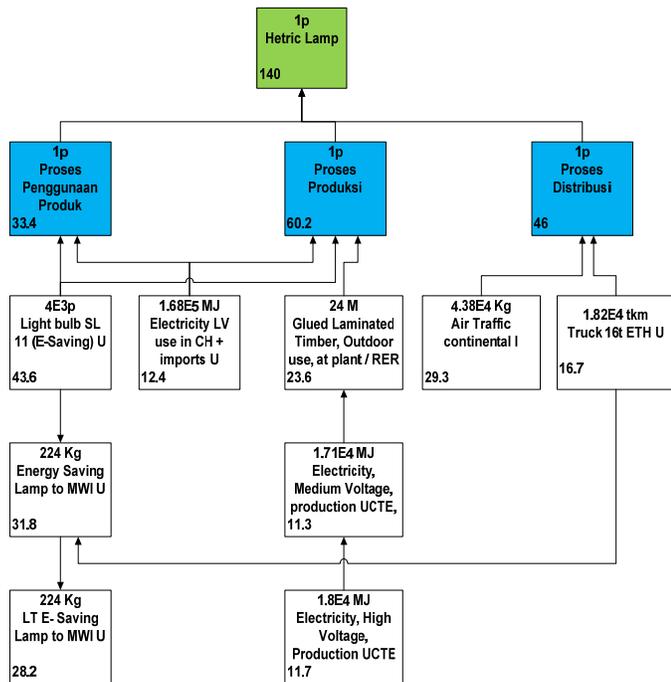
Proses penggunaan produk oleh konsumen, hanya dilakukan proses identifikasi energi yang digunakan oleh konsumen dalam mengkonsumsi produk *hetric lamp*. Produk *hetric lamp* sebagai fungsi utamanya sebagai penerang dilengkapi dengan lampu yang memerlukan energi listrik dalam penggunaannya. Dengan menggunakan *software*, ketiga proses yang menjadi ruang lingkup penelitian akan diolah dan didapatkan output gabungan dari ketiga proses tersebut.

B. Input Data dan Hasil Pengolahan Dampak Lingkungan

Sebelum melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* pengolahan dampak lingkungan, maka terlebih dahulu dilakukan proses input data. Ruang lingkup LCA yang telah ditentukan sebelumnya meliputi proses produksi, distribusi serta penggunaan produk oleh konsumen. Dilihat dari ruang lingkup tersebut, tidak semua proses menggunakan peralatan dan bahan kimia. Sehingga dari proses-proses tersebut, input data yang dilakukan disini hanya pada proses yang memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan. Selain itu, proses input data pada penelitian ini digunakan data selama setahun.

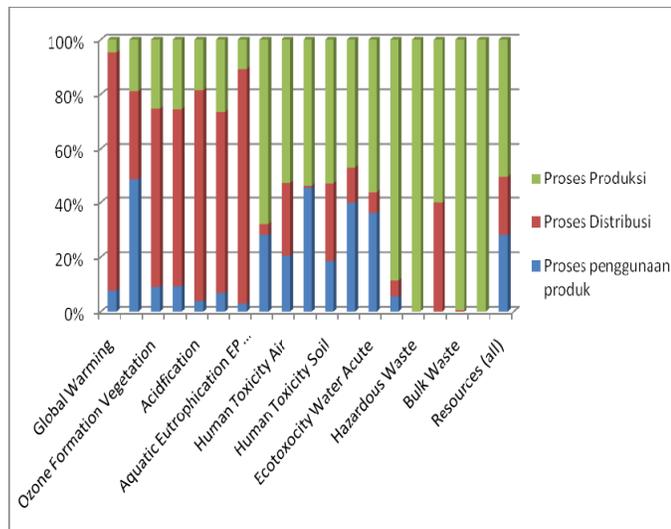
Dari hasil pengolahan data yang dilakukan oleh *software* diperoleh *network* dan *impact assessment*. Berikut ini

merupakan hasil dari pengolahan *software* yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu *network*, *characterization impact assessment* dan *single score assessment*.



Gambar. 2. Network Proses Ruang Lingkup LCA.

