

PENGEMBANGAN MESIN FERMENTASI ROTI MENGGUNAKAN PENDEKATAN VALUE ENGINEERING (VE)

Rachmad Hidayat, Anis Arendra, Sabarudin Akhmad
Prodi Teknik Industri
Universitas Trunojoyo Madura
PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Indonesia
Email: rachmad_h@ymail.com

ABSTRACT

The purpose of this study improve engine performance by improving the fermentation of bread heat distribution patterns in the machine and increase energy use efficiency by reducing energy consumption of electricity grid using alternatives other energy sources. In this study, the calculation method used three expert assessment of each alternative posed is by using the fish bone diagram to diagnose the existing problems in fermentation machine. Histogram to determine the amount of costs required by each alternative are raised, based on factual data and by using the method of Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine the criteria and weighting of each alternative based on the assessment of three experts. The results showed that one alternative energy source value, performance and cost of the best and competitive compared with other alternatives. Best alternative fermented bread machine is one with an alternative energy source without the use of automated systems gas pipeline.

Key words : *criteria, value fishbone diagram, histogram, fermentation machines*

I. PENDAHULUAN

Mesin fermentasi roti adalah alat fermentasi aerob dimana udara merupakan kebutuhan utama proses fermentasi. Fungsi dari mesin ini mempercepat proses fermentasi, meningkatkan volume adonan, memperbaiki kelunakan dan tekstur roti. Pada proses pengembangan roti terdiri dari 2 macam yaitu manual, dan otomatis. Proses manual merupakan cara tradisional untuk mengembangkan roti. Contohnya menggunakan lampu pijar untuk mengembangkan roti, menggunakan plastik dengan cara menutup adonan roti supaya pengembangan roti lebih maksimal. Proses otomatis merupakan cara modern dalam proses pengembangan roti. Contohnya menggunakan mesin fermentasi khusus roti sebagai pengembangan roti. Cara otomatis jauh lebih efisien dalam pengoperasiannya selain itu mesin fermentasi juga dapat meminimasi waktu yang lama dalam proses pengembangan roti. Proses pembuatan roti terdiri dari 5 tahap dasar yaitu tahap pencampuran bahan, tahap penimbangan, tahap pembentukan, tahap fermentasi, dan tahap pembakaran. Semua tahap tersebut sangat menentukan kualitas dan rasa roti yang dihasilkan. Hal yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dan rasa roti adalah komposisi adonan roti. Dari sisi waktu, apabila proses pencampuran adonan kurang lama maka yang akan terjadi rasa dan kualitas tidak bagus. Sebaliknya, apabila pencampuran terlalu lama maka adonan akan rusak. Pencampuran yang tepat, cara kerja yang bagus, dan mesin yang memadai akan sangat berpengaruh terhadap kualitas roti.

Mesin fermentasi roti dengan tipe FSL-30 B memiliki kapasitas 30 *tray* dengan sumber pemanas berada di bagian bawah mesin dengan menggunakan sumber energi dari listrik PLN. Kondisi ini menimbulkan beberapa masalah, diantaranya tidak ratanya penyebaran panas yang mengakibatkan pengembangan roti menjadi tidak merata dan tidak maksimal. Operator harus memindahkan roti yang ada di *tray* bawah ke *tray* yang lebih atas dan sebaliknya supaya pengembangan roti tidak *over*. Pemindahan dengan membuka pintu mesin fermentasi mengakibatkan sebagian panas keluar sehingga setelah pintu ditutup dibutuhkan tambahan panas dari energi listrik untuk menstabilkan kembali suhu yang disetting. Mesin fermentasi roti ini menggunakan energi listrik sebesar 2500 watt. Untuk ukuran *home industry*, konsumsi energi listrik ini cukup tinggi yang mengakibatkan besarnya biaya operasional mesin. Hal ini mengakibatkan harga roti masih tergolong tinggi.

Penelitian ini membahas bagaimana meningkatkan kualitas roti dengan mendesain ulang pola distribusi panas dari mesin fermentasi roti supaya distribusi panas dalam mesin menjadi lebih merata. Selain itu, juga perlu diteliti alternatif lain dari sumber energi yang digunakan untuk mengurangi konsumsi listrik dari PLN dan menurunkan biaya operasional. Dengan perbaikan dalam distribusi panas diharapkan kualitas roti akan meningkat. Selain itu, dengan memilih alternatif sumber energi yang lebih efisien akan menurunkan biaya operasional dan menurunkan harga roti. Tujuan dari yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) Meningkatkan performansi mesin fermentasi roti dengan memperbaiki pola distribusi panas dalam mesin, dan (2) Meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan mengurangi konsumsi energi listrik PLN menggunakan alternatif sumber energi yang lain

II. LANDASAN TEORI

Value Engineering (VE) merupakan metode yang efisien untuk mendapatkan alternatif dengan biaya sekecil-kecilnya dan performansi tertentu. Usaha yang terorganisir yang ditujukan untuk menganalisa fungsi dari barang dan jasa untuk tujuan mencapai fungsi dasar dengan biaya total yang paling rendah, konsisten dengan pencapaian karakteristik yang esensial (Ulrich 2001:3). Suatu pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan mengurangi atau menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencapai keseimbangan fungsional terbaik antara biaya, keandalan dan penampilan dari suatu sistem atau proyek [1]. Jadi *VE* adalah suatu metode evaluasi yang menganalisa teknik dan nilai dari suatu proyek atau produk yang melibatkan pemilik, perencana dan para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dengan pendekatan sistematis dan kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan mutu yang tetap dengan biaya serendah-rendahnya, yaitu dengan batasan fungsional dan tahapan rencana tugas yang dapat mengidentifikasi dan menghilangkan biaya serta usaha yang tidak diperlukan/tidak mendukung. *VE* bukanlah suatu: (1) Suatu proses untuk membuat sesuatu menjadi murah ataupun pemotongan harga dengan mengurangi penampilan. (2) Kontrol terhadap kualitas ataupun pemeriksaan ulang dari perencanaan proyek atau produk [2].

