

PEMILIHAN ALTERNATIF PENGELOLAAN LIMBAH DENGAN METODE ANP (STUDI KASUS : PABRIK KELAPA SAWIT SEI SILAU PT. PERKEBUNAN NUSANTARA III)

Ikhsan Parinduri^{*1}, Andri Nata², Iskandar³

^{1,3}Program Studi Sistem Informasi, STMIK Royal Kisaran,
Jl. Prof. M. Yamin 173 Kisaran, Sumatera Utara 21222
Telp : (0623) 41079

²Program Studi Manajemen Informatika AMIK Royal Kisaran,
Jl. Imam Bonjol 179 Kisaran, Sumatera Utara 21222
Telp : (0623) 41056

E-mail: ikhsanparinduri9@gmail.com

Abstrak

Limbah pabrik kelapa sawit mengeluarkan bau yang sangat tajam akibat pembusukan bahan organik yang dikandungnya. Beberapa alternatif solusi yang akan dipertimbangkan untuk menangani masalah tersebut yaitu perancangan lokasi baru, penerapan teknologi baru dan perbaikan/ penataan lokasi yang sudah ada. Dalam memilih alternatif ini, banyak kriteria yang harus dipertimbangkan. Oleh karena itu dalam pemilihan alternatif pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit ini digunakan alat analisis AnaliticNetworkProcess (ANP). Tujuannya adalah untuk mendapatkan peringkat prioritas dari alternatif sebagai acuan dalam pengambilan keputusan.

Kata kunci : ANP, Pemilihan Alternatif Pengelolaan Limbah dan Sistem Pendukung Keputusan.

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar. Untuk menghasilkan satu ton minyak kelapa sawit dihasilkan dua setengah ton limbah cair pabrik kelapa sawit. Limbah cair tersebut berasal dari proses perebusan, klarifikasi dan hidrosiklon. Pengembangan industri kelapa sawit yang diikuti dengan pembangunan pabrik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan berupa pencemaran. Limbah cair pabrik kelapa sawit masih memiliki potensi sebagai pencemaran lingkungan karena berbau, berwarna, mengandung nilai COD, BOD serta padatan tersuspensi yang tinggi. Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke badan penerima, maka sebagian akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut, menimbulkan kekeruhan, mengeluarkan bau yang tajam dan dapat merusak ekosistem badan penerima (Alaerts, 1987) dan (Betty, 1996).

Limbah pabrik kelapa sawit mengeluarkan bau yang sangat tajam akibat pembusukan bahan organik

yang dikandungnya. Beberapa alternatif solusi yang akan dipertimbangkan untuk menangani masalah tersebut yaitu perancangan lokasi baru, penerapan teknologi baru dan perbaikan/ penataan lokasi yang sudah ada. Dalam memilih alternatif ini, banyak kriteria yang harus dipertimbangkan. Oleh karena itu dalam pemilihan alternatif pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit ini digunakan alat analisis *Analitic Network Process* (ANP). Tujuannya adalah untuk mendapatkan peringkat prioritas dari alternatif sebagai acuan dalam pengambilan keputusan.

Sistem pendukung Keputusan (SPK) atau dikenal dengan *Decision Support System* (DSS), pada tahun 1907-an sebagai pengganti istilah *Management Information System* (MIS) yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif dengan pemakainya. Maksud dan tujuan dari adanya SPK, yaitu untuk mendukung pengambil keputusan memilih alternatif keputusan yang merupakan hasil pengolahan informasi yang diperoleh/tersedia dengan menggunakan model-model pengambil keputusan

serta untuk menyelesaikan masalah-masalah bersifat terstruktur, semi terstruktur dan tidak terstruktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau dikenal dengan *Decision Support System (DSS)*, pada tahun 1970-an sebagai pengganti istilah *Management Information System (MIS)*.

