BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Proses Perancangan

Proses perancangan mesin pengering cengkeh dilakukan dengan metode rasional. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

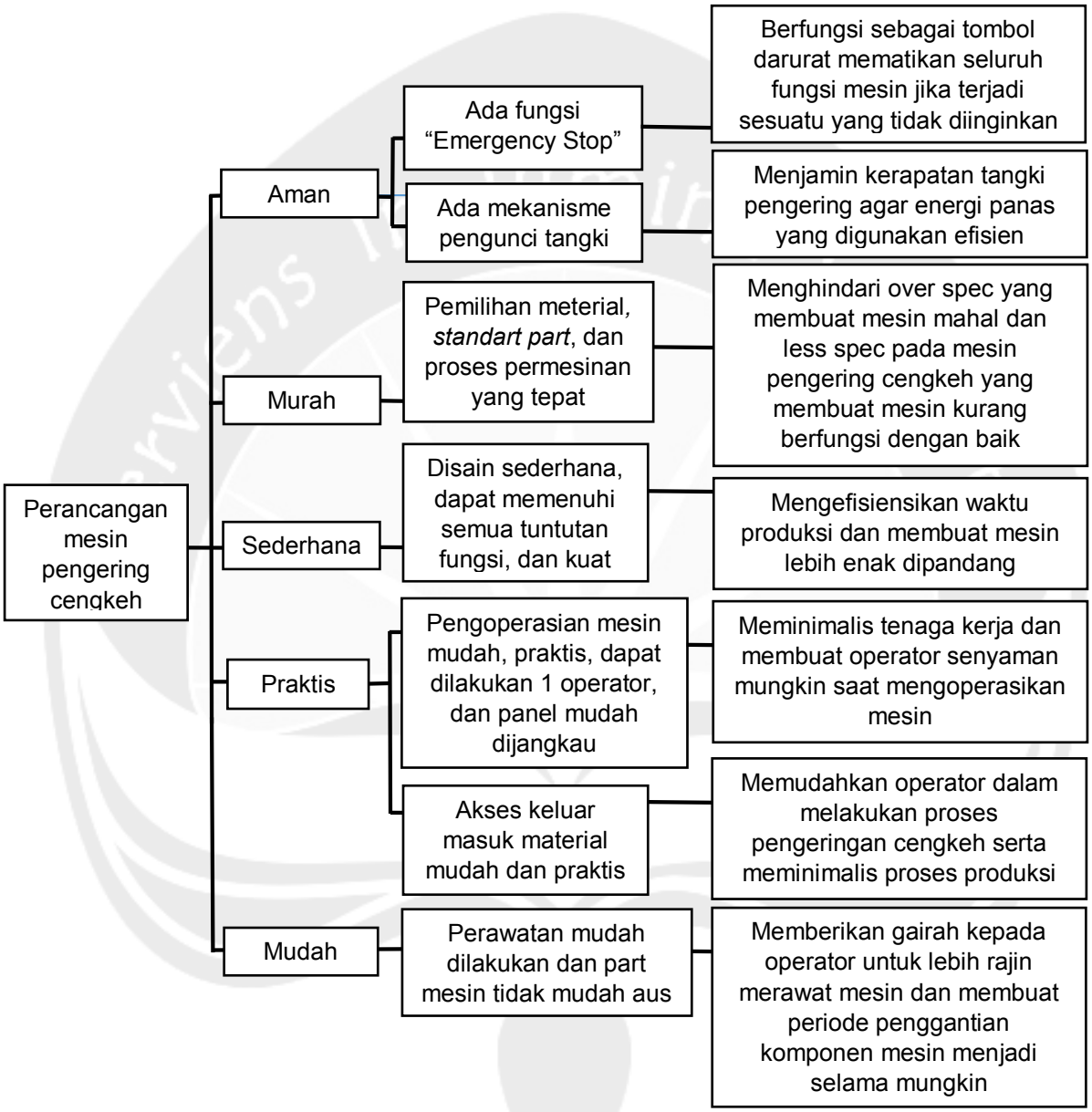
Tahap 1 *Clarifying Objectives* (klarifikasi tujuan)

Tahapan pertama yang dilakukan adalah membuat objective tree dengan tujuan untuk menjelaskan faktor-faktor yang diinginkan oleh konsumen sebagai calon pengoprasi mesin pengering cengkeh. Diskusi dilakukan dengan petani-petani di kabupaten Kulon Progo yang berpengalaman dengan proses pengeringan cengkeh serta orang-orang yang berpengalaman dalam bidang desain dan perancagan. Daftar narasumber petani cengkeh kabupaten Kulon Progo yang telah dilakukan wawancara dapat dilihat pada Tabel 5.1. sebagai berikut :

Tabel 5.1. Tabel Daftar Narasumber

Nama	Profesi	Kecamatan
Sutari	Petani	Samigaluh
Yoyok	Petani	Samigaluh
Suharto	Petani	Samigaluh
Yasir	Petani	Samigaluh
Sumadi	Petani	Samigaluh
Antonius	Petani	Samigaluh
Jaman	Petani	Samigaluh
Baroji	Petani	Samigaluh
Sarjianto	Petani	Girimulyo
Yawadi	Petani	Girimulyo
Ngadio	Petani	Girimulyo
Saridi	Petani	Girimulyo
Suyitno	Petani	Kalibawang
Marjono	Petani	Kalibawang
Sutris	Petani	Kokap

Hasil dari diskusi mengenai proses pengeringan cengkeh yang dulakukan oleh petani maka didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembuatan mesin pengering cengkeh yang hendak dibuat. Faktor - faktor tersebut kemudian disusun kedalam *objectives tree* sebagai berikut :



Gambar 5.1. Objectives Three Mesin Pengering Cengkeh

Tahap 2 *Establishing Function* (penetapan fungsi)

Terlepas dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembuatan mesin pengering cengkeh secara keseluruhan, pada tahap ini mula-mula akan dilakukan pengerucutan masalah dengan menetapkan dan menguraikan fungsi utama dari

mesin pengering cengkeh (lebih berfokus pada fungsi utama mesin). Penjelasan fungsi utama tersebut dilakukan dengan cara membuat *black box* yang akan mewakili fungsi utama secara umum mesin pengering cengkeh dan pada langkah selanjutnya fungsi utama tadi akan dipecah menjadi beberapa sub fungsi yang dijelaskan dalam bentuk *transparent box*.

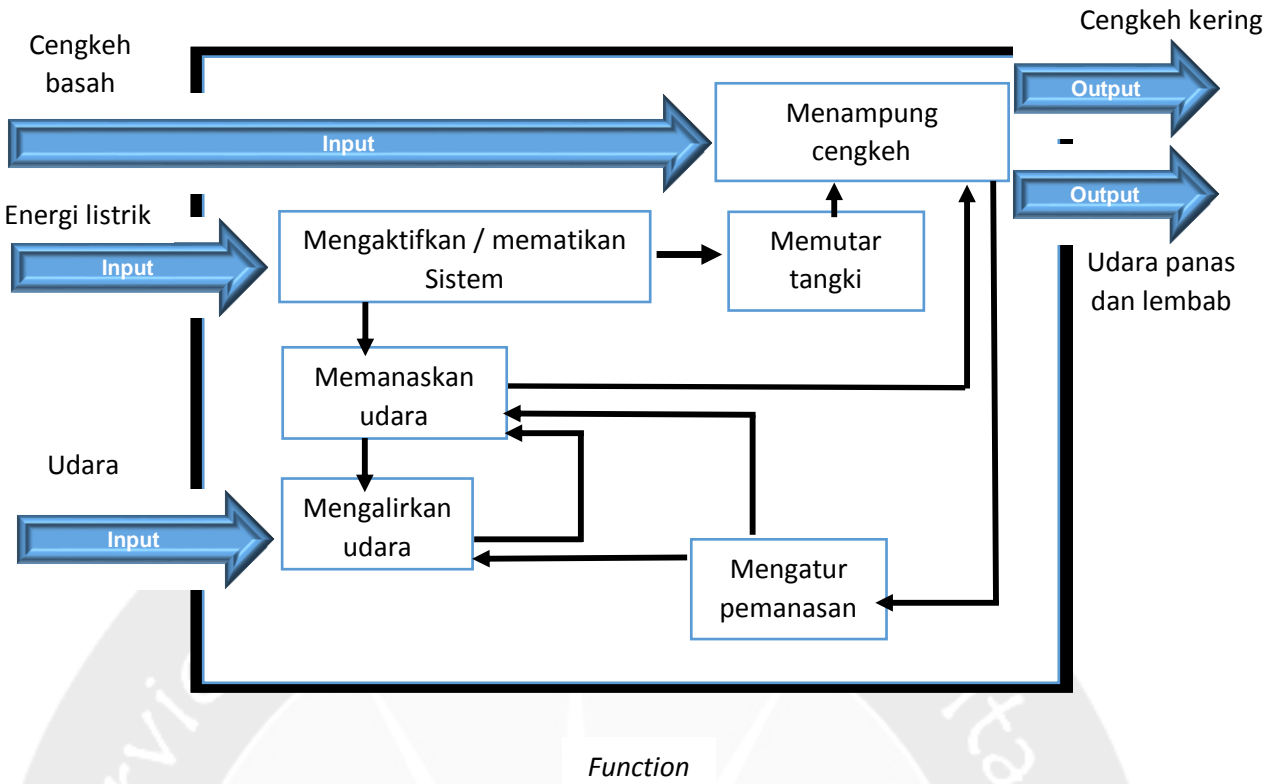
Mesin pengering cengkeh yang dirancang ini digambarkan kedalam sebuah *black box* untuk menjelaskan fungsi keseluruhan dengan cara mengkonversi input menjadi output. Fungsi dari mesin pengering cengkeh adalah merubah inputan material berupa cengkeh basah hasil panenan menjadi cengkeh kering yang siap untuk dijual ataupun disimpan. *Black box* dari mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.2. berikut :

Gambar 5.2. Model Black Box Mesin Pengering Cengkeh

Fungsi utama mesin pengering cengkeh yang diperlihatkan pada gambar 5.2. kemudian dipecah kedalam beberapa sub fungsi. Sub fungsi dari mesin pengering cengkeh adalah sebagai berikut :

a. Menampung cengkeh
b. Menghidupkan / mematikan Sistem
c. Memutar tangki
d. Mengalirkan udara
e. Memanaskan udara
f. Mengatur pemanasan

Sub fungsi yang telah diketahui kemudian dihubungkan dan digambarkan kedalam *transparent box*. *Transparent box* akan menjelaskan keterkaitan antara satu sub fungsi dengan yang lainnya. *Transpatent box* digambarkan seperti black box dengan fungsi yang ada diganti dengan sub fungsi yang telah dihubungkan. Model *transparent box* mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut :



Gambar 5.3. Model *Transparent Box* Mesin Pengering Cengkeh

Tahap 3 *Setting Requirements* (penetapan spesifikasi)

Tahapan selanjutnya dalam perancangan mesin pengering cengkeh adalah setting requirements. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *performance spesification* yang bertujuan untuk membuat spesifikasi kerja yang akurat dari suatu solusi rancangan mesin pengering cengkeh. Metode ini diharapkan dapat membantu menjelaskan masalah perancangan yang dapat memperkuat pelaksanaan dan bagaimana suatu rancangan yang ingin dicapai dapat diselesaikan. Hasil dari *performance spesification* didapatkan dari penerjemahan *objetives tree* di tahapan *clarifying objectives* dengan tujuan membahasakan *objetives tree* tersebut ke dalam bentuk keterangan singkat agar maksud yang diinginkan dapat lebih mudah diaplikasikan dalam mesin pengering cengkeh yang hendak dirancang nanti. *Performance spesification* yang didapatkan dari hasil penerjemahan tersebut digambarkan dalam bentuk tabel 5.2. berikut :

Tabel 5.2. Tabel *Performance Spesification*

Tujuan	Kriteria
Aman	Membuat mesin aman bagi operator pada saat dioperasikan
Murah	Biaya maksimum yang dipergunakan untuk pembuatan mesin adalah Rp 40.000.000,-
Sederhana	Desain kuat, sederhana, memenuhi semua tuntutan fungsi dan tahan lama
Praktis	Pengoperasian dapat dilakukan oleh 1 orang operator saja dengan mudah, praktis, dan mudah dimengerti
Mudah	Perawatan berkala dapat dilakukan dengan mudah dan dalam waktu singkat

Tahap 4 *Determining Characteristics* (penentuan karakteristik)

Tahap *determining characteristics* bertujuan untuk menentukan target karakteristik teknis yang hendak dicapai dengan menghubungkan tuntutan konsumen dengan karakteristik teknis. Metode yang dipergunakan dalam tahap ini adalah metode *Quality Function Deployment* (QFD) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Penentuan atribut

Penentuan atribut dilakukan berdasarkan kriteria spesifikasi dan tujuan yang didapatkan dari proses wawancara dengan konsumen. Atribut produk ditentukan dalam bentuk Tabel 5.3. berikut :

Tabel 5.3. Tabel Daftar *Atribut Produk*

Tujuan	Atribut
Aman	• Ada fungsi “Emergency Stop” • Ada mekanisme pengunci tangki
Murah	• Pemilihan material yang tepat • Pemilihan komponen standart yang tepat • Proses permesinan yang tepat
Sederhana	• Konstruksi rangka sederhana • Disain dapat memenuhi semua tuntutan fungsi • Disain konstruksi kuat
Praktis	• Pengoperasian mesin mudah • Pengoperasian praktis • Pengoperasian dapat dilakukan oleh 1 orang operator • Akses keluar masuk material mudah
Mudah	• Perawatan mudah dilakukan

b. Identifikasi karakteristik teknis

Identifikasi karakteristik teknis bertujuan untuk menentukan karakteristik teknik yang ada pada mesin pengering cengkeh. Karakteristik teknis ditentukan berdasarkan atribut yang telah didapatkan pada langkah sebelumnya. Karakteristik teknis dari mesin pengering cengkeh ini dapat dilihat pada Tabel 5.4. berikut :

Tabel 5.4. Tabel Daftar Identifikasi Karakteristik Teknis

No	Atribut	Karakteristik Teknis
1	Ada fungsi “Emergency Stop”	Menggunakan tombol emergency komponen standart yang difungsikan untuk menghentikan semua pergerakan dan fungsi sistem yang sedang beroperasi
2	Ada mekanisme pengunci tangki	Pengunci tangki menggunakan snap lock
3	Pemilihan material yang tepat	Menggunakan pipa hollow sebagai penyusun rangka
4	Pemilihan standart part yang tepat	Bantalan gelinding menggunakan *pillow block*
5	Proses permesinan yang tepat	Pembuatan disain part mesin yang dimachining sesederhana mungkin dan tetap memenuhi fungsi
6	Konstruksi rangka sederhana	Penyusunan rangka *hollow* pada bagian-bagian strategis yang menerima gaya terbesar
7	Disain dapat memenuhi semua tuntutan fungsi	Mengaplikasikan mekanisme pengaduk yang berputar, pemanas, dan pengalir udara
8	Disain konstruksi kuat	Melakukan analisis disain dengan software untuk menganalisa kekuatan rangka dengan pembebanan yang sesuai dengan fungsi dan kapasitas mesin
9	Pengoperasian mesin mudah	Peletakan panel mudah dijangkau oleh operator
10	Pengoperasian praktis	Penggunaan *handwheel* untuk pemutar
11	Pengoperasian dapat dilakukan oleh 1 orang operator	Akses alat-alat yang digunakan untuk setting mesin ditempatkan di tempat yang mudah dujangkau oleh 1 operator
12	Akses keluar masuk material mudah	Dibuat dua buah pintu masuk material di bagian atas (masuk) dan bawah (keluar)
13	Perawatan mudah dilakukan	*Pillow block* (bantalan gelinding) yang dipilih yang sudah terdapat *nipple oil* untuk pelumasan berkala

c. Identifikasi target teknis

Langkah ini bertujuan untuk menentukan target teknis berdasar karakteristik teknis. Target teknis dari mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Tabel 5.5. berikut :

Tabel 5.5. Tabel Daftar Penentuan Target Teknis

No	Karakteristik Teknis	Target Teknis
1	Menggunakan tombol *emergency* komponen standart yang difungsikan untuk menghentikan semua pergerakan dan fungsi sistem yang sedang beroperasi	Sebagai pengaman saat mesin dioperasikan guna mengantisipasi terjadinya kesalahan pengoperasian yang tidak terduga
2	Pengunci tangki menggunakan snap lock	Memungkinkan pintu tangki dapat terkunci dengan kuat, cepat, dan praktis
3	Menggunakan pipa hollow sebagai penyusun rangka	Konstruksi kokoh menahan beban, efisien, dan tahan lama
4	Bantalan gelinding menggunakan *pillow block*	Memudahkan pencarian komponen bila bantalan gelinding rusak, perawatan mudah dilakukan, dan murah
5	Pembuatan disain part mesin machining sesederhana mungkin dan tetap memenuhi fungsi	Menekan harga pembuatan *spare part* mesin tanpa mengabaikan tuntutan fungsi
6	Penyusunan rangka hollow pada bagian-bagian strategis yang menerima gaya terbesar	Menekan biaya material sehemat mungkin namun tetap kokoh menopang tuntutan beban
7	Mengaplikasikan mekanisme pengaduk yang berputar, pemanas, dan pengalir udara	Memungkinkan semua proses pengeringan cengeh tercover kedalam 1 mesin
8	Melakukan analisis disain dengan software untuk menganalisa kekuatan rangka dengan pembebanan yang sesuai dengan fungsi dan kapasitas mesin	Mengetahui konstruksi terbaik dari aspek kekuatan dan penghematan material rangka
9	Peletakan panel mudah dijangkau oleh operator	Memungkinkan operator tidak banyak bergerak dan berpindah tempat agar menghemat waktu proses
10	Penggunaan handwheel untuk pemutar	Memudahkan operator memutar poros tanpa perlu menggunakan peralatan tambahan
11	Akses alat-alat yang digunakan untuk setting mesin ditempatkan di tempat yang mudah dujangkau oleh 1 operator	Memungkinkan operator tidak banyak bergerak dan berpindah tempat agar menghemat waktu proses
12	Dibuat dua buah pintu masuk material di bagian atas (masuk) dan bawah (keluar)	Pintu atas memudahkan proses pengisian material dan pintu bawah memudahkan proses pengeluaran material dengan bantuan gravitasi
13	*Pillow block* (bantalan gelinding) yang dipilih yang sudah terdapat *nipple oil* untuk pelumasan berkala	Memperpanjang umur *spare part* dengan perawatan berkala yang lebih mudah

d. Hubungan keinginan konsumen dengan karakteristrik teknis

Langkah berikut bertujuan untuk menentukan kekuatan hubungan antara karakteristik teknis yang ada dengan keinginan client. Kekuatan hubungan ini dibagi menjadi 3 macam yaitu kuat, sedang, dan lemah. Kekuatan hubungan dinyatakan dengan simbol-simbol sebagai berikut :

