

## **PERANCANGAN ALAT DESTILASI LIMBAH AMPAS TAHU MENJADI BAHAN BAKAR BIOETHANOL MELALUI METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)**

Deni Arifianto<sup>1,a</sup>, Ampar Jaya Suwondo<sup>2,b</sup>, M. Hasan Abdullah<sup>3,c</sup>, Chendrasari Wahyu Octavia<sup>4,d</sup>, Astria Hindratmo<sup>5,e</sup>, Onny Purnamayudhia<sup>6,f</sup>

Engineering Staff PT Indomulti Jaya Steel, Surabaya<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra<sup>2,3,4,5,6</sup>

Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia<sup>2,3,4,5,6</sup>

[c mhasanabdullah@uwp.ac.id](mailto:mhasanabdullah@uwp.ac.id)

### **Abstrak.**

Bahan bakar minyak mengalami peningkatan kebutuhan di berbagai sektor kehidupan berdampak terhadap proses distribusi dan pemenuhan kebutuhan pasar. Bioetanol merupakan energi baru dan terbarukan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar minyak. Salah satu bahan alternatif penghasil bioethanol adalah ampas Tahu. Proses pengolahan bahan baku ampas Tahu dapat dilakukan dengan proses destilasi. Penelitian ini menggunakan destilasi konvensional dengan penambahan komponen yang diharapkan dapat menghasilkan bioethanol dengan kualitas yang baik. Perancangan alat destilasi menggunakan pendekatan QFD (*Quality Function Development*). Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik teknis sistem kerja destilasi bioethanol berdasarkan customer needs. Perancangan alat destilasi bioethanol berbahan baku Ampas Tahu dengan metode QFD, menghasilkan beberapa kriteria alat yang diharapkan pelanggan diantaranya, waktu destilasi cepat, jumlah produksi etahanol, waktu fermentasi, ergonomi, waktu hidrolisis, kadar oktan dan komposisi larutan. Tingkat kepentingan waktu destilasi cepat 4.06, jumlah produksi etahanol 3.8, waktu fermentasi 3.67, desain ergonomi 3.63, waktu hidrolisis 3.26, kadar oktan 3.21 dan komposisi larutan 3.15. Alat yang dihasilkan mampu mengolah limbah ampas Tahu menjadi bioethano. Dimensi alat dengan panjang 1264 mm, lebar 1226 mm, dan tinggi alat total 1.275 mm. Alat destilasi dilengkapi dengan seperangkat vessel, kondensor, pendingin dan pemanas.

**Kata kunci:** Destilasi, Quality Function Deployment, Bioethanol, Tahu

### **Abstract.**

*Fuel oil is experiencing an increase in demand in various sectors of life impacting the distribution process and meeting market needs. Bioethanol is a new and renewable energy with great potential to replace fuel oil. One alternative material for producing bioethanol is tofu dregs. Tofu dregs raw material processing can be done by distillation process. This study uses conventional distillation with the addition of components which are expected to produce bioethanol with good quality. The design of the distillation apparatus uses the QFD (Quality Function Development) approach. So the purpose of this study was to determine the technical characteristics of the bioethanol distillation system based on customer needs. The design of a bioethanol distillation apparatus made from Tofu Dregs using the QFD method resulted in several criteria for the device expected by the customer, including fast distillation time, amount of ethanol production, fermentation time, ergonomics, hydrolysis time, octane content and solution composition. The importance level of fast distillation time was 4.06, total ethanol production was 3.8, fermentation time was 3.67, ergonomic design was 3.63, hydrolysis time was 3.26, octane level was 3.21 and solution composition was 3.15. The resulting tool is capable of processing tofu dregs into bioethanol. The dimensions of the tool are 1264 mm in length, 1226 mm in width, and a total tool height of 1275 mm. The distillation apparatus is equipped with a set of vessels, condensers, coolers and heaters.*

**Keywords:** *Distillation, Quality Function Deployment, Bioethanol, Tofu*

## **Pendahuluan.**

Bahan bakar minyak mengalami peningkatan kebutuhan di berbagai sektor kehidupan berdampak terhadap proses distribusi dan pemenuhan kebutuhan pasar. Sektor transportasi merupakan salah satu yang mengalami dampak secara langsung. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian ESDM menyatakan bahwa beberapa tahun terakhir pertumbuhan konsumsi energi Indonesia mencapai 7% per tahun. Nilai konsumsi energi Indonesia lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan konsumsi energi dunia yaitu sebesar 2,6% per tahun [1]. Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya hayati dan berpotensi tinggi untuk diolah menjadi sumber energi alternatif. Bioetanol merupakan energi baru dan terbarukan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar minyak dengan daya tawar nilai oktan yang tinggi dapat menyebabkan campuran bahan bakar terbakar tepat pada waktunya sehingga tidak menyebabkan fenomena knocking, emisi gas buang yang tidak begitu berbahaya bagi lingkungan, dan efisiensi lebih tinggi dibandingkan bahan bakar minyak, sedangkan bioetanol sendiri bisa didapat dari sampah yang mengandung gula dan pati [2].

