

RANCANG BANGUN MESIN PENGERING DAUN-DAUNAN DAN BIJI-BIJIAN DENGAN SISTEM SIRKULASI UAP PANAS KERING

Muhamad Fajar Sidiq A.Md^[1], Umen Rumendi, ST., MT^[2], Dr. Heri Setiawan, ST., MT^[3]

Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

JL. Kanayakan No.21 Dago, Bandung, 40135 Phone/Fax : 022 250 0241 / 2502649

Email : mfsidiq15@gmail.com^[1], umenrumendi@polman-bandung.ac.id^[2], herisetiawan529@gmail.com^[3]

ABSTRAK

Metode pengeringan umum dilakukan oleh petani di Indonesia terutama untuk mengeringkan hasil pertaniannya seperti padi, kopi, jagung, kacang tanah, biji-bijian dan produk pertanian lainnya sebelum disimpan di gudang. Pada umumnya para petani mengeringkan hasil panennya langsung dibawah sinar matahari. Namun hasil pengeringan dibawah sinar matahari secara langsung memiliki banyak kelemahan antara lain membutuhkan waktu yang lama (lebih dari 1 hari bahkan lebih, tergantung cuaca) dan berpotensi terkontaminasi oleh kotoran dan kuman. Selain itu pada musin hujan proses pengeringan akan terganggu, yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas produk. Dalam kondisi tidak langsung kering (bahan masih mempunyai kadar air yang cukup tinggi) bahan mempunyai potensi yang tinggi untuk ditumbuhi oleh mikroorganisme atau jamur (Malik, 2015). Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuatlah mesin pengeringan. Di era modern ini banyak tipe alat pengering buatan salah satunya adalah alat pengering dengan sistem uap panas. Pada alat pengering buatan ini menggunakan tambahan panas yang diubah menjadi energi uap panas kering dengan bantuan tiupan angin dari kipas. Mesin pengering memiliki konstruksi mesin yang terdiri dari beberapa bagian fungsi yang bekerja secara bersama-sama untuk melaksanakan tujuan tertentu yaitu mengolah daun-daunan dan biji-bijian segar menjadi kering. Mesin pengering terdiri dari sistem dapur, sistem tabung, sistem transmisi, sistem pengaduk dan sistem rangka. Perancangan mesin pengering menggunakan metode Pahl dan Beitz (*VDI 2222*), yang masing-masing langkahnya terdiri dari tahap merencana, tahap mengkonsep, tahap merancang dan tahap penyelesaian. Dari Hasil langkah perancangan tersebut diperoleh alternatif 2 dengan bobot nilai untuk aspek teknis 52 dan aspek ekonomi 33 sebagai konsep yang digunakan untuk membuat mesin pengering dan dari perhitungan yang dilakukan dan seluruh element memiliki *safety factor* di atas 1 sehingga mesin dinyatakan aman untuk digunakan. Mesin ini juga secara keseluruhan mampu memenuhi daftar tuntutan yang diinginkan, diantara dari daftar tuntutan tersebut yaitu mesin dapat beroperasi pada suhu 0-90°C.

1. Pendahuluan

Pengeringan merupakan proses untuk mengurangi atau menghilangkan kadar air suatu bahan. Pengeringan ini bertujuan untuk pengawetan agar produk memiliki waktu kadaluarsa yang lama. Dalam proses pengeringan ini, kadar air pada produk dihilangkan dengan cara diberi panas dengan suhu tertentu agar kandungan air yang terdapat pada produk menguap ke udara.