□ = kuat / *strong*

△ = sedang / *medium*

○ = lemah / *small*

e. Identifikasi hubungan antar sesama karakteristik teknik

Langkah berikut bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antar karakteristik teknis yang ada. Hubungan antar karakteristik satu dengan yang lain dikelompokan menjadi 3 yaitu positif, negatif, dan none. Positif berarti hubungan yang searah, negatif berarti hubungan yang berlawanan arah, dan none berarti tidak memiliki hubungan satu sama lain. Simbol-simbol yang digunakan untuk menyatakan kekuatan hubungan tersebut adalah sebagai berikut :

✚ = positif

● = negatif

▬ = *none*

f. *House of Quality* (rumah kualitas)

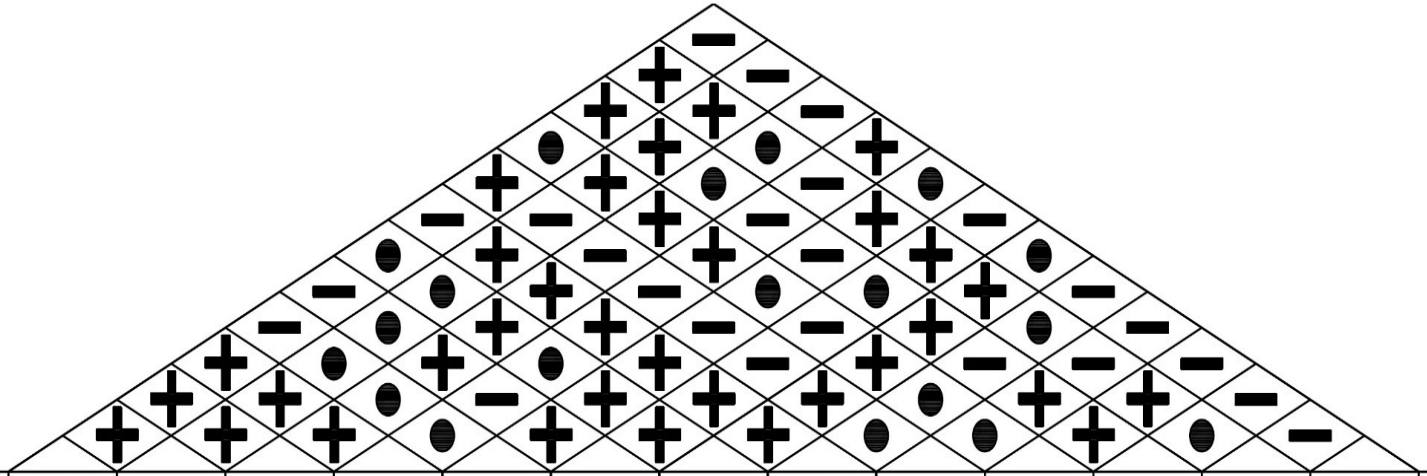
Langkah berikut merupakan langkah terakhir dan merupakan tujuan dari metode QFD. Rumah kualitas adalah sebuah matrik yang menunjukan hubungan antara kebutuhan-kebutuhan yang diinginkan konsumen dan narasumber dengan karakteristik teknis yang telah ditentukan. Sebagai contoh, suatu hubungan antara sebuah kerakteristik teknis dengan keinginan konsumen memiliki hubungan yang kuat, maka pada kotak pertemuan antara keduanya diberi simbol □ dengan nilai 9. Hubungan yang sedang, diberikan simbol △ dengan nilai 5 dan bila hubungan yang dimiliki lemah, maka diberikan simbol ○ dengan nilai 1.

Hal yang sama dilakukan untuk hubungan antar karakteristik teknis. Hubungan antar karakteristik teknis diberi simbol ● pada kotak pertemuan antar karakteristik yang ditentukan sesuai dengan hubungan yang terjadi. Simbol untuk hubungan yang searah antara 2 karakteristik, simbol ✚ untuk hubungan yang

bertolak belakang antar 2 karakteristik teknis, dan simbol ▬ untuk 2 karakteristik teknis yang tidak memiliki hubungan sama sekali.

Halaman berikut adalah tabel yang menunjukan *House of Quality* yang ada pada perancangan mesin pengering cengkeh :

Tabel 5.6. House of Quality Perancangan Mesin Pengering Cengkeh



Karakteristik Teknis / Customer Requirement	Menggunakan tombol emergency standart part yang difungsikan untuk menghentikan semua pergerakan dari fungsi sistem yang sedang beroperasi	Pengunci tangki menggunakan snap lock	Menggunakan pipa hollow sebagai penyusun rangka	Bantalan gelinding menggunakan *pillow block*	Pembuatan disain part mesin machining sesederhana mungkin dan tetap memenuhi fungsi	Penyusunan rangka hollow pada bagian-bagian strategis yang menerima gaya terbesar	Mengaplikasikan mekanisme pengaduk yang berputar, pemanas, dan pengalir udara	Melakukan analisis disain dengan software untuk menganalisa kekuatan rangka dengan pembebanan yang sesuai dengan fungsi dan kapasitas mesin	Peletakan panel mudah dijangkau oleh operator	Penggunaan handwheel untuk pemutar	Akses alat-alat yang digunakan untuk setting mesin ditempatkan di tempat yang mudah dujangkau oleh 1 operator	Dibuat dua buah pintu masuk material di bagian atas (masuk) dan bawah (keluar)	*Pillow block* (bantalan gelinding) yang dipilih yang sudah terdapat *nipple oil* untuk pelumasan berkala	Nilai	Rangking
Keamanan	□	□	△	△	△	□	△	□	△	△	△	△	△	81	1
Biaya	○	□	□	□	□	□	△	□	○	△	○	○	○	70	2
Konstruksi	○	○	□	□	□	□	△	□	△	○	○	△	△	70	3
Pengoperasian	△	□	○	○	○	○	□	○	□	□	□	□	○	65	4
Perawatan	○	○	△	□	○	○	○	○	△	○	○	○	□	33	5
Target Teknis	Sebagai pengaman saat mesin dioperasikan guna mengantisipasi terjadinya kesalahan pengoperasian yang tidak terduga	Memungkinkan pintu tangki dapat terkunci dengan kuat, cepat, dan praktis	Konstruksi kokoh menahan beban, efisien, dan tahan lama	Memudahkan pencarian *spare part* bila bantalan gelinding rusak, perawatan mudah dilakukan, dan murah	Menekan harga pembuatan *spare part* mesin tanpa mengabaikan tuntutan fungsi	Menekan biaya material sehemat mungkin namun tetap kokoh menopang tuntutan beban	Memungkinkan semua proses pengeringan cengeh tercover kedalam 1 mesin	Mengetahui konstruksi terbaik dari aspek kekuatan dan penghematan material rangka	Memungkinkan operator tidak banyak bergerak dan berpindah tempat agar menghemat waktu proses	Memudahkan operator memutar poros tanpa perlu menggunakan peralatan tambahan	Memungkinkan operator tidak banyak bergerak dan berpindah tempat agar menghemat waktu proses	Pintu atas memudahkan proses pengisian material dan pintu bawah memudahkan proses pengeluaran material dengan bantuan gravitasi	Memperpanjang umur *spare part* dengan perawatan berkala yang lebih mudah		
Nilai Total	17	29	29	33	25	29	25	29	21	21	19	21	21		
Ranking	13	2	3	1	6	4	7	5	8	9	12	10	11		

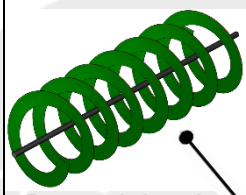
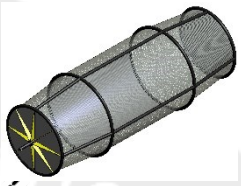
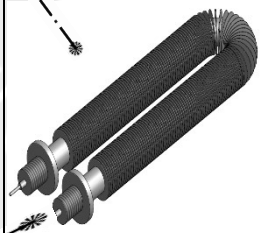
Tahap 5 *Generating Alternatives* (pembangkitan alternatif)

Tahap *generating alternatives* (pembuatan alternatif) bertujuan untuk mendapatkan solusi disain terbaik. Alternatif-alternatif didapatkan dari tahap sebelumnya yaitu pemecahan fungsi utama (*black box*) menjadi sub fungsi (*transparent box*) yang ada pada mesin pengering cengkeh. Sub fungsi kemudian dimasukan kedalam *morphological chart* dan akan dihubungkan satu sama lain sehingga didapatkan alternatif disain. Daftar sub fungsi yang ada pada mesin pengering cengkeh adalah sebagai berikut :

a. Mekanisme pengaduk material (*mixer*)
b. Heater penghasil udara panas
c. Mekanisme penggerak *mixer*

Sub fungsi yang telah ditentukan akan disusun kedalam *morphological chart* untuk dirumuskan lebih detail mengenai alternati-alternatif yang mungkin untuk setiap sub fungsi, berikut adalah *morphological chart* untuk mesin pengering cengkeh :

Tabel 5.7. *Morphological Chart*

Morphological Chart		Alternatif Solusi		
		1	2	3
Sub Fungsi	Mekanisme pengaduk material	 Pengaduk spiral	 Pengaduk tangki putar	
	Heater penghasil udara panas	bara api	kompor gas	 *electric heater*
Sub Fungsi	Mekanisme penggerak mixer	motor listrik	mesin bakar	*motor servo*

Sub fungsi dari mesin pengering cengkeh memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, berikut adalah penjelasan tentang kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sun fungsi :

1. Mekanisme pengaduk material
   a. Pengaduk spiral

      Kelebihan :

   1) material penyusun pengaduk sedikit karena hanya terdiri dari shaft, plat spiral dan lengan penguat yang berfungsi sebagai penahan plat spiral (hemat)
   2) getaran saat proses sedikit
   3) proses pemasukan material mudah, hanya perlu membuka satu pintu saja

Kekurangan :

1) ada resiko material cengkeh rusak karena gesekan material cengkeh dan pengaduk spiral
2) dimungkinkan pengadukan material cengkeh tidak rata karena ada sebagian cengkeh yang tidak terjangkau oleh pengaduk
3) proses pembuatan pengaduk sulit karena membuat plat menjadi bentukan spiral dan membuat penahannya untuk mempertahankan bentuk plat tetap spiral ketika berfungsi untuk mengaduk material

b. Pengaduk tangki putar

Kelebihan :

1) resiko kerusakan material cengkeh lebih kecil karena cengkeh tidak bergesekan langsung dengan pengaduk
2) getaran pada saat proses pengeringan sangat kecil karena pengaduk cukup bergerak pada putaran yang sangat rendah (± 5-10 rpm)

Kekurangan :

1) material penyusun pengaduk banyak karena pengaduk berbentuk tangki sekunder yang dapat menampung material cengkeh didalamnya dan berputar
2) proses pemasukan meterial relatif lebih lama karena memiliki puntu tangki dua lapis

2. *Heater* penghasil udara panas

a. Bara api

Kelebihan :

1) bahan baku murah, mudah didapatkan, dan disubsitusikan

Kekurangan :

1) panas yang dihasilkan tidak konstan
2) panas sulit untuk diatur
3) butuh proses waktu persiapan ketika hendak melakukan proses pengeringan cengkeh yaitu menyalakan bara api

b. Kompor gas

Kelebihan :

1) bahan bakar mudah didapatkan (LPG)
2) panas dapat diatur
3) panas konstan

Kekurangan :

1) harga relatif mahal
2) rawan kelangkaan di waktu-waktu tertentu
3) butuh perhatian khusus untuk melakukan pengisian ulang bila habis

c. Electric heater

Kelebihan :

1) panas dapat diatur dan dikendalikan dengan sensor
2) tidak memerlukan perhatian khusus karena menggunakan tenaga listrik
3) konsumsi energi paling hemat
4) panas konstan

Kekurangan :

1) membutuhkan perangkat lain seperti sensor suhu untuk dapat beroperasi dalam suatu sistem

3. Mekanisme penggerak mixer

a. Motor listrik

Kelebihan :

1) harga paling murah
2) mudah dikendalikan perputarannya
3) hemat energi
4) perputaran konstan
5) penempatan mudah karena dimensi yang relatif kecil

Kekurangan :

1) membutuhkan perangkat pendukung lain untuk bekerja (inverter, sensor-sensor)

b. Mesin bakar

Kelebihan :

1) tenaga putar besar
2) posisi tidak bergantung pada sumber listrik (bisa independen dimana saja)

Kekurangan :

1) dimensi besar, memerlukan tempat lebih

2) harga pengadaan mahal
3) memerlukan bahan bakar yang relatif mahal
4) perputaran tidak kontan dan sulit dikendalikan

c. Motor servo

Kelebihan :

1) perputaran mudah dikendalikan dengan presisi
2) perputaran sangat konstan
3) penempatan mudah karena dimensi yang relatif kecil

Kekurangan :

1) harga pengadaan sangat mahal

*Morphological char*t serta kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sub fungsi akan membentuk menemukan alternatif desain dari perancangan mesin pengering cengkeh. Alternatif disain yang didapatkan adalah sebagai berikut :

a. Alternatif 1 (—————————)

Spesifikasi :

1. Mekanisme pengaduk material menggunakan pengaduk spiral
2. *Heater* penghasil udara panas menggunakan kompor gas
3. Mekanisme penggerak *mixer* menggunakan motor *servo*

b. Alternatif 2 (- - - - - - - - - - - -)

Spesifikasi :

1. Mekanisme pengaduk material menggunakan pengaduk tangki putar
2. *Heater* penghasil udara panas menggunakan bara api
3. Mekanisme penggerak *mixer* menggunakan motor bakar

c. Alternatif 3 (— · — · — · — · —)

Spesifikasi :

1. Mekanisme pengaduk material menggunakan pengaduk tangki putar
2. *Heater* penghasil udara panas menggunakan *electric heater*
3. Mekanisme penggerak *mixer* menggunakan motor listrik

Tahap 6 *Evaluating Alternatives* (evaluasi alternatif)

Tahap *evaluating alternatives* adalah tahap dimana setiap alternatif disain yang telah diperoleh dari langkah sebelumnya diberi penilaian berdasarkan pada narasumber. Penentuan penilaian alternatif disain dilakukan dengan mempertimbangkan 2 faktor, yaitu faktor teknis dan faktor biaya. Kedua faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Faktor teknis, terdiri dari :
   A. Keamanan
   B. Kemudahan pengoperasian
   C. Tingkat kemudahan produksi
   D. Kemudahan perawatan
2. Faktor teknis, terdiri dari :
   E. Biaya material
   F. Biaya proses permesinan
   G. Biaya pengadaan komponen standart
   H. Biaya operasional

Langkah lanjutan setelah kedua faktor tersebut ditentukan adalah melakukan pembobotan dari seluruh sub faktor yang menyusun dua faktor utama. Pembobotan dilakukan dengan membandingkan kepentingan antar sub faktor dalam sebuah tabel. Faktor yang dirasa lebih penting akan diberikan nilai 1 (Satu) dan faktor yang dirasa tidak lebih penting daripada faktor yang dibandingkan diberi nilai 0 (nol). Tabel pembobotan antar sub faktor adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8. Tabel Pembobotan

Objek Penilaian	A	B	C	D	E	F	G	H	Total Poin	Pembobotan
A	-	1	1	1	1	1	1	0	6	0,214
B	0	-	1	1	1	1	1	0	5	0,178
C	0	0	-	1	0	0	0	0	1	0,035
D	0	0	0	-	0	1	1	1	3	0,107
E	0	0	1	1	-	0	0	0	2	0,071
F	0	0	1	0	1	-	1	0	3	0,107
G	0	0	1	0	1	0	-	0	2	0,071
H	1	1	1	0	1	1	1	-	6	0,214
	Total								28	1

Setelah langkah pembobotan dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap masing-masing alternatif disain yang telah diperoleh dan mengalikan nilai yang diperoleh tersebut dengan hasil pembobotan untuk mendapatkan nilai akhir pada masing-masing alternatif disain. Penilaian dilakukan dengan memberikan angka 1 hingga 5 pada masing-masing alternatif desain berdasarkan tingkat keefektifan terhadap faktor penilaiannya. Tabel penilaian pada masing-masing alternatif desain adalah sebagai berikut :

Tabel 5.9. Tabel Penilaian Alternatif Desain

Faktor Penilaian	Pembobotan	Parameter	Alternatif Desain								
			1			2			3		
			Magni-tude	*Score*	*Value*	*Magni-tude*	*Score*	*Value*	*Magni-tude*	*Score*	*Value*
Keamanan (A)	0,214	Penggerak dan sumber pemanas	Kurang aman	2	0,428	aman	3	0,642	Sangat aman	5	1,071
Kemudahan pengoperasian (B)	0,178	Tingkat kemudahan	mudah	3	0,535	sulit	1	0,178	Lebih mudah	4	0,714
Tingkat kemudahan produksi (C)	0,035	Tingkat kemudahan	mudah	3	0,107	sulit	1	0,035	mudah	3	0,107
Kemudahan perawatan (D)	0,107	Frekuensi perawatan	Agak sulit	2	0,214	sulit	1	0,107	Lebih mudah	4	0,428
Biaya material (E)	0,071	Biaya dalam rupiah	20 juta	1	0,071	17 juta	3	0,214	15 juta	5	0,357
Biaya proses permesinan (F)	0,107	Biaya dalam rupiah	9 juta	4	0,428	12 juta	2	0,214	7 juta	5	0,535
Biaya pengadaan komponen standart (G)	0,071	Biaya dalam rupiah	17 juta	1	0,071	13 juta	3	0,214	11 juta	4	0,285
Biaya operasional (H)	0,214	Biaya Energi	170 ribu	3	0,642	200 ribu	1	0,214	140 ribu	5	1,071
Skor					**2,5**			**1,821**			**4,571**

Faktor keamanan adalah faktor yang menjamin keamanan operator pada saat mengoperasikan mesin. Nilai terendah pada faktor keamanan diberikan pada alternatif 1 karena pemanasnya menggunakan kompor gas dengan tabung gas yang beresiko meledak. Nilai keamanan lebih tinggi diberikan pada alternatif 2 yang menggunakan pemanas bara api dan tidak beresiko meledak, sedangkan nilai keamanan paling tinggi diberikan pada alternatif 2 yang menggunakan pemanas elektrik dimana dalam memanaskan udara pemanas ini bekerja tanpa memunculkan api.

Faktor kemudahan operasi mesin adalah faktor yang memberikan nilai paling tinggi pada alternatif mesin yang termudah dalam proses pengoperasiannya. Nilai tertinggi diberikan pada alternatif 3 karena pada alternatif ini operator tidak perlu menyalakan pemanas seperti pada alternatif lain ketika hendak memulai proses pengeringan cengkeh. Nilai terendah diberikan pada alternatif 2 karena pada alternatif ini operator harus menyalakan bara api terlebih dahulu sebelum memulai proses pengeringan.