Pada dasarnya sistem pendukung keputusan merupakan pengembangan lebih lanjut dari MIS yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif dengan pemakainya. Maksud dan tujuan dari SPK, yaitu untuk mendukung pengambil keputusan memilih alternatif keputusan yang merupakan hasil pengolahan informasi-informasi yang diperoleh/tersedia dengan menggunakan model-model pengambil keputusan serta untuk menyelesaikan masalah-masalah bersifat terstruktur, semi terstruktur dan tidak terstruktur.

Pada pengambilan keputusan adalah suatu pendekatan sistematis pada suatu masalah, pengumpulan fakta dan informasi, penentuan yang baik untuk alternatif yang dihadapi, dan pengambilan tindakan yang menurut analisis. Untuk kepentingan itu, sebagian besar pembuat keputusan dengan mempertimbangkan rasio manfaat/biaya, dihadapkan pada suatu keharusan untuk mengandalkan sistem yang mampu memecahkan suatu masalah secara efektif dan efisien yang kemudian disebut dengan sistem pendukung keputusan (SPK). Tujuan pembentukan SPK yang efektif adalah memanfaatkan keunggulan kedua unsur, yaitu manusia dan perangkat elektronik. Teori dasar tentang SPK tertuang pada buku karya Efrain Turban yang berjudul *Decision Support System and Intelligent System, Fifth Edition, Prentice Hall International, Incv. New Jersey*.

Ada beberapa tujuan SPK yaitu membantu menyelesaikan masalah semi terstruktur, mendukung manager dalam mengambil keputusan, dan meningkatkan efektivitas bukan efisiensi pengambilan keputusan. Dalam pemrosesannya, SPK dapat menggunakan bantuan dari sistem lain seperti

Artificial Intelligence, Expert System, Fuzzy Logic dan lain-lain (Hilyah Magdalena, 2000).

2.1.1 Pengertian Sistem

Menurut Kusriani, 2007. Dalam bukunya yang berjudul “ Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan”. Sistem merupakan kumpulan elemen yang saling berkaitan yang bertanggung jawab memproses masukan (*input*) sehingga menghasilkan keluaran (*output*). Menurut kutipan jurnal I Nyoman Ega Beerawa, *et al* Definisi sistem adalah sekumpulan hal atau kegiatan atau elemen atau subsistem yang saling bekerja sama atau yang dihubungkan dengan cara-cara tertentu sehingga membentuk satu kesatuan untuk melaksanakan suatu fungsi guna mencapai satu tujuan.

2.1.2 Pengertian Keputusan

Dalam buku yang berjudul “ Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan” karangan Kusriani, menyatakan keputusan merupakan kegiatan memilih suatu strategi atau tindakan dalam pemecahan masalah tersebut. Tujuan dari keputusan adalah untuk mencapai suatu target atau aksi tertentu yang harus dilakukan.

Kriteria atau ciri-ciri dari keputusan adalah :

1. Banyak pilihan/alternatif.
2. Ada kendala atau syarat.
3. Mengikuti suatu pola/model baik yang terstruktur maupun tidak terstruktur.
4. Banyak input/variabel.
5. Ada faktor resiko.
6. Dibutuhkan kecepatan, ketepatan dan keakuratan.

2.1.3 Tujuan Sistem Pendukung Keputusan

Tujuan dari sistem pendukung keputusan adalah : (Kusriani 2007)

1. Membantu manajer dalam pengambilan keputusan atas masalah semi terstruktur.
2. Memberikan dukungan atas pertimbangan manajer dan bukannya dimaksudkan untuk menggantikan fungsi manajer.

