

AUDIT EFISIENSI PADA PROSES PRODUKSI MINUMAN RINGAN DI PT COCA COLA BOTTLING INDONESIA (CCBI) CENTRAL SUMATERA

Alizar Hasan¹⁾, Morena Tantilia²⁾

¹⁾ Dosen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

²⁾ Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

Email:

Abstrak

Efisiensi menjadi salah satu faktor pencapaian produktivitas suatu perusahaan, baik dari segi bahan baku, kualitas, peralatan, serta kepedulian terhadap lingkungan. Sebagai perusahaan satu-satunya yang menjalankan proses pembotolan dan distribusi produk minuman ringan ternama di bagian Sumatera Tengah, PT Coca Cola Bottling Indonesia Central Sumatera selalu berupaya meningkatkan produktivitas produksi, sehingga kinerja perusahaan dapat terus dipertahankan. Melalui penelitian ini, dilakukan audit dan evaluasi terhadap kinerja efisiensi proses produksi minuman ringan di PT Coca Cola Bottling Indonesia Central Sumatera dengan tahapan melakukan pengukuran terhadap efisiensi proses produksi dengan menggunakan 12 indikator Barbiroli secara teknis dan ekonomis. Selain itu, juga dilakukan penentuan status efisiensi proses produksi berdasarkan penilaian pakar secara kualitatif. Sebagai upaya peningkatan efisiensi, direkomendasikan beberapa alternatif perbaikan melalui penentuan prioritas dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process.

Hasil penelitian menjelaskan bahwa efisiensi teknis proses produksi minuman ringan Frestea Jasmine adalah sebesar 91.58 % yang digolongkan pada tingkatan tinggi sedangkan efisiensi ekonomis adalah sebesar 24.33 % yang digolongkan pada tingkatan sedang. Namun, berdasarkan penilaian tiga orang pakar secara kualitatif, status tingkat efisiensi proses produksi secara teknis berada pada tingkat sedang (medium) dan secara ekonomis berada pada tingkat rendah. Pemilihan alternatif perbaikan dengan Analytical Hierarchy Process menunjukkan bahwa prioritas perbaikan untuk peningkatan efisiensi adalah memperbaiki sistem perawatan mesin produksi dengan bobot 0.476, memperbaiki metode inspeksi proses pembotolan produk dengan bobot 0.293, dan memaksimalkan penggunaan bahan baku produksi dengan bobot 0.231. Dengan demikian, perbaikan terhadap sistem perawatan mesin produksi diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi PT Coca Cola Bottling Indonesia, khususnya untuk minuman jenis Frestea Jasmine, karena penanganan sistem perawatan mesin yang baik berkaitan dengan optimalisasi penggunaan bahan baku, kapasitas produksi, kualitas produk yang dihasilkan, serta biaya produksi.

Keywords: Efisiensi teknis dan ekonomis, Analytical Hierarchy Process, prioritas perbaikan,

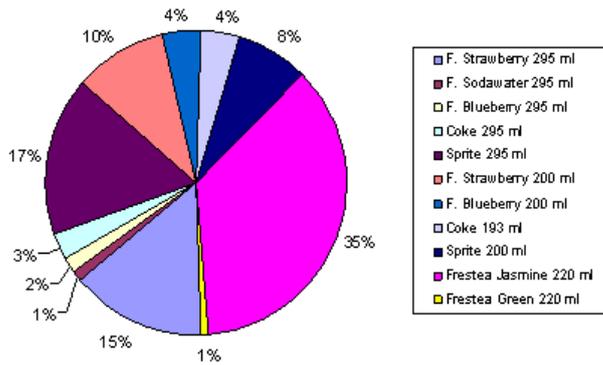
1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Coca Cola Bottling Indonesia (CCBI) Central Sumatera merupakan perusahaan yang menjalankan proses produksi pembotolan produk Coca Cola untuk wilayah Sumatera bagian tengah. Selain itu, PT CCBI juga bertindak sebagai distributor produk minuman Coca Cola kemasan kaleng dan botol. Sebagai satu-satunya produsen pembotolan minuman Coca Cola untuk penjualan wilayah Sumatera bagian tengah, PT CCBI dituntut untuk mampu mempertahankan produktivitas perusahaan.

Perusahaan berusaha untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai dengan cara yang paling efisien. Untuk itu, perlu dilakukan

pengukuran efisiensi pada proses produksi. Pengukuran efisiensi ini juga dapat dijadikan bahan pertimbangan dan acuan dalam menganalisis permasalahan yang kompleks serta melakukan perbaikan-perbaikan terhadap kekurangan di bagian produksi sehingga penyebab ketidakstabilan efisiensi dapat diminimalisir dan profit perusahaan dapat terus ditingkatkan.



Gambar 1. Diagram Pie total jumlah produksi per jenis produk selama 5 bulan (Januari 2009 – Mei 2009)

Berdasarkan diagram diatas, dapat diketahui bahwa jumlah produksi minuman jenis Frestea Jasmine 220 ml selama 5 bulan terakhir yakni bulan Januari 2009 – Mei 2009 melebihi produksi jenis minuman lainnya. Dengan demikian, penelitian mengenai pengukuran efisiensi produksi minuman pada PT CCBI Central Sumatera ini difokuskan untuk jenis produk Frestea Jasmine 220 ml.

Pengukuran efisiensi dilakukan dengan menggunakan 12 indikator yang diajukan oleh Barbiroli (1996) yakni secara teknis dan ekonomis. Sebagai upaya peningkatan kinerja proses produksi, pada penelitian ini diajukan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam membantu pengambilan keputusan terhadap penyelesaian suatu permasalahan melalui penilaian para ahli atau pakar.