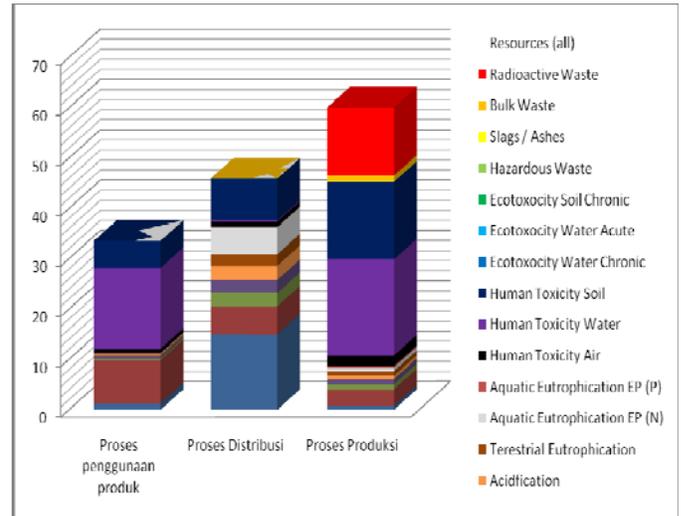
Hasil dari *characterization impact assessment* dapat dilihat pada hasil pengolahan dibawah ini



Gambar. 3. Characterization Impact Assessment.

Proses produksi memiliki impact tertinggi pada bagian *hazardous waste*, *bulk waste* dan *radioactive waste*. Impact tersebut hampir mencapai angka 100 %. Ini dikarenakan dalam proses produksinya, material yang digunakan banyak menghasilkan *waste* yang berdampak pada lingkungan yang besar. Pada bagian distribusi *impact* terbesar yang dihasilkan terdapat pada *impact global warming*. Hal ini disebabkan oleh kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan produk *hetric lamp* tidak ramah terhadap lingkungan. *Impact global*

warming memiliki presentase sebesar 87.6. Pada bagian proses penggunaan produk oleh konsumen, *impact* yang tertinggi dihasilkan oleh *ozone depletion* dengan persentase sebesar 48.8 %. Sedangkan untuk *impact* terendah dihasilkan pada *impact aquatic eutrophication* yaitu sebesar 2.92 %. Hal ini disebabkan oleh, banyaknya konsumsi energi untuk mengoperasikan seluruh produk selama setahun. Hasil pengolahan dampak *single score assessment* dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar. 4. Single Score Impact Assessment.

Pada *single score assessment*, digambarkan dengan pengkategorian setiap proses. Sehingga terlihat *impact* yang dihasilkan tiap proses dalam ruang lingkup penelitian *life cycle assessment*. *Waste Human toxicity water* terbesar terdapat pada bagian proses produksi serta proses penggunaan produk oleh konsumen. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan kimia seperti contoh penggunaan cat *emco* dan lem *fox* yang limbahnya nanti dapat menghasilkan *human toxicity water*. *Impact* pada proses produksi sebagian besar tersusun dari *impact human toxicity water* yang merupakan *impact* terbesar yaitu bernilai 19.1 Pt. Untuk *impact global warming* terbesar, terdapat pada proses distribusi produk dimana untuk mendistribusikan produk *hetric lamp* menggunakan alat transportasi udara dan transportasi darat. Kedua jenis alat transportasi tersebut menggunakan mesin diesel, dan jarak yang ditempuh untuk mendistribusikan produknya juga lumayan jauh.