Salah satu bahan alternatif penghasil bioethanol adalah ampas Tahu. Proses pengolahan bahan baku ampas Tahu dapat dilakukan dengan proses destilasi [3]. Proses destilasi dapat dikelompokkan dalam 3 jenis yaitu; *pertama*, destilasi konvensional (sederhana). Destilasi fraksional atau destilasi bertingkat, yaitu proses yang komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan. Penyulingan terfraksi berbeda dari distilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi di mana ada proses refluks. Refluk proses penyulingan dilakukan untuk pemisahan campuran bioetanol dan air dapat terjadi dengan baik. Fungsi kolom fraksinasi adalah agar kontak antara cairan dengan uap terjadi sedikit lebih lama. Sehingga zat yang lebih ringan dengan titik didih akan terus menguap ke kondensator. Distilasi jenis ini dapat digunakan untuk memisahkan zat yang mempunyai rentang perbedaan titik didih hingga di bawah 300 °C [4]. Destilasi ini biasa digunakan dalam pengolahan minyak bumi karena sangat berguna untuk memisahkan kandungan minyak bumi. *Kedua*, destilasi vakum, merupakan destilasi yang dilakukan dengan cara cairan diuapkan pada tekanan rendah. Tujuan utamanya adalah menurunkan titik didih cairan yang bersangkutan, dan volatilitas relatif meningkat jika tekanan diturunkan. Alat destilasi ini merupakan alat yang tidak sederhana karena memerlukan sistem tertutup [5]. *Ketiga*, destilasi uap. Dilakukan untuk memisahkan komponen campuran pada temperatur lebih rendah dari titik didih normalnya. Dengan cara ini pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen-komponen yang akan dipisahkan. Ada dua cara melakukan destilasi uap yaitu, pertama dengan menghembuskan uap secara kontinu di atas campuran yang sedang diuapkan. Cara kedua dengan cara memdidihkan senyawa yang dipisahkan bersamaan dengan pelarutnya [6].

Penelitian ini menggunakan *destilasi konvensional* dengan penambahan komponen yang diharapkan dapat menghasilkan bioethanol dengan kualitas yang baik. Perancangan alat destilasi menggunakan pendekatan QFD (*Quality Function Development*). Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik teknis sistem kerja destilasi bioethanol berdasarkan *customer needs*.

## **Metode Penelitian**

### **Langkah Penelitian**

Langkah penelitian dalam penelitian ini sebagai berikut;

**Pertama** observasi lapangan, dengan mengamati secara langsung pada UD. Barokah Mulia yang berlokasi di Desa Randupadangan Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik Jawa Timur memperoleh fakta terkait pengolahan tahu.

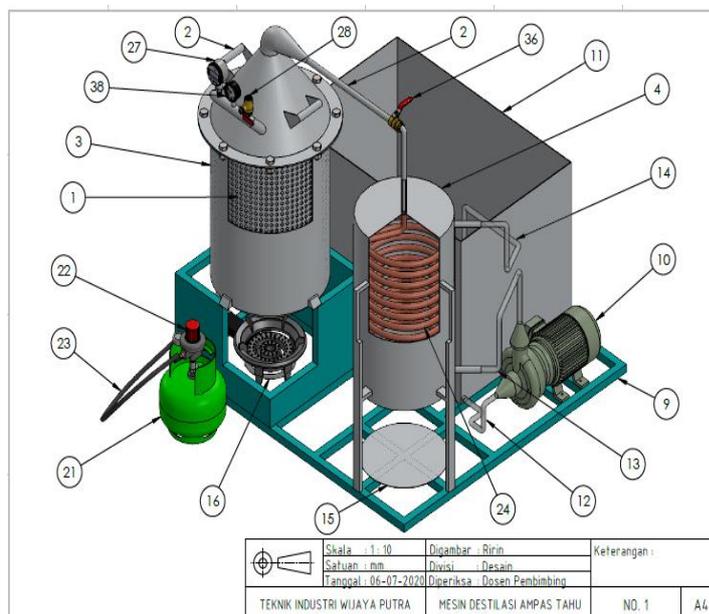
**Kedua**, studi literatur. Pada tahap ini juga dilaksanakan pengumpulan data mengenai kandungan yang ada dalam ampas tahu.

Tabel 1. Kandungan Ampas Tahu

Karakteristik kimia (%)	Ampas tahu basah	Ampas tahu kering
Air	89,9	5,74
Protein	1,3	10,8
Lemak	2,2	14,49
Abu	0,32	9,02
Karbohidrat	6,33	59,95

**Ketiga**, pengumpulan data dengan beberapa tahap yakni (1) Untuk menentukan bobot kepentingan dari kebutuhan konsumen perlu dilaksanakan survey tahap kedua dengan memanfaatkan instrumen berupa kuisioner dan dilakukan uji validitas data. (2) dilakukan kembali survey dengan kuisioner disertai sketsa dari konsep yang akan dijalankan. (3) proses observasi produk pesaing serupa yang telah beredar dipasaran, sehingga didapatkan data yang dibutuhkan dari spesifikasi produk secara rinci dan detail. (4) melakukan pengumpulan data untuk analisis ekonomi produk atau teknologi tersebut. Pengolahan data menggunakan HOQ (*House Of Quality*).