Faktor tingkat kemudahan produksi adalah faktor dimana nilai tinggi akan diberikan pada alternatif desain yang dalam proses pembuatannya tidak terlalu banyak ditemui kesulitan. Alternatif 1 dan 3 memiliki nilai tertinggi karena dalam proses pembuatannya lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan alternatif 2 yang memiliki nilai terendah.

Faktor kemudahan perawatan memungkinkan operator dapat dengan mudah merawat mesin seperti membersihkan mesin dan melumasi mesin secara berkala. Nilai tertinggi pada faktor ini ada pada alternatif 3 dimana dengan pemanas elektrik operator tidak perlu melakukan perawatan pada bagian pemanas seperti pada alternatif lain. Alternatif 2 memiliki nilai terendah karena operator akan sering membersihakan bagian pemanas setelah mesin usai digunakan.

Faktor biaya material akan mendapat nilai tinggi jika material yang digunakan dalam alternatif desain sedikit serta murah. Faktor biaya proses permesinan dan faktor pengadaan komponen standart juga akan bernilai tinggi jika dalam pelaksanaannya lebih murah.

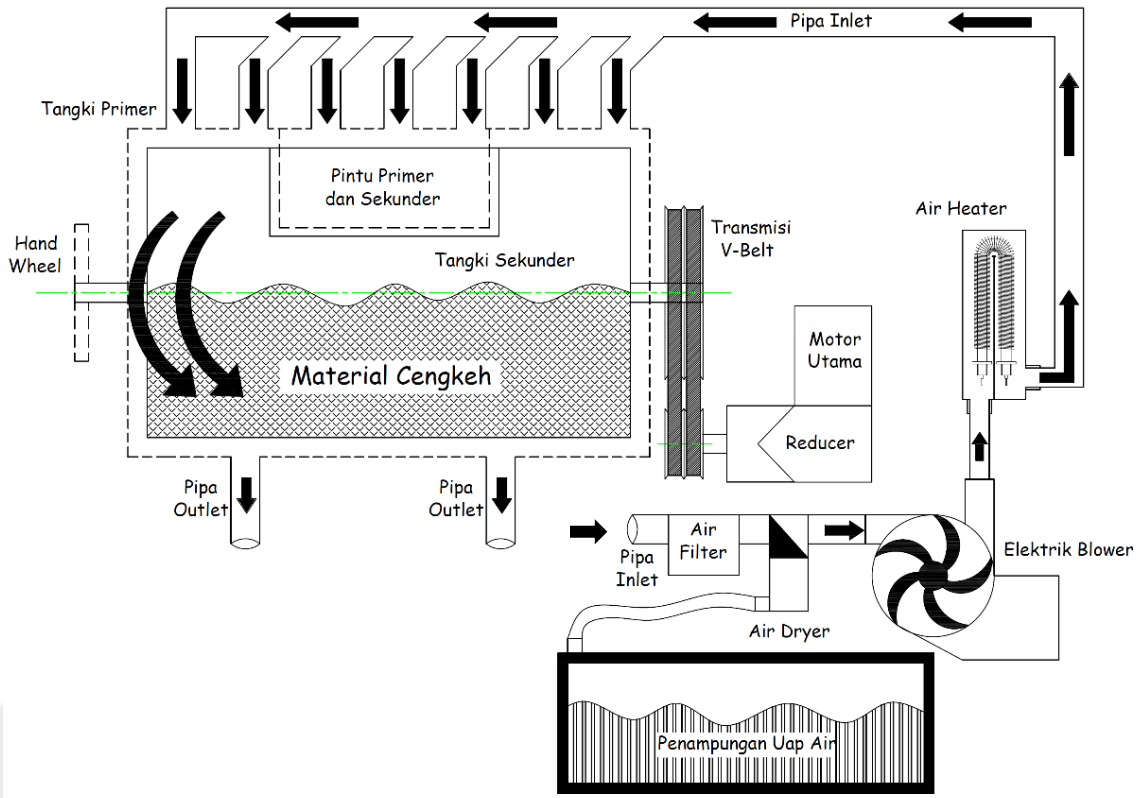
Faktor biaya operasional adalah faktor mengenai biaya yang diperlukan untuk melakukan proses produksi dengan masing-masing alternatif desain. Aternatif disain 3 memiliki nilai tertinggi karena memiliki biaya operasional paling sedikit dibandingkan dengan alternatif desain lainnya.

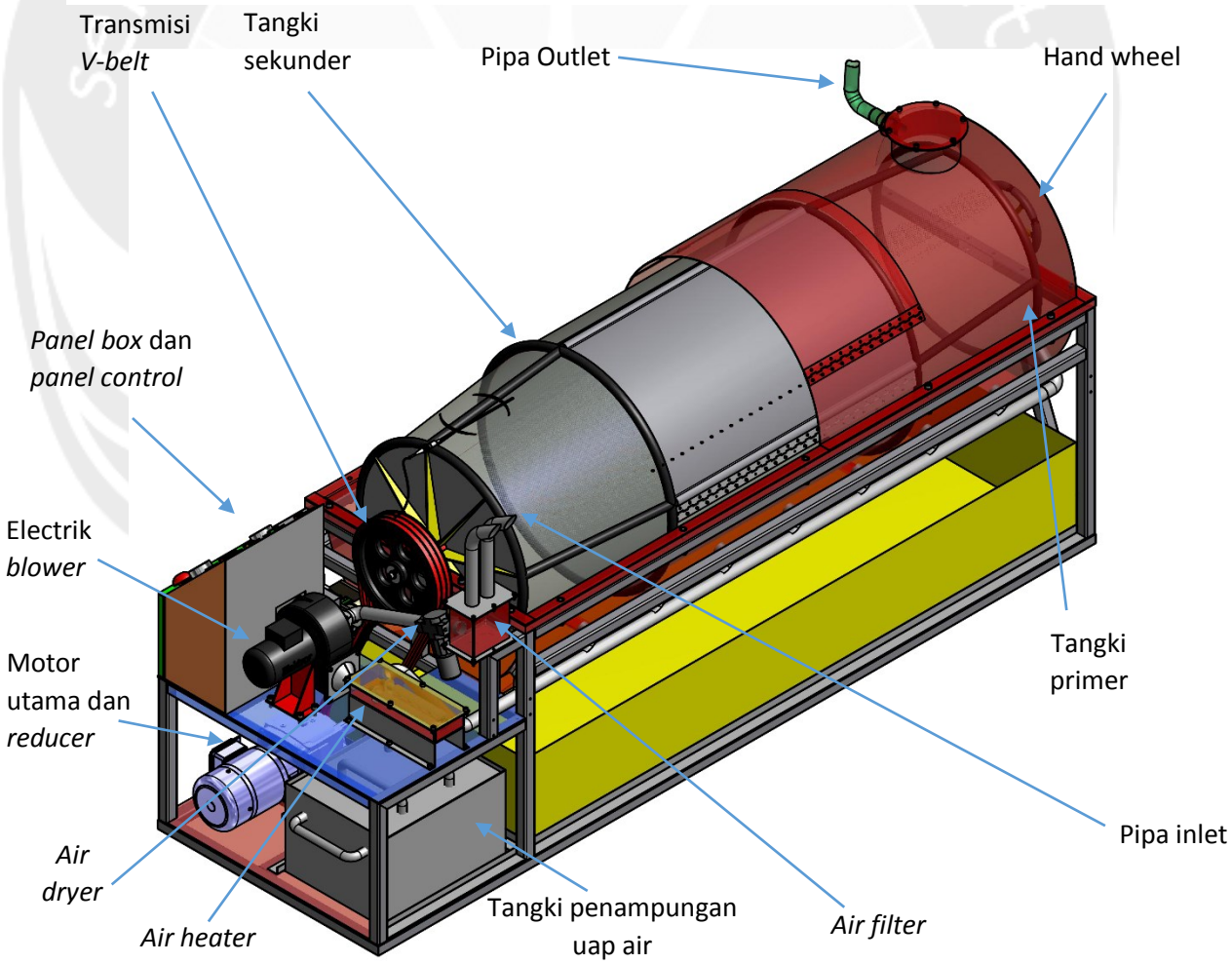
Hasil perhitungan faktor teknis dan faktor ekonomis dari ketiga alternatif desain yang telah diperoleh secara keseluruhan dan setelah dikalikan dengan faktor pembobotan kepentingan maka didapat bahwa alternatif desain ke 3 memiliki nilai tertinggi yaitu 4,571 sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan mesin pengering cengkeh yang hendak dibuat menggunakan spesifikasi dari alternatif disain ke 3.

Tahap 7 *Improving Details* (penyempurnaan perancangan)

Tahap *improving details* adalah tahap dimana dilakukannya penyempurnaan rancangan dari kesimpulan alternatif desain terpilih yang telah diperoleh dari analisa pembobotan. Tujuan dari tahapan *improving details* adalah untuk meningkatkan atau mempertahankan nilai produk bagi para konsumen sementara mengurangi biaya menjadi seminimal mungkin pada pembuat mesin pengering cengkeh. *Improving details* dilakukan dengan membuat konsep sistem kerja mesin pengering cengkeh secara keseluruhan yang berdasarkan dari spesifikasi alternatif disain terpilih sehingga didapatkan suatu sistem yang utuh dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

Konsep sistem kerja mesin pengering cengkeh seperti yang digambarkan pada Gambar 5.5 menjelaskan bahwa proses pengeringan cengkeh dilakukan dengan menempatkan cengkeh basah kedalam tangki sekunder hingga setengah penuh dan motor *electric blower* akan berputar menghisap udara dari luar ruangan, melewatkan udara pada filter udara untuk menyaring debu, melewatkan udara pada *air dryer* untuk mengeringkan udara, dan setelah melewati *electric blower* udara akan melewati *air heater* dan membuat udara menjadi panas. Udara panas memasuki ruangan tangki primer dan memanaskan ruangan tersebut sementara tangki sekunder berputar lambat (5-10 rpm) dengan tujuan meratakan panas ke seluruh permukaan cengkeh basah. Udara panas yang telah melewati cengkeh basah akan bersifat lembab dan akan dibuang ke udara luar melalui pipa outlet. Sistem pengeringan tersebut secara keseluruhan bersifat *open loop.* Konsep sistem kerja dari mesin pengering cengkeh secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut :

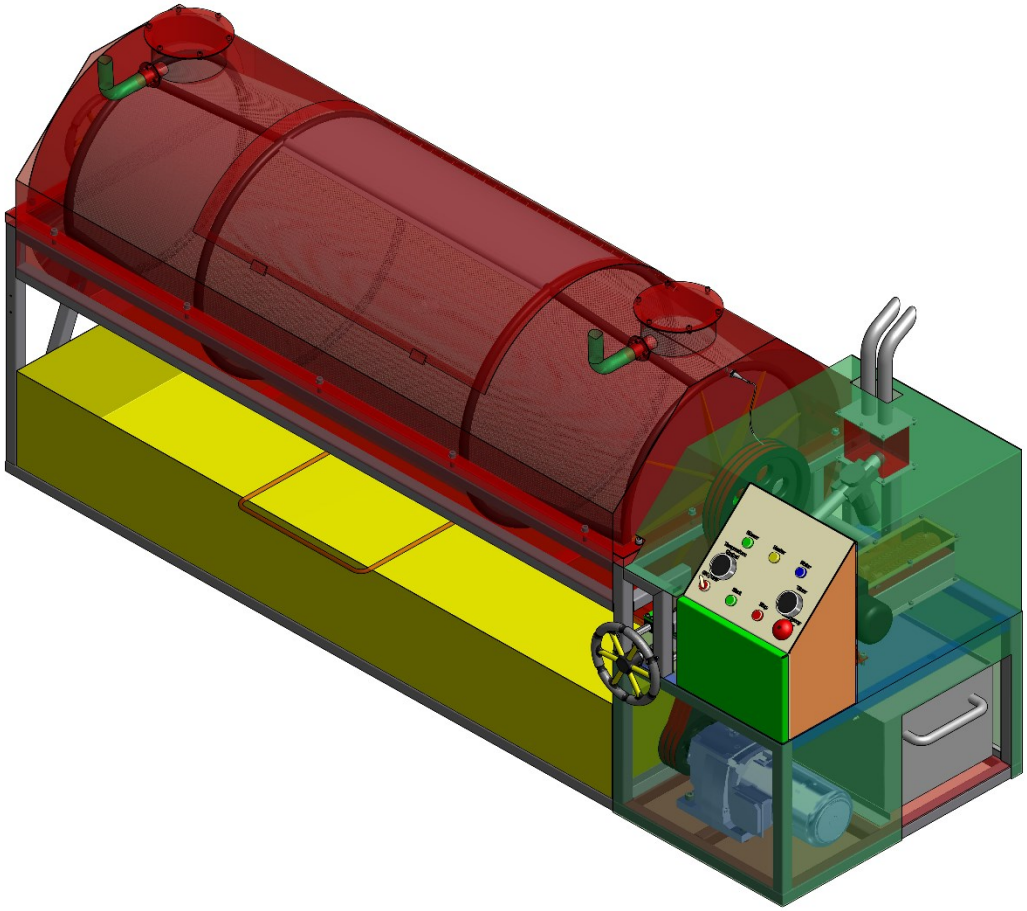




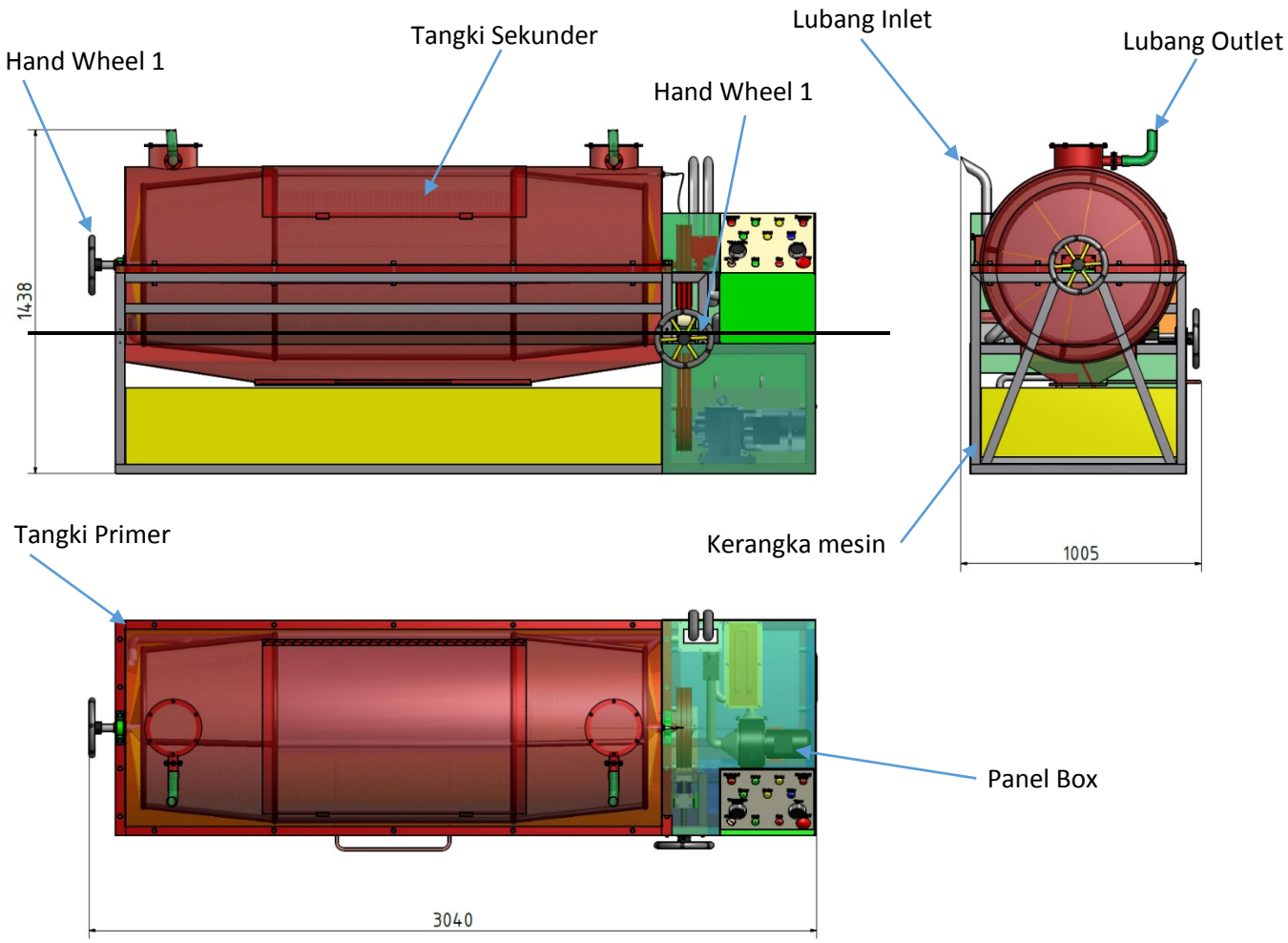
Gambar 5.4 Konsep Sistem Kerja Mesin Pengering Cengkeh

5.2. Proses CAD 3D Mesin Pegering Cengkeh

Proses CAD 3D bertujuan untuk meralisasikan konsep mesin pengering cengkeh yang telah dibuat pada proses sebelumnya menjadi suatu gambaran mesin 3 dimensi yang riil dan detail. Penggambaran konsep mesin menjadi gambar 3 dimensi dilakukan dengan bantual *software Autodesk Inventor* 2012. Gambar 3D mesin pengering cengkeh secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.5. Gambar 3D Isometri Mesin Pengering Cengkeh



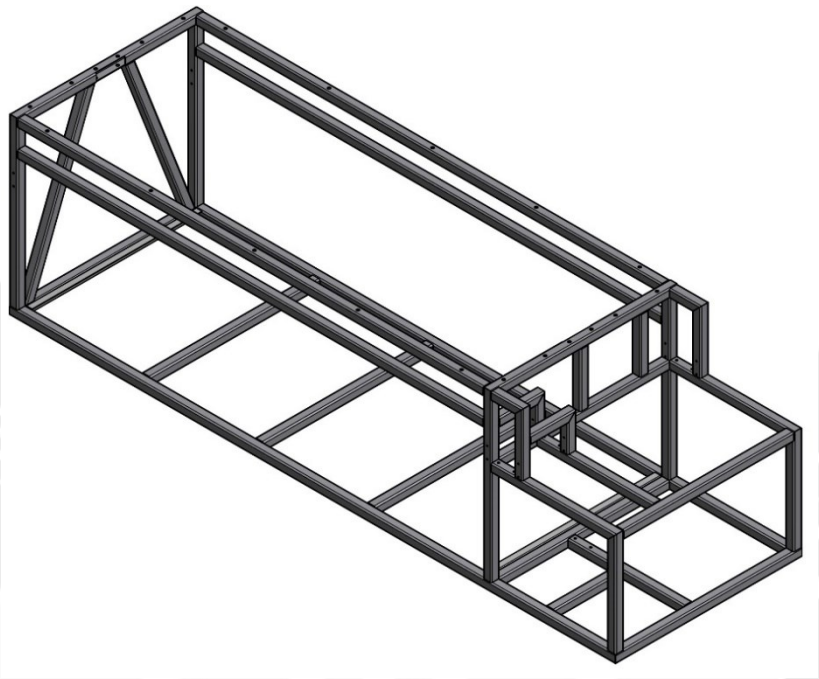
Gambar 5.6. Gambar Dimensi Mesin Pengering Cengkeh