Dalam *Value Engineering*, nilai (*value*) memiliki hubungan yang sangat erat dengan perekonomian. Hal ini menyebabkan nilai (*value*) sulit sekali dibedakan dengan arti harga (*price*), karena suatu nilai (*value*) sangat ditentukan oleh fungsi (*function*) yang ada sedangkan suatu fungsi bisa diwujudkan dengan harga komponen yang membentuk. Karena memiliki hubungan erat dengan perekonomian, maka nilai (*value*) juga memiliki hubungan yang sangat erat dengan masalah-masalah biaya di dalam pengembangan sebuah proyek atau produk. Oleh karena itu pengertian biaya (*cost*). Hal ini terjadi karena beberapa hal, yaitu (1) Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi dan kegunaannya, sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh harga sebuah komponen-komponen yang membentuk barang tersebut, (2) Ukuran nilai lebih condong ke arah subyektif sedangkan biaya sangat tergantung dari angka pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang tersebut. Nilai dapat didefinisikan sebagai kegunaan atau manfaat yang dapat diberikan oleh sebuah barang atau jasa. Nilai ekonomi memiliki 4 jenis, yaitu: (1) *Use value* yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar kegunaan suatu produk setelah terpenuhinya suatu fungsi yang umumnya dipengaruhi oleh sifat produk tersebut, (2) *Esteem value* yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar kemampuan produk menimbulkan keinginan konsumen untuk memilikinya, (3) *Cost value* yaitu nilai yang menunjukkan jumlah pemakaian material, tenaga kerja, peralatan, serta biaya-biaya lainnya yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk, (4) *Exchange value* yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar keinginan konsumen untuk berkorban atau mengeluarkan biaya untuk menukarkan bagian itu untuk sesuatu yang diinginkan [3].

Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan nilai (*value*), juga akan meningkatkan efektivitas dan produktivitas mempunyai konsep perbandingan yang sama. Untuk memecahkan ini dilakukan pendekatan dengan melakukan peningkatan perbandingan yaitu input output : (1) Menurunkan biaya = jumlah input diturunkan tetapi jumlah output tetap. Menurunkan biaya biasanya banyak dilakukan namun harus benar-benar dikendalikan dan

diawasi sehingga nilai produk tetap. (2) Melakukan pengembangan = *input* naik lebih kecil, *output* naik lebih besar. Proses ini jarang dilakukan karena dana yang tersedia umumnya terbatas. (3) Bekerja dengan lebih cerdas = *input* tetap, *output* naik. Tindakan ini dilakukan dengan memberikan motivasi dan semangat kerja, biasanya bersifat sementara karena sulit dipertahankan. (4) Menurunkan *input* dan *output*. *Input* turun lebih besar, *output* turun lebih kecil dengan mereduksi biaya sehingga keluaran ikut menurun[4].

Proses *VE* berpedoman pada *job plan*. Prosedur sederhana yang didesain sebagai petunjuk dalam melakukan proses *VE* adalah: (1) Fase informasi merupakan fase awal dimana kegiatan yang dilakukan adalah mengumpulkan informasi-informasi yang sangat berpengaruh terhadap penelitian yang dilakukan, (2) Fase kreativitas adalah fase untuk berfikir secara kreatif dengan memunculkan alternatif-alternatif baru berdasar informasi yang sudah didapat, (3) Fase evaluasi yaitu mengevaluasi keuntungan dan kerugian dari berbagai macam alternatif seperti faktor produksi, faktor penggunaan, faktor kemampuan proses dan faktor biaya, (4) Fase perencanaan merupakan fase perencanaan di dalam mengimplementasikan alternatif setelah memilih alternatif terbaik pada fase evaluasi, (5) Fase pelaporan yaitu proses melaporkan hasil yang telah didapatkan pada tahap perencanaan, (6) Fase implementasi adalah fase terakhir dan merupakan waktu untuk mengimplementasikan terhadap produk atau proyek yang akan kita laksanakan. Sehingga diharapkan dari fase-fase tersebut dapat membuat suatu tindakan yang optimal[5].

Fungsi adalah suatu tujuan spesifik untuk kegunaan yang dimaksud bagi sebuah item. Fungsi dapat didefinisikan sebagai karakteristik dari sebuah produk dalam memenuhi kebutuhan dasar yang mampu membuat produk tersebut bekerja. *VE* membagi fungsi menjadi 2 macam fungsi[2], yaitu : (1) Fungsi utama (primer) merupakan fungsi dasar yang harus dipenuhi oleh sebuah produk tanpa harus kehilangan sedikitpun karakteristik dari produk tersebut, (2) Fungsi penunjang (sekunder) merupakan fungsi tambahan yang dimunculkan agar fungsi utama dapat bekerja lebih optimal. Evaluasi fungsi merupakan bagian dari pendekatan sebuah sistem, dimana memiliki tujuan untuk menganalisa fungsi yang sudah ada. Evaluasi fungsi dapat ditentukan dengan mengajukan 5 pertanyaan dasar yaitu : apakah itu?, apakah yang harus dilakukan ?, berapa biaya untuk menampilkan fungsi utama ?, adakah cara lain untuk memenuhi fungsi utama ?, berapa biaya yang dihabiskan ?[6].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan 5 tahap pengembangan produk dalam value engineering, yaitu:

A. Tahap persiapan :

Pada tahap ini diidentifikasi permasalahan yang terjadi dari produk fermentasi roti yang sudah ada dapat menentukan tujuan apa yang akan dicapai dalam penelitian ini. Selanjutnya dengan menentukan pertanyaan kunci dan mencari studi kepustakaan yang dapat dijadikan literatur pada penelitian yang akan dilakukan. Mesin fermentasi roti yang digunakan adalah mesin fermentasi type FSL-30 B seperti yang terlihat pada gambar 1.