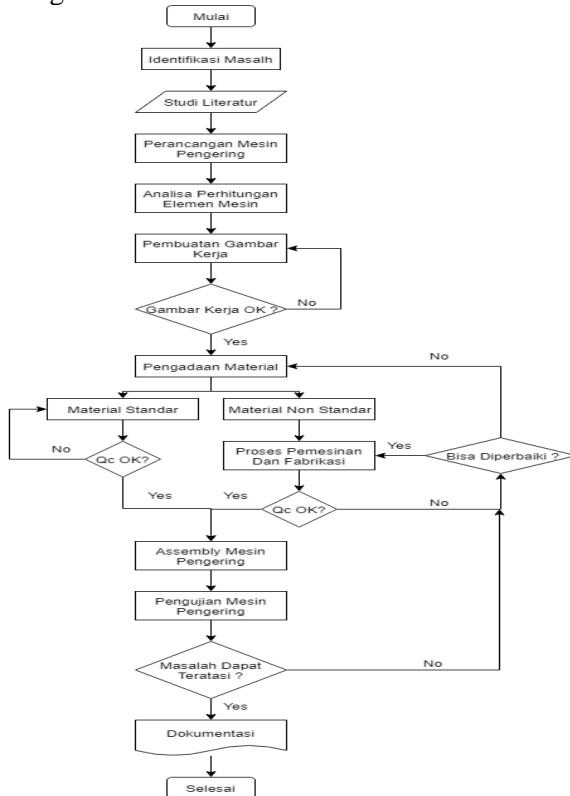
Metode pengeringan ini umum dilakukan oleh petani di Indonesia terutama untuk mengeringkan hasil pertaniannya seperti padi, kopi, jagung, kacang tanah, biji-bijian dan produk pertanian lainnya sebelum disimpan di gudang. Pada dasarnya para petani mengeringkan hasil panennya langsung dibawah sinar matahari. Namun hasil pengeringan dibawah sinar matahari

secara langsung memiliki banyak kelemahan antara lain membutuhkan waktu yang lama (lebih dari 1 hari bahkan lebih, tergantung cuaca) dan berpotensi terkontaminasi oleh kotoran dan kuman. Selain itu pada musin hujan proses pengeringan akan terganggu, yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas produk. Dalam kondisi tidak langsung kering (bahan masih mempunyai kadar air yang cukup tinggi) bahan mempunyai potensi yang tinggi untuk ditumbuhi oleh mikroorganisme atau jamur (Malik, 2015). Untuk mengatasi hal tersebut, maka diperlukan alat atau mesin pengeringan, di era modern ini banyak tipe alat pengering buatan salah satunya adalah alat pengering dengan sistem uap panas. Pada alat pengering buatan ini menggunakan tambahan panas yang diubah menjadi uap panas kering dengan bantuan tiupan angin dari kipas. Alat

pengering buatan ini juga memberikan beberapa keuntungan diantaranya dapat mereduksi waktu, dapat beroperasi tanpa dipengaruhi cuaca, kapasitas pengering dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol. Pada penelitian ini, pembuatan mesin pengering digunakan untuk mengeringkan daun-daunan dan biji-bijian.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

3. Perancangan Mesin Pengering

3.1 Metode

Metode perancangan yang digunakan mengacu pada tahapan yang dirumuskan oleh VDI 2222 (*Verein Deutsche Ingenieur/Persatuan Insinyur Jerman*). Berikut proses perancangan menurut VDI 2222, sebagai berikut



Gambar 2. Metode Perancangan Mesin Pengering

3.2 Tahap Merencana

Pada tahap perencanaan ini dilakukan analisa produk dan pengumpulan data yang dapat membantu dalam proses perancangan mesin pengering.

a. Analisa produk

Produk yang akan dikeringkan pada mesin pengering ini adalah produk berjenis dedaunan dan biji-bijian, menurut departemen kesehatan suhu yang bagus untuk pengeringan adalah berkisar di 60-90°C.

b. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penulis melakukan langkah awal, diantaranya:

1. Menganalisa standar suhu yang baik untuk produk.
2. Menganalisa cara kerja mesin pengering.

3.3 Tahap Mengkonsep

Pada tahap ini dilakukan pembuatan konsep dari mesin pengering yang dilakukan dengan membuat daftar tuntutan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Setelah tuntutan teridentifikasi maka dibuatlah pembagian fungsi. Dari pembagian fungsi yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi alternatif fungsi bagian yang sesuai dengan daftar tuntutan.