Mesin pengering cengkeh didesain untuk kapasitas maksimal 500 kg cengkeh basah sekali proses pengeringan sesuai dengan permintaan konsumen. Mesin pengering cengkeh mempunyai beberapa bagian utama yang masing-masing mempunyai peran penting dalam membentuk fungsi utama mesin pengering cengkeh. Bagian-bagian utama dari mesin pengering cengkeh adalah sebagai berikut :

1. Rangka mesin

   Rangka mesin pengering cengkeh memiliki fungsi untuk menopang semua komponen-komponen mesin dan beban yang ditanggung mesin selama mesin beroperasi. Rangka mesin tersusun dari besi profil hollow dengan ukuran 40x40 mm dan tebal 1.2mm dengan pertimbangan profil hollow memiliki harga yang relatif murah dan kemampuan menahan beban yang baik. Rangka mesin juga berfungsi sebagai tempat mengkaitkan komponen-komponen mesin

lainnya sehingga masing-masing komponen dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Gambar 3D dari rangka mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.8. berikut :

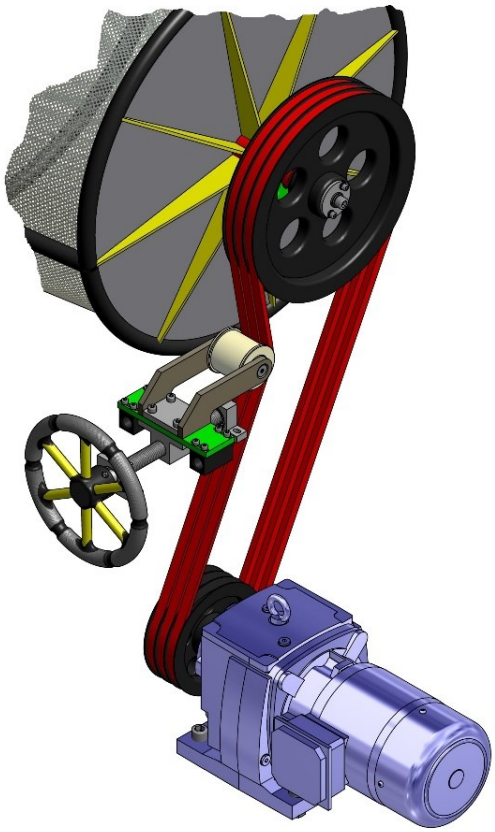


Gambar 5.7. Gambar Rangka Mesin Pengering Cengkeh

2. Mekanisme penggerak

   Mekanisme penggerak mesin pengering cengkeh berfungsi untuk menggerakan tangki sekunder. Bergeraknya tangki sekunder bertujuan agar panas dapat menjangkau seluruh bagian cengkeh didalam tangki sehingga cengkeh dapat kering dengan merata di akhir proses pengeringan. Tangki sekunder digerakan oleh sebuah motor induksi 1 *phase* berdaya 0.5 Kw dengan putaran maksimum 1200 rpm. Motor induksi direduksi oleh reducer gearbox dari 1200 rpm menjadi 120 rpm dan kemudian direduksi kembali oleh transmisi V-belt dengan perandingan 1:2 yang menjadikan putaran maksimum tangki sekunder menjadi 60 rpm. Mekanisme penggerak tangki sekunder juga dilengkapi dengan mekanisme clutch yang berfungsi sebagai menyambung dan memutus koneksi antara tangki sekunder dengan motor penggerak. Mekanisme clutch bertujuan untuk memudahkan memposisikan pintu tangki sekunder di bagian atas ataupun bawah saat operator hendak memasukan cengkeh basah kedalam tangki ataupun mengeluarkan cengkeh kering dari

tangki. Gambar 3D dari komponen mekanisme penggerak mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.9. berikut :

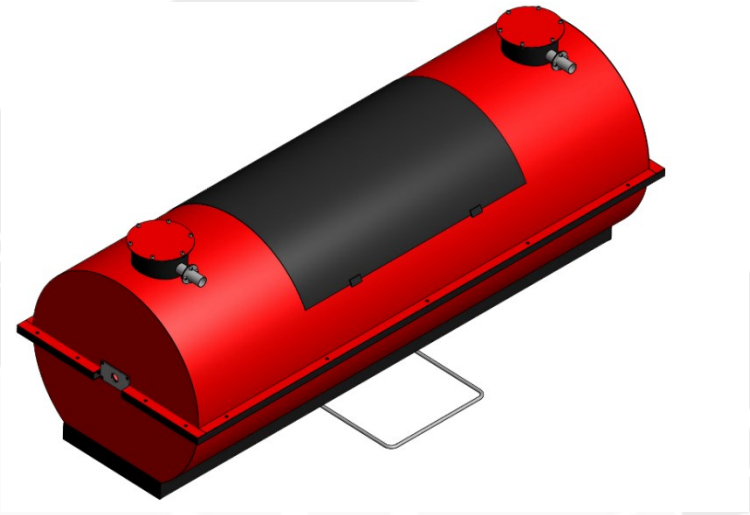


Gambar 5.8. Gambar Mekanisme Penggerak Mesin Pengering Cengkeh

3. Tangki primer

   Tangki primer mesin pengering cengkeh berfungsi untuk membatasi pergerakan udara panas yang dihasilkan oleh *blower* dan *heater*. Udara panas melalui pipa penyalur akan mengisi dan melewati seluruh ruangan tangki primer. Suhu didalam tangki primer akan dikontrol oleh sensor suhu berupa *thermocouple* yang akan memberikan inputan kepada motor blower serta *air heater*. Motor *blower* dan *air heater* akan mula-mula akan bekerja secara bersama-sama mengkondisikan suhu ruang tangki primer untuk mencapai suhu ±40º *celcius* dan ketika suhu telah tercapai *thermocouple* akan memberikan signal untuk mematikan motor *blower* dan *air heater* secara bersamaan. Ketika suhu didalam ruangan menurun di angka ±35º *celcius,* air *heater* dan motor *blower* akan kembali bekerja dan menaikan suhu ruangan hingga akhirnya ruangan tersebut memiliki suhu yang terjaga di rentan 35º

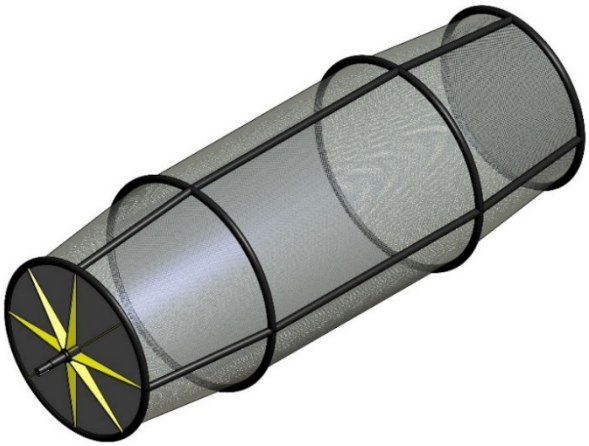
hingga 40º *celcius*. Tangki primer dilengkapi dengan dua pintu untuk keluar masuk material, pintu atas berfungsi intuk memasukan material cengkeh basah dan pintu bawah berfungsi untuk mengeluarkan cengkeh kering yang telah selesai melalui proses pengeringan. Gambar 3D dari tangki primer mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.10. berikut :



Gambar 5.9. Gambar Tangki Primer Mesin Pengering Cengkeh

4. Tangki sekunder

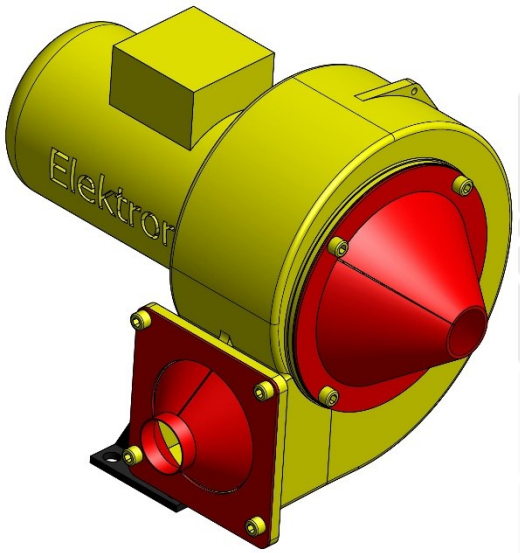
   Tangki sekunder berfungsi sebagai mekanisme pengaduk cengkeh yang dikeringkan. Tangki sekunder akan bekerja di dalam ruangan bersuhu terjaga didalam tangki primer. Rancangan tangki sekunder disesuaikan untuk mengaduk cengkeh basah dengan kapasitas maksimal 500 kg dan dalam proses pengadukan tangki sekunder akan berputar dengan putaran 5-10 rpm diatas bantalan gelinding. Gambar 3D dari tangki sekunder mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.11. berikut :



Gambar 5.10. Gambar Tangki Sekunder Mesin Pengering Cengkeh

5. *Blower*

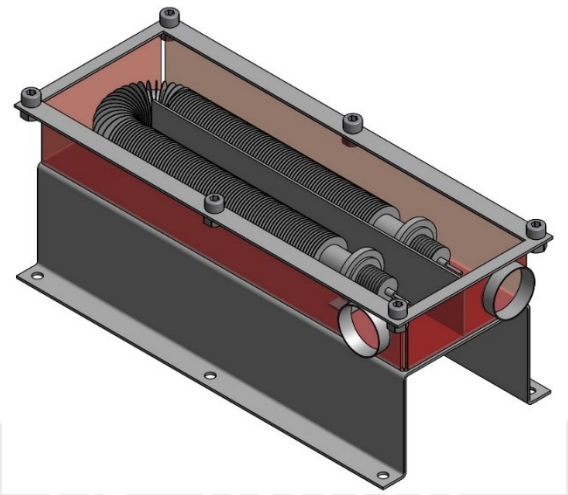
Blower pada mesin pengering cengkeh berfungsi untuk menghisap dan menyemburkan udara menuju ruangan *air heater* dan tangki primer serta menghisap udara yang telah melewati ruangan tangki primer. *Blower* menggunakan part standart produk dari *Elektror* dengan tipe E52. Gambar 3D dari *blower* mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.12. berikut:



Gambar 5.11. Gambar *Blower* Mesin Pengering Cengkeh

6. *Air Heater*

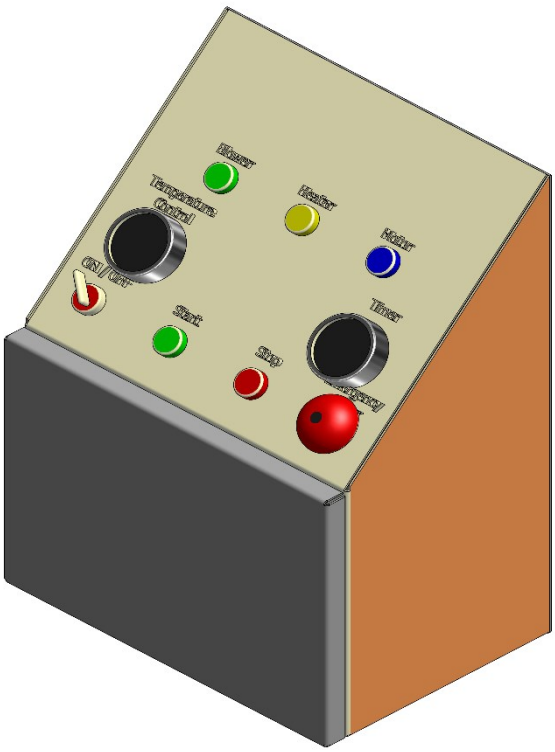
Air heater pada mesin pengering cengkeh berfungsi sebagai pemanas udara yang disemburkan oleh *blower. Air heater* memiliki sirip-sirip yang akan menghasilkan panas ketika dialiri tegangan pada kutub-kutubnya. *Air heater* ditempatkan pada sebuah kotak bersekat terbuat dari plat yang berguna mengarahkan udara di antara celah-celah sirip air heater sehingga pemanasan udara dapat terjadi dengan efektif. Gambar 3D dari *air heater* mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.13. berikut :



Gambar 5.12. Gambar *Air Heater* Mesin Pengering Cengkeh

7. Panel box

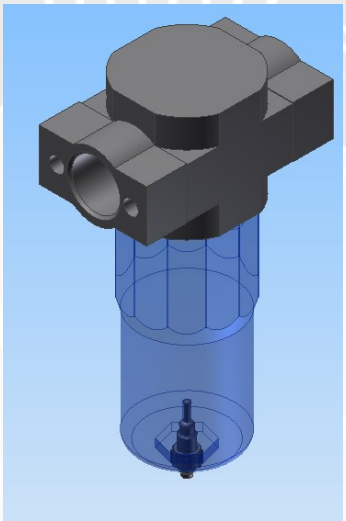
   Panel box pada mesin pengering cengkeh berfungsi sebagai tempat meletakan tombol-tombol pengontrol mesin dan perangkat elektronik pengontrol mesin. Panel box didisain model trapesium dengan tujuan memposisikan tombol lebih nyaman di operasikan oleh operator ketika sedang mengoperasikan mesin pengering cengkeh. Gambar 3D dari panel *box* mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.14. berikut :



Gambar 5.13. Gambar Panel *Box* Mesin Pengering Cengkeh

8. Pengering Udara

Pengering udara *input* pada mesin pengering cengkeh menggunakan *air dryer* produk *standard part* dari Festo bertipe LFMA-1-D-MAXI dengan kemampuan menyaring molekul hingga 0,01 µm dan efisiensi hingga 99,99%. *Air dryer* dipasang pada jalur input pipa yang mengalirkan udara luar ruangan menuju *blower*. *Air dryer* akan menjamin kekeringan udara input yang akan digunakan dalam proses pengeringan cengkeh di berbagai kondisi kelembaban udara mesin tersebut digunakan.



Gambar 5.14. Gambar *Air Filter* Mesin Pengering Cengkeh

5.3. Analisis Perhitungan Mesin

Perhitungan pada mesin pengering cengkeh berfungsi untuk mengetahui angka-angka nominal teknis mesin yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam pemilihan standart part penyusun mesin pengering cengkeh. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan referensi spesifikasi umum mesin yang telah ditentukan sebelumnya seperti kapasitas mesin yang harus dipenuhi, dimensi, angka keamanan dan lain-lain. Perhitungan-perhitungan teknis mesin pengering cengkeh dapat dilihat sebagai berikut :

1. Perhitungan kapasitas kerja mesin

Perhitungan kapasitas mesin pengering cengkeh menggunakan referensi rancangan mesin pengering cengkeh yang bekerja dalam kapasitas 500 kg cengkeh basah sekali proses pengeringan. Kapasitas cengkeh terhitung adalah kapasitas untuk pengeringan cengkeh basah seberat 500 kg dengan waktu maksimal yang diperlukan berdasarkan pada waktu pengeringan cengkeh

secara manual. Perhitungan kapasitas cengkeh minimum per 500 kg cengkeh basah dapat dihitung sebagai berikut :

m	=	500 kg
$t_{\text{efektif manual / hari}}$	=	6 jam
$n_{\text{cengekeh kering tanpa gangguan}}$	=	3 hari

kapasitas minimal pengeringan cengkeh dengan mesin pengeringan cengkeh :

$$\text{Kapasitas} = \frac{m}{t \times n}$$

$$= \frac{500 \text{ kg}}{6 \text{ jam} \times 3}$$

$$= 500 \text{ kg} / (18 \text{ jam} / 24 \text{ jam}) = 666{,}67 \text{ kg/hari}$$

2. Perhitungan poros penyangga

Poros penyangga adalah poros yang akan menahan beban utama dari mesin pengering cengkeh. Poros penyangga pada mesin pengering cengkeh terletak pada *shaft* penyangga tangki sekunder yang dalam proses pengeringan cengkeh akan berputar dengan tumpuan bantalan gelinding *pillow block*. Perhitungan poros penyangga pada mesin pengering cengkeh bertujuan untuk mengetahui diameter minimum yang dibutuhkan poros penyangga agar mampu berfungsi dengan baik dalam menahan beban saat proses pengeringan cengkeh berlangsung. Perhitungan poros penyangga pada mesin pengering cengkeh adalah sebagai berikut :

Perhitungan gaya beban :

$F = m_{total} \times g$

$F = 639{,}94 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/s}^2$

$F = 6.277{,}811 \text{ N}$

$F_a = F / 2 \qquad (L_a = L_b)$

$F_a = 6.277{,}811 \text{ N} / 2$

$F_a = 3.138{,}906 \text{ N}$

$\sigma = \frac{F}{A}$

$\sigma = \frac{F}{\pi r^2}$

$\sigma = \frac{3.138{,}906 \text{ N}}{\pi r^2}$

Batas geser material poros MS = σs_{zul} = 18,5 Kg/mm^2 = 181,5 N/ mm^2

Pengalian angka keamanan (5) : 181,5 N/ mm^2 / 5 = 36,3,4 N/ mm^2

36,3 N/ mm^2 $= \frac{3.138{,}906 \text{ N}}{\pi r^2}$

$\pi r^2 = \frac{3.138{,}906 \text{ N}}{36 \text{ N/ mm2}}$

πr^2 = 86,5 mm^2

r = 5,25 mm

d = 2 x r = **10,5 mm**

Kesimpulan dari perhitungan menyatakan bahwa diameter minimal yang harus di pakai setelah angka keamanan adalah 10,5 mm, mesin ini menggunakan diameter 30 mm jadi > dari 10,5 mm (memenuhi)