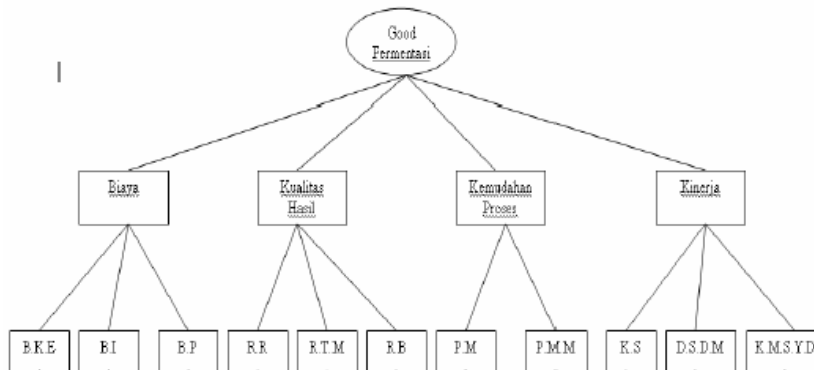
Gambar 1. Mesin fermentasi roti

B. Tahap informasi :

Tahap informasi merupakan tahapan awal sebelum 5 tahap selanjutnya. Pada tahap ini informasi akan didapatkan dengan cara analisa menggunakan: (1) *Fishbone* diagram dari produk yang sudah ada di pasaran sehingga akan didapatkan informasi tentang faktor operasional, faktor perawatan, faktor kapasitas mesin, serta faktor-faktor kelemahan yang ada dan penyebab dari kelemahan tersebut, (2) Histogram yang akan digunakan untuk menganalisa data faktual asumsi konsumsi energi, biaya, waktu proses dan rata-rata suhu mesin fermentasi roti.

C. Tahap kreatif :

Tujuan dari tahap kreatif adalah untuk mengembangkan alternatif Mesin fermentasi roti yang mungkin untuk mencapai fungsi dasar. Pada tahap ini memunculkan 18 alternatif dengan 1 acuan mesin pada produk yang sudah ada dipasaran. Tahap ini menggambarkan beberapa alternatif yang diprioritaskan oleh kesepakatan pakar, peneliti, dan *quality control* terhadap alternatif-alternatif yang dimunculkan. Tahap ini dibuat berbagai macam kriteria dan bobot tiap kriteria yang menggunakan metode AHP sebagai pengambilan keputusan yang dipertimbangkan untuk dinilai. Seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Gambar susunan kriteria dalam AHP

Keterangan :

B.K.E = Biaya Konsumsi Energi

B.I = Biaya Investasi

B.P = Biaya perawatan

R.R = Roti Rusak

R.T.M = Roti Tidak Matang

R.B = Roti Beresidu

P.M = Perawatan Mesin

P.M.M = Proses menjalankan Mesin

K.S = Kestabilan Suhu

D.S.DM = Distribusi suhu didalam mesin

K.M.S.Y.D = Kecepatan Mencapai suhu yang diinginkan

D. Tahap analisa

Setelah alternatif-alternatif terseleksi dan terpilih pada tahap kreatif, selanjutnya akan dilakukan analisa untuk mengevaluasi setiap alternatif terpilih pada tahap analisa ini. Dengan melakukan beberapa analisa diantaranya : (1) Melakukan analisa mesin fermentasi roti, (2) Melakukan biaya alternatif, (3) Melakukan analisa kelebihan dan kekurangan tiap alternatif.

E. Tahap pengembangan

Tahapan ini merupakan tahapan yang terakhir sebelum tahap presentasi, tujuan pengembangan ini adalah untuk memilih 1 alternatif terbaik, dari alternatif-alternatif terpilih pada tahap sebelumnya dengan cara memberikan rekomendasi akhir dengan

membandingkan hasil perhitungan performansi pada tahap sebelumnya. Keberhasilan pada tahap ini sangat tergantung pada 2 aspek yaitu performansi produk yang dihasilkan dan biaya yang dihabiskan, sehingga pada tahap ini akan dilakukan perhitungan *Value* mengambil nilai performansi jika dibandingkan dengan biaya

Definisi nilai (*value*) dari rekayasa nilai dijabarkan dalam rumus: [3]

$$Value = \frac{Function}{Price}$$

Dimana :

Function = Komponen yang benefit (berguna).

Price = Biaya yang telah direduksi.

Dari perhitungan menggunakan perumusan di atas maka didapatkan *Value* dari masing-masing alternatif berdasarkan data penilaian pakar seperti terlihat pada rumusan berikut. Penghitungan nilai (*Value*) untuk tiap-tiap alternatif :

$$Value = \frac{\frac{V_0 = V_n}{\frac{P_0 = P_n}{C_0 = C_n} Performance}}{\sum Biaya} x C'$$

Dimana :

V_0 = Nilai (*Value*) alternative awal.

V_n = Nilai (*Value*) alternative Produk ke-n.

P_0 = Performansi desain awal.