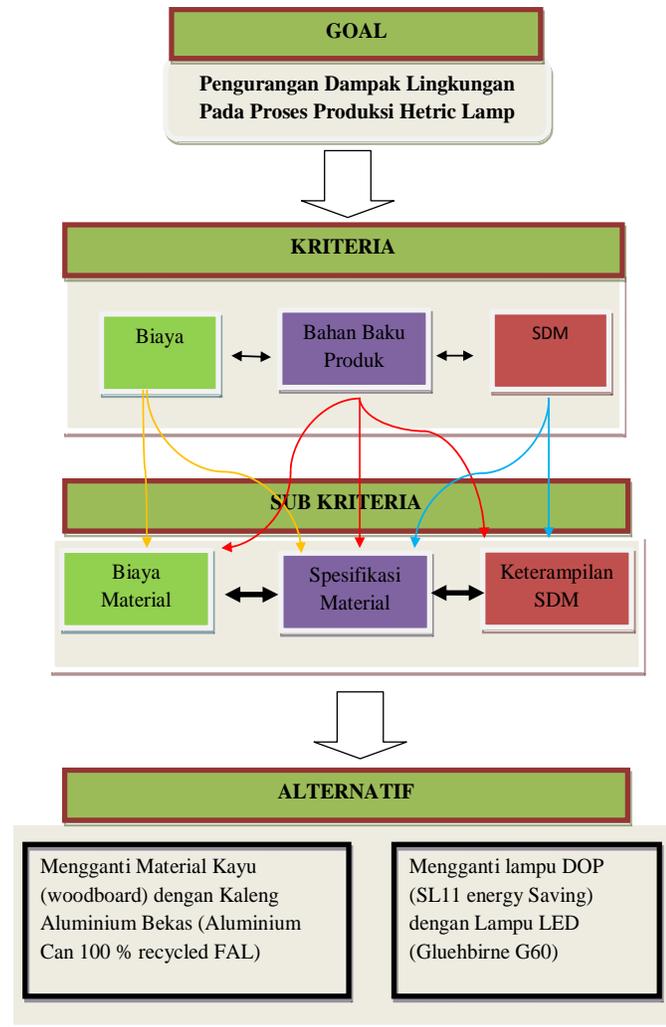
Proses penggunaan produk merupakan *single score impact* terendah dari ruang lingkup penelitian *life cycle assessment*. *Impact* yang dimiliki jika ditotal sebesar 33.5 Pt. Sebagian besar *impact* proses penggunaan produk terdiri atas *impact human toxicity water* sebesar 16.1 Pt. Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui bahwa proses produksi memberikan *impact* terbesar dibandingkan dengan lainnya yaitu sebesar 60.2 Pt. Sehingga hal ini akan difokuskan menjadi *goal* pengurangan dampak lingkungan pada metode ANP.

C. Pengolahan data ANP

ANP merupakan suatu cara untuk menilai dan mengukur skala rasio prioritas untuk distribusi pengaruh antara faktor

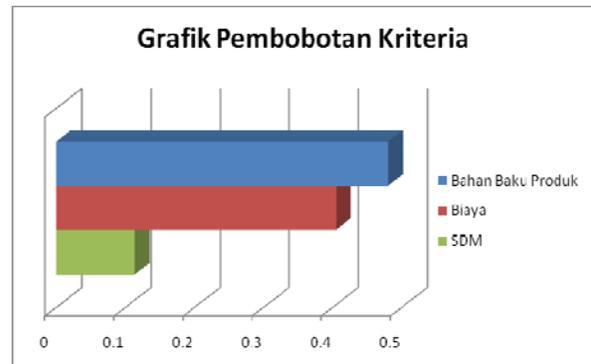
dan grup dari faktor dalam keputusan [5].

Pada gambar dibawah, menunjukkan empat level hierarki yang terdiri dari level satu yang berupa goal atau tujuan yang ingin dicapai yaitu mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh proses produksi. Level dua merupakan level kategori atau kriteria. Level yang ketiga adalah sub kriteria yang merupakan *breakdown* dari kriteria yang bersifat lebih spesifik. Dan level yang terakhir adalah level alternatif yang berupa pilihan strategi-strategi. Pada tiap node di tiap level akan dimasukkan nilai untuk mendapatkan goal yang diinginkan.



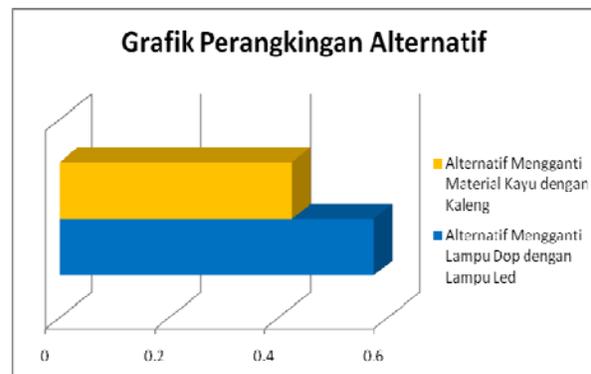
Gambar. 5. Model Hierarki pada ANP.

Setelah model telah dibentuk pada *software* dilakukan perhitungan bobot prioritas lokal, dimana nilai yang didapatkan dari kuisioner dimasukkan kedalam kolom yang telah ada pada *software*. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan *software*, maka diperoleh bobot prioritas dari tiap sub kriteria serta alternatif yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan gambar yang menyajikan rekapan data keseluruhan bobot dari tiap level hierarki yang didapat dari input kuisioner yang telah dipilih oleh *expert judgement*.