3. Perhitungan daya motor

Perhitungan daya motor penggerak pada mesin pengering cengkeh bertujuan untuk mengetahui daya minimal motor yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem putar mesin pengering cengkeh sesuai dengan fungsinya. Perhitungan daya motor akan melibatkan beberapa faktor teknis seperti faktor beban, gravitasi, dan putaran per menit. Perhitungan daya motor penggerak pada mesin pengering cengkeh adalah sebagai berikut :

p cengkeh = 390 kg/m^3

n_2 = 60 rpm (kecepatan maksimum)

r_{pulley} = 0,165 m

r_{poros} = 0,015 m

F_{beban} = (massa cengkeh + massa Pengaduk) x g

= (500 kg +139,94 kg) x 9,81 m/s^2

= 6.277,811 N

$F_{gesek\ bearing}$ = $koef_{gesek}$ x F_{beban}

= 0.0015 x 6.277,811 N

= 9,42 N

$F_{gesek\ bearing\ (total)}$ = 9,42 N x 2 = 18,83 N

$F_{gesek\ bearing\ (total)}$ x r_{poros} = ($F_{tarik\ pulley\ 1}$ – $F_{tarik\ pulley\ 2}$) x r_{pulley}

18,83 N x 0.015 m = ($F_{tarik\ pulley\ 1}$ – 0) x 0,165 m

0,283 Nm = $F_{tarik\ pulley\ 1}$ x 0,165 m

$F_{tarik\ pulley\ 1}$ = 1,715 N

Perhitungan kecepatan sudut :

$$\omega_1 = \frac{2\pi . n_2}{60}$$

$$\omega_1 = \frac{2\ \pi\ .\ 60\ rpm}{60}$$

= 6,29 rad/s

Perhitungan daya motor :

P_1 = Md x ω_1

= 0,283 Nm x 6,29 rad/s = 1,78 W = 0,00178 KW

Daya Motor setelah Efisiensi :

P_2 = P_1 / efisiensi motor = $\frac{0.00178\ KW}{0.8}$ = 0,0024 KW

P_3 = P_2 / efisiensi *Reducer gearbox* = $\frac{0.0024\ KW}{0.8}$ = 0,0028 KW

P_4 = P_3 / efisiensi *Reducer Pulley* = $\frac{0.0028\ KW}{0.7}$ = 0,004 KW

P_5 = P_4 x 5 (angka keamanan) = 0,004 x 5 = 0,02 KW

Spec Motor yang digunakan adalah : GIBBONS MOTOR (ML112M-4) Power : 0,5 KW 1 *phase* 220 *Volt*

4. Perhitungan umur bantalan gelinding

Bantalan gelinding pada mesin pengering cengkeh berfungsi sebagai penyangga bagian mesin yang berputar. Bantalan gelinding memperkecil gesekan saat mekanisme putar bekerja sehingga mereduksi beban yang ditanggung oleh motor penggerak. Bantalan gelinding yang digunakan pada mesin pengering cengkeh adalah *pillow block* UCP206-20. *Bearing* yang digunakan di dalam *pillow block* UCP206-20 sama tipenya dengan *bearing* 6206 dengan data sebagai berikut:

Tipe bearing yang digunakan SKF 6206 Z

B = 16 mm

d = 30 mm

D = 62 mm

C = 15,6 KN

n sistem = 10 rpm

q = 3 (untuk bantalan bola)

- Kemampuan Rpm = 10.000 rpm
- Cocok untuk *shaft* yang hanya mengalami gaya radial (berputar saja)

P $\rightarrow$ gaya yang diterima *shaft* paling besar $\rightarrow F_a \rightarrow F_b$

P *shaft* = 3.138,906 N = 3,138 KN

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^q$$

$$= \left(\frac{15.6 \text{ KN}}{3.138 \text{ KN}}\right)^3$$

$$= 122,86$$

Perhitungan umur bantalan gelinding :

$$L = \frac{Lh \times n \times 60}{10^6}$$

$$122{,}86 = \frac{Lh \times 10\ rpm \times 60}{10^6}$$

Lh = 204.768,77 jam = 23,375 tahun

Hasil perhitungan menunjukan bahwa *bearing* yang digunakan di dalam pillow block UCP206-20 pada mesin pengering cengkeh dapat digunakan hingga 23.375 tahun pemakaian mesin secara intensif.

5. Perhitungan transmisi sabuk

Transmisi sabuk pada mesin pengering cengkeh menggunakan transmisi sabuk *V-belt*. Panjang dari sabuk yang digunakan pada mesin pengering cengkeh dapat dihitung sebagai berikut :

$$L_{wr} = 2 \cdot L_a \cdot \cos\alpha + \frac{\pi}{2} \cdot (dw_1 + dw_2) + \frac{\pi.\alpha}{180°} \cdot (dw_2 - dw_1)$$

L_a = 279,85 mm

α = 6,19º

dw_1 = 177,8 mm

dw_2 = 330,2 mm

$$L_{wr} = 2 \cdot 279{,}85\ mm \cdot \cos(6.19º) + \frac{\pi}{2} \cdot (177{,}8\ mm + 330{,}2\ mm) + \frac{\pi.6.19º}{180°} \cdot (330{,}2\ mm - 177{,}8\ mm)$$

L_{wr} = 556,43 mm + 911,06 mm + 16,45 mm = 1.483,94 mm

Spesifikasi panjang strandart part sabuk *V-belt* paling mendekati :

B59 dengan panjang sabuk 1.499 mm

Panjang sabuk yang dipilih dengan 2 step diatas B59 :

<u>B61</u> dengan panjang sabuk <u>1.549 mm</u>

Panjang sabuk tranmisi *V-belt* sesuai perhitungan diatas adalah panjang sabuk dalam keadaan kencang. Transmisi sabuk *V-belt* pada mesin pengering cengkeh mengaplikasikan mekanisme tambahan berupa roller penekan yang

berfungsi sebagai adjuster kekencangan sabuk guna menjaga sabuk agar selalu kencang sekaligus sebagai mekanisme *clutch* pemisah hubungan antara putaran motor penggerak dengan tangki sekunder. Pemilihan panjang sabuk pada mesin pengering cengkeh dengan memperhatikan mekanisme tambahan roller penekan makan akan dipilih panjang sabuk 2 *step* diatas panjang sabuk standart part yang paling mendekati perhitungan. Tujuan pemilihan panjang sabuk 2 *step* panjang diatas spesifikasi paling mendekati adalah agar ketika adjuster dikendorkan, sabuk dengan *pulley* dapat selip dengan baik sehingga fungsi *clutch* dapat terjadi.

6. Perhitungan *heater*

Heater pada mesin pengering cengkeh berfungsi untuk memanaskan udara yang disemburkan oleh *blower* sebelum memasuki ruangan pengovenan cengkeh. Udara akan dijaga pada suhu 40º C untuk proses pengeringan cengkeh, *heater* akan bekerja ketika suhu ruangan belum mencapai 40º C dan akan berhenti ketika suhu telah tercapai dan akan kembali bekerja ketika suhutelah turun menyentuh angka 36º C. Perhitungan daya *heater* dan waktu proses pemanasan udara mencapai suhu yang dikehendaki adalah sebagai berikut :

Diketahui

m = 500 kg

t1 = 25º C

t2 = 40˚C

T = 24 jam

= 3.600 x 24

=86.400 s

Menghitung kalor yang dibutuhkan :

Q = m x c x Δ t

= 500 kg x 2,75 kj/kg x 15ºC

= 20,625 kj

W = 20,625 kj = 20.625.000 j

Menghitung daya yang dibutuhkan :

$$P = \frac{W}{t}$$

$$= \frac{20.625.000}{86.400}$$

= 238,81 W

= 0,238 KW

Menghitung daya yang dihasilkan heater:

P = 238 watt

V = 200 volt

P = V x I

238 = 200 x I

I = 1,19 A

Menghitung nilai hambatan:

V = I x R

200 = 1,19 x R

R = 168,06 ohm

Jika dipasang pada 220 volt, maka:

V = 220 volt

R = 168,06 ohm

V = I x R

220 = I x 168,06

I = 1,3 Amp

Menghitung daya yang dihasilkan:

P = V x I

P = 220 x 1,3

= 287,98 watt

= **0,288 KW**

Waktu pemanasan yang diperlukan adalah seperti perhitungan di bawah ini :

Volume tabung = 1,185 m^3

Menghitung *Heat quantity required heater (Kw)* =

$$\frac{\textit{Volume x gravity x specific heat x increase temperature}}{\textit{860 x heating time (h) x efficiency (μ)}}$$

$$0{,}288 = \frac{1.185 \times 1{,}16 \times 0{,}24 \times 15^{o}\ C}{860 \times \text{heating time} \times 0{,}3}$$

Heating time = 0,66 jam

= **39,96 menit**

Spesifikasi *heater* yang dipakai adalah Misumi 12-250-A80-V200-W350 dengan daya 0,35 Kw dengan alasan daya yang lebih besar akan memperpendek waktu pemanasan ruangan mencapai yang hendak dicapai. Perhitungan waktu pemanasan dengan heater berdaya 0.35 Kw adalah sebagai berikut :

Volume tabung = 1,185 m^3

Menghitung *Heat quantity required heater (Kw)* =

$$\frac{\textit{Volume x gravity x specific heat x increase temperature}}{\textit{860 x heating time (h) x efficiency (μ)}}$$

$$2.350 = \frac{1.185 \times 1{,}16 \times 0{,}24 \times 15^{o}\ C}{860 \times \text{heating time} \times 0.3}$$

Heating time = 0,0816 jam

= **4,89 menit**

7. Perhitungan *blower*

Blower pada mesin pengering cengkeh berfungsi untuk mengalirkan udara dari dalam ruang oven, menuju *air filter*, *preassure switch*, *air heater* dan pada akhirnya kembali lagi ke ruang oven. Perhitungan untuk *blower* mengacu pada kecepatan *heater* dalam menaikan suhu udara saat proses pengeringan cengkeh dari udara batas minimal 36º C hingga 40º C. Perhitungan waktu proses *heater* dalam menaikan suhu udara saat proses pengeringan berlangsung adalah sebagai berikut :

t1 = 36º C

t2 = 40º C

Δ t = 40º C - 36º C

= 4º C

Menghitung *Heat quantity required heater (Kw)* =

$$\frac{\textit{Volume x gravity x specific heat x increase temperature}}{\textit{860 x heating time (h) x efficiency (μ)}}$$

$$2{,}350 = \frac{1.185 \times 1{,}16 \times 0{,}24 \times 4^{\circ}\,C}{860 \times \textit{heating time} \times 0{,}3}$$

Heating time = 0,027 jam

= **1,3 menit**

Waktu proses *heater* untuk sekali menaikan suhu ruang oven selama proses pengeringan berlangsung akan dijadikan acuan waktu dalam pencarian debit minimum *blower*. Perhitungan debit minimal *blower* adalah sebagai berikut :

$$Q\ min = \frac{V_{ruang\ oven}}{T_{heater}}$$

$$= \frac{3{,}14 \times (0{,}42\ m)^2 \times 2{,}251\ m}{1{,}3\ min}$$

$$= 0{,}91\ m^3 / min$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka *blowe*r yang dipilih adalah *blowe*r dari produsen *Elektror* dengan tipe E52.

5.4. Analisis Kekuatan Rangka

Analisis kekuatan rangka pada mesin pengering cengkeh dilakukan untuk mengetahui batas kekuatan rangka dalam menahan beban sesuai dengan fungsinya. Analisis kekuatan rangka akan menghasilkan hasil analisis berupa angka keamanan maksimal rangka mesin dalam menahan beban yang ditentukan serta nominal *displacement* beban ke rangka mesin yang akan menyebabkan rangka bengkok. Analisis kekuatan rangka mesin pengering cengkeh dilakukan dengan software Autodesk Inventor 2012 dengan hasil analisis sebagai berikut :

Total beban ditanggung frame (m) = beban material + beban tangki sekunder

= 500 kg + 139,94 kg

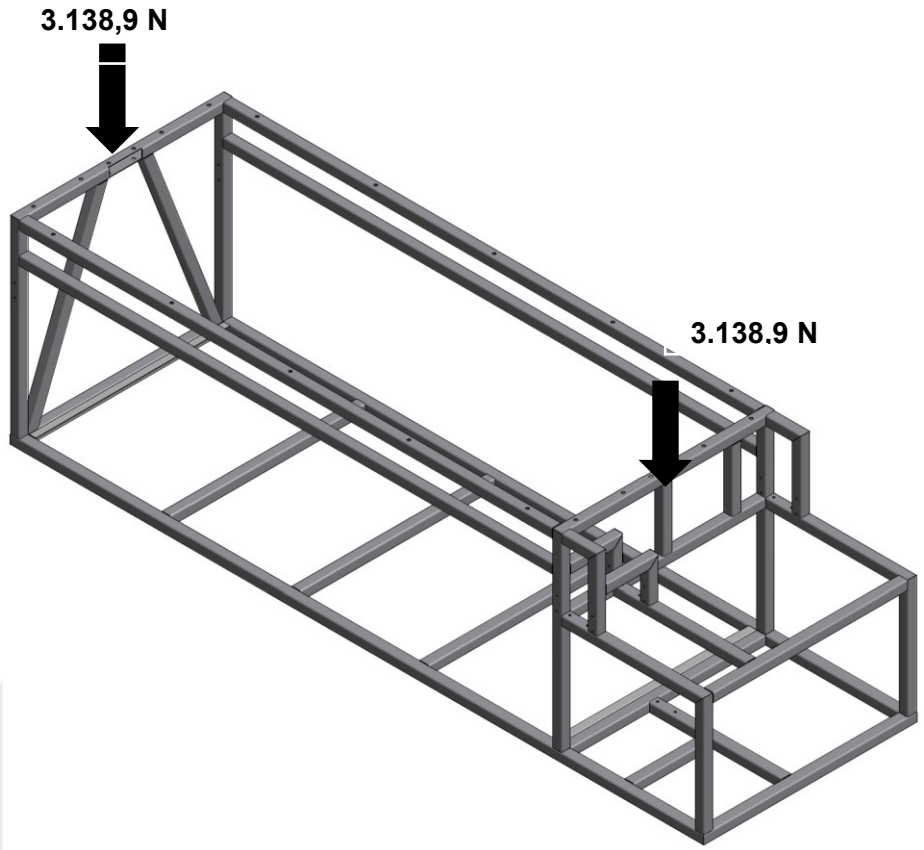
= 639,94 kg

Menghitung gaya berat :

Gaya berat (F) = m x g

= 639,94 kg x 9,81 m/s^2 = 6.277,8 N

Gaya berat yang ditanggung oleh frame akan ditumpu pada 2 titik, maka gaya per titik adalah gaya total dibagi 2 yaitu : 3.138,9 N



Gambar 5.15. Gambar Pembebanan Gaya Berat pada *Frame*

Data fisik frame mesin pengering cengkeh meliputi data massa rangke total, luasan rangka total, volume rangka total, massa jenis material frame (Mild Steal), dan data lain mengenai karakteristik material. Data fisik frame mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Tabel 5.10. sebagai berikut :

Tabel 5.10. Data Fisik Material 1

⊟ **Physical**

Mass	90,5397 kg
Area	9550290 mm^2
Volume	11519100 mm^3

Tabel 5.11. Data Fisik Material 2

⊟ **Material(s)**

Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7,86 g/cm^3
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,275 ul
	Shear Modulus	86,2745 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0,000012 ul/c
	Thermal Conductivity	56 W/(m K)
	Specific Heat	460 J/(kg c)

Data pembebanan gaya berat pada frame mesin pengering cengkeh meliputi besaran beban dalam *newton* dan arah pembebanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.12. sebagai berikut :

Tabel 5.12. Data Besaran Gaya Berat

⊟ **Force:1**

Load Type	Force
Magnitude	3199.700 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-3199.700 N
Vector Z	-0.000 N

Data hasil analis pembebanan dengan *software Autodesk Inventor* 2012 meliputi penyimpangan posisi rangka dengan besar penyimpangan maksimum mencapai 0.138806 mm dan besaran angka keamanan mesin minimum dengan besaran 4.14028 kali oleh pemberian gaya berat tertentu. Rincian dari hasil analisis pembebanan dapat dilihat pada Tabel 5.13. dan 3.14. sebagai berikut :

Tabel 5.13. Hasil Analisa *Autodesk Inventor* 2013 1

⊟ **Results**

⊟ **Reaction Force and Moment on Constraints**

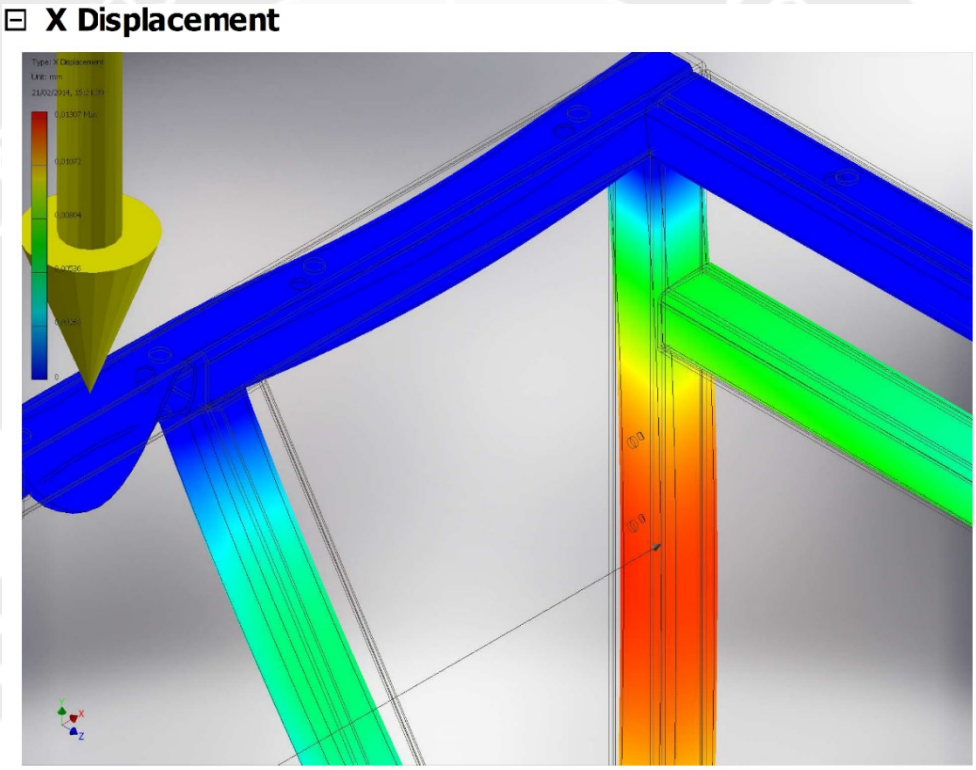
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	3199,7 N	0 N	950,778 N m	950,778 N m
		3199,7 N		0 N m
		0 N		0 N m