P_n = Performansi produk ke-n

C_0 = Biaya desain awal

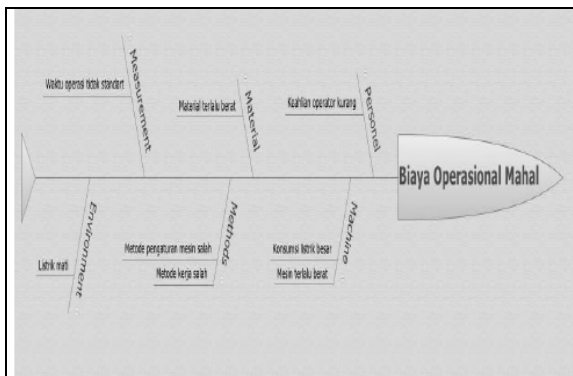
C_n = Biaya alternatif produk ke-n

C' = Konstanta performansi alternative produk ke-n dalam rupiah

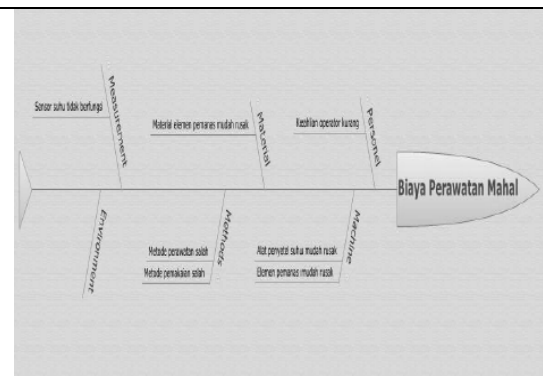
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fishbone Diagram

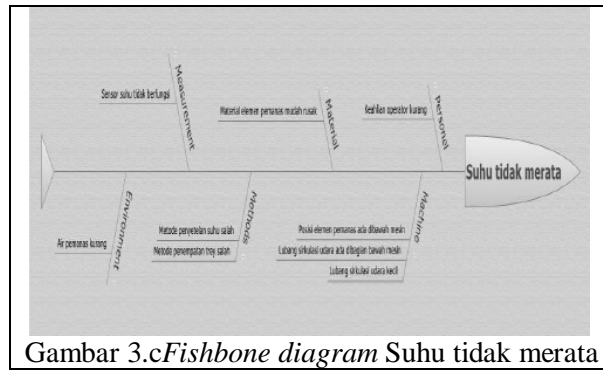
Setelah dilakukan beberapa pengamatan dari desain awal mesin fermentasi roti tipe FSL-30B di atas, maka kurangan dari mesin fermentasi type FSL-30B dapat dianalisa lagi menggunakan *Fishbone diagram*, yang diharapkan dapat mengetahui akar penyebab dari kekurangan yang terjadi pada alat mesin fermentasi roti, analisa *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3a *Fishbone diagram* Biaya operasional mahal



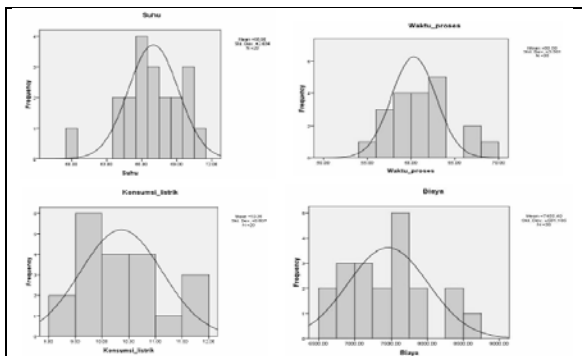
Gambar 3b *Fishbone diagram* Biaya perawatan mahal



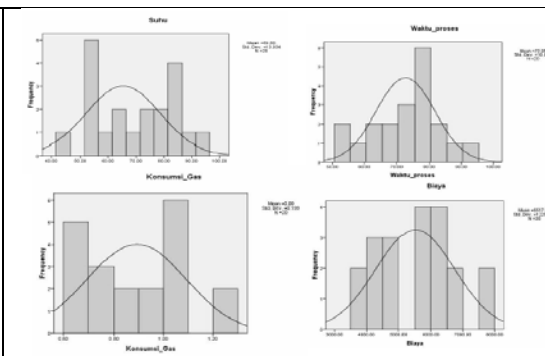
Gambar 3.c Fishbone diagram Suhu tidak merata

B. Histogram pengamatan pada mesin awal dan 3 alternatif mesin yang diasumsikan

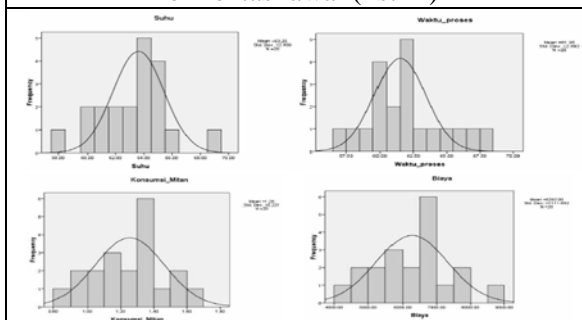
Pada pengamatan histogram pada gambar 4, dilakukan pengamatan untuk mengetahui pengaruh pemerataan suhu, waktu proses, konsumsi listrik, dan biaya yang dibutuhkan pada mesin awal dengan menggunakan data-data faktual. Besarnya rata-rata suhu sebesar 66,90°C, waktu proses selama 60,50 menit, konsumsi listrik sebesar 10,25 Kwh, dan biaya sebesar Rp 7455,40,-. Dilakukan sebanyak 20 kali pematangan selama 20 hari pengamatan. Data histogram dari alternatif mesin fermentasi roti adalah : waktu pengamatan, jumlah pengamatan, rata-rata Suhu, waktu proses, dan biaya konsumsi energi (mitan, listrik dan gas). Data pengukuran perbandingan antara ke tiga alternatif mesin fermentasi ini dengan mesin awal digunakan untuk menentukan perbandingan antara besarnya rata-rata suhu, waktu proses, konsumsi energi, dan biaya dari tiap-tiap alternatif yang diasumsikan. Data tersebut dapat diplot pada grafik histogram seperti terlihat di bawah ini (dengan replikasi 20 kali pematangan selama 20 hari). Data pengamatan dari ke-3 alternatif digunakan hanya pada sumber energi yang nantinya digunakan untuk penentuan biaya operasional pada tiap-tiap alternatif yang dimunculkan.