**Keempat**, perancangan alat, pertama desain mesin destilasi dalam hal ini peneliti melakukan perancangan desain menggunakan bantuan *software* solidwork versi 2016 untuk menggambar sketsa mesin pasteurisasi yang sesuai dengan permasalahan dilapangan.



Gambar 1. Desain Mesin Destilasi

Tabel 2. Penjelasan Mesin Destilasi

No.	Part Number	Material	QTY
1	Penampang	Fering	1
2	Pipa	Galvanis	1
3	Penampung	Besi	1
4	Tabung kondensor	Plat almunium	1
5	Lpg	Pcs	1
6	Tungku	Pcs	1
7	Mesin dc	Unit	1
8	Indikator sunu	Pcs	1
9	Indikator tekanan	Pcs	1
10	Kran	Pcs	2

**Kelima**, pemilihan komponen, alat dan bahan yang dipilih sebagai *part* penyusun mesin destilasi sebagai berikut.

- a) bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Heater element*, digunakan sebagai pemanas;
- b) Termometer digital, digunakan sebagai kontrol tekanan;
- c) Tabung hidrolisis, digunakan sebagai pendingin;
- d) Hidrolisis, digunakan sebagai aliran larutan;
- e) Hydrometer, digunakan untuk pengecekan kadar bioethanol;
- f) Las listrik, digunakan untuk menyambung kerangka meja mesin;
- g) Cutting wheel, digunakan untuk memotong part besi atau logam;
- h) Bor, digunakan untuk melubangi alat.

## Hasil Dan Pembahasan.

### Hasil Pengolahan Data

Berikut ini merupakan deskripsi responden yang dapat disimpulkan bahwa pengumpulan data yang dilakukan dengan 100 responden memberikan data yang cukup dan dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3. Deskripsi Responden

Karakteristik Responden	Keterangan	Total Responden	Persentase	Jumlah
Usia	19-25 Tahun	75	75%	100%
	26-34 Tahun	10	10%	
	35-43 Tahun	15	15%	
	44-52 Tahun	5	5%	
	Total Responden	100		
Jenis Kelamin	Laki-laki	51	51%	100%
	Perempuan	49	49%	
	Total Responden	100		
Screening Question	Mengetahui Proses pembuatan Bioethanol	40	40%	100%
	Pernah menggunakan bioethanol	60	60%	
	Total Responden	100	100%	

Pada uji reliabilitas didapatkan hasil output SPSS yakni sebanyak 100 responden yang keseluruhan responden mengisi angket sehingga jumlahnya dikatakan valid yakni 100% sebagai berikut

Tabel 4. Output SPSS Uji reliabilitas dengan software SPSS

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.745	9

Dari tabel 4 diperoleh informasi bahwa diketahui terdapat 8 butir pernyataan dengan nilai *ronbach's Alpha* sebesar 0,745. Nilai ini  $0,745 > 0,60$ , maka dapat disimpulkan bahwa ke-9 butir pertanyaan angket untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan adalah reliabel atau konsisten. Selanjutnya diperoleh nilai *cronbach's alpha* untuk masing-masing pernyataan. Dapat dilihat bahwa, nilai *cronbach's alpha* diatas 0,60 sehingga semua item pernyataan dikatakan reliabel atau konsisten, yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5. nilai *cronbach's alpha*

	Item-Total Statistics			
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
K1	54.54	63.645	.513	.720
K2	53.88	68.006	.294	.742
K3	54.50	62.515	.587	.713
K4	54.50	62.030	.590	.711
K5	54.45	62.795	.562	.715
K6	54.08	64.579	.546	.722
K7	53.97	63.585	.581	.717
K8	53.88	65.299	.481	.727
Tota l	28.92	18.074	1.000	.740

Setelah dinyatakan reliabel atau konsisten, data kemudian diuji validitas dengan bantuan SPSS. Berikut ini merupakan output SPSS Uji Validitas di SPSS dan hasil output SPSS Uji Validitas dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas

No Soal	R Hitung	R Tabel	Keterangan
1	0,592	0,2565	Valid
2	0,375	0,2565	Valid
3	0,658	0,2565	Valid
4	0,664	0,2565	Valid
5	0,637	0,2565	Valid
6	0,611	0,2565	Valid
7	0,646	0,2565	Valid
8	0,553	0,2565	Valid

Berdasarkan tabel 6, dapat disimpulkan bahwa 8 pernyataan data kuisiner diatas dapat dijadikan sebagai alat pengumpul data yang akurat dalam sebuah perancangan dan pengembangan produk. Selain itu, didapat pula informasi kebutuhan pelanggan, yaitu pelanggan menginginkan

mesin yang sederhana namun tetap fungsional. Praktis dapat dipindah, Ergonomi, meningkatkan produktivitas (kapasitas besar) dan Harga murah.

### **Perancangan Pengembangan Proses dan Produk (Metode QFD)**

#### Data Voice Customer

Penerapan metode QFD dilaksanakan dengan menggunakan memanfaatkan HOQ (House Of Quality), dalam membangun rumah kualitas ini.