Tabel 5.14. Hasil Analisa *Autodesk Inventor* 2013 2

⊟ **Result Summary**

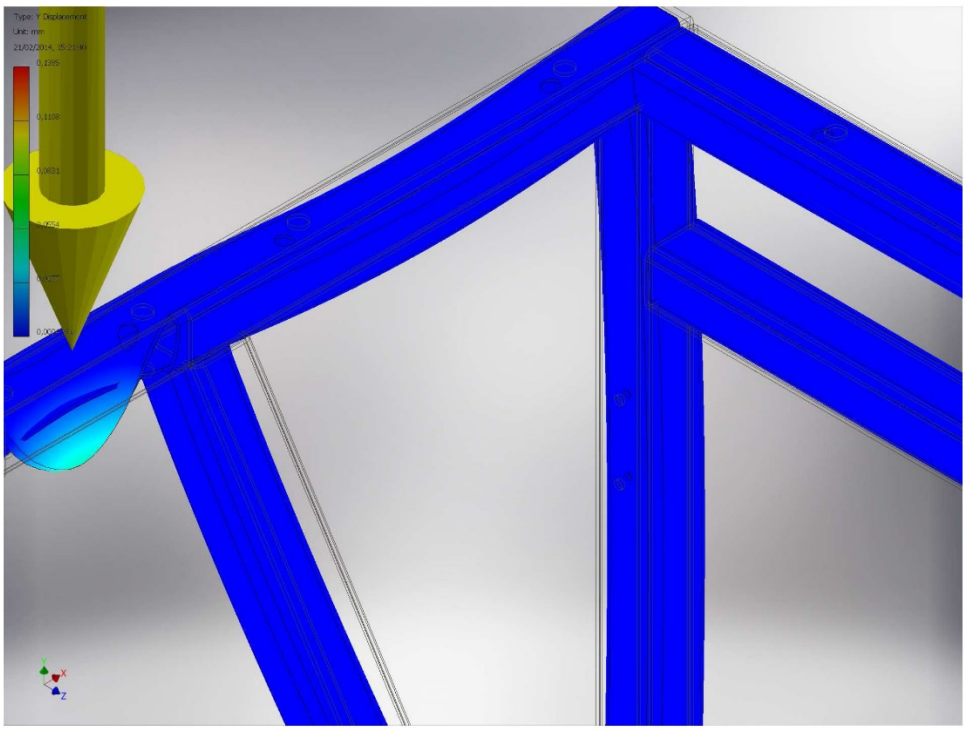
Name	Minimum	Maximum
Volume	11519100 mm^3	
Mass	90,5397 kg	
Von Mises Stress	0,000000020015 MPa	49,9002 MPa
1st Principal Stress	-15,3519 MPa	39,0546 MPa
3rd Principal Stress	-59,8586 MPa	9,4834 MPa
Displacement	0 mm	0,138806 mm
Safety Factor	4,14828 ul	15 ul

Penyimpangan rangka mesin pengering cengkeh karena pembebanan gaya berat dapat dilihat pada Gambar 5.17. , 5.18. , 5.19. Penyimpangan terbesar ditunjukan pada analisis rangka di bagian sumbu X yang ditunjukan oleh warna kuning hingga menjingga. Bagian paling jingga adalah posisi paling kritis dari rangka mesin pengering cengkeh, namun bagian terkritis tersebut berdasarkan hasil analisis mempunyai angka keamanan senilai 4,14028 kali dan dengan angka tersebut rangka mesin pengering cengkeh dapat disimpulkan masih aman untuk menjalankan fungsinya yang menanggung beban total senilai 639,94 kg.



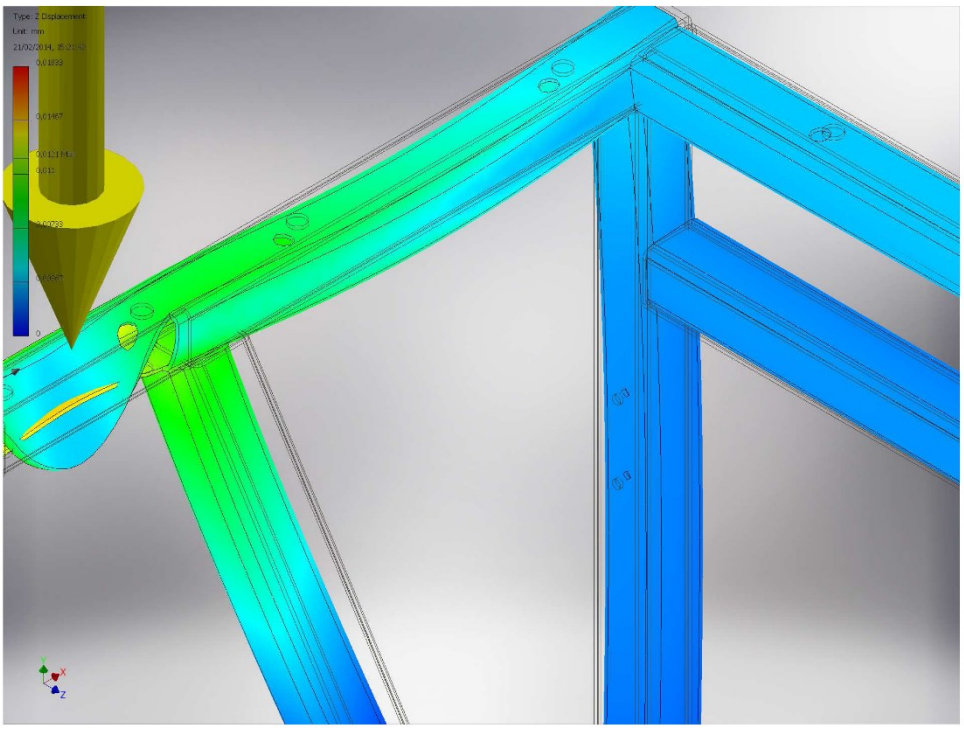
Gambar 5.16. Gambar *Displacement* Sumbu X

⊟ **Y Displacement**



Gambar 5.17. Gambar *Displacement* Sumbu Y

⊟ **Z Displacement**



Gambar 5.18. Gambar *Displacement* Sumbu Z

5.5. Analisis Perancangan Sistem Kontrol

Mesin pengering cengkeh dirancang menggunakan sistem kontrol berupa komponen-komponen elektronika tanpa perlu menggunakan program. Hal tersebut dikarenakan sasaran pasar diperuntukan bagi para petani dengan kemampuan ekonomi menengah sehingga hanya menggunakan komponen elektronika tanpa program. Sistem elektronika yang dipakai cukup sederhana. Komponen elektronika yang digunakan antara lain: MCB (*Mini Circuit Braker*), o*verload, relay, k*ontaktor, komponen pendukung lainnya.

Keamanan mesin pengering cengkeh didukung dengan adanya penggunaan MCB dan *over load* yang dipasang pada masing-masing komponen penggerak dan *heater*. Penggunaan sensor suhu dan juga pengontrol tekanan juga diaplikasikan pada mesin pengering cengkeh ini sebagai sensor inputan. Semua rangkaian bertujuan untuk menjalankan fungsi dan juga mengedepankan faktor keamanan. Penjelasan lebih mendetail perancangan sistem kontrol mesin pengering cengkeh yang meliputi diagram *wiring* elektrik, *part list* elektrik, serta penempatan posisi tombol pada panel box adalah sebagai berikut :

1. Diagram *wiring* electrik utama

   Mesin pengering cengkeh dirancang dengan sistem kontrol yang menggunakan rangkaian komponen-komponen elektrik mengandalkan *relay* AC 220 sebagai pengontrol utamanya. Rangkaian electrik dirancang mulai dari arus listrik sumber bertengangan 220V AC yang dilewatkan pada MCB1 sebagai pengaman dan pemisah langsung dari sumber tegangan. Selanjutnya setelah arus listrik dihubungkan dengan massa bumi atau *grounding* dan sebelum arus listrik dilewatkan pada selector *main switch*, arus listrik dilewatkan kembali pada MCB2 dengan tujuan untuk keamanan dan piranti memutus hubungan arus listrik di bagian ini jika terjadi konsleting. Arus listrik setelah melewati *main switch* akan di paralel menjadi dua bagian, bagian pertama ditujukan pada lampu indikator "*ON*" sebagai tanda mesin telah mendapat suplay arus listrik dari tegangan sedangkan bagian kedua akan dilewatkan pada tombol *emergency normaly close* untuk fungsi *emergency* dan sakelar "*ON*" untuk mengalirkan arus listrik ke rangkaian fungsi kontrol utama. Bagian pertama hasil dari pemaralelan tadi selanjutnya digunakan untuk menyalakan lampu indikator "*ON*" sebagai tanda bahwa mesin siap untuk difungsikan karena telah menerima sumber arus listrik, lalu bagian paralel kedua setelah melewati

tombol "*ON*" kembali diparalel menjadi tiga bagian. Bagian pertama arus listrik ditujukan untuk menyalakan lampu indikator "*POWER*" sebagai tanda power pada sistem kontrol utama sudah tersedia, bagian kedua ditujuakan pada kontak *relay K5 normaly close* dan setelah itu tersambung pada lampu indikator "STOP", bagian ketiga tersambung pada rangkaian penahan dengan memparalel kontak *relay normaly Open K4* dengan push buttom start yang berfungsi untuk memulai peroses kerja pada mesin pengering cengkeh. Pada bagian ketiga ini setelah disambungkan pada rangkaian penahan arus listrik dialirkan pada kontak *timer normaly close* untuk menghentikan proses kerja jika waktu proses yang telah ditentukan telah habis. Setelah melewati kontak *timer* rangkaian ketiga kembali diparalelkan menjadi 7 rangkaian kotrol utama sebagai berikut :

1. Rangkaian pertama

   Rangkaian pertama arus listrik kembali diparalel menjadi dua bagian, bagian pertama difungsikan sebagai pemicu *relay K4* dan bagian kedua sebagai sumber tegangan lambu indikator prose mesin sedang berjalan.

2. Rangkaian kedua

   Rangkaian kedua arus listrik disambungkan pada rangkaian penahan dengan memparalelkan *push bottom start normaly open* dengan kontak *relay K5 normaly open*. Arus listrik setelah melewati rangkaian penahan dilewatkan pada *push bottom "STOP"* bersifat *normaly close* untuk menghentikan proses kerja masin dan selanjutnya dihubungkan pada pemicu *relay K5*.

3. Rangkaian ketiga

   Rangkaian ketiga pada sistem kontrol utama mengalirkan arus listrik pada *timer T1*. *Timer* akan berfungsi sama seperti *relay normaly close* yang jika waktu setting pada *timer* telah habis maka kontak *timer T1* tersebut akan memutus arus listrik yang menuju sistem kontrol utama mesin.

4. Rangkaian keempat

   Rangkaian keempat pada sistem kontrol utama mengalirkan arus listrik pada sensor suhu *thermocouple* yang akan mengatur suhu kerja saat mesin pengering cengkeh melakukan proses pengeringan. Sensor suhu juga bekerja seperti *relay* yang akan memutus kerja heater bila suhu proses telah dicapai dan kembali menyalakan *heater* ketika suhu kerja lebih rendah dari suhu yang telah ditentukan.

5. Rangkaian kelima

   Rangkaian kelima adalah rangkaian untuk menyalakan *heater* pemanas pada sistem kerja mesin pengering cengkeh. Rangkaian kelima mula-mula melewati kontak sensor *thermocouple* dan selanjutnya diparalel menjadi dua bagian, bagian pertama digunakan sebagai pemicu *relay K3* yang nantinya kontak dari *relay* ini akan menyalakan *heater* dan pada bagian kedua digunakan untuk menyalakan lampu indikator *Heater ON*.

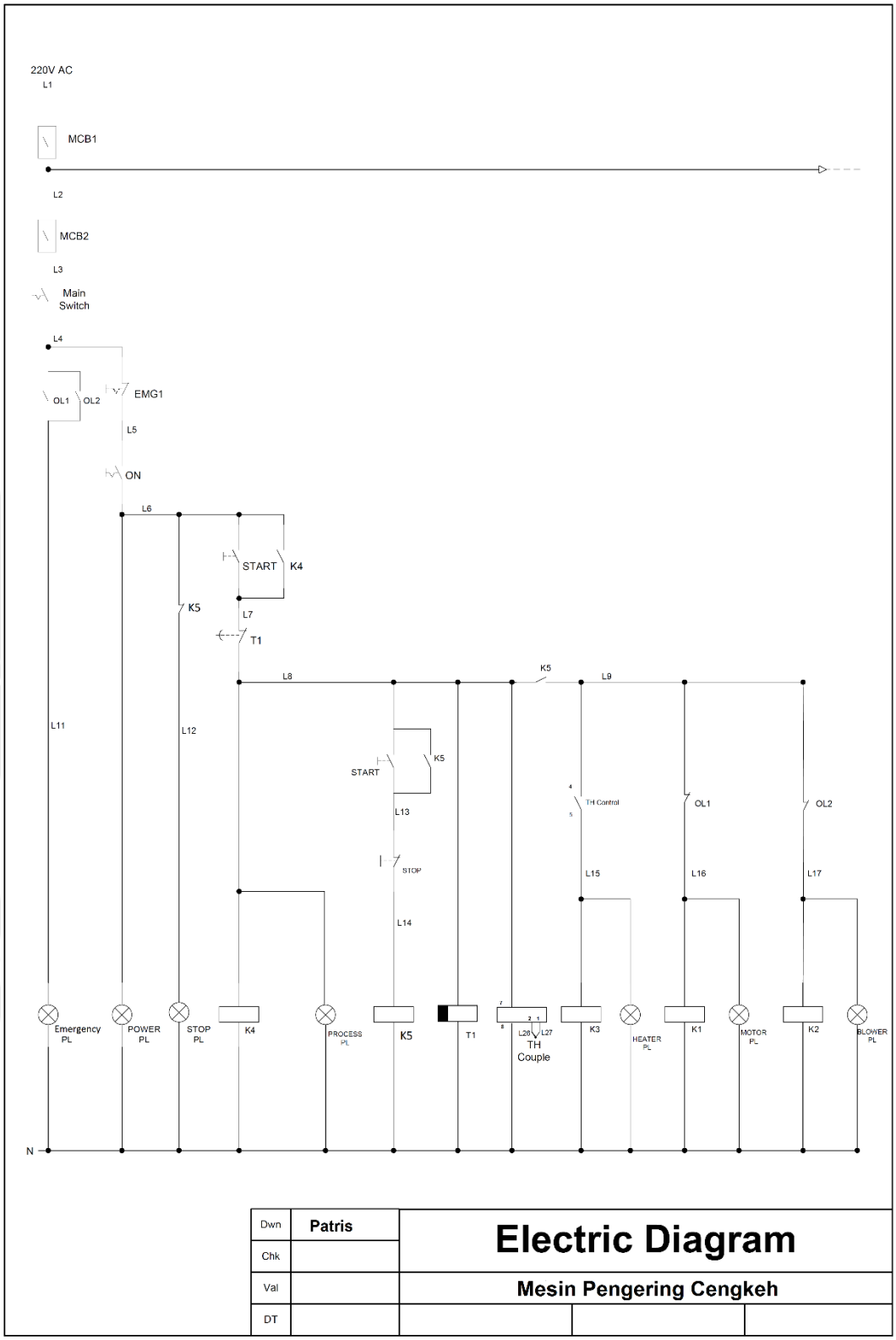
6. Rangkaian keenam

   Rangkaian keenam difungsikan sebagai pengontrol kerja motor utama yang berfungsi sebagai pengaduk material cengkeh saat proses pengeringan berlangsung. Arus listrik pada rangkaian ini mula-mula dilewatkan pada *overload* untuk keamanan dan setelah melewati *overload* arus listrik diparalel menjadi dua bagian. Bagian pertama arus listrik digunakan sebagai pemicu *relay K1* yang nantinya kontak dari *relay* ini akan menyalakan motor utama. Bagian kedua pada pemparalelan rangkaian ini digunakan untuk menyalakan lampu indikator motor utama *ON*.

7. Rangkaian ketujuh

   Rangkaian ketujuh memiliki fungsi yang sama dengan rangkaian kelima dan keenam, namun pada rangkaian ini difungsikan untuk mengontrol kerja motor *blower*. Arus listrik mula-mula dilewatkan pada *overload* sebagai peranti pengaman dan selanjutnya diparalel menjadi dua bagian. Bagian pertama pada paralel rangkaian digunakan sebagai pemicu *relay K2* dan bagian kedua digunakan untuk menyalakan lampu indikator yang menandakan aktifnya *blower*.