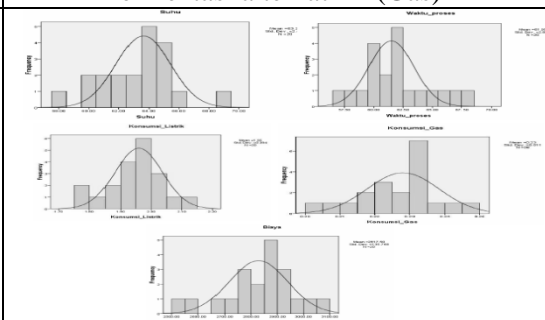
Gambar 4.a Grafik Histogram mesin fermentasi awal (listrik)



Gambar 4.b Grafik Histogram mesin fermentasi alternatif 1 (Gas)



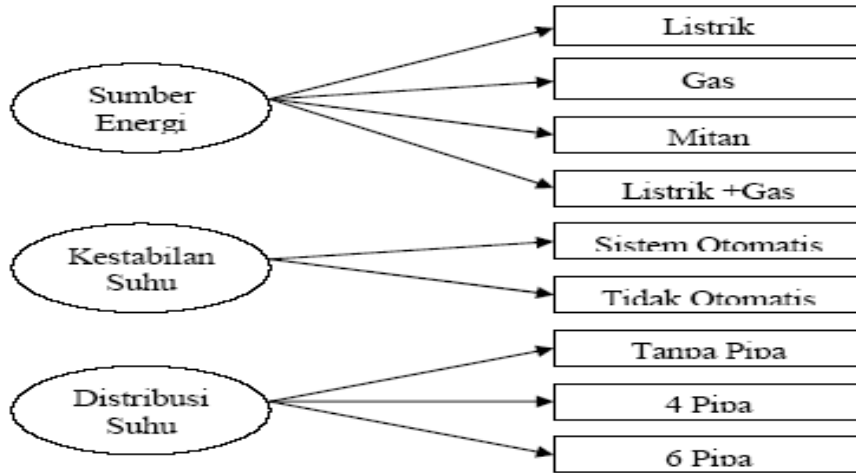
Gambar 4.c Grafik Histogram mesin fermentasi alternatif 2 (Mitan)



Gambar 4.d grafik Histogram mesin fermentasi alternatif 3 (Listrik dan Gas)

C. Memunculan Alternatif.

Berdasarkan hasil rapat dengan ke-3 pakar dan hasil pengamatan dari mesin awal fermentasi roti serta dari analisa *fishbone diagram* maka, dapat ditentukan beberapa alternatif perancangan mesin fermentasi roti (Gambar 5) yang nantinya dijadikan sebagai perbandingan dengan mesin awal.



Gambar 5 Rekapitulasi alternatif-alternatif mesin fermentasi

Terdapat 19 alternatif dan berdasarkan kesepakatan ke-3 pakar, peneliti dan salah satu *team Quality Control* maka didapatkan alternatif mesin yang diprioritaskan yaitu :

1. Alternatif 1 : Gas ada sistem otomatis tanpa pipa
2. Alternatif 3 : Gas ada sistem otomatis dengan 6 pipa
3. Alternatif 7 : Mitan ada sistem otomatis tanpa pipa
4. Alternatif 8 : Mitan ada sistem otomatis dengan 4 pipa
5. Alternatif 13: Listrik+Gas ada sistem otomatis tanpa pipa
6. Alternatif 15: Listrik+Gas ada sistem otomatis dengan 6 pipa

D. Pembobotan Kriteria

Sebelum melakukan perhitungan performansi, terlebih dahulu ditentukan bobot untuk masing-masing kriteria dengan menggunakan metode matriks perbandingan berpasangan (*AHP*) berdasarkan tingkat kepentingannya[7]. Berpedoman pada tabel perbandingan dan penentuan nilai *consistency ratio* serta melakukan normalisasi dengan membagi setiap entri pada jumlah kolom yang bersangkutan sehingga diperoleh bobot tiap kriteria. Hasil dari pembobotan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (1) Pembobotan Kriteria Utama dan (2) Pembobotan Sub Kriteria.

Tabel 1 Tabel Bobot Kriteria Utama

	Biaya	Kualitas hasil	Kemudahan Proses	Kinerja	RATA-RATA
Biaya	0.467	0.420	0.559	0.387	0.458
Kualitas hasil	0.204	0.183	0.109	0.289	0.196
Kemudahan Proses	0.150	0.303	0.180	0.175	0.202
Kinerja	0.178	0.094	0.152	0.148	0.143
Total					1.000

CI	0.047
RI	0.900
CR	0.053

Berdasarkan hasil normalisasi pembobotan tiap kriteria di atas maka didapatkan nilai bobot untuk masing-masing kriteria, yaitu : biaya = 0.458, kualitas hasil = 0.196, kemudahan proses = 0.202, kinerja = 0.143. Nilai bobot kriteria pada Tabel 1 didapatkan nilai *CI (Coefisien Indeks)* 0,047 dan nilai *CR (Coefisien Ratio)* 0,053 dengan *Random Indeks* 0,900, hal ini menunjukkan bahwa untuk bobot kriteria sudah konsisten karena memiliki nilai $CR < 0,1$.

Tabel 2 Tabel Bobot Sub kriteria Biaya

	BKE	BI	BP	JUMLAH
BKE	0,451	0,363	0,536	0,450
BI	0,313	0,252	0,183	0,249
BP	0,236	0,385	0,280	0,300
Total				1,000

CI	0.030
RI	0.580
CR	0.051

Dari nilai bobot sub kriteria biaya pada Tabel 2, didapatkan nilai *CI (Coefisien Indeks)* 0,030 dan nilai *CR (Coefisien Ratio)* 0,051 dengan *Random Indeks* 0,580, hal ini menunjukkan bahwa untuk bobot sub kriteria sudah konsisten karena memiliki nilai $CR < 0,1$.