Gambar. 6. Pembobotan Kriteria pada Metode ANP.

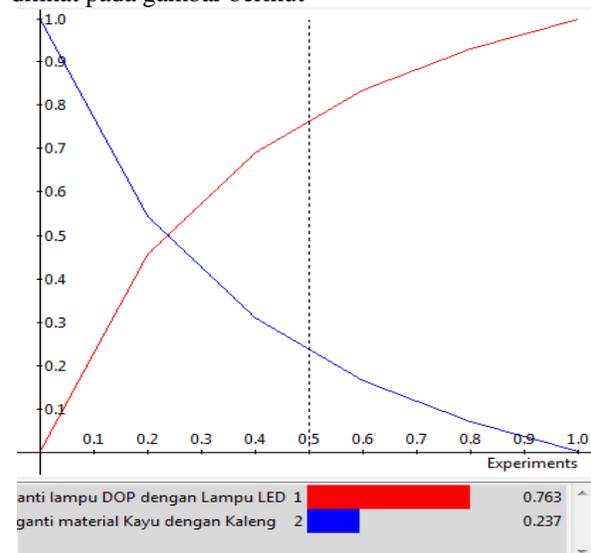
Setelah diketahui bobot kriteria dan sub kriteria, langkah selanjutnya adalah mengurutkan alternatif yang ada berdasarkan bobot alternatif yang tertinggi. Hasilnya tampak seperti gambar dibawah ini



Gambar. 7. Pembobotan dan Perangkingan Alternatif pada Metode ANP.

D. Analisa Sensitivitas

Uji sensitivitas dilakukan dengan menggunakan *software*. Sehingga akan diketahui interval dari bobot prioritas dan juga bobot dari alternatif. Hasil uji sensitivitas dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar. 8. Analisa Sensitivitas

IV. ANALISA DAN INTERPRETASI DATA

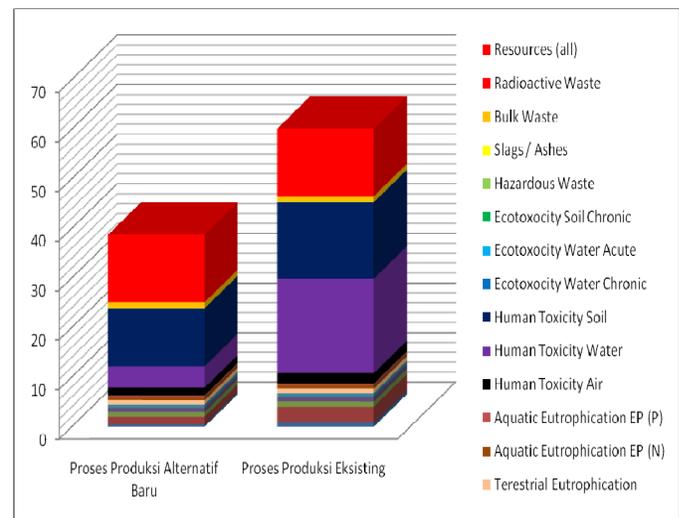
A. Analisa Kriteria dan Sub Kriteria Alternatif Pengurangan Dampak Lingkungan

Dalam metode ANP, terdapat hubungan yang saling mempengaruhi baik itu antara satu kriteria dengan kriteria yang lain dan antara kriteria dan subkriteria. Tiga kriteria utama disini yang mempengaruhi strategi pengurangan dampak lingkungan pada proses produksi disini adalah kriteria bahan baku, kriteria biaya dan kriteria SDM. Ketiga kriteria ini memiliki hubungan atau network yang saling mempengaruhi. Seperti contoh, untuk menerapkan strategi pengurangan dampak lingkungan pada proses produksi tentunya harus mempertimbangkan bahan baku penyusun produk. Dalam mempertimbangkan bahan baku terdapat kriteria lain yang mempengaruhi yaitu biaya dan SDM. Untuk mengganti bahan baku penyusun produk agar mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan harus mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk proses penggantian bahan baku tersebut. Selain itu, dalam mengganti bahan baku harus mempertimbangkan kriteria SDM dalam melakukan proses produksinya. Dimana bahan baku yang diganti harus disesuaikan dengan standar SDM perusahaan.