3. Meningkatkan efektivitas keputusan yang diambil manajer lebih dari pada perbaikan efisiensinya.
4. Kecepatan komputasi, komputer memungkinkan para pengambil keputusan untuk melakukan banyak komputasi secara cepat dengan biaya yang rendah.
5. Peningkatan produktivitas, membangun satu kelompok pengambil keputusan, terutama para pakar, bisa sangat mahal. Pendukung terkomputerisasi bisa mengurangi ukuran kelompok dan memungkinkan para anggotanya untuk berada diberbagai lokasi yang berbeda-beda (menghemat biaya perjalanan). Selain itu, produktivitas staf pendukung (misalnya analisis keuangan dan hukum) bisa ditingkatkan. Produktivitas juga bisa ditingkatkan menggunakan peralatan optimalisasi yang menentukan cara terbaik untuk menjalankan sebuah bisnis.
6. Dukungan kualitas komputer bisa meningkatkan kualitas keputusan yang dibuat. Sebagai contoh, semakin banyak data yang diakses makin banyak juga alternatif yang bisa dievaluasi. Analisis resiko bisa dilakukan dengan cepat dan pandangan dari para pakar (beberapa dari mereka berada di lokasi yang jauh) bisa dikumpulkan dengan cepat dan dengan biaya yang lebih rendah. Keahlian bahkan bisa diambil langsung dari sebuah sistem komputer melalui metode kecerdasan tiruan. Dengan komputer, para pengambil keputusan bisa melakukan simulasi yang kompleks, memeriksa banyak skenario yang memungkinkan, dan menilai berbagai pengaruh secara cepat dan ekonomis. Semua kapabilitas tersebut mengarah kepada keputusan yang lebih baik.
7. Berdaya saing manajemen dan pemberdayaan sumber daya perusahaan. Tekanan persaingan menyebabkan tugas pengambil keputusan menjadi sulit. Persaingan didasarkan tidak hanya pada harga, tetapi juga pada kualitas, kecepatan, kustomasi produk, dan dukungan pelanggan. Organisasi harus mampu secara sering dan cepat mengubah mode operasi, merekayasa ulang proses dan struktur, memberdayakan karyawan, serta berinovasi. Teknologi pengambilan keputusan bisa menciptakan pemberdayaan signifikan dengan

cara memperoleh seseorang untuk membuat keputusan yang baik secara cepat, bahkan jika mereka memiliki pengetahuan yang kurang.

8. Mengatasi keterbatasan kognitif dalam pemrosesan dan penyimpanan, otak manusia memiliki kemampuan yang terbatas untuk memproses dan menyimpan informasi dengan cara yang bebas dari kesalahan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

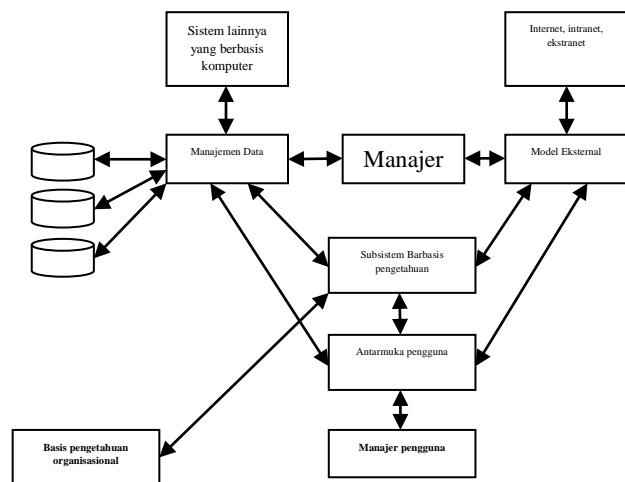
3.1 Analisa Permasalahan

Setelah melakukan pengamatan terhadap pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit di Sei Silau PTPN III, masih adanya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas pengelolaan pabrik tersebut. Bab ini akan menjelaskan hasil analisa kebutuhan dan perancangan sistem yang akan diusulkan untuk penyelesaian permasalahan dalam menentukan pengelolaan limbah alternatif. Untuk analisa kebutuhan akan diuraikan tentang kebutuhan data-data dalam menjalankan metode ANP dan perancangan sistem berupa perancangan kuisioner, jenis responden, dan cara melakukan rekapitulasi data hasil kuisioner yang akan digunakan untuk sebagai masukan pada aplikasi Superdecision agar bisa melakukan perhitungan matriks sehingga dihasilkan bobot ranking alternatif sebagai pendukung keputusannya.