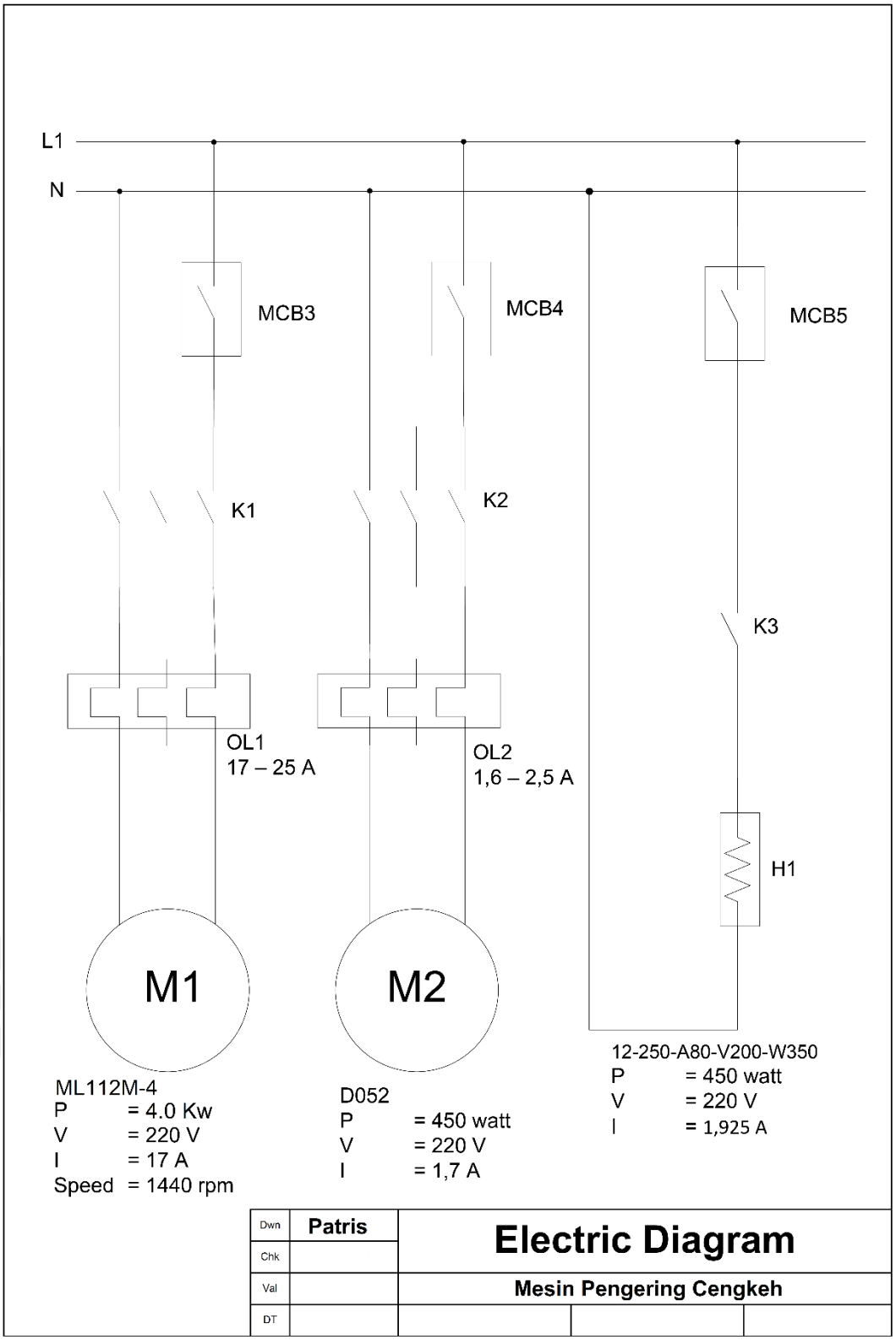
Seluruh percabangan pada diagram *wiring* utama perancangan sistem kontrol mesin pengering cengkeh akan ditujukan pada saluran netral sehingga seluruh fungsi kontrol dapat berfungsi. Gambar diagram *wiring* utama pada mesin pengering cengkeh untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.20. sebagai berikut :



Gambar 5.19. Gambar *Electric Diagram* 1

2. Diagram *wiring* motor utama, *blower*, dan *heat*er

   Terlepas dari diagram *wiring* utama mesin pengering cengkeh, terdapat pula diagram *wiring* yang digunakan untuk mengaktifkan fungsi motor utama, motor *blower*, dan *air heater*. Masing-masing fungsi dari ketiga komponen tersebut secara berturut-turut diaktifkan oleh kontak *relay normaly open K1*, *K2*, dan *K3*. Arus listrik bertegangan 220V AC dari sumber tegangan mula-mula dilewatkan pada *MCB3*, *MCB4*, dan *MCB5* dengan tujuan untuk memutus ataupun menyambung arus yang masuk pada bagian ini. Arus listrik selanjutnya dilewatkan pada kontak *relay normaly open K1, K2*, dan *K3* untuk mengontrol fungsi masing-masing komponen sesuai dengan fungsinya. Diagram *wiring* dari motor utama, motor *blower* dan *air heater* dapat dilihat pada Gambar 5.21. sebagai berikut :



Gambar 5.20. Gambar *Electric Diagram* 2

3. Part list komponen elektrik

Perancangan *wiring* mesin pengering cengkeh memerlukan komponen-komponen utama dan pendukung agar dapat dirakit menjadi suatu sistem yang utuh dan tentunya dapat berfungsi dengan baik. Daftar komponen elektrik secara keseluruhan dari mesin pengering cengkeh dapat dilihat pada Gambar 5.22. dan Gambar 5.23. sebagai berikut :

NO	NAME	SYMBOL	TYPE	MERK	QTY
1	PANEL BOX	-	Purchased by order	Deltawork	1
2	Heater	H1	12-250-A80-V200-W350	Misumi	1
3	Motor	M1	MY100L2-4	TECO	1
4	Blower	M2	D052	Elektror	1
5	Pilot Lamp	Power PL	L2RR-L3GL	Autonics	1
6	Overload PL	EMG PL	L2RR-L3RL	Autonics	2
7	Process Pilot Lamp	Proses PL	L2RR-L3YL	Autonics	1
8	Emergency Switch	EMG 1-2	S2ER-E3RAB	Autonics	2
9	Stop	Off	S2PR-P1RA	Autonics	2
10	Start	ON	S2PR-P1GA	Autonics	1
11	Thermocontrol	Th Control	TOS-B4RKXC	Autonics	1
12	Thermocouple	Th Couple	TWR-CA	Autonics	1
13	Timer	T1	ATE1-12H	Autonics	1
14	Socket Timer	-	ATE1	Autonics	1
15	Socket Thermocontrol	-	TOS	Autonics	1
16	MCB Total	MCB 1	NB1-D63-1P	Chint	1
17	MCB Process	MCB 2	NB1-D4-1P	Chint	1
18	MCB Motor	MCB 3	NB1-D40-1P	Chint	1
19	MCB Blower	MCB 4	NB1-D4-1P	Chint	1
20	MCB Heater	MCB 5	NB1-D15-1P	Chint	1
21	Relay	K 3-5	MK3P-1/220/VAC	Chint	3
22	Contactor Motor	K 1	NC1-1810-220VAC	Chint	1
23	Contactor Blower	K 2	NC1-1210-220VAC	Chint	1
24	Over Load Motor	OL 1	NR2-25 17-25A	Chint	1
25	Over Load Blower	OL 2	NR2-25 1.6-2.5A	Chint	1
26	Socket Relay	-	CZF11A	Chint	3
27	Selector Switch	-	CR-253	Hanyoung	1
28	Blower Lamp	Blower PL	L2RR-L3GL	Autonics	1
29	Heater Lamp	Heater PL	L2RR-L3YL	Autonics	1
30	Motor Lamp	Motor PL	L2RR-L3BL	Autonics	1

Dwn	Patris	**PART LIST**
Chk		
Val		**Mesin Pengering Cengkeh**
DT		

Gambar 5.21. Gambar *Part List Elektric* 1

NO	NAME	SYMBOL	TYPE	MERK	QTY
31	Cable 2,5 mm^2	-	NYAF	Schrack	20 m
32	Cable 0,75 mm^2	-	NYAF	Schrack	30 m
33	Cable 0,75 mm^2	-	NYM 3 x 0,75mm^2	Schrack	10 m
34	Terminal Block 1	-	HYBT-15	Hanyoung	10
35	Terminal Block 2	-	HYBT-25	Hanyoung	15
36	Cable Duct	-	Standart Slot 4" x 5"	Altech corp	5 m
37	DIN Rail	-	-	-	5 m
38	Skun 2,5mm^2	-	-	-	50 pcs
39	Skun 0,75 mm^2	-	-	-	15 pcs

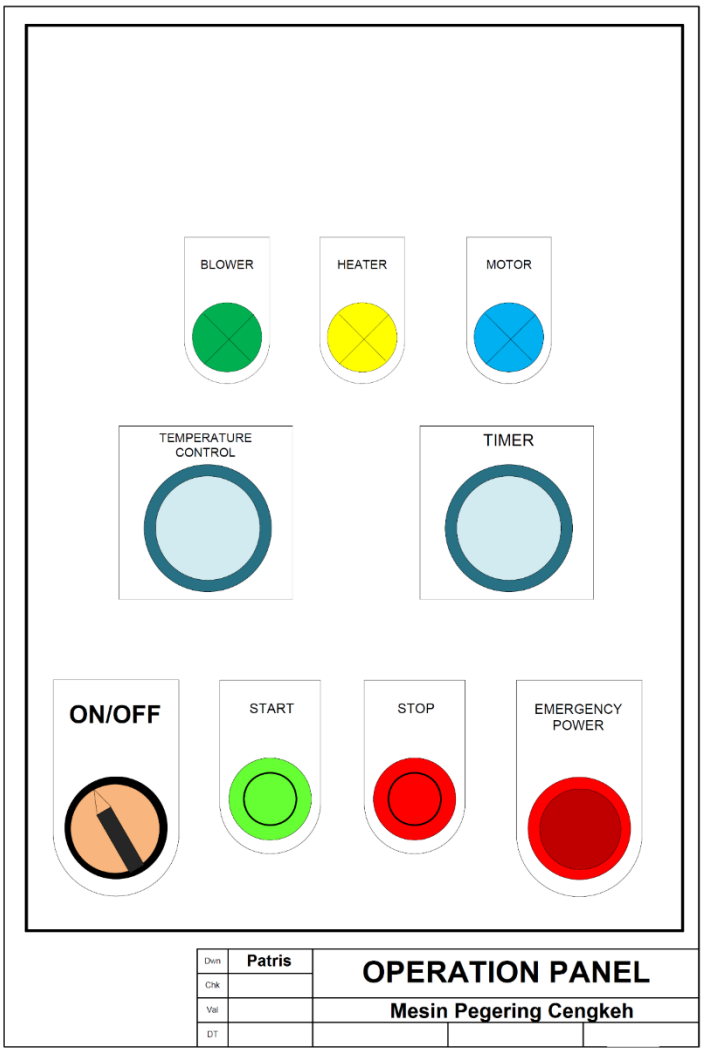
Dwn	Patris	PART LIST
Chk		
Val		Mesin Pengering Cengkeh
DT		

Gambar 5.22. Gambar *Part List Elektric* 2

4. Panel Kontrol

   Perancangan panel kontrol dilakukan dengan cara membuat tata letak tombol sebagai pemberi inputan beserta lampu-lampu indikator sebagai outputan. Perancangan tata letak dilakukan dengan membuat susunan dua kolom indikator output berupa lampu-lampu dan dua kolom pemberi inputan kontrol mesin berupa *push button* dan *selector*. Gambar beserta

keterangan dari setiap fungsi bagian panel kontrol dapat dilihat pada Gambar 5.24. sebagai berikut :



Gambar 5.23. Gambar *Operation Panel*

Keterangan gambar :

- Lampu indikator *blower*

  Lampu indikator *blower* akan menyala ketika *blower* sedang dalam kondisi aktif atau sedang bekerja meniupkan udara ke ruangan pengeringan.
- Lampu indikator *heater*

  Lampu indikator *heater* akan menyala ketika *heater* sedang dalam kondisi aktif atau sedang bekerja menaikan suhu udara ruangan pengeringan.
- Lampu indikator motor

  Lampu indikator motor akan menyala ketika motor utama sedang dalam kondisi aktif atau sedang bekerja memutar tangki sekunder.

- Pengaturan *heate*r

  Pengaturan *heater* digunakan untuk mengatur suhu udara yang dikehendaki di dalam ruangan sewaktu proses pengeringan. *Heater* akan bekerja mengusahakan suhu udara di dalam ruangan mencapai suhu yang telah ditentukan pada pengaturan dan heater akan berhenti bekerja saat suhu yang hendak dicapai tersebut telah didapatkan.
- Pengaruran *timer*

  Pengaturan *timer* digunakan untuk mengatur waktu pengeringan yang dikehendaki oleh operator. Setelah waktu yang ditentukan habis, maka secara otomatis proses pengeringan akan berhenti dan lampu indikator *stop* akan menyala.
- Saklar *ON/OFF*

  Saklar *ON/OFF* digunakan untuk menyalakan fungsi yang disediakan pada panel kontrol. Saklar *ON/OFF* menggunakan selector *switc*h yang dapat digunakan untuk membuat 2 pilihan fungsi yaitu *ON* dan *OFF* pada mesin ini.
- *Push button start*

  Push button "*Start*" berfungsi untuk memulai proses pengringan cengkeh. *Push button* akan menyalakan lampu indikator proses sebagai tanda proses pengeringan cengkeh sedang berlangsung.
- *Push botton stop*

  Push button "Stop" berfungsi untuk menghentikan proses pengeringan cengkeh yang sedang berjalan dan menyalakan lampu indikator *stop*. Lampu indikator proses secara otomatis akan mati ketika *push button stop* ditekan.
- Tombol *emergency*

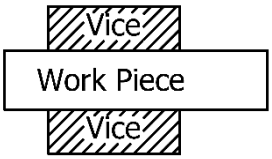
  Tombol emergency berfungsi untuk menghentikan seluruh kerja komponen mesin disaat keadaan darurat. Tombol *emergency* diadakan dengan alasan faktor keamanan mesin.

5.6. Analisis Pengerjaan

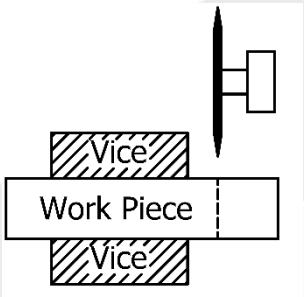
Pembuatan mesin pengering cengkeh dilakukan di PT. Delta Presisi Industri. Part dari mesin pengering cengkeh dikerjakan secara langsung di bengkel dan beberapa part lainpenjelasan menggunakan *standart part.* Penjelasan pengerjaan part yang dikerjakan dibengkel akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses pengerjaan besi *hollow*, pipa, dan plat

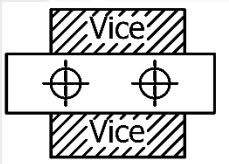
Proses pengerjaan part mesin pengering cengkeh yang menggunakan material awal besi *hollow*, pipa dan plat adalah sebagai berikut :



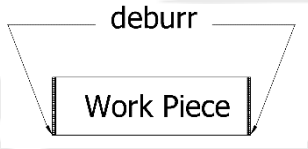
Mesin : *Cutting Wheel*
Penjelasan : Material dicekam pada mesin potong



Mesin : *Cutting Wheel*
Alat ukur : *Roll meter*
Penjelasan : Material dipotong sesuai dengan ukuran panjang



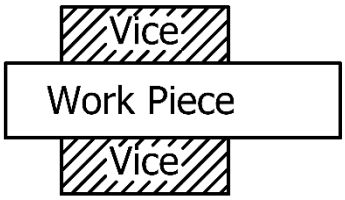
Mesin : *Milling* atau *drilling*
Alat ukur : *Dial Caliper*
Penjelasan : Proses *drilling* sesuai dengan ukuran yang diminta



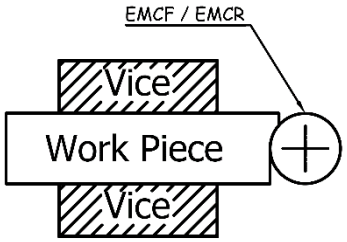
Alat bantu : *Kikir*
Penjelasan : Menghilangkan sisi tajam

2. Proses pengerjaan benda kotak

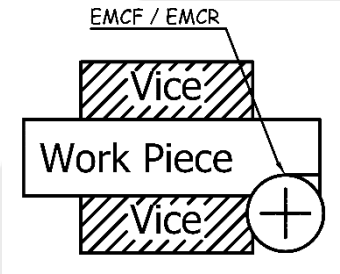
Proses pengerjaan part mesin pengering cengkeh yang menggunakan material awal dengan bentukan kotak adalah sebagai berikut :



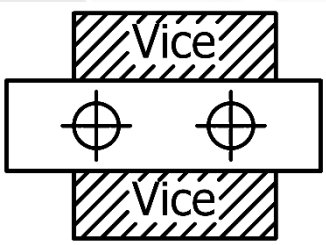
Mesin : *Milling*
Alat bantu : *Vice*
Penjelasan : Material dicekam pada mesin *milling*



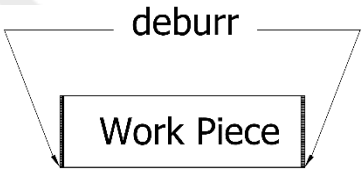
Mesin : *Milling*
Alat bantu : *EMCF, EMCR, Vice*
Alat ukur : *Dial caliper*
Penjelasan : Pemakanan *side cutting* untuk memasukan ukuran panjang dan lebar benda kerja



Mesin : *Milling*
Alat bantu : *EMCF, EMCR, Vice*
Alat ukur : *Dial caliper*
Penjelasan : Pemakanan *face cutting* untuk memasukan ukuran tebal benda kerja



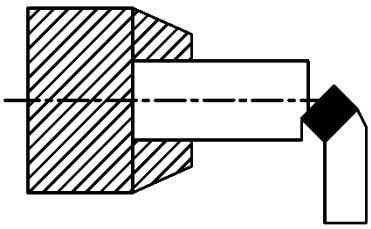
Mesin : *Milling*
Alat bantu : Twist drill, countersink
Alat ukur : *Dial Caliper*
Penjelasan : Proses *drilling* sesuai dengan ukuran yang diminta



Alat bantu : *Kikir*
Penjelasan : Menghilangkan sisi tajam

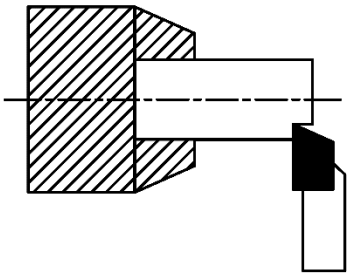
3. Proses pengerjaan benda silindris

Proses pengerjaan part mesin pengering cengkeh yang menggunakan material awal dengan bentukan silindris adalah sebagai berikut :

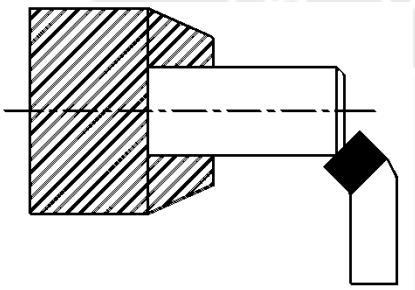


Mesin : *Turning, chuck*
Alat bantu : Pahat bubut *iso 2*
Alat ukur : *Dial Caliper*
Penjelasan : Proses *turning* untuk memasukan ukuran

panjang



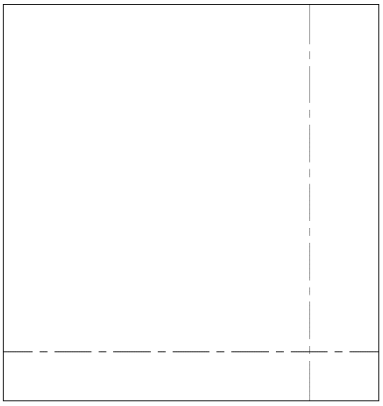
Mesin : *Turning, chuck*
Alat bantu : Pahat bubut *iso 6*
Alat ukur : *Dial Caliper*
Penjelasan : Proses *turning* untuk Memasukan ukuran diameter yang dikehendaki



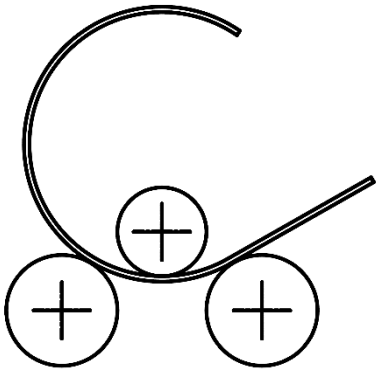
Mesin : *Turning, chuck*
Alat bantu : Pahat bubut *iso 2*
Alat ukur : *Dial Caliper*
Penjelasan : Proses *deburing* untuk menghilangkan sisi tajam dan memudahkan pemasangan diproses *assy*

4. Proses pengerjaan *roll*

Proses pengerjaan part mesin pengering cengkeh yang menggunakan material awal berupa plat dan akan dibentuk dalam bentukan silindris adalah sebagai berikut :



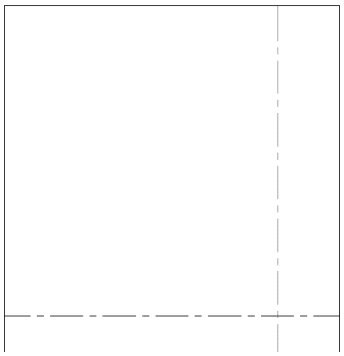
Mesin : *Hand grinding*
Alat bantu : Scriber, Mistar
Alat ukur : *mistar, roll meter*
Penjelasan : Proses pemotongan material awal kedalam ukuran plat yang hendak diroll



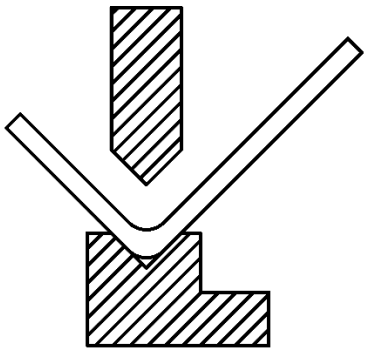
Mesin : *Rolling machine*
Alat ukur : *Roll meter*
Penjelasan : Material plat yang telah dipotong diroll dengan mesin roll plat dengan ukuran diameter tujuan yang dikehendaki

5. Proses pengerjaan tekuk(bending)

   Proses pengerjaan part mesin pengering cengkeh yang menggunakan material awal berupa plat dan akan dibentuk dengan proses tekuk adalah sebagai berikut:



Mesin : *Hand grinding*
Alat bantu : Scriber, Mistar
Alat ukur : *mistar, roll meter*
Penjelasan : Proses pemotongan material awal kedalam ukuran plat yang hendak tekuk



Mesin : *Bending machine*
Alat ukur : *Roll meter, dial caliper*
Penjelasan : Material plat yang telah dipotong dibending dengan mesin bending plat untuk ukuran tujuan yang dikehendaki

Semua part yang telah diproses permesinan kemudian dirakit dengan komponen *standart part* lainnya menggunakan sambungan las dan baut menjadi satu ksatuan mesin yang utuh.