1.2. Tujuan

1. Menentukan tingkat efisiensi teknis dan ekonomis pada proses produksi minuman Frestea Jasmine.
2. Menentukan prioritas perbaikan untuk peningkatan efisiensi proses produksi minuman Frestea dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

1.3. Batasan dan Asumsi

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Pemilihan kriteria disesuaikan dengan kondisi perusahaan.
2. Pengukuran efisiensi proses produksi dilakukan untuk periode Februari 2009 – April 2009.
3. Pengambilan keputusan yang dipilih adalah pengambilan keputusan kriteria majemuk yang dilakukan oleh 3 orang

pakar.

Sedangkan, asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penilaian yang dilakukan oleh 3 orang ahli adalah benar dan dapat dipercaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Indikator-indikator Efisiensi

1. Efisiensi Siklus Material (*Material Cycle Efficiency: MCE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{11} = B_j / B_p$$

E_{11} = efisiensi teknis siklus material

B_j = jumlah bahan baku asli yang terkandung dalam produk jadi

B_p = jumlah bahan baku asli yang masuk ke dalam proses

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{12} = (C_m + C_d) / (N_m + N_s)$$

E_{12} = efisiensi ekonomis siklus material

C_m = biaya tambahan material

C_d = biaya daur ulang

N_m = nilai material dalam produk

N_s = nilai produk sampingan

2. Efisiensi Siklus Energi (*Energy Cycle Efficiency: ECE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{21} = E_f / E_p$$

E_{21} = efisiensi teknis siklus energi

E_f = jumlah energi yang digunakan dalam beberapa fase proses

E_p = jumlah total energi yang digunakan perusahaan

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{22} = (C_e + C_s) / N_e$$

E_{22} = efisiensi ekonomis siklus energi

C_e = biaya tambahan energi

C_s = biaya mengatur siklus energi

N_e = nilai energi yang digunakan dalam proses

3. Efisiensi Lingkungan Keseluruhan Proses (*Process Overall Environment Efficiency: POEE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{31} = B_{cl} / B_{cp}$$

E_{31} = efisiensi teknis lingkungan keseluruhan proses

B_{cl} = jumlah bahan berpotensi pencemar yang tidak dibuang ke lingkungan

B_{cp} = jumlah bahan berpotensi pencemar yang tidak diubah ke

produk

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{32} = C_h / N_m$
 E_{32} = efisiensi ekonomis lingkungan keseluruhan proses
 C_h = biaya untuk mengurangi potensi hilang material
 N_m = nilai material yang masuk dalam produk
- 4. Efisiensi Lingkungan Produk Akhir (*Final Product Environment Efficiency: FPEE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{41} = B_{ml} / B_{mp}$
 E_{41} = efisiensi teknis lingkungan produk akhir
 B_{ml} = jumlah material produk yang Tidakdibuang ke lingkungan
 B_{mp} = jumlah material yang masuk ke dalam produk
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{42} = C_l / N_m$
 E_{42} = efisiensi ekonomis lingkungan produk akhir
 C_l = biaya mengurangi material yang dibuang ke lingkungan
 N_m = nilai material dalam produk
- 5. Efisiensi Lingkungan Siklus Energi (*Energy Cycle Environment Efficiency: ECEE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{51} = L_e / L_t$
 E_{51} = efisiensi teknis lingkungan siklus energi
 L_e = jumlah limbah energi yang tidak dibuang ke lingkungan
 L_t = jumlah total limbah yang dihasilkan
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{52} = C_b / N_e$
 E_{52} = efisiensi ekonomis lingkungan siklus energi
 C_b = biaya meminimumkan limbah dalam siklus energi
 N_e = nilai energi yang digunakan dalam proses
- 6. Efisiensi Kualitas Absolut Produk (*Product Absolute Quality Efficiency: PAQE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{61} = (P_s - P_r) / P_s$
 E_{61} = efisiensi teknis kualitas absolut produk
 P_s = jumlah produk yang memenuhi standar
 P_r = jumlah produk gagal
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{62} = (C_t - C_r) / A_c$
 E_{62} = efisiensi ekonomis kualitas absolut produk
 C_t = biaya produksi tertinggi
 C_r = biaya produksi terendah
 A_c = rata-rata biaya produksi
- 7. Efisiensi Kualitas Konstan Produk (*Product Constant Quality Efficiency: PCQE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{71} = (Q_h - Q_l) / Q_h$
 E_{71} = efisiensi teknis kualitas konstan produk
 Q_h = indeks kinerja kualitas tertinggi
 Q_l = rata-rata perbedaan indeks kualitas
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{72} = C_q / N_q$
 E_{72} = efisiensi ekonomis kualitas konstan produk
 C_q = biaya untuk mempertahankan kekonstanan kualitas tertinggi
 N_q = nilai tambah dengan kekonstanan kualitas tertinggi
- 8. Efisiensi Pengoperasian Peralatan Statis (*Equipment Static Operating Efficiency: ESOE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{81} = (T_m - T_b) / T_m$
 E_{81} = efisiensi teknis pengoperasian peralatan statis
 T_m = total waktu kerja peralatan
 T_b = waktu *break* mesin
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{82} = C_o / C_p$
 E_{82} = efisiensi ekonomis pengoperasian peralatan statis
 C_o = biaya tambahan karena adanya *breaktime*
 C_p = biaya pengoperasian
- 9. Efisiensi Pengoperasian Peralatan Dinamis (*Equipment Dynamic Operating Efficiency: EDOE*)
 - Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{91} = (T_{mb} - B_{mb}) / T_{mb}$
 E_{91} = efisiensi teknis pengoperasian peralatan dinamis
 T_{mb} = total waktu kerja peralatan produk baru
 B_{mb} = waktu *break* mesin produk baru
 - Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:
 $E_{92} = C_{pb} / C_{pl}$
 E_{92} = efisiensi ekonomis pengoperasian

peralatan dinamis

C_{pb} = biaya produk baru

C_{pl} = biaya produk lama

10. Efisiensi Keanekaragaman Produk Campuran (*Product Mix Variability Efficiency: PMVE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{101} = J_{pb} / J_{pl}$$