3.2. Arsitektur Sistem Pendukung

Keputusan

Sistem pendukung keputusan harus mencakup tiga komponen utama, yaitu Tujuan, Kriteria dan Alternatif. Tujuan merupakan goal atau hasil yang akan dicapai, Kriteria adalah parameter yang dijadikan tolak ukur untuk membuat sebuah keputusan sedangkan Alternatif adalah objek dari sebuah sistem yang akan diproses. Di dalam sistem pendukung keputusan, perlu adanya sebuah arsitektur sistem yang berguna untuk mendeskripsikan sebuah model atau gambaran yang menggunakan *shape* atau simbol tertentu. Arsitektur sistem pendukung keputusan ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Pendukung Keputusan.

3.3 Analisis Kebutuhan Alternatif

Metode ANP untuk menentukan pemilihan pengelolaan limbah alternatif merupakan proses pemilihan cara pengelolaan limbah yang baik terhadap lingkungan. Ada tiga cara yang dilakukan sebagai alternatif yang digunakan untuk menentukan pengelolaan limbah alternatif yaitu :

A. Pemilihan Lokasi Baru

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit akan menghasilkan jenis-jenis limbah kelapa sawit. Dampak limbah tersebut akan meresahkan bagi lingkungan dan penduduk sekitarnya terutama dari limbah udara yang dihasilkan dari aktivitas pabrik tersebut. Pemilihan lokasi baru adalah salah satu alternatif pengelolaan limbah yang dilakukan agar penduduk sekitar tidak tercemar dari efek limbah pabrik kelapa sawit.

B. Perbaikan dan Penataan Lokasi

Pabrik kelapa sawit Sei Silau PTPN III memiliki luas areal ± 5 ha dengan data produksi dan excess pada tahun 2013 dimana TBS olah menghasilkan 354.297.380 kg. Dengan data tersebut adakalanya dilakukan peninjauan lokasi ulang dan penataannya diperbaiki, sehingga limbah yang dihasilkan dalam kapasitas besar tidak merusak lingkungan tetapi sebaliknya bisa bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat sekitar.

C. Pemilihan Teknologi Baru

Pemilihan Teknologi baru (A3), pemilihan alternatif teknologi yang bersifat ramah terhadap lingkungan, dan juga teknologi yang dapat diterapkan menyesuaikan keadaan lingkungan, efisien dan efektif.

3.3.1 Analisis Kebutuhan Kriteria

Untuk pemilihan pengelolaan limbah alternatif pada pabrik kelapa sawit sei silau seperti yang diharapkan maka diperlukan berbagai kriteria. Untuk metode ANP dalam menganalisa kebutuhan kriteria dibagi dalam kluster dan node. Kluster merupakan pengelompok kriteria yang sejenis dan node adalah sub kriteria dari masing-masing kluster. Ada tiga kriteria berupa kluster dalam menentukan pemilihan alternatif pengelolaan limbah yang tepat dan masing-masing kluster mempunyai sub-sub kriteria yang dijadikan sebagai nodenya. Adapun kriteria tersebut beserta masing-masing sub kriterianya dijelaskan sebagai berikut :

A. Kluster Kriteria Limbah Padat

Limbah padat Tandan Kosong (TKS) merupakan limbah padat yang jumlahnya cukup besar yaitu sekitar 6 juta ton yang tercatat pada tahun 2004, namun pemanfaatannya masih terbatas. Limbah tersebut selama ini dibakar dan sebagian ditebarkan di lapangan sebagai mulsa. Persentase tankos mengandung unsur hara N, P, K, dan Mg berturut-turut setara dengan 3 Kg Urea; 0,6 Kg CIRP; 12 Kg MOP; dan 2 Kg Kieserit. Dengan demikian dari satu unit PKS kapasitas olah 30 ton TBS/jam atau 600 ton TBS/hari akan menghasilkan pupuk N, P, K, dan Mg berturut-turut setara dengan 360 Kg Urea, 72 Kg CIRP; 1.440 Kg MOP; dan 240 Kg Kiserit. Dalam kluster kriteria limbah padat maka dibagi lagi dalam sub kriteria atau node yang meliputi :

1. Cangkang yaitu merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Saat ini pemanfaatan cangkang sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa biasa, tempurung kelapa sawit memiliki banyak kemiripan. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kadar abu (ash content) yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan

oleh tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit.