Untuk bagian sub kriteria, memasuki pengaruh yang lebih detail lagi. Pada sub kriteria spesifikasi material menjelaskan tentang spesifikasi atau jenis material yang digunakan untuk mengganti bahan baku eksisting yang berdampak besar pada lingkungan. Pada subkriteria biaya material ini menjelaskan hubungan biaya material yang dikeluarkan untuk mengganti bahan baku eksisting dengan bahan baku yang baru. Pada subkriteria terakhir yaitu keterampilan SDM menjelaskan tentang kompetensi SDM dalam melakukan proses produksi menggunakan bahan baku yang baru tersebut. Keseluruhan sub kriteria ini saling berhubungan dan akhirnya memunculkan dua alternatif utama yang fokus kepada pengurangan dampak lingkungan. Penentuan alternatif ini juga dilihat dari hasil penelitian *Life Cycle Assessment* yang mengukur dampak lingkungan terbesar yang dihasilkan dari proses produksi. Dari hasil pengolahan tersebut, maka munculah bagian material lampu dan kayu yang memiliki dampak lingkungan terbesar. Alternatif pertama yaitu, mengganti bahan baku kayu sebagai bahan baku utama *hetric lamp* dengan bahan kaleng bekas hasil daur ulang. Untuk alternatif yang kedua adalah mengganti komponen lampu DOP pada *hetric lamp* dengan lampu jenis LED.

B. Analisa Uji Alternatif Perbaikan

Pada metode ANP, telah dilakukan pembobotan kriteria dan sub kriteria serta alternatif dan menghasilkan alternatif terbaik. Alternatif ini kemudian diimplementasikan ke dalam *Life Cycle Assessment*. Pada gambar berikut ini merupakan hasil *single score impact assessment* pengolahan *software* dengan alternatif yang terbaik



Gambar. 9. Single Score Assessment Alternatif Terbaik.

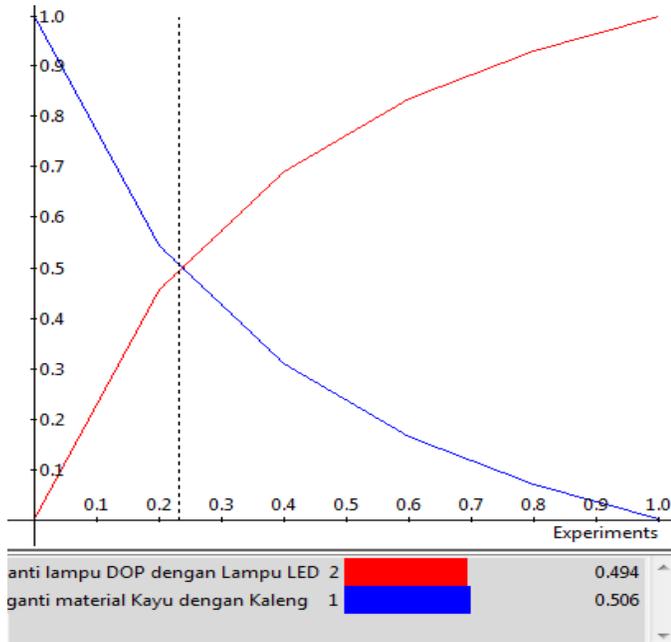
Seperti yang terlihat pada gambar 5.1, terjadi penurunan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh alternatif terbaik yang dipilih melalui metode ANP. Terjadi penurunan dampak lingkungan sebesar 21.4 Pt. Dimana pada kondisi eksisting dengan menggunakan komponen lampu DOP besar dampak lingkungan yang dihasilkan adalah sebesar 60.2 Pt. Setelah digunakan alternatif terbaik yaitu dengan mengganti komponen lampu DOP dengan menggunakan lampu LED besar dampak lingkungan yang dihasilkan sebesar 38.8 Pt.

Alternatif perbaikan penggantian komponen lampu LED mempunyai beragam keunggulan dibandingkan penggunaan lampu Bohlam biasa. Keunggulan itu terutama dalam hemat energi, ramah lingkungan, serta tidak silau (ramah mata). Dengan penggunaan bahan semikonduktor, LED tidak memasok energi begitu besar dibandingkan dengan Bohlam biasa. Dibandingkan lampu Bohlam biasa, keunggulan lain LED adalah rendahnya radiasi yang kerap muncul saat posisi mata dan lampu terlalu dekat. Ini terjadi, karena LED berbahan semikonduktor. Dengan tingkat silau yang juga lebih rendah.