E_{101} = efisiensi teknis keanekaragaman produk campuran

J_{pb} = jumlah produk baru

J_{pl} = jumlah produk lama

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{102} = A_{cb} / C_{pl}$$

E_{102} = efisiensi ekonomis keanekaragaman produk campuran

A_{cb} = rata-rata biaya produksi produk baru

C_{pl} = biaya produksi produk lama

11. Efisiensi Volume Produk Akhir (*Product Volume Efficiency: PVE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{111} = P_p / P_m$$

E_{111} = efisiensi teknis volume produk akhir

P_p = jumlah produk yang terjual

P_m = jumlah maksimum produk yang dihasilkan

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{112} = (N_{mp} - N_{mt}) / N_{mp}$$

E_{112} = efisiensi ekonomis volume produk akhir

N_{mp} = nilai maksimum produk yang bisa didapat

N_{mt} = nilai produk terjual

12. Efisiensi Input (*Input Efficiency: IE*)

- Efisiensi teknis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{121} = L_{to} / L_{ta}$$

E_{121} = efisiensi teknis input

L_{to} = jumlah optimal *leadtime* per ton produk

L_{ta} = total *leadtime* aktual per ton produk

- Efisiensi ekonomis diperoleh dari perbandingan:

$$E_{122} = (C_{pa} - C_{po}) / C_{po}$$

E_{122} = efisiensi ekonomis input

C_{pa} = biaya produksi aktual

C_{po} = biaya produksi optimal

2.2. Penggolongan Efisiensi

Penggolongan efisiensi menurut Barbiroli (1996) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Penggolongan Tingkat Efisiensi

Range	Kategori Efisiensi Teknis	Range	Kategori Efisiensi Ekonomis
> 80 %	Tinggi	< 20 %	Tinggi
61 - 79 %	Sedang	21- 39 %	Sedang
< 60 %	Rendah	> 40 %	Rendah

2.3. Analytical Hierarchy Process

Prinsip kerja AHP adalah menyederhanakan masalah kompleks yang tidak terstruktur, strategik dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata variabel dalam suatu hirarki (tingkatan).

Adapun tahap-tahap dalam evaluasi alternatif dengan *Analytical Hierarchy Process* adalah sebagai berikut :

1. Pendefinisian evaluasi

Tahap ini merumuskan tujuan evaluasi yaitu memberikan penilaian terhadap masing-masing alternatif berdasarkan kriteria yang ditetapkan.

2. Pembentukan struktur hirarki

Penyusunan hirarki dari suatu permasalahan bertujuan agar permasalahan dapat diselesaikan dengan mudah, karena telah terbagi menjadi beberapa sub masalah yang lebih sederhana.

3. Penilaian dan penetapan prioritas

Penilaian dan penetapan prioritas dilakukan dengan memasukkan pendapat dari pihak-pihak yang terlibat sebagai gambaran logika, ide, rasa, dan alasan. Selanjutnya, perbandingan berpasangan menghasilkan bobot kriteria yang menjelaskan prioritas pilihan.

4. Pengujian konsistensi

Konsistensi merupakan parameter yang digunakan untuk memeriksa apakah perbandingan kriteria berpasangan telah dilakukan dengan konsekuen atau tidak. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal, yakni :

Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_i > A_j, A_j > A_k$, maka $A_i > A_k$

5. Penilaian alternatif

Penilaian alternatif dilakukan berdasarkan bobot prioritas total dari setiap alternatif mulai dari nilai tertinggi hingga terendah.

2.4. Pengambilan Keputusan

2.4.1. Penetapan Preferensi Non Numerik

Preferensi beberapa pakar terhadap suatu kriteria yang dilakukan dengan penilaian skala likert berdimensi 3 skala, 5 skala, 7 skala, atau 11 skala penilaian. Penentuan dimensi skala ini dipengaruhi oleh daya ingat optimal penilai, kemudahan implementasi penilaian dan kecepatan proses pengolahan. Sebagai contoh skala berdimensi penilaian non numerik adalah : ST = sangat tinggi, T = tinggi, M = medium, R = rendah, SR = sangat rendah.

2.4.2. Penetapan Tingkat Kepentingan Kriteria

Untuk pembobotan *Saaty's scale* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2.Skala AHP dan Definisinya

Skala	Definisi dari "Importance"
1	Sama pentingnya (<i>equal importance</i>)
3	Sedikit lebih penting (<i>slightly more importance</i>)
5	Jelas lebih penting (<i>materially more importance</i>)
7	Sangat jelas penting (<i>significantly more importance</i>)
9	Mutlak lebih penting (<i>absolutely more importance</i>)
2, 4, 6, 8 1/1, 3, 5, 7, 9	Ragu-ragu antara 2 nilai yang berdekatan (<i>compromise value</i>) Tidak dapat dijelaskan

2.4.3. Negasi Kriteria

Operasi negasi menguraikan metode kriteria jamak non numerik dengan skala penilaian berdimensi 5 adalah sebagai berikut :

$$\text{Neg}(S_i) = S_{q-i+1}$$

Contoh hasil negasi kriteria :

$$\text{Neg}(ST) = SR$$

$$\text{Neg}(T) = R$$

$$\text{Neg}(M) = M$$

$$\text{Neg}(R) = T$$

$$\text{Neg}(SR) = ST$$

2.4.4. Agregasi Kriteria

Penilaian oleh setiap panelis terhadap beberapa kriteria ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{ik} = \text{Min} [\text{Neg} | (q_i) \vee P_{ik} (q_i)]$$

dimana :