Tabel 3 Tabel Bobot Sub kriteria Kualitas Hasil

	RR	RTM	RB	JUMLAH
RR	0.494	0.387	0.589	0.490
RTM	0.289	0.226	0.152	0.222
RB	0.218	0.387	0.260	0.288
				1.000

CI	0.042
RI	0.580
CR	0.072

Dari nilai bobot sub kriteria kualitas hasil pada Tabel 3 di atas didapatkan nilai *CI (Coefisien Indeks)* 0,042 dan nilai *CR (Coefisien Ratio)* 0,072 dengan *Random Indeks* 0,580, hal ini menunjukkan bahwa untuk bobot sub kriteria kualitas hasil sudah konsisten karena memiliki nilai $CR < 0,1$.

Tabel 4 Tabel Bobot Sub kriteria Kemudahan Proses

	KWP	KCP	JUMLAH
KWP	0.138	0.138	0.138
KCP	0.862	0.862	0.862
			1.000

CI	0.000
RI	0.000
CR	0.000

Dari nilai bobot sub kriteria kemudahan proses pada Tabel 4 di atas didapatkan nilai *CI (Coefisien Indeks)* 0,000 dan nilai *CR (Coefisien Ratio)* 0,000 dengan *Random Indeks*

0,000, hal ini menunjukkan bahwa untuk bobot sub kriteria kemudahan proses tidak ada nilai.

Tabel 5 Tabel Bobot Sub kriteria Kinerja

	KS	DS	KMSD	JUMLAH
KS	0.481	0.535	0.398	0.472
DS	0.281	0.313	0.405	0.333
KMSD	0.237	0.152	0.197	0.195
				1.000

CI	0.019
RI	0.580
CR	0.033

Dari nilai bobot sub kriteria Kemudahan proses pada Tabel 5 di atas didapatkan nilai CI (*Coefisien Indeks*) 0,019 dan nilai CR (*Coefisien Ratio*) 0,033 dengan *Random Indeks* 0,580, hal ini menunjukkan bahwa untuk bobot sub kriteria Kinerja sudah konsisten karena memiliki nilai $CR < 0,1$. Berdasarkan penilaian 3 pakar pada tiap kriteria dan sub kriteria maka didapatkan nilai dari rata-rata bobot tiap kriteria dan sub kriteria tersebut yaitu :

1. Biaya = 0,458
 - 1.1 Biaya Konsumsi Energi = 0,206
 - 1.2 Biaya Investasi = 0,114
 - 1.3 Biaya Perawatan = 0,137
2. Kualitas Hasil = 0,196
 - 2.1 Roti Rusak = 0,096
 - 2.2 Roti Tidak Matang = 0,044
 - 2.3 Roti Beresidu = 0,56
3. Kemudahan Proses = 0,202
 - 3.1 Perawatan Mesin = 0,028
 - 3.2 Proses menjalankan Mesin = 0,174
4. Kinerja = 0,143
 - 4.1 Kestabilan Suhu = 0,067
 - 4.2 Distribusi suhu didalam mesin = 0,048
 - 4.3 Kecepatan Mencapai suhu yang diinginkan = 0,028

Tabel 6 Tabel kelebihan dan kekurangan tiap alternatif

Alternatif ke	Kelebihan	Kekurangan
Mesin awal	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu proses pematangan lebih cepat, kemudahan proses bagi operator. • Untuk pemerataan suhu biaya investasi yang dibutuhkan lebih murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga mahal, Biaya investasi dan biaya perawatan mesin mahal jika dibandingkan dengan alternatif 1 dan alternatif 2. • Harga listrik PLN mahal
1	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi pada sumber energi lebih murah jika dibandingkan dengan mesin alternatif 3, alternatif 13 dan alternatif 15 • Gas mudah didapatkan di pasaran • Kemudahan proses pada mesin baik dari proses perawatan dan proses menjalankan mesin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya perawatan mesin per hari masih mahal jika dibandingkan dengan alternatif 3 dan desain awal • Biaya operasional mesins elama 5 tahun mahal. • Tidak terdapat pipa sebagai pendistribusian suhu pada tiap level rak mesin
3	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi pada sumber energi cukup murah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya perawatan mesin per hari masih mahal jika dibandingkan dengan

	<ul style="list-style-type: none"> • Gas mudah didapatkan di pasaran • Kemudahan dalam menjalankan proses mesin dan proses perawatan 	alternatif 3 dan desain awal <ul style="list-style-type: none"> • Biaya operasional mesin selama 5 tahun mahal. • Biaya komponen lebih mahal jika dibandingkan dengan alternatif 1
7	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi pada sumber energi cukup murah. • Biaya operasional mesin selama 5 tahun sangat murah • Kemudahan operasi pada mesin 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya perawatan mesin sangat mahal. • Mitan sulit didapatkan di pasaran • Kualitas hasil mesin sangat rendah
8	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi pada sumber energi cukup murah. • Adanya alat distribusi suhu mesin 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya perawatan mesin sangat mahal. • Biaya operasional mesin selama 5 tahun sangat mahal jika dibandingkan dengan alternatif 7 . • Mitan sulit didapatkan di pasaran
13	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya Energi dan biaya perawatan yang dibutuhkan perhari lebih murah • Perawatan Mesin mudah dilakukan • Kemudahan proses bagi operator. 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga mahal • Biaya komponen mesin mahal • Biaya yang dikeluarkan untuk investasi mesin cukup tinggi • Perlu pengawasan ekstra agar lebih hati-hati dalam penggunaannya
15	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya Energi dan biaya perawatan yang dibutuhkan perhari lebih murah • Perawatan mesin mudah dilakukan • Kemudahan proses bagi operator. • Terdapat pipa sebagai pendistribusi suhu dalam setiap level rak mesin 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga mahal • Biaya yang dikeluarkan untuk investasi mesin cukup tinggi • Perlu pengawasan ekstra agar lebih hati-hati dalam penggunaannya