Tabel 7. Data Voice Of Customer

No	Atribut
1	Destilasi harus cepat
2	Produk Ethanol dalam jumlah besar
3	Fermentasi lama
4	Ergonomi
5	Kapasitas
6	Hidrolisis harus cepat
7	Kadar oktan tinggi
8	Komposisi larutan sederhana

#### Menentukan Important Rating (IR)

Important Rating ditentukan berdasarkan kuisisioner dan diambil nilai rata-rata dari masing-masing item. Penentuan important rating dengan software Microsoft Excel. Dari hasil kuisisioner dan perhitungan Excel tersebut didapatkan data *importance rating* sebagai berikut:

Tabel 8. Important Rating

no	kriteria	ir
1	destilasi harus cepat	4,06
2	produksi ethanol dalam jumlah besar	3,80
3	fermentasi lama	3,67
4	ergonomi	3,63
5	kapasitas	3,35
6	hidrolisis harus cepat	3,26
7	kadar oktan tinggi	3,21
8	komposisi larutan sederhana	3,15

#### Nilai Sales Point (SP)

*Sales Point* dapat menginformasikan mengenai nilai jual fitur dan spesifikasi pada produk atau teknologi yang dikembangkan yaitu alat pembuat teh rambut jagung. Nilai *sales point* didapat secara subjektif dengan mempertimbangkan hasil wawancara kepada responden.

Tabel 9. Nilai Sales Point

no	kriteria	sp
1	destilasi harus cepat	1,5
2	produksi ethanol dalam jumlah besar	1,5
3	fermentasi lama	1,5
4	Ergonomi	1,2
5	Kapasitas	1,2
6	hidrolisis harus cepat	1,2
7	kadar oktan tinggi	1,2
8	komposisi larutan sederhana	1,2

### Skala Goals and Improvement Ratio

Nilai target (*skala goals*) yaitu nilai yang digunakan untuk memperbaiki kualitas produk atau membuat kualitas produk lebih baik daripada sebelumnya. Nilai target diperoleh dari wawancara dengan responden. Nilai *improvement ratio* (rasio perbaikan) diperoleh dari hasil bagi nilai target dengan nilai kepuasan.

Tabel 10. Nilai Target dan Rasio Perbaikan

Atribut	Skala Goals	Nilai Kepuasan	Improvement Ratio
Mempermudah Proses Produksi	3	3,28	0,9146
Kemudahan Proses	3	3,16	0,9493
Harga	3	3,02	0,9933
Ergonomi	3	3,20	0,9375
Volume Produksi	3	3,16	0,9493
Kering	3	3,22	0,9316
Kemudahan Penggunaan alat	3	3,18	0,9433
Urgensi	3	3,06	0,9803

### Bobot dan Normalisasi Bobot

Penentuan bobot prioritas untuk setiap atribut sangat diperlukan untuk meningkatkan dan mengembangkan setiap atribut *voice of customer*. Sedangkan normalisasi bobot dimaksudkan untuk memudahkan dalam menentukan prioritas pengembangan. Nilai bobot diperoleh dari hasil perkalian nilai kepentingan, *improvement ratio* dan *sales point*. Sedangkan normalisasi bobot didapatkan dari nilai bobot dibagi dengan total bobot dikalikan 100.

Tabel 11. Bobot dan Normalisasi Bobot

Atribut	Nilai Kepentingan	Improvement Ratio	Sales Point	Bobot	Normalisasi Bobot
Mempermudah Proses Produksi	4,06	0,9146	1,5	5,569914	157.642
Kemudahan Proses	3,80	0,9493	1,5	5,41101	1,531
Harga	3,67	0,9933	1,5	5,468117	15.476
Ergonomi	3,63	0,9375	1,2	4,08375	1,115
Volume Produksi	3,35	0,9493	1,2	3,816186	108.117
Kering	3,26	0,9316	1,2	3,644419	103.146
Kemudahan Penggunaan alat	3,21	0,9433	1,2	3,633592	10283
Urgensi	3,15	0,9803	1,2	3,705534	104.876

Respon Teknik (*Technical Response*)

*Technical response* dari hasil diskusi bersama tim pengembang adalah sebagai berikut.

Tabel 12. Respon Teknis

No	Atribut
1	Bagian diberi tambahan pipa pendingin
2	Bentuk bulat diberikan dimensi yang lebih besar
3	Fermentasi menggunakan sisten dry in
4	Ekonomis, biaya untuk pembuatan alat tidak lebih dari 13juta
5	Didesain dengan kapasitas produksi 10kg
6	Sistem Hidrolisis dengan suhu tinggi
7	Penambahan mikro organisme pada proses katalis
8	Penggunaan bahan yang mudah didapatkan

Hubungan antara Voice Of Customers dengan Technical Response

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai hubungan antara *voice of customer* dengan *technical response*. Hasil dari hubungan antar *voice of customer* dengan *technical response*.