5.7. Analisis Rencana Biaya Pembuatan Mesin

Rencana biaya pembuatan mesin bertujuan untuk menghitung estimasi rekapitulasi biaya pokok produksi untuk pembuatan mesin pengering cengkeh. Pembuatan rencana biaya pebuatan mesin terdiri dari biaya pengadaan material, *standard part,* proses permesinan, proses perakitan, dan kebutuhan *consumable.* Penyusunan rencana biaya pembuatan mesin pengering cengkeh dibuat berdasarkan penawaran yang didapat dari PT. Delta Presisi Industri yang merupakan perushahaan *machine maker* yang berada di Jl. Imogiri Barat, Km 7.5, Bantul, Yogyakarta. Rincian dari rencana biaya pembuatan mesin pengering cengkeh per tanggal 1 Maret 2014 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.15. Kebutuhan Material Mesin Pengering Cengkeh

No	Material	Qty	Harga satuan	Harga	*Suplayer*
1	Plat SS 2 mm	5	Rp 1.050.000,-	Rp 5.250.000,-	Bengkel 73
2	Plat SS 1.5 mm	3	Rp 800.000,-	Rp 2.400.000,-	Bengkel 73
3	Plat SS perforasi 1.5 mm	2	Rp 1.000.000,-	Rp 2.000.000,-	Bengkel 73
4	Plat MS 5 mm	1	Rp 2.000.000,-	Rp 2.000.000,-	Sekawan
5	Pipa SS 1” 6 meter	4	Rp 114.000,-	Rp 456.000,-	Bengkel 73
6	Pipa SS 1.5” 6 meter	1	Rp 195.000,-	Rp 195.000,-	Bengkel 73
7	Hollow MS 40x40x6M	8	Rp 120.000,-	Rp 960.000,-	Sekawan
8	As SS 12 mm 6 meter	1	Rp 180.000,-	Rp 180.000,-	Bengkel 73
9	MS d 2” x 260 mm	1	Rp 71.400,-	Rp 71.400,-	UD Wasul
10	MS d 2” x 200 mm	1	Rp 54.400,-	Rp 54.400,-	UD Wasul
11	MS d 8” x 70 mm	1	Rp 304.300,-	Rp 304.300,-	UD Wasul
12	MS d 1” x 80 mm	1	Rp 5.500,-	Rp 5.500,-	UD Wasul
13	MS d 1” x 190 mm	2	Rp 13.600,-	Rp 27.200,-	UD Wasul
14	MS d 4” x 80 mm	1	Rp 86.700,-	Rp 86.700,-	UD Wasul
15	Plat MS 200x70x10 mm	2	Rp 18.700,-	Rp 37.400,-	UD Wasul
16	Plat MS 80x60x10 mm	1	Rp 6.800,-	Rp 6.800,-	UD Wasul
17	Plat MS 190x70x10 mm	1	Rp 17.500,-	Rp 17.500,-	UD Wasul
18	MS 55x65x100 mm	1	Rp 47.700,-	Rp 47.700,-	UD Wasul
19	MS 35x40x75 mm	2	Rp 14.500,-	Rp 29.000,-	UD Wasul
20	MS 25x55x100 mm	2	Rp 18.700,-	Rp 37.400,-	UD Wasul
21	MS 350x350x70 mm	1	Rp 901.000,-	Rp 901.000,-	UD Wasul
Total :				**Rp 15.067.300,-**	

Tabel 5.16. Kebutuhan *Standard Part* Mesin Pengering Cengkeh

No	Nama *Standard Part*	Tipe	Qty	Harga satuan	Harga	*Suplayer*
1	Gibbons motor	ML112M-4	1	Rp 3.700.000,-	Rp 3.700.000,-	Sidodadi Mandiri
2	Blower *Elektror*	E52	1	Rp 2.000.000,-	Rp 2.000.000,-	Sidodadi Mandiri
3	Heater	Misumi 12-250-A80-V200-W350	1	Rp 350.000,-	Rp 350.000,-	Sidodadi Mandiri
4	Air Filter	Festo LFMA-1-D-MAXI	1	Rp 470.000,-	Rp 470.000,-	Festo
5	Handwheel	D 7”	2	Rp 76.000,-	Rp 152.000,-	Central Bearing
6	As Drat	M24 x 1 meter	1	Rp 64.000,-	Rp 64.000,-	Central Bearing
7	Bearing	ASB 6004	4	Rp 26.000,-	Rp 104.000,-	Central Bearing
8	Pillow block	UCP 206	2	Rp 120.000,-	Rp 240.000,-	Central Bearing
9	V-belt	C3 B61	3	Rp 42.000,-	Rp 126.000,-	Central Bearing
10	Caster	CHJFN	6	Rp 60.000,-	Rp 360.000,-	Central Bearing
11	Baut L	M6x16	10	Rp 700,-	Rp 7.000,-	Central Bearing
12	Baut L	M8x12	16	Rp 900,-	Rp 14.400,-	Central Bearing
13	Baut L	M8x16	6	Rp 900,-	Rp 5.400,-	Central Bearing
14	Baut L	M8x30	8	Rp 1.500,-	Rp 12.000,-	Central Bearing
15	Baut L	M8x70	4	Rp 3.000,-	Rp 12.000,-	Central Bearing
16	Baut L	M12x25	6	Rp 2.000,-	Rp 12.000,-	Central Bearing
17	Baut L	M12x90	24	Rp 8.000,-	Rp 192.000,-	Central Bearing
18	Baut L	M16x20	4	Rp 3.500,-	Rp 14.000,-	Central Bearing
19	Baut Countersink	M6x16	12	Rp 500,-	Rp 6.000,-	Central Bearing
20	Baut Countersink	M6x50	8	Rp 1.200,-	Rp 9.600,-	Central Bearing
21	Set Screw	M12x14	8	Rp 7.000,-	Rp 56.000,-	Central Bearing
22	Spring washer	D12	24	Rp 300,-	Rp 7.200,-	Central Bearing
23	Nut	M16	4	Rp 1.400,-	Rp 5.600,-	Central Bearing
24	Nut	M14	2	Rp 1.000,-	Rp 2.000,-	Central Bearing
25	Nut	M12	28	Rp 550,-	Rp 15.400,-	Central Bearing
26	Nut	M8	30	Rp 150,-	Rp 4.500,-	Central Bearing
27	Nut	M6	8	Rp 100,-	Rp 800,-	Central Bearing
28	Snap ring	For hole d42	2	Rp 3.500,-	Rp 7.000,-	Central Bearing
29	Pilot Lamp	L2RR-L3GL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
30	EMG Pilot Lamp	L2RR-R3RL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
31	Process Pilot Lamp	L2RR-L3YL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
32	Emergency Switch	S2ER-E3RAB	2	Rp 20.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
33	ON/OFF Switch	S2PR-P1GA	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
34	Thermocontrol	TOS-B4RKXC	1	Rp 180.000,-	Rp 180.000,-	Sidodadi Mandiri
35	Thermocouple	TWR-CA	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri

No	Nama *Standard Part*	Tipe	Qty	Harga satuan	Harga	*Suplayer*
36	Timer	ATE1-12H	1	Rp 180.000,-	Rp 180.000,-	Sidodadi Mandiri
37	Socket Timer	ATE1	1	Rp 40.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
38	Socket Thermocontrol	TOS	1	Rp 40.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
39	MCB Heater	NB1-D15-1P	1	Rp 40.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
40	MCB Motor	NB1-D40-1P	1	Rp 80.000,-	Rp 80.000,-	Sidodadi Mandiri
41	MCB Blower	NB1-D4-1P	1	Rp 40.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
42	MCB Process	NB1-D3-1P	1	Rp 40.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
43	MCB Total	NB1-D63-1P	1	Rp 150.000,-	Rp 150.000,-	Sidodadi Mandiri
44	Relay Heater	MK3P-1/220/VAC	3	Rp 30.000,-	Rp 90.000,-	Sidodadi Mandiri
45	Contactor Motor	NC1-1810-220VAC	1	Rp 150.000,-	Rp 150.000,-	Sidodadi Mandiri
46	Contactor Blower	NC1-1210-220VAC	1	Rp 150.000,-	Rp 150.000,-	Sidodadi Mandiri
47	Overload Motor	NR2-25 17-25A	1	Rp 280.000,-	Rp 280.000,-	Sidodadi Mandiri
48	Overload Blower	NR2-25 1.6-2.5A	1	Rp 158.000,-	Rp 158.000,-	Sidodadi Mandiri
49	Socket Relay	CZF11A	3	Rp 15.000,-	Rp 45.000,-	Sidodadi Mandiri
50	Selector ON	MAS-025-A-B	1	Rp 75.000,-	Rp 75.000,-	Sidodadi Mandiri
51	Blower Lamp	L2RR-L3GL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
52	Heater Lamp	L2RR-L3YL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
53	Motor Lamp	L2RR-L3BL	1	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
54	Cable 2.5mm^2	NYAF	20m	Rp 7.500,-	Rp 150.000,-	Sidodadi Mandiri
55	Cable 0.75mm^2	NYAF	30m	Rp 4.000,-	Rp 120.000,-	Sidodadi Mandiri
56	Cable 0.75mm^2	NYM	10m	Rp 4.000,-	Rp 40.000,-	Sidodadi Mandiri
57	Terminal Block 1	HYBT-25	25	Rp 5.000,-	Rp 125.000,-	Sidodadi Mandiri
58	Cable Duck	-	5m	Rp 4.000,-	Rp 20.000,-	Sidodadi Mandiri
59	DIN Rail	-	5m	Rp 2.000,-	Rp 10.000,-	Sidodadi Mandiri
60	Skun Y 2.5mm^2	-	50	Rp 500,-	Rp 25.000,-	Sidodadi Mandiri
61	Skun Y 0.75mm^2	-	15	Rp 250,-	Rp 3.750,-	Sidodadi Mandiri
Total :					**Rp 11.384.850,-**	

Tabel 5.17. Kebutuhan Jasa Permesinan dan Perakitan

No	Nama Mesin	Waktu Pengerjaan (jam)	Harga per Jam (dengan operator)	Harga Total	Tempat Pengerjaan
1	Hand grinding	26.4	Rp 12.250,-	Rp 323.400,-	Delta Presisi
2	Hand drilling	21.6	Rp 11.750,-	Rp 253.800,-	Delta Presisi
3	Table drilling	18.4	Rp 19.250,-	Rp 354.200,-	Delta Presisi
4	Bending	16.8	Rp 41.250,-	Rp 693.000,-	Delta Presisi
5	Rolling	14.4	Rp 47.250,-	Rp 680.400,-	Delta Presisi
6	Turning	25.6	Rp 27.250,-	Rp 697.600,-	Delta Presisi
7	Milling	36	Rp 31.250,-	Rp 1.125.000,-	Delta Presisi
8	Las argon	52	Rp 19.250,-	Rp 1.001.000,-	Delta Presisi
9	Las busur listrik	33.6	Rp 15.250,-	Rp 512.400,-	Delta Presisi
10	Jasa Assy (4 operator)	67.2	Rp 21.000,-	Rp 1.411.200,-	Delta Presisi
Total :				**Rp 7.052.000 ,-**	

Tabel 5.18. Kebutuhan *Consumable* Mesin Pengering Cengkeh

No	Nama	Qty	Satuan	Harga Satuan	Harga	*Suplayer*
1	Mata Gerinda Potong besar	2	pcs	Rp 37.000,-	Rp 74.000,-	Mayar
2	Mata Gerinda Potong kecil	100	pcs	Rp 5.500,-	Rp 550.000,-	Mayar
3	Ultraflex	40	pcs	Rp 7.500,-	Rp 300.000,-	Toko 73
4	Spon Poles	30	pcs	Rp 10.000,-	Rp 300.000,-	Toko 73
5	Amplas Tumpuk	30	pcs	Rp 7.500,-	Rp 225.000,-	Toko 73
6	Amplas Lembaran	25	lembar	Rp 2.000,-	Rp 50.000,-	Mayar
7	Dempul	1	Kg	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-	Spartan
8	Thiner	3	liter	Rp 95.000,-	Rp 285.000,-	Spartan
9	Epoksi	2	liter	Rp 50.000,-	Rp 100.000,-	Spartan
10	Cat	2	liter	Rp 110.000,-	Rp 220.000,-	Spartan
11	Kuas	2	pcs	Rp 10.000,-	Rp 20.000,-	Spartan
Total :					**Rp 2.144.000,-**	

Tabel 5.19. Anggaran Total Pembuatan Mesin Pengering Cengkeh

No	Nama Kebutuhan	Harga
1	Kebutuhan Meterial	Rp 15.067.300,-
2	Kebutuhan *Standard Part*	Rp 11.384.850,-
3	Kebutuhan Biaya Permesinan dan Perakitan	Rp 7.052.000,-
4	Kebutuhan *Consumable*	Rp 2.144.000,-
Total		**Rp 35.648.150,-**
Cadangan (5%)		Rp 1.782.408,-
Grand Total		**Rp 37.430.558,-**

5.8. Analisis Perbandingan Metode Pengeringan Cengkeh

Analisis perbandingan metode pengeringan cengkeh bertujuan untuk membandingkan proses pengeringan cengkeh secara manual dengan proses pengeringan cengkeh dengan menggunakan mesin. Pembandingan proses pengeringan cengkeh antara metode manual dengan metode mesin akan meninjau pada dua faktor utama antara lain faktor biaya produksi dan faktor kapasitas produksi. Analisis perbandingan anatara kedua metode tersebut adalah sebagai berikut :

1. Analisis biaya proses produksi

- Metode manual

Kapasitas sekali proses pengeringan rata-rata	: 450 kg
Waktu proses sekali pengeringan rata-rata	: 4 hari
Jasa pengeringan sekali proses pengeringan	:
Upah dalam 1 bulan	: Rp 1.000.000,-
Hari kerja efektif	: 25 hari
Jumlah pekerja	: 1 orang-1 shift
Jasa sekali proses	: (4 hari / 25 hari) x Rp 1.000.000,-
	: Rp 160.000,- (450kg)
Jasa pengeringan per kg	: Rp 160.000,- / 450 kg
	: **Rp 355.56,-**

- Metode mesin

Kapasitas pengeringan per hari	: 666.67 kg
Biaya konsumsi listrik (1.300 watt)	: Rp 667,- /Kwh
Daya total mesin	: 1090 watt
Konsumsi rata-rata mesin per jam (70 %)	: 763 watt / jam
Konsumsi listrik per hari (24 jam-3 shift)	: 24 jam x Rp 667,- x 0,763 Kw
	: Rp12.214 (666.67kg)
Biaya listrik pengeringan per kg	: Rp 12.214 / 666.67kg
	: **Rp 18,31**
Jasa operator mesin (3 shift x Rp 1000.000,-)	: Rp 3.000.000,-

Jasa operator per hari (Rp 3.000.000,- / 25 hari) : Rp 120.000,-

Jasa operator per kg (Rp120.000,- / 666.67 kg) : **Rp 180,- / kg**

Jasa total metode mesin (Rp 18,31 + Rp 180) : **Rp 198,312 / kg**

Berdasarkan hasil analisa perhitungan biaya pengeringan cengkeh, maka pengeringan cengkeh dengen metode mesin lebih murah sebesar (Rp 355.56-Rp 198,312) : **Rp 157,248** untuk setiap kg cengkeh basah yang dikeringkan. Hasil selisih harga tersebut akan mengganti biaya produksi mesin pengering cengkeh dalam waktu tertentu yang dapat dihitung sebagai berikut (Break Event Point, BEP) :

Selisih harga pengeringan setiap kg cengkeh : Rp 157,248

Selisih harga untuk kapasitas sehari (666.67 kg x Rp 157,248) : Rp 104.837,2

Waktu BEP : (Rp 37.430.558 / Rp 104.837,2) : 357,035 hari kerja

Waktu BEP dalam bulan (357,035 hari / 25 hari) : 14,2814 bulan

Waktu BEP dalam tahun : **1,2 tahun**

2. Analisis kapasitas produksi
   - Metode manual :

     Kapasitas sekali proses pengeringan : 450 kg

     Waktu sekali proses pengeringa rata-rata : 4 hari

     Kapasitas pengeringan per hari : 450 kg / 4 hari

     : **112.5 kg / hari**
   - Metode Mesin :

     Kapasitas mesin per hari : **666.67 kg / hari**

Hasil perhitungan kapasitas produksi antara metode manual dan metode mesin memiliki selisih kapasitas **554.17 kg** cengkeh basah per hari dan dapat disimpulkan bahwa dengan metode mesin dapat meningkatkan kapasitas pengeringan hingga **4,93** kali lebih besar.