Dari hasil yang didapatkan, terbukti bahwa alternatif yang dipilih dengan menggunakan metode ANP dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi *hetric lamp*.

C. Analisa Uji Sensitivitas

Model ANP yang telah dilakukan pengolahan pada proses sebelumnya dan ditemukan alternatif terbaik pengurangan dampak lingkungan kemudian dilakukan proses analisa sensitivitas pada hasil alternatif tersebut. Analisa sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana stabilitas dari prioritas dari alternatif yang ada. Dapat dilihat pada gambar 10, garis vertikal menunjukkan nilai bobot masing-masing alternatif, sedangkan garis titik horizontal merupakan selang indikator untuk perubahan nilai bobot pada masing-masing alternatif.



Gambar. 10. Perubahan Urutan Alternatif.

Apabila selang indikator pada titik horizontal garis sensitivitas digeser hingga ke titik 0,23 seperti pada gambar , maka terjadi perubahan prioritas alternatif. Perubahan yang terjadi adalah berubahnya urutan alternatif perbaikan dampak lingkungan pada proses produk yang awalnya alternatif mengganti komponen *hetric lamp*, yaitu lampu DOP dengan lampu LED yang awalnya menduduki prioritas alternatif pertama kemudian bergeser menjadi prioritas alternatif kedua dan alternatif mengganti material kayu menjadi material kaleng bekas daur ulang meningkat menduduki prioritas pertama sebagai alternatif yang terbaik.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, besarnya dampak lingkungan yang dihasilkan dari ruang lingkup pengolahan data *Life Cycle Assessment* yaitu pada proses produksi 60.2 Pt, proses distribusi 46 Pt dan proses penggunaan produk 16.1 Pt, dimana dampak lingkungan terbesar yang dihasilkan dari ketiga proses tersebut adalah dampak *human toxicity water* pada proses produksi dan penggunaan produk, serta dampak *global warming* pada proses distribusi.

Dampak lingkungan terbesar dihasilkan dari ketiga ruang lingkup *Life Cycle Assessment* (LCA) yaitu pada bagian proses produksi yaitu sebesar 60.2 Pt dengan penyusun impact terbesar adalah jenis impact *human toxicity water* yang disebabkan oleh material dari komponen lampu DOP serta material kayu yang menyusun produk *Hetric Lamp*

Dari hasil pengolahan data menggunakan pendekatan ANP, didapatkan bahwa rekomendasi alternatif pengurangan dampak yang terbaik adalah mengganti komponen *hetric lamp* yaitu lampu DOP dengan menggunakan lampu berjenis LED dengan bobot sebesar 0.575 yang didapatkan dari pengolahan hasil questioner yang diisi oleh pihak manajemen perusahaan.

Dari hasil uji alternatif, terjadi pengurangan dampak pada proses produksi sebesar 21.4 pt, dimana pada kondisi eksisting yang semula sebesar 60.2 Pt menjadi 38.8 Pt yang diakibatkan berkurangnya jenis impact *human toxicity water* secara signifikan dikarenakan alternatif terbaik yang didapatkan dari hasil pengolahan ANP yaitu penggantian komponen lampu DOP pada *hetric lamp* dengan menggunakan jenis lampu LED yang jauh lebih ramah lingkungan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis K.A.P mengucapkan terima kasih kepada UKM PT. Inovasi Ide Utama yang telah memberikan bantuan baik berupa fisik maupun moril hingga penelitian ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Astuti and U. Ciptomulyono, "Evaluasi Konsep Produk Dengan Pendekatan Green QFD," *Universitas Stuttgart*, pp. 156-167, 2004.
- [2] U. Ciptomulyono, "Model-(MCDM)-Analytic Network Process (ANP) dan Life Cycle Assessment (LCA) Untuk Pengembangan Green Supply Chain (GSCM) Management Produksi Plasticube," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, pp. 79-90, 1 Februari 2008.
- [3] J. Ottman, "Design –Green," *URL : http://www.green-marketing.com*, 2005.
- [4] L. Fava, "One-Appointment Root Canal Treatment: Incidence of Postoperative Pain Using a Modified Double- Flared Technique," *Int Endod J 24*, vol. , 1991.
- [5] T. L. Saaty, "Theory and Applications of The Analytic Network Process," *RWS Publications*, 2006.