Tabel 13. Hubungan antara voice of customer dengan technical response

<i>Voice Of Customers</i>	<i>Technical Response</i>
Destilasi harus cepat	Bagian diberi tambahan pipa pendingin
Produk Ethanol dalam jumlah besar	Bentuk bulat diberikan dimensi yang lebih besar
Fermentasi lama	Fermentasi menggunakan sisten dry in
Ergonomi	Ekonomis, biaya untuk pembuatan alat tidak lebih dari 13juta
Kapasitas	Didesain dengan kapasitas produksi 10kg
Hidrolisis harus cepat	Sistem Hidrolisis dengan suhu tinggi
Kadar oktan tinggi	Penambahan mikro organisme pada proses katalis
Komposisi larutan sederhana	Penggunaan bahan yang mudah didapatkan.

Technical Correlation

*Technical correlation* merupakan bagian dari *House Of Quality (HOQ)* yang terletak paling atas dan berbentuk atap bangunan. *Technical correlation* menunjukkan hubungan antar respon teknis, berkorelasi kuat, sedang atau lemah.

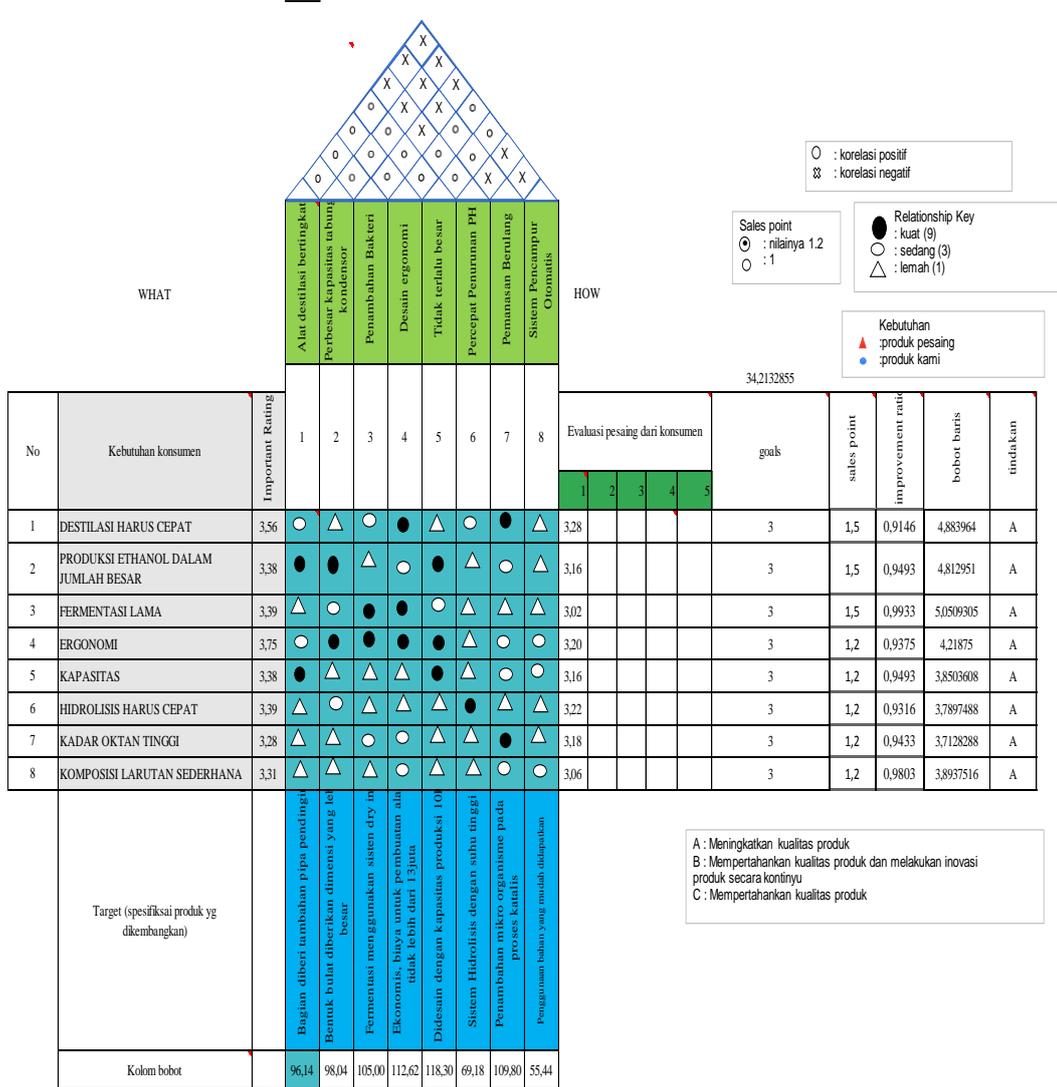
Penyusunan Prioritas Pengembangan Produk

Prioritas Perbaikan disusun untuk mengembangkan produk sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penentuan prioritas perbaikan diketahui berdasarkan nilai IR dari *voice of customer*. Urutan pengembangan produk berdasakrna urutan IR adalah :

Tabel 13. Urutan prioritas perbaikan berdasarkan nilai IR

No	<i>Technical Response</i>
1	Didesain dengan kapasitas produksi 10kg
2	Ekonomis, biaya untuk pembuatan alat tidak lebih dari 13juta
3	Fermentasi menggunakan sisten dry in
4	Ekonomis, biaya untuk pembuatan alat tidak lebih dari 13juta
5	Penambahan mikro organisme pada proses katalis