E. Analisis Performansi.

Dari beberapa alternatif yang dimunculkan maka dapat dihitung performansi dari setiap kriteria dengan melakukan penilaian pakar kepada 3 orang pakar yaitu karyawan yang mengerti dan mengetahui setiap alternatif perbaikan mesin fermentasi. Dengan skala penilaian 1-10 maka didapatkan performansi dari masing-masing alternative. Selanjutnya nilai performansi akan dibobotkan dengan mengalikan nilai performansi dengan nilai bobot yang telah didapatkan sebelumnya, maka akan didapatkan nilai performansi terbobot seperti pada tabel 7. Nilai performansi terbobot memberikan gambaran ranking dari alternatif terpilih.

Tabel 7. Nilai Performansi

No.	Mesin	Performansi	Pn	Ranking
1	Mesin Awal	264	30.910	7
2	Alternatif 1	302	41.003	1
3	Alternatif 3	314	40.921	2
4	Alternatif 7	265	36.015	6
5	Alternatif 8	263	36.073	5
6	Alternatif 13	295	37.324	3
7	Alternatif 15	291	37.300	4

Analisa performansi menunjukkan *function (performance benefit)* yang dihitung dari penilaian *perceptual based performance*. Nilai performansi terbobot dari tiap alternatif yang dimunculkan dan berdasarkan hasil perankingan nilai performansinya maka didapatkan alternatif 1 sumber energi gas sistem otomatis tanpa pipa sebagai alternatif yang mempunyai performansi tertinggi yaitu 41,003, alternatif 3 sumber energi gas sistem otomatis dengan menggunakan 6 pipa sebesar 40,921 , alternatif 7 sumber

energi mitan sistem otomatis tanpa pipa sebesar 36,015, alternatif 8 sumber energi mitan sistem otomatis dengan 4 pipa sebesar 36,073, alternatif 13 sumber energi listrik+gas sistem otomatis tanpa pipa sebesar 37,324, alternatif 15 sumber energi listrik+gas sistem otomatis dengan 6 pipa sebesar 37,300, dan mesin awal dengan nilai performansi terendah sebesar 30,910

F. Analisis Value

Dari perhitungan sebelumnya di dapat nilai performansi dan biaya untuk setiap alternatif terpilih dengan mesin awal sebagai pembanding untuk nilai performansi dari setiap alternatif terbaik, dimana alternatif yang mempunyai nilai terbesar adalah alternatif terpilih. Nilai alternatif awal adalah sebesar 1, yang nantinya dapat dipakai sebagai acuan untuk memilih alternatif terbaik, sehingga untuk suatu performansi dalam rupiah dihargai sebesar n , sehingga masing-masing alternatif dibandingkan dengan mesin awal. Nilai (*Value*) untuk tiap-tiap alternatif terpilih dan dapat diperlihatkan pada Tabel 8

Tabel 8 Perhitungan Nilai (*Value*) untuk Konsumsi Energi

No	Alternatif	Pn	Cn	Pembagian Performansi dan biaya	Value	Rating	Konstanta
1	Mesin Awal	30.910	25.027.450	0.000001235	1	7	809687,8033
2	Alternatif 1	41.003	22.029.517	0.000001861	1.507	1	
3	Alternatif 3	40.921	22.407.517	0.000001826	1.479	2	
4	Alternatif 7	36.015	21.381.292	0.000001684	1.364	3	
5	Alternatif 8	36.073	21.633.292	0.000001667	1.350	4	
6	Alternatif 13	37.324	24.020.900	0.000001554	1.258	5	
7	Alternatif 15	37.300	24.398.900	0.000001529	1.238	6	

Perhitungan tiap-tiap *Value* didapatkan ranking dan besarnya *Value*. Dari ke 6 alternatif yang dimunculkan dengan menggunakan perbandingan performansi tiap alternatif dengan mesin awal dan biaya yang digunakan untuk memunculkan alternatif tersebut, maka dapat dipilih alternatif terbaik yaitu Alternatif 1 dengan *Value* terbesar yaitu 1,507 dan dengan performansi sebesar 41.003. Jadi pemilihan alternatif terbaik untuk mesin fermentasi roti ini adalah dipilih alternatif 1 dengan menggunakan sumber energi gas yang ada sistem otomatis tanpa menggunakan pipa. Nilai suatu alternatif yang dihitung dari perbandingan antara performansi dan biaya. Alternatif yang memiliki *Value* tertinggi akan menjadi alternatif terbaik yang direkomendasikan. Berdasarkan perumusan perhitungan *value*, dengan menggunakan perbandingan performansi tiap alternatif dengan mesin awal dan biaya yang dibutuhkan didapatkan alternatif 1 yaitu mesin fermentasi yang menggunakan sumber energi gas sistem otomatis tanpa pipa sebagai alternatif terbaik dengan *value* terbesar yaitu 1,507 dengan performansi sebesar 41.003 dan biaya sebesar Rp 22.029.517 jika dibandingkan dengan alternatif yang lainnya. Jadi pemilihan alternatif terbaik untuk mesin fermentasi roti ini adalah dipilih alternatif 1 dengan menggunakan sumber energi gas yang ada sistem otomatis tanpa menggunakan pipa.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