2. Janjang Kosong yaitu merupakan limbah dengan volume yang paling banyak dari proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) pada pabrik Kelapa Sawit, mencapai 21% dari TBS yang diolah.
3. Fibre yaitu merupakan hasil pemisahan dari *fibrecyclone* mempunyai kandungan cangkang, minyak dan inti. Kandungan tersebut tergantung pada proses ekstraksi di *screwpress* dan pemisahan pada *fibrecyclone*.

B. Kluster Kriteria Limbah Cair

Limbah Cair Kelapa Sawit Limbah cair kelapa sawit berasal dari kondensat, stasiun klarifikasi dan hidrocyclon atau yang lebih dikenal dengan istilah Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan sisa buangan yang tidak bersifat toksik (tidak beracun), tetapi memiliki daya pencemaran yang tinggi karena kandungan organiknya dengan nilai BOD berkisar 18.000- 48.000 mg/L dan nilai COD berkisar 45.000-65.000 mg/L (Chin et al., 1996). Limbah cair yang dihasilkan tersebut harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat tindakan pengendalian limbah cair melalui sistem kolam yang kemudian dapat diaplikasikan ke lahan. Dalam kluster kriteria limbah cair mempunyai sub kriteria atau node yang meliputi :

Sludge yaitu limbah yang berasal dari tangki sedimentasi pada pemisahan awal dan banyak mengandung biomassa senyawa organik yang stabil dan mudah menguap.

C. Kluster Kriteria Limbah udara

Limbah udara berasal dari pembakaran solar dari *generating set* dan pembakaran janjang kosong dan cangkang di *incinerator*. Gas buangan ini dibuang ke udara terbuka. Umumnya limbah debu dan abu pembakaran janjang kosong dan cangkang sebelum dibuang bebas ke udara dikendalikan dengan pemasangan *dust collector*, untuk menangkap debu ikutan dalam sisa gas pembakaran, kemudian dialirkan melalui cerobong asap setinggi ± 25 meter dari permukaan tanah.

Adapun sub kriteria atau node dalam kluster kriteria ini yaitu :

1. Karbon monoksida (CO) adalah senyawa yang bersifat sangat beracun karena dapat mengikat hemoglobin membentuk karboksihemoglobin. Kehadiran senyawa tersebut dapat menghambat penghantaran oksigen ke sel tubuh sehingga sel tubuh tertentu mengalami kekurangan oksigen, kondisi ini dapat menyebabkan kematian.
2. Karbon dioksida (CO₂) adalah lawan dari oksigen yang secara normal keduanya terdapat pada tubuh. Namun apabila jumlah CO₂ meningkat melebihi batas normal akan menjadi racun untuk tubuh dengan cara memblokir aliran oksigen di pembuluh darah ke sel atau jaringan. Kasus yang sering ditemukan adalah kematian yang mengakibatkan kematian akibat jumlah CO₂ lebih banyak dari pada oksigen pada suatu ruangan tertutup seperti dalam mobil.
3. Amonia (NH₃) adalah gas dengan bau yang khas namun dapat menyebabkan kerusakan pada saluran pernafasan.

4. ANALISIS dan HASIL

4.1. Rekapitulasi Hasil Data Kuisioner

Kuisioner yang telah diisi oleh masing – masing responden akan dilanjutkan ke tahap rekapitulasi data hasil kuisioner. Berikut adalah hasil rekapitulasi data yang bersumber dari pengisian kuisioner oleh masing – masing responden berdasarkan kriteria dan alternatif :

1. Rekapitulasi Data Kriteria

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi data kuisioner berdasarkan perbandingan antar kriteria :

Tabel 1. Rekapitulasi Penilaian Kuisisioner Antar Kriteria

No	Kriteria Limbah Udara			Responden					Jlh	Ri
				R1	R2	R3	R4	R5		
1	Limbah Cair	:	Limbah Padat	9	5	5	1	3	23	4.6
2	Limbah Cair	:	Limbah Udara	3	-3	1	5	7	13	2.6
3	Limbah Padat	:	Limbah Udara	-9	-2	3	-7	1	-14	-2.8