- 6 Bentuk bulat diberikan dimensi yang lebih besar
- 7 Bagian diberi tambahan pipa pendingin
- 8 Penggunaan bahan yang mudah didapatkan



Gambar 4.1 House Of Quality untuk penentuan spesifikasi Alat Destilasi

### Perancangan Pengembangan Proses dan Produk

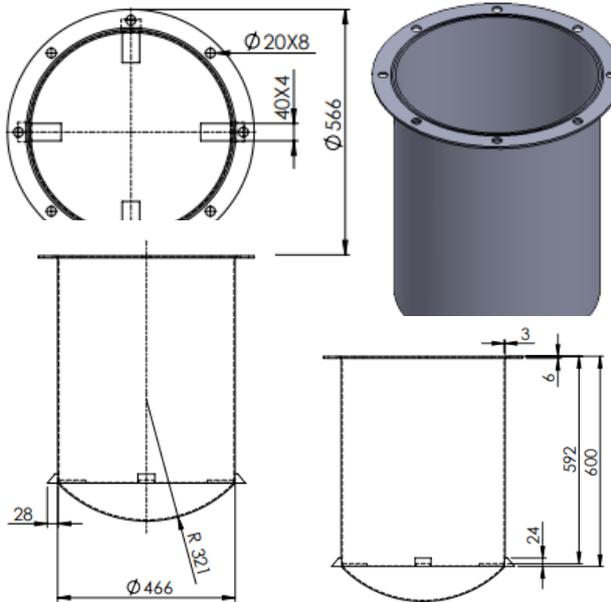
Mempertahankan kualitas produk dalam sebuah proses merupakan bagian terpenting dalam industri. Penjaminan kualitas dalam industri memberikan insight positif yang ditandai dengan terjadinya peningkatan nilai ekonomis produk, sehingga memberikan keuntungan kompetitif kepada industri. Upaya penjaminan mutu dan kualitas dapat dilaksanakan melalui rencana pengembangan alat dan teknologi serta rencana perbaikan sistem atau subsistem.

Pengembangan teknologi untuk mewujudkan penjaminan kualitas menimbulkan sebuah tantangan untuk menekan biaya produksi tanpa mengurangi sisi kualitas. Keputusan penting dalam manajemen operasional adalah menentukan desain produk seperti apa yang dibutuhkan oleh konsumen sebagai industri. Hal ini dikarenakan kegiatan dari manajemen operasional adalah melakukan transformasi input menjadi output, sehingga apa saja tindakan transformasi yang akan dilakukan mengacu pada output yang seperti apa atau bagaimana yang akan dihasilkan oleh industri. proses meliputi:

#### 1. Vessel

Vessel adalah tabung reaktor (tabung bahan) yang akan digunakan untuk menghasilkan uap dengan kandungan ampas tahu. Berkapasitas 10kg berukuran tinggi

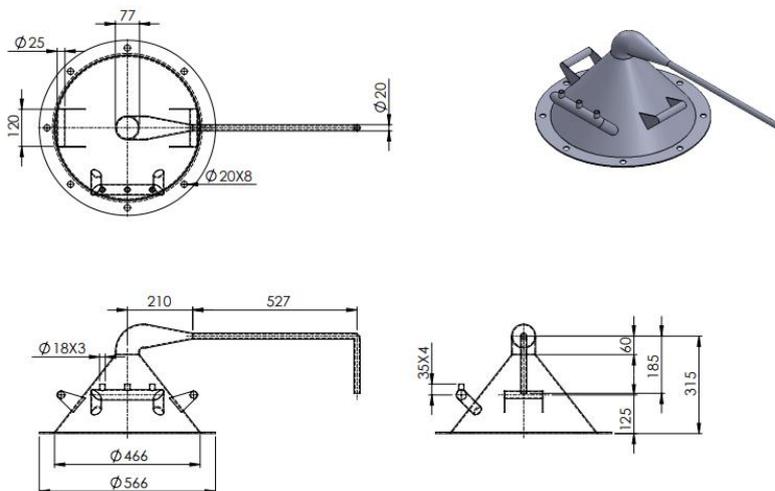
tabung luar 628mm (600mm + 28mm), tinggi tabung dalam 592mm, tebal plat 3mm, diameter 466mm, diameter bibir tabung 566mm, diameter lubang baut 40mm x 4psc, diameter baut 20mm x 8pcs, penyangga kaki 24mm x 4pcs. Dalam tabung ini akan dimasukan semua bahan baku yang sebelumnya sudah melalui proses hidrolisis dan fermentasi.