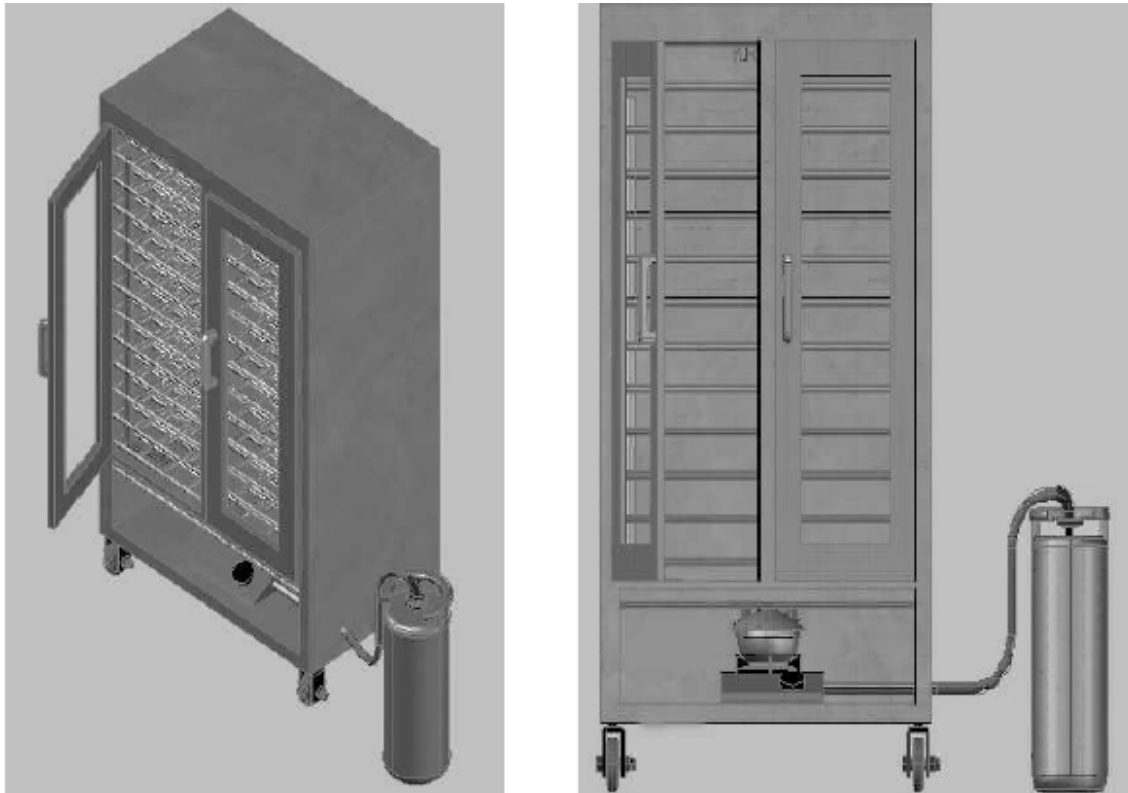
Hasil perhitungan *value* (nilai) didapatkan alternatif 1, yaitu mesin fermentasi dengan sumber energi gas sistem otomatis tanpa pipa, sebagai alternatif terbaik dengan *Value* 1,507. Nilai ini diperoleh dari performansi sebesar 41.003 dan biaya sebesar Rp 22.029.517. Mesin fermentasi terbaik yang dipilih dari hasil penelitian ini adalah alternatif mesin fermentasi sistem otomatis tanpa menggunakan pipa yang tambahkan untuk pemerataan distribusi suhu. Sehingga hasil penelitian ini tidak menjawab perumusan masalah kedua. Peneliti mengharapkan nantinya penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan perancangan ke depannya terutama mengenai *value engineering* dan diharapkan nantinya dapat dikembangkan dengan

aplikasi produk mesin fermentasi. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang membahas pemerataan suhu menggunakan alternatif lain selain penambahan pipa.

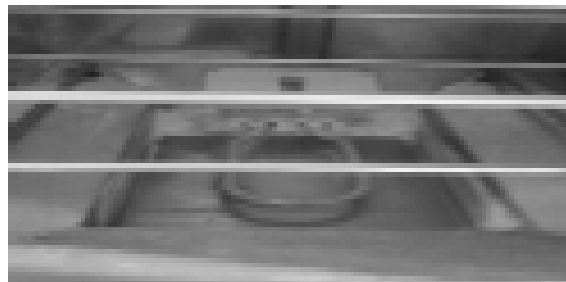
VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miles, Lawrence. D., 2002.*Techniques of Analysis and Engineering*.Mc.Graw-Hill Book Company.New York.
- [2] Makarim, Chaidir Anwar.2007. *Value Engineering e-learning*.Modul. Jakarta
- [3] Richard, J Park, 1999.*Value Engineering: A Plan for Invention*. Luicie press,LondonSt.
- [4] Hidayanto, Taufik. 2001. Pengambilan keputusan terhadap kemungkinan alternative modifikasi alat tenun bukan mesin (ATBM) dengan nilai pendekatan analisis nilai..*Jurnal Teknologi Industri Vol.V No.4 Oktober*.
- [5] Ulrich, Karl T. dan Eppinger, Steven D.. 2001. *Product Design and Development*. Mc.Graw-Hill Book Company. New York
- [6] Larry W. Zimmerman dan Glen D. Hart, 2002.*Value Engineering a Practical Approach for Owners*. Penerbit Van Nostrand Reinhold Company.
- [7] Saaty, Thomas L. 2002.*The Analytic Hierarchy Process (Panning, Priority Setting, Resource Aloance*. Mc.Graw-Hill Book Company. New York.

Lampiran 1 : Alternatif 1 Sumber Energi Gas system otomatis tanpa pipa (Isometrik)



Lampiran 2 : Bagian / komponen yang dihilangkan pada alternative terpilih



Elemen Pemanas Air

Lampiran 3 : Bagian / komponen yang ditambahkan alternatif terpilih