Tabel 4.1 menjelaskan hal – hal sebagai berikut :

- Kuisisioner diberikan kepada 5 (lima) orang responden (R1, R2, R3, R4, R5) dan mengisinya berdasarkan dengan daftar pertanyaan yang diajukan.
 - Ri merupakan nilai rata – rata dari setiap bobot kriteria yang akan dijadikan sebagai nilai input pada perhitungan matrik berpasangan untuk kriteria yang dilakukan secara manual dan perhitungan dengan metode ANP.
2. Rekapitulasi Data alternatif

Berikut ini akan dipaparkan rekapitulasi alternatif untuk setiap kriteria dan merupakan hasil jawaban dari semua responden yang disebut dengan nilai rata-rata (Ri). Untuk proses perhitungan secara detail terlampir yang akan dimasukkan kedalam *Software Super Decisions* di bab berikutnya.

Tabel 2. Matriks Perbandingan Berpasangan (MBP) Alternatif Dalam Kriteria Cangkang

Perspektif	Perbaikan & Penataan Lokasi	Pemilihan Lokasi Baru	Pemilihan Teknologi Baru
Perbaikan & Penataan Lokasi	1	7	2
Pemilihan Lokasi Baru	1/7	1	1/5

Pemilihan Teknologi Baru	1/2	5	1
--------------------------	-----	---	---

Langkah selanjutnya akan menghitung evaluasi untuk kriteria, sehingga dilakukan kalkulasi angka-angka dalam matriks perbandingan berpasangan tersebut diubah ke dalam bentuk desimal.

$$\begin{bmatrix} 1.000 & 7.000 & 2.000 \\ 0.143 & 1.000 & 0.200 \\ 0.500 & 5.000 & 1.000 \end{bmatrix}$$

Kemudian matriks di atas dikuadratkan untuk menetapkan nilai *factor* dan evaluasinya yaitu :
Normalisasi Pertama

$$\begin{bmatrix} 1.000 & 7.000 & 2.000 \\ 0.143 & 1.000 & 0.200 \\ 0.500 & 5.000 & 1.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1.000 & 7.000 & 2.000 \\ 0.143 & 1.000 & 0.200 \\ 0.500 & 5.000 & 1.000 \end{bmatrix}$$

Hasil dari perkalian matriks kemudian dijumlahkan berdasarkan baris sehingga mendapatkan nilai *eigen* prioritas dari masing-masing kriteria.

$$\begin{bmatrix} 3.000 & 24.000 & 5.000 \\ 0.386 & 3.000 & 0.686 \\ 1.714 & 13.500 & 3.000 \end{bmatrix} = \begin{matrix} 32.400 \\ 4.071 \\ 18.214 \end{matrix}$$

Jumlah = 54.686

Untuk mendapatkan nilai hasil normalisasinya, maka hasil penjumlahan baris dibagi dengan jumlah keseluruhannya.

$$\begin{matrix} 32.400 & / & 54.686 & = & 0.5924765 \\ 4.071 & / & 54.686 & = & 0.0744514 \\ 18.214 & / & 54.686 & = & 0.3330721 \end{matrix}$$

Untuk menghasilkan nilai *eigen* yang sama atau mendekati, maka hasil perkalian matriks yang pertama harus dikuadratkan lagi agar nilainya mendekati atau sama. Jika nilainya sudah sama maka proses dihentikan.