Gambar 2. Tabung Vessel 1

## 2. Tutup vessel

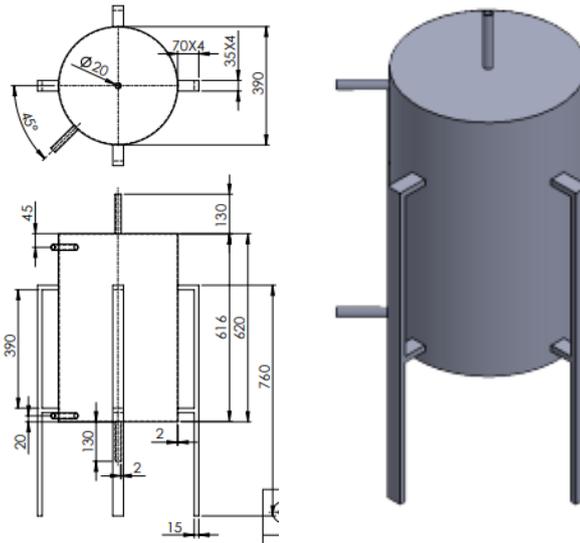
Tutup tabung vessel adalah penutup tabung reaktor (tabung bahan) berbentuk kerucut dan memiliki penghubung seperti pipa terhubung dengan tabung kondensor, yang berukuran diameter 466mm, diameter bibir 566mm, diameter pipa penghubung kondensor 77mm, tinggi tutup 315mm, panjang pegangan tutup 120mm, diameter pegangan tutup 35mm x 4, diameter lubang baut 20mm x 8pcs, diameter pipa penghubung kondensor 20mm. Adapun fungsi dari vesel adalah menampung uap awal pada proses pemanasan di tabung reaktor, pada vessel ini juga terdapat 2 indikator suhu dan tekanan yang bertujuan untuk kontrol tekanan yang ada pada tabung reaktor.



Gambar 3. Tutup Tabung Vessel 1

3. Kondensor

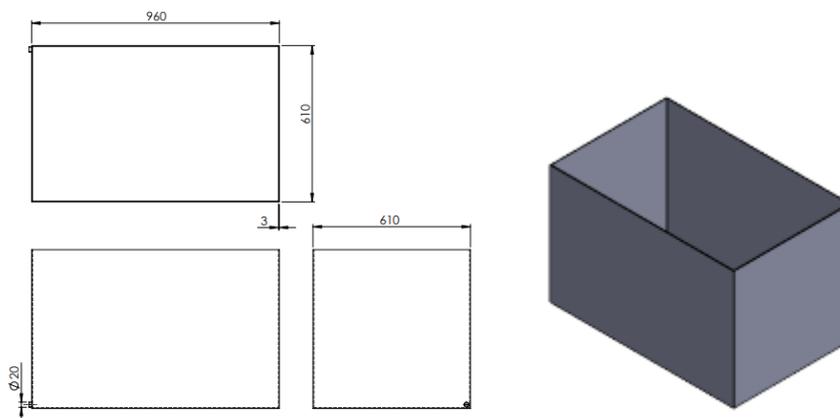
Kondensor adalah tabung kondensor yang memiliki pipa yang berbentuk spiral didalam tabung. Berfungsi untuk pendinginana dalam proses destilasi yang memiliki pipa kecil disamping atas dan bawah guna untuk pengubung, yang berukuran diameter tabung 390mm, tebal plat 2mm, tinggi tabung 620mm, tinggi kaki 760mm, tinggi pipa atas 130mm, diameter pipa 2mm. Pada proses ini uap yang dihasilkan dari proses sebelumnya akan di tampung dan di dinginkan lalu merubahnya menjadi cairan ethanol, pada tahapan ini sirkulasi air harus berjalan dengan lancar agar supaya cairan ethanol yang dihasilkan baik.



Gambar 4. Tutup Tabung Vessel 2

4. Bak Air

Bak air adalah tempat penampung air dan terjadinya perputaran pendinginan yan terjadi didalam kondensor, yang berukuran tinggi bak 610mm, panjang 960mm, lebar 610mm, tinggi kaki bak 20mm. Pada tahapan ini harus dipastikan air yang ada pada bak penampung harus selalu pada posisi dingin dan volumenya terjaga.