Selanjutnya dibuatlah alternatif fungsi keseluruhan yang memungkinkan untuk digabungkan dan dibuat, kemudian seluruh alternatif keseluruhan dinilai berdasarkan aspek teknis dan ekonomis dan dibandingkan satu sama lain. Alternatif keseluruhan yang dipilih merupakan alternatif yang memiliki nilai aspek teknis dan ekonomis paling tinggi.

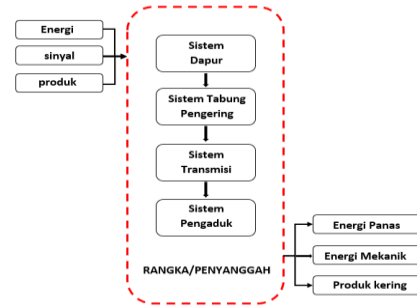
a. Daftar Tuntutan

Tabel 1. Daftar Tuntutan

No	Tuntutan	Kualifikasi
1	Dimensi tidak terlalu besar	Mesin memiliki dimensi total ± 1300 x 1100 x 700 (mm)
2	Suhu dapat di atur	Menggunakan alat pengatur suhu
3	Dapat digunakan industri sekala rumahan	Menggunakan motor 1 phase
4	Pengoprasian mudah	Memiliki saklar on/off
5	Perawatan mudah	Setiap komponen di design agar bisa di bongkar pasang
6	Aman digunakan operator	Komponen yang bergerak dipastikan berada pada kondisi yang tertutup
7	Temperatur kerja 0°C - 90°C	Menggunakan elemen heater listrik 750 w atau 1.3 Kw
8	Material foodgrade	Menggunakan material Alumunium atau Stainless steel

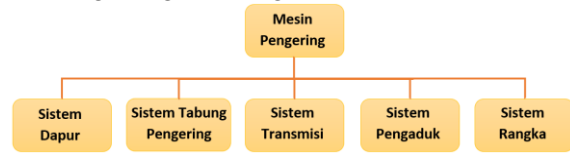
b. Pembagian Fungsi

Setelah mengidentifikasi kebutuhan dengan menghasilkan daftar tuntutan, selanjutnya perencanaan mesin pengering di klasifikasikan berdasarkan urutan proses yang di deskripsikan sebagai berikut:



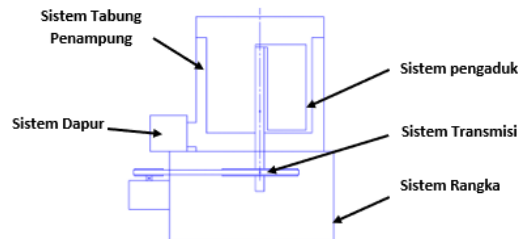
Gambar 3 Sketsa Black Box

Berdasarkan *black box* tersebut, maka dihasilkan sub fungsi bagian sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Fungsi Bagian

Setelah diurutkan berdasarkan sub fungsi, maka dibuatlah skema rancangan mesin sebagai berikut:



Gambar 5. Skema Rancangan Mesin

c. Alternatif Fungsi Bagian

Pada bagian ini Fungsi bagian yang telah di tentukan selanjutnya didefinisikan sehingga menghasilkan beberapa alternatif sub-sub fungsi bagian, lihat tabel berikut:

Tabel 2. Alternatif Sistem Dapur

SISTEM DAPUR		
A1	A2	A3
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem Energi Gas	Sistem Energi Kayu	Sistem Energi Listrik
Kelebihan	Kelebihan	Kelebihan
1. sistem pengoprasian mudah 2. relatif tidak memerlukan perawatan	1. bahan energi mudah di dapat 2. biaya murah 3. sistem pengoprasian mudah 4. relatif tidak memerlukan perawatan	1. suhu dapat di atur 2. kontuksi dapur mudah di buat 3. ramah lingkungan 4. Sistem pengoprasian mudah 5. kontruksi mudah dibuat
kekurangan	kekurangan	kekurangan
1.suhu tidak bisa di atur secara pasti 2. kontruksi dapur relatif sulit di buat 3. memerlukan biaya yang lumayan mahal 4. menghasilkan sedikit polusi	1. suhu tidak bisa diatur 2. kontuksi dapur relatif sulit di buat 3. menghasilkan polusi 4. relatif lama dalam mencapai suhu yang diinginkan	1. relatif mahal 2. memerlukan perawatan

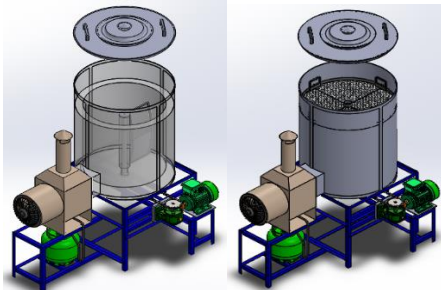
d. Pembuatan Alternatif Variasi Konsep

Dari hasil pembagian sub fungsi yang telah dibuat di atas, maka alternatif-alternatif fungsi bagian di kombinasikan atau dikelompokkan menjadi satu alternatif fungsi keseluruhan yang terbagi menjadi 3 macam.

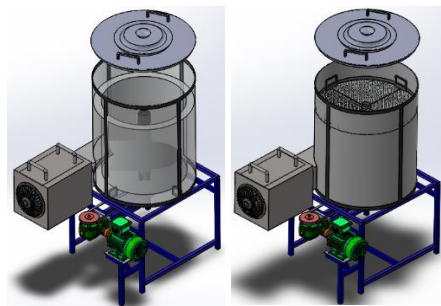
Tabel 3. Alternatif Fungsi Bagian

NO	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF FUNGSI BAGIAN		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Sistem Dapur	A1	A2	A3
2	Sistem Tabung Penampung	B1	B2	
		C1		
3	Sistem Transmisi	D1	D2	D3
		E1	E2	
4	Sistem Pengaduk	F1	F2	
5	Sistem Rangka	G1	G2	G3
Alternatif Variasi Konsep		AVK 1	AVK 2	AVK 3

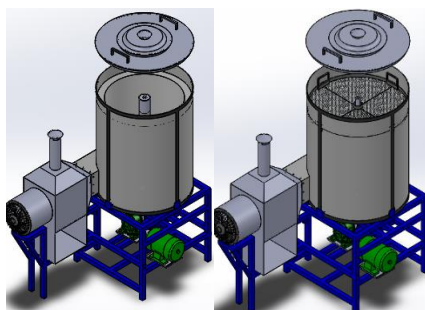
Berikut adalah beberapa alternatif variasi konsep:



(a) Untuk biji-bijian (b) Untuk daun-daunan
Gambar 6. AVK 1



(a) Untuk biji-bijian (b) Untuk daun-daunan
Gambar 7. AVK 2



(a) Untuk biji-bijian (b) Untuk daun-daunan
Gambar 8. AVK 3

Penilaian alternatif variasi konsep dinilai berdasarkan aspek teknik dan ekonomis serta berdasarkan dari daftar tuntutan mempunyai nilai yang paling baik. Maka berdasarkan kedua aspek tersebut fungsi kombinasi yang paling ideal adalah alternatif variasi konsep 2 (AVK 2).

3.4 Tahap Merancang

Pada tahap ini hasil alternatif yang telah didapat, dibuat draf rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimalisasi jika memang diperlukan.

3.5 Tahap Penyelesaian

Pada tahap penyelesaian ini dibuat gambar kerja susunan dan gambar kerja detail yang nantinya akan digunakan sebagai informasi dalam proses manufaktur juga sebagai bahan dalam pembelian part-part standar yang digunakan