$$P_{ik} = \text{nilai agregasi kriteria dari penilai}$$

$$q_i = \text{nilai kepentingan kriteria}$$

$$P_{ik} (q_i) = \text{nilai opini dari penilai}$$

$$\vee = \text{notasi maksimum}$$

2.4.5. Agregasi Pakar

Proses agregasi pada pakar didahului dengan menentukan nilai bobot penilai menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_A (k) = S_b (k)$$

$$S_b = \text{int} [1 + (k \times (q-1)/r)]$$

dimana :

$$Q_A = \text{bobot rata-rata penilai pada nilai skala } k$$

$$Q = \text{jumlah skala penilaian}$$

$$R = \text{jumlah penilai}$$

Selanjutnya, agregasi pendapat penilai dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$P_i = \max_{j=1, \dots, (Q_j \wedge B_j)}$$

dimana:

$$P_i = \text{nilai agregasi penilai}$$

$$Q_j = \text{bobot kelompok penilai}$$

$$B_j = \text{pengurutan nilai dari besar ke kecil}$$

$$\wedge = \text{notasi minimum}$$

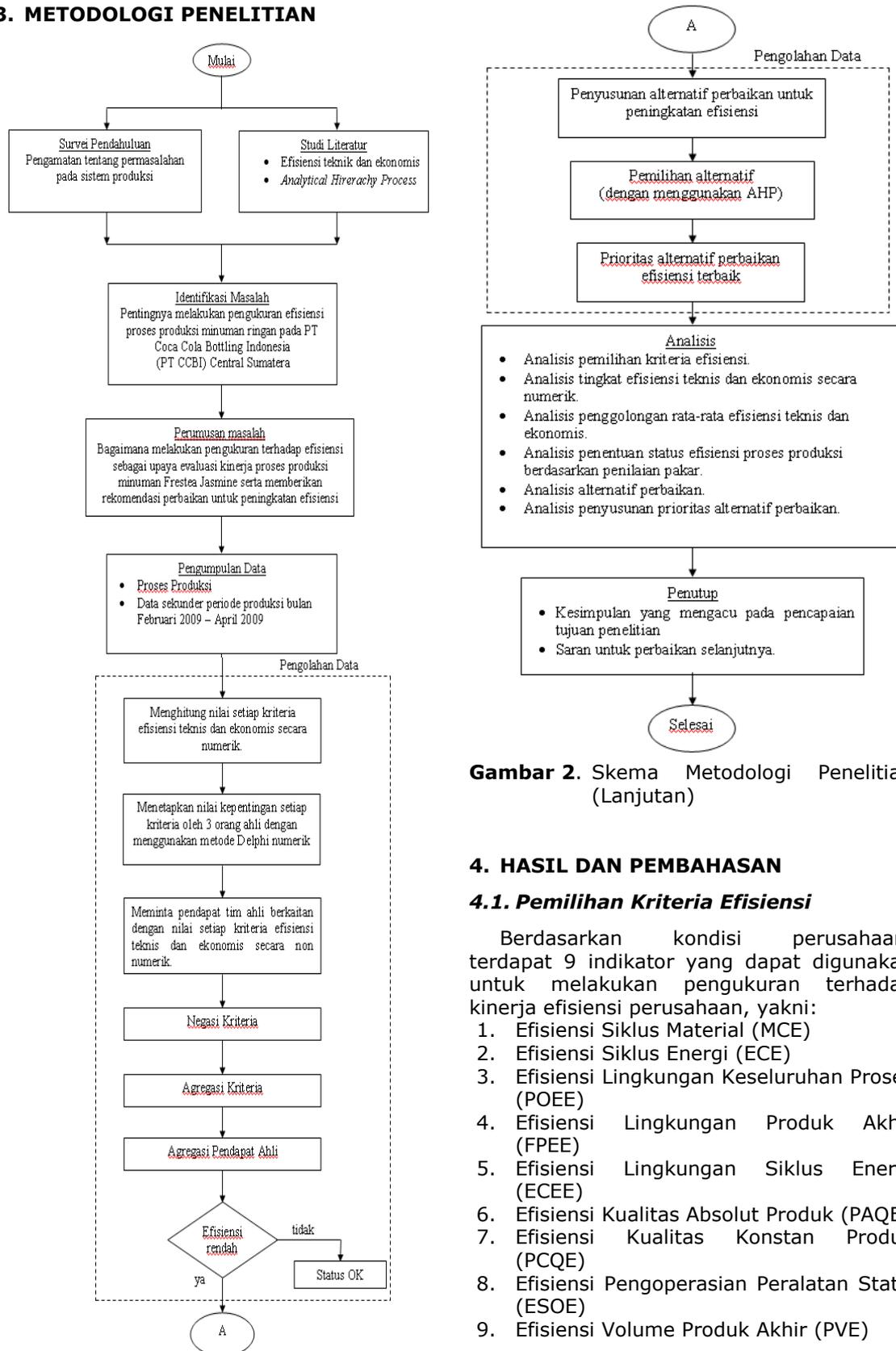
2.4.6. Metode Delphi Numerik

Untuk contoh lembar evaluasi dengan metode Delphi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut. (Marimin, 2004)

Tabel 3.Lembar evaluasi dalam metode Delphi

Pegambil Keputusan : ke-i				
Ronde Evaluasi :				
Alternatif		Skor		
		Rataan Kelompok	Pegambil Keputusan ke-i	
No.	Deskripsi		Lama	Baru
1	Alternatif 1			
2	Alternatif 2			
3	Alternatif 3			

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2. Skema Metodologi Penelitian

Gambar 2. Skema Metodologi Penelitian (Lanjutan)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemilihan Kriteria Efisiensi

Berdasarkan kondisi perusahaan, terdapat 9 indikator yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap kinerja efisiensi perusahaan, yakni:

1. Efisiensi Siklus Material (MCE)
2. Efisiensi Siklus Energi (ECE)
3. Efisiensi Lingkungan Keseluruhan Proses (POEE)
4. Efisiensi Lingkungan Produk Akhir (FPEE)
5. Efisiensi Lingkungan Siklus Energi (ECEE)
6. Efisiensi Kualitas Absolut Produk (PAQE)
7. Efisiensi Kualitas Konstan Produk (PCQE)
8. Efisiensi Pengoperasian Peralatan Statis (ESOE)
9. Efisiensi Volume Produk Akhir (PVE)

4.2. Pengukuran Efisiensi Teknis dan Ekonomis

Pengukuran efisiensi dilakukan untuk 3 periode produksi yaitu bulan Februari 2009-April 2009. Untuk hasil pengukuran efisiensi teknis dan ekonomis dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

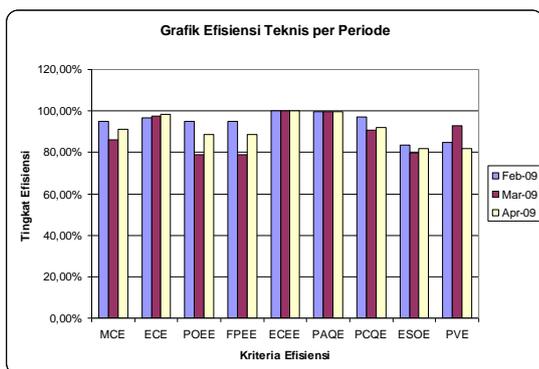
Tabel 4. Efisiensi teknis per Periode

Indikator	Efisiensi Teknis		
	Feb-09	Mar-09	Apr-09
MCE	94.94 %	85.90 %	90.98 %
ECE	96.65 %	97.53 %	98.46 %
POEE	95.12 %	78.73 %	88.48 %
FPEE	95.12 %	78.73 %	88.48 %
ECEE	100.00 %	100.00 %	100.00 %
PAQE	99.63 %	99.76 %	99.73 %
PCQE	97.27 %	90.80 %	92.21 %
ESOE	83.34 %	79.82 %	81.77 %
PVE	84.62 %	92.68 %	81.94 %

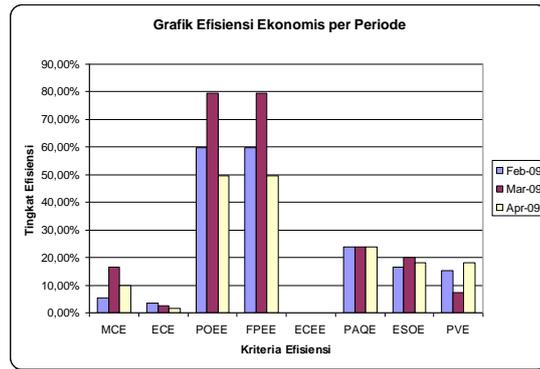
Tabel 5. Efisiensi ekonomis per Periode

Indikator	Efisiensi Ekonomis		
	Feb-09	Mar-09	Apr-09
MCE	5.33 %	16.41 %	9.91 %
ECE	3.46 %	2.53 %	1.57 %
POEE	59.72 %	79.47 %	49.47 %
FPEE	59.72 %	79.47 %	49.47 %
ECEE	0%	0%	0%
PAQE	23.89 %	23.89 %	23.89 %
PCQE	-	-	-
ESOE	16.65 %	20.17 %	18.23 %
PVE	15.38 %	7.32 %	18.06 %

Selanjutnya, untuk grafik kondisi efisiensi teknis dan ekonomis dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



Gambar 3. Grafik Efisiensi Teknis per Periode



Gambar 4. Grafik Efisiensi Ekonomis per Periode

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa kondisi efisiensi teknis dan ekonomis setiap indikator selama 3 bulan periode produksi tidak stabil.

Tabel 6. Rata-rata efisiensi teknis dan ekonomis

Efisiensi	Rata-rata Efisiensi Teknis	Efisiensi	Rata-rata Efisiensi Ekonomis
ECEE	100,00%	ECEE	0,00%
PAQE	99,71%	ECE	2,52%
ECE	97,55%	MCE	10,55%
PCQE	93,43%	PVE	13,59%
MCE	90,61%	ESOE	18,35%
POEE	87,44%	PAQE	23,89%
FPEE	87,44%	POEE	62,89%
PVE	86,41%	FPEE	62,89%
ESOE	81,64%	Rata-rata	24,33%
Rata-rata	91,58%		

Tabel diatas memberikan informasi bahwa rata-rata efisiensi teknis dari keseluruhan indikator efisiensi proses produksi Frestea Jasmine selama 3 periode tergolong tinggi, karena berada diatas 80 %. Begitu pula kondisi rata-rata setiap indikator efisiensi. Sedangkan untuk rata-rata efisiensi ekonomis dari keseluruhan indikator efisiensi selama 3 periode tergolong sedang.

4.3. Penentuan Status Tingkat Efisiensi Proses Produksi Berdasarkan Penilaian Pakar

Adapun tiga orang ahli (pakar) yang dipilih untuk melakukan penilaian efisiensi secara non numerik adalah Technical Operation Manager (TOM), Purchasing Manager PT Coca Cola Bottling Indonesia (PT CCBI) Central Sumatera, serta dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Penilaian kepentingan kriteria dilakukan dengan menggunakan skala likert berdimensi 7 dengan keterangan:

- 1 = N (*None*) = tidak ada kesesuaian
 2 = VL (*VeryLow*) = sangat rendah
 3 = L (*Low*) = rendah
 4 = M (*Medium*) = sedang
 5 = H (*High*) = tinggi
 6 = VH (*VeryHigh*) = sangat tinggi
 7 = P (*Perfect*) = sempurna

Selanjutnya, untuk pengambilan keputusan dilakukan dengan menggunakan kriteria majemuk melalui metode Delphi Numerik. Untuk penilaian kepentingan kriteria dengan metode Delphi Numerik dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 7.Penilaian kepentingan kriteria