Normalisasi Kedua

$$\begin{bmatrix} 3.000 & 24.000 & 5.400 \\ 0.386 & 3.000 & 0.686 \\ 1.714 & 13.500 & 3.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3.000 & 24.000 & 5.400 \\ 0.386 & 3.000 & 0.686 \\ 1.714 & 13.500 & 3.000 \end{bmatrix}$$

Hasil dari perkalian matriks kemudian dijumlahkan berdasarkan baris sehingga mendapatkan nilai *eigen* prioritas dari masing-masing kriteria.

$$\begin{bmatrix} 27.51429 & 216.9 & 48.85714 \\ 3.489796 & 27.51429 & 6.197143 \\ 22.47857 & 122.1429 & 27.51429 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 293.27143 \\ 37.201224 \\ 172.13571 \end{bmatrix}$$

Jumlah = 358.083

Untuk mendapatkan nilai hasil normalisasinya, maka hasil penjumlahan baris dibagi dengan jumlah keseluruhannya.

$$\begin{aligned} 293.2714 & / 358.083 = 0.819 \\ 37.20122 & / 358.083 = 0.104 \\ 172.1357 & / 358.083 = 0.481 \end{aligned}$$

Selanjutnya nilai *eigen* maksimum ($\lambda_{\text{maksimum}}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian nilai *eigen* dengan jumlah kolom. Nilai *eigen* maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{maksimum}} &= (0.819 \times 3) + (0.104 \times 3) + (0.481 \times 3) \\ &= 3.017 \end{aligned}$$

Nilai Consistency Index (CI)

Karena matriks berordo 3x3 (yakni terdiri dari 3 kriteria), Nilai *Consistency Index* (CI) yang diperoleh :

$$CI = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1} = \frac{3.017 - 3}{3 - 1} = 0.0083$$

Nilai Consistency Ratio (CR)

Untuk $n = 3$, RI (*Random Index*) = 0.580 (tabel saaty), maka dapat diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) yaitu :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0083}{0.580} = 0.014$$

Tabel 3. Bobot Masing-Masing Alternatif Dalam Kriteria Cangkang

Perspektif	Perbaikan & Penataan Lokasi	Pemilihan Lokasi Baru	Pemilihan Teknologi Baru	Nilai Eigen	Bobot
Perbaikan & Penataan Lokasi	1.000	7.000	2.000	0.583	58.35 %
Pemilihan Lokasi Baru	0.143	1.000	0.200	0.074	7.40 %
Pemilihan Teknologi Baru	0.500	5.000	1.000	0.342	34.25 %
Total	1.643	13.000	3.200	1.000	100.00 %

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan dalam pemilihan pengelolaan limbah alternatif di pabrik kelapa sawit Sei Silau PT. Perkebunan Nusantara III menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode ANP dapat membantu dalam pemilihan alternatif pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit Sei Silau PTPN III.
2. Perancangan model ANP dengan menggunakan *software Super Decisions* dapat membantu dalam membuat rancangan matriks perbandingan yang dibutuhkan dalam melakukan penilaian alternatif dengan tingkat akurasi yang tinggi.
3. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kuisioner dan dibantu dengan fungsi perhitungan ANP mulai dari pembentukan

matriks perbandingan berpasangan, perhitungan rasio konsistensi dan penetapan prioritas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. (1987). *Metode Penelitian Air* . Usaha Nasional. Surabaya.
- Asep Hendar Rustiawan, *et al.* (2012). *Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Calon Siswa Baru Di SMA Negeri 3 Garut.*
- Betty. (1993). *Penanganan Limbah Industri Pangan.* Kanisius. Yogyakarta.
- Hilyah Magdalena. (2012). *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Perguruan Tinggi Penyelenggara Pendidikan Vokasi Di Bangka Belitung.*
- Kusrini. (2007). *Konsep dan Aplikasi Sistem Penunjang Keputusan.* Andi Offset Kusrini. (2007).
- Mahida. (1984). *Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri.*
- Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. 2006
- Riza Agustiansyah, *et al.* *Penerapan Metode Analytic Network Process (ANP) Untuk Menentukan Prioritas Perbaikan Jalan Di Dinas Pekerjaan Umum Kota Bogor.*
- Thomas L.Saaty. (1999). *Fundamental Of The Analytic Network Process.*
- Triwulandari S. Dewayana, Ahmad Budi W. (2009). *Pemilihan Pemasok Cooper Rod Menggunakan Metode ANP.*