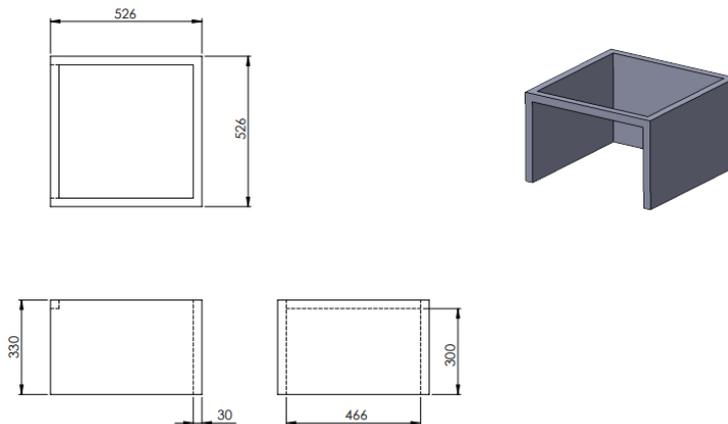


Gambar 5. Bak Air 1

5. Bracket dan Tungku Vessel

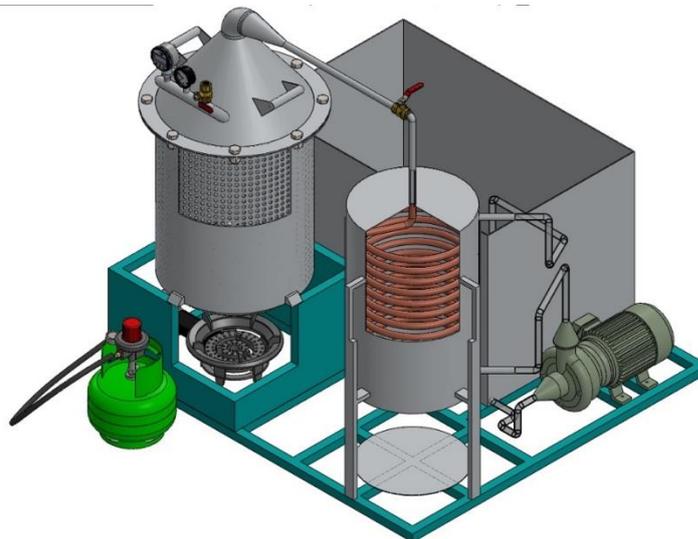
Bracket dan tungku vessel adalah tempat penutup / wadah kompor pemanas tabung vessel yang berukuran panjang dan lebar 526mm, tinggi tungku 300mm, panjang sisi depan

466mm, lebar sisi depan yang terbuka 30mm. Pada bagian ini berguna untuk menjaga api agar tetap stabil selain itu dapat mempermudah dalam proses pengoprasian.



Gambar 6. Bracket dan Tungku Vessel 1

#### 6. Gambar 3D Alat Destilasi kapasitas 10kg



Gambar 7. 3D Alat Destilasi 1

Pemilihan bahan dan spesifikasi dan spesifikasi alat sangat berpengaruh pada hasil, dalam pembentukan design dan tataletak juga sangatlah berpengaruh maka dari itu kami sangat memperhitungkan ukuran, dimensi dan tataletak. Pada proses awal bahan baku yang sudah melalui proses hidrolisa dan fermentasi dimasukan dalam tabung vesel selanjutnya akan di tutup dan kencangkan semua scru, kemudian mulai menyalakan pemanas suhu yang ada didalam harus selalu dijaga pada 60-75 drajat karna jika suhu melebihi maka akan berpengaruh pada hasil ethanol, karena jika suhu melebihi yang sudah di tentukan akan menyebabkan kandungan air yang ada pada bahan baku ikut terbawa, lalu proses selanjutnya uap akan naik kedalam tabung kondensor pada proses ini uap akan di dinginkan dan akan berubah menjadi ethanol.

#### **Kesimpulan.**

Perancangan alat destilasi bioethanol berbahan baku Ampas Tahu dengan metode QFD, menghasilkan beberapa kriteria alat yang diharapkan pelanggan diantaranya, waktu destilasi cepat, jumlah produksi etahanol, waktu fermentasi, ergonomi, waktu hidrolisis, kadar oktan dan komposisi larutan. Tingkat kepentingan waktu destilasi cepat 4.06, jumlah produksi etahanol 3.8, waktu fermentasi 3.67, desain ergonomi 3.63, waktu hidrolisis 3.26, kadar oktan 3.21 dan komposisi

larutan 3.15. Alat yang dihasilkan mampu mengolah limbah ampas Tahu menjadi bioethano. Dimensi alat dengan panjang 1264 mm, lebar 1226 mm, dan tinggi alat total 1.275 mm. Alat destilasi dilengkapi dengan seperangkat vessel, kondensor, pendingin dan pemanas.

#### **Daftar Pustaka.**

- [1] Saisa, S. Maliya. 2017. *Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Enzim Zymomonas Mobilis Dan Saccharomyces Cerevisiae*. Diakses dari <http://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/356> . Pada tanggal 30 november 2021.
- [2] Amirudin, A., Istiqlaliyah, H., & Mufarrih, A. (2018). *Rancang Bangun Destilator Bioetanol Model Refluk untuk Mengolah Sampah Organik*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri, Vol 3 No 1, 241-244. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/544/456>.
- [3] Fajariah, K. Rudi, G. Rahmat. 2020. *Pembuatan Bioetanol Dari Buah Suun (Artocarpus Altilis) Secara Fermentasi Dengan Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae Dan Penambahan Ampas Tahu Sebagai Nutrisi Bagi Mikroba*.
- [4] Maulana, A. S., Turmizi, T., & Hamdani, H. (2018). Rancang Bangun Alat Distilasi Untuk Penyulingan Minyak Nilam. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 2(2), 73–75. <http://ejournal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/526>.
- [5] Nugraheni, S. D., & Mastur, M. (2017). Perbaikan Bioproses Untuk Peningkatan Produksi Bioetanol Dari Molase Tebu/*Bioprocess Improvement for Enhancing Bioethanol Production of Sugarcane Molase*. *Perspektif*, 16(2), 69–78. <http://ejournal.litbang.pertanian.go.id/index.php/psp/article/view/6256>.
- [6] Mustiadi, L., Astuti, S., & Purwokuncoro, A.E. (2020). *Buku Ajar Distilasi Uap Dan Bahan Bakar Pelet Arang Sampah Organik*. C.V IRDH, Jl. Sokajaya No. 59, Purwokerto New Villa Bukit Sengkaling C9 No. 1 Malang. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/5209>