No.	Kriteria	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3
1.	MCE	VH	P	H
2.	ECE	H	VH	M
3.	POEE	H	H	VH
4.	FPEE	VH	VH	VH
5.	ECEE	VH	VH	M
6.	PAQE	P	P	VH
7.	PCQE	P	VH	VH
8.	ESOE	VH	P	H
9.	PVE	VH	P	M

Tabel 8.Penilaian kepentingan kriteria dengan metode Delphi Numerik

No.	Kriteria	Rataan Kelompok Lama	Nilai Lama			Nilai Baru			Rataan Kelompok Baru	Selisih Rata-rata
			Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3		
1	MCE	6	6	7	5	6	7	5	6	0
2	ECE	5	5	6	4	5	6	4	5	0
3	POEE	5	5	5	6	5	5	6	5	0
4	FPEE	6	6	6	6	6	6	6	6	0
5	ECEE	5	6	6	4	6	6	4	5	0
6	PAQE	7	7	7	6	7	7	7	7	0
7	PCQE	6	7	6	6	7	6	7	7	0
8	ESOE	6	6	7	5	6	7	5	6	0
9	PVE	6	6	7	4	6	7	4	6	0

Untuk penilaian masing-masing ahli terhadap hasil perhitungan efisiensi teknis dan ekonomis secara numerik dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 berikut.

Tabel 9.Penilaian ahli untuk efisiensi teknis

Indikator	Rata-rata Efisiensi	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3
MCE	90,61%	L	M	H
ECE	97,55%	H	H	VH
POEE	87,44%	H	M	H
FPEE	87,44%	H	M	H
ECEE	100,00%	P	P	P
PAQE	99,71%	P	VH	P
PCQE	93,43%	P	H	H
ESOE	81,64%	H	L	M
PVE	86,41%	M	M	H

Tabel 10.Penilaian ahli untuk efisiensi teknis

Indikator	Rata-rata Efisiensi	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3
MCE	10,55%	L	M	H
ECE	2,52%	H	H	VH
POEE	62,89%	VL	L	L
FPEE	62,89%	VL	L	L
ECEE	0,00%	P	P	P
PAQE	23,89%	L	L	M
ESOE	18,35%	M	L	M
PVE	13,59%	M	M	H

4.4. Negasi Kriteria

Neg (P) = N, Neg (S₇) = S₁
 Neg (VH) = VL, Neg (S₆) = S₂
 Neg (H) = L, Neg (S₅) = S₃
 Neg (M) = M, Neg (S₄) = S₄
 Neg (L) = H, Neg (S₃) = S₅
 Neg (VL) = VH, Neg (S₂) = S₆
 Neg (N) = P, Neg (S₁) = S₇

4.5. Agregasi Kriteria

Agregasi kriteria efisiensi teknis

1. Ahli 1

$$\begin{aligned}
 P_{11} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{VH}) \vee L, \text{Neg} (\text{H}) \vee H, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{H}) \vee H, \text{Neg} (\text{VH}) \vee H, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{VH}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee \\
 &\quad P, \text{Neg} (\text{VH}) \vee H, \text{Neg} (\text{VH}) \vee M] \\
 &= \text{Min} [\text{VL} \vee L, L \vee H, L \vee H, \text{VL} \vee H, \\
 &\quad \text{VL} \vee P, N \vee P, N \vee P, \text{VL} \vee H, \text{VL} \vee \\
 &\quad M] \\
 &= \text{Min} [L, H, H, H, P, P, P, H, M] \\
 &= L
 \end{aligned}$$

2. Ahli 2

$$\begin{aligned}
 P_{12} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{P}) \vee M, \text{Neg} (\text{VH}) \vee \\
 &\quad H, \text{Neg} (\text{H}) \vee M, \text{Neg} (\text{VH}) \vee M, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{VH}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee \text{VH}, \text{Neg} (\text{VH}) \\
 &\quad \vee H, \text{Neg} (\text{P}) \vee L, \text{Neg} (\text{P}) \vee M] \\
 &= \text{Min} [N \vee M, \text{VL} \vee H, L \vee M, \text{VL} \vee M, \\
 &\quad \text{VL} \vee P, N \vee \text{VH}, \text{VL} \vee H, N \vee L, N \vee \\
 &\quad M] \\
 &= \text{Min} [M, H, M, M, P, \text{VH}, H, L, M] \\
 &= L
 \end{aligned}$$

3. Ahli 3

$$\begin{aligned}
 P_{13} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{H}) \vee H, \text{Neg} (\text{M}) \vee \text{VH}, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{VH}) \vee H, \text{Neg} (\text{VH}) \vee H, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{M}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee H, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{H}) \vee M, \text{Neg} (\text{M}) \vee H] \\
 &= \text{Min} [L \vee H, M \vee \text{VH}, \text{VL} \vee H, \text{VL} \vee \\
 &\quad H, M \vee P, N \vee P, N \vee H, L \vee M, M \vee \\
 &\quad H] \\
 &= \text{Min} [H, \text{VH}, H, P, H, M, H] \\
 &= M
 \end{aligned}$$

Agregasi kriteria efisiensi ekonomis

1. Ahli 1

$$\begin{aligned}
 P_{21} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{VH}) \vee L, \text{Neg} (\text{H}) \vee H, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{H}) \vee \text{VL}, \text{Neg} (\text{VH}) \vee \text{VL}, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{VH}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee L, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{VH}) \vee M, \text{Neg} (\text{VH}) \vee M] \\
 &= \text{Min} [\text{VL} \vee L, L \vee H, L \vee \text{VL}, \text{VL} \vee \text{VL}, \\
 &\quad \text{VL} \vee P, N \vee L, \text{VL} \vee M, \text{VL} \vee M] \\
 &= \text{Min} [L, H, L, \text{VL}, P, L, M, M] \\
 &= \text{VL}
 \end{aligned}$$

2. Ahli 2

$$\begin{aligned}
 P_{22} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{P}) \vee M, \text{Neg} (\text{VH}) \vee H, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{H}) \vee L, \text{Neg} (\text{VH}) \vee L, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{VH}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee L, \text{Neg} (\text{P}) \vee \\
 &\quad L, \text{Neg} (\text{P}) \vee M] \\
 &= \text{Min} [N \vee M, \text{VL} \vee H, L \vee L, \text{VL} \vee L, \\
 &\quad \text{VL} \vee P, N \vee L, N \vee L, N \vee M] \\
 &= \text{Min} [M, H, L, L, P, L, L, M] \\
 &= L
 \end{aligned}$$

3. Ahli 3

$$\begin{aligned}
 P_{23} &= \text{Min} [\text{Neg} (\text{H}) \vee H, \text{Neg} (\text{M}) \vee \text{VH}, \\
 &\quad \text{Neg} (\text{VH}) \vee L, \text{Neg} (\text{VH}) \vee L, \text{Neg} \\
 &\quad (\text{M}) \vee P, \text{Neg} (\text{P}) \vee M, \text{Neg} (\text{H}) \vee \\
 &\quad M, \text{Neg} (\text{M}) \vee H]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} [L \vee H, M \vee \text{VH}, \text{VL} \vee L, \text{VL} \vee L, \\
 &\quad M \vee P, N \vee M, L \vee M, M \vee H] \\
 &= \text{Min} [H, \text{VH}, L, L, P, M, M, H] \\
 &= L
 \end{aligned}$$

4.6. Agregasi Pakar

Pendapat masing-masing ahli tentang status efisiensi teknis adalah L, L, M, sedangkan status untuk efisiensi ekonomis adalah VL, L, L.

Agregasi pakar untuk efisiensi teknis

Agregasi status :

Status penilaian ahli : L, L, M

Reordering (b) : L, L, M

Jumlah ahli (r) : 3

Skala penilaian (q) : 7

Nilai bobot (Q) :

$$Q(k) = \text{int} [1 + (k \times (q-1)/r)] = S(k)$$

$$= \text{int} [1 + (k \times (7-1)/3)] = S(k)$$

$$Q(1) = \text{int} [1 + 1 \times 2] = S(3) = L$$

$$Q(2) = \text{int} [1 + 2 \times 2] = S(5) = H$$

$$Q(3) = \text{int} [1 + 3 \times 2] = S(7) = P$$

Agregasi ahli

$$P = \text{Max} (L \wedge L, H \wedge L, P \wedge M)$$

$$= \text{Max} (L, L, M)$$

$$= M$$

Agregasi pakar untuk efisiensi ekonomis

Agregasi status :

Status penilaian ahli : VL, L, L

Reordering (b) : VL, L, L

Jumlah ahli (r) : 3

Skala penilaian (q) : 7

Nilai bobot (Q) :

$$Q(k) = \text{int} [1 + (k \times (q-1)/r)] = S(k)$$

$$= \text{int} [1 + (k \times (7-1)/3)] = S(k)$$

$$Q(1) = \text{int} [1 + 1 \times 2] = S(3) = L$$

$$Q(2) = \text{int} [1 + 2 \times 2] = S(5) = H$$

$$Q(3) = \text{int} [1 + 3 \times 2] = S(7) = P$$

Agregasi ahli

$$P = \text{Max} (L \wedge \text{VL}, H \wedge L, P \wedge L)$$

$$= \text{Max} (\text{VL}, L, L)$$

$$= \text{VL}$$

Berdasarkan perhitungan agregasi pendapat ahli, maka status efisiensi proses produksi berdasarkan penilaian pakar adalah sedang untuk efisiensi teknis dan rendah untuk efisiensi ekonomis.

4.7. Pemilihan Alternatif Perbaikan dengan Analytical Hierarchy Process

Adapun alternatif perbaikan yang diajukan terdiri dari :

1. Memperbaiki sistem perawatan mesin produksi
Pemilihan alternatif ini terkait dengan biaya perawatan mesin yg tinggi

sehingga menyebabkan nilai efisiensi ekonomis menjadi rendah. Selain itu, *breakdown* mesin dan peralatan produksi yang cukup tinggi juga menyebabkan efisiensi teknis menjadi rendah. Pada kenyataannya, sistem perawatan mesin yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas mesin.

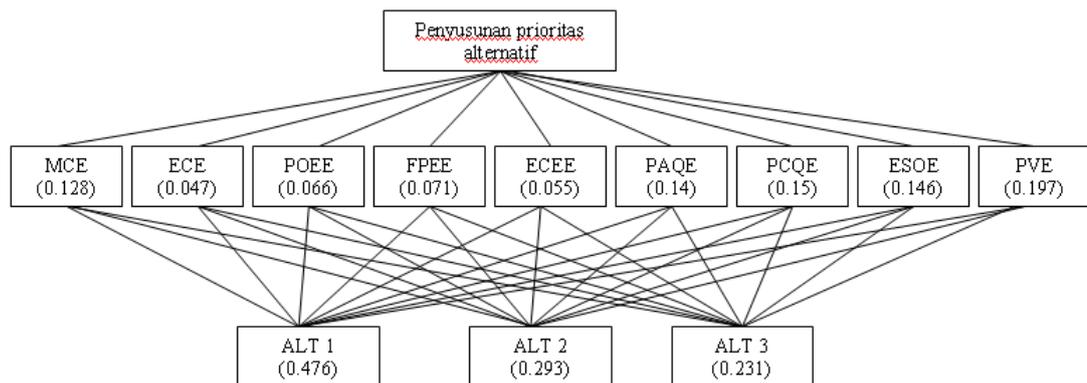
Ketidakstabilan kinerja mesin produksi juga menyebabkan penggunaan bahan baku tidak efisien, salah satunya penggunaan *crown* (tutup botol). Berdasarkan data produksi pada bulan Februari 2009 –April 2009 diketahui bahwa pemakaian *crown* melebihi jumlah produksi aktual. Jumlah *crown* terbangun disebabkan oleh ketidakstabilan kalibrasi mesin.

- Memperbaiki metode inspeksi pada proses pembotolan produk
Pemilihan alternatif ini terkait dengan kehilangan pendapatan perusahaan akibat cacat produk. Di satu sisi, hasil perhitungan secara numerik menunjukkan bahwa efisiensi kualitas absolut produk yang berkaitan dengan jumlah produk cacat yang dihasilkan masih tergolong tinggi dengan persentase produk cacat dibawah 0,5 %. Namun, di sisi lain, cacat produk minuman yang dihasilkan selama proses produksi berjalan mengakibatkan profit

perusahaan menurun karena kehilangan pendapatan.

Selain itu, metode inspeksi juga mempengaruhi jumlah cacat produk minuman Cacat produk *Breakage Full's* dan *Dirty Bottle of Full's* sebagian besar disebabkan oleh pemeriksaan yang dilakukan operator inspeksi. *Breakage Full's* (botol pecah setelah isi) terjadi karena kondisi botol yang masuk di mesin *Filler* (pengisian) dalam keadaan retak, sehingga tidak memiliki kemampuan untuk menahan tekanan yang cukup tinggi di dalam mesin. Begitu pula dengan cacat jenis *Dirty Bottle of Full's* (botol kotor) yang terjadi akibat ketidakteelitian operator saat memisahkan botol kotor sebelum masuk mesin *Washer* (pencucian). Dengan memperbaiki inspeksi, maka kejadian ini dapat diminimalisir.

- Memaksimalkan penggunaan bahan baku dengan melakukan perencanaan produksi secara tepat
Memaksimalkan penggunaan bahan baku terkait dengan efisiensi siklus material. Pada dasarnya, penggunaan bahan baku dapat dioptimalkan dengan melakukan perencanaan produksi dengan baik. Hal ini akan memberikan dampak positif pada keseimbangan bahan baku yang masuk dengan jumlah produk yang dihasilkan.



Gambar 5. Struktur hirarki penyusunan prioritas perbaikan berdasarkan pembobotan AHP

Berdasarkan struktur hirarki diatas, maka diketahui bahwa pengambilan keputusan prioritas alternatif perbaikan dilakukan berdasarkan total bobot alternatif tertinggi. Dengan demikian prioritas perbaikan adalah sebagai berikut:

- Memperbaiki sistem perawatan mesin produksi (0.476)

- Memperbaiki metode inspeksi pada proses pembotolan produk (0.293)
- Memaksimalkan penggunaan bahan baku dengan melakukan perencanaan produksi secara tepat (0.231).

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada pengumpulan dan pengolahan data serta analisis terhadap interpretasi hasil yang diperoleh, maka diperoleh kesimpulan yang mengacu pada pencapaian tujuan penelitian. Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata tingkat efisiensi teknis dan ekonomis proses produksi minuman Frestea Jasmine adalah 91,58 % (tinggi) untuk efisiensi teknis dan 24,33 % (sedang) untuk efisiensi ekonomis. Sedangkan, status tingkat efisiensi proses produksi Frestea Jasmine berdasarkan penilaian pakar adalah sedang untuk efisiensi teknis dan rendah untuk efisiensi ekonomis.
2. Alternatif perbaikan untuk peningkatan efisiensi proses produksi minuman ringan Frestea Jasmine berdasarkan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah memperbaiki sistem perawatan mesin produksi dengan total bobot sebesar 0.476. Alternatif pada urutan kedua adalah memperbaiki metode inspeksi pada proses pembotolan produk dengan bobot 0.293. Sedangkan alternatif pada urutan ketiga adalah memaksimalkan penggunaan bahan baku dengan melakukan perencanaan produksi secara tepat dengan bobot 0.231.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk perbaikan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pengukuran efisiensi dilakukan untuk keseluruhan proses pada PT Coca Cola Bottling Indonesia (PT CCBI) Central Sumatera.
2. Pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan metode lainnya, seperti metode preferensi fuzzy semi numerik dan fuzzy numerik.
3. Uraian alternatif perbaikan yang diajukan dibuat lebih rinci, sehingga perbaikan tersebut dapat langsung diimplementasikan, misalkan pengajuan penjadwalan sistem perawatan yang baik atau pengajuan perbaikan metode inspeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Adiyatna, "Audit Kinerja Efisiensi Produksi Agroindustri Minuman Teh", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XII, No.1, 2001.
- [2] A. P.Kabanga, *Analisis Efisiensi Teknis dan Ekonomis dari proses produksi pada PT Fendi Furindo*, Digital Collections Universitas Kristen Petra, 2003.
- [3] V. Lianna, *Penggunaan aspek-aspek teknis dan ekonomis sebagai dasar pengukuran tingkat efisiensi di PT Schering Plough Indonesia*, Digital Collections Universitas Kristen Petra, 2003.
- [4] Marimin, *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*, Jakarta:PT. Grasindo, 2004.
- [5] Riduwan, *Metode Dan Teknik Menyusun Tesis*, Bandung:Alfabeta, 2004.
- [6] I. Santoso, "Penentuan Produk Olahan Apel Unggulan Menggunakan Teknik Fuzzy Non Numerik dan Analisis Struktur serta Pola Pembinaan Kelembagaannya", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XII, No. 2, 2001.
- [7] M. Siska, *Pemilihan Model Desain Telepon Seluler Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process*, [Tugas Akhir], Universitas Andalas, Padang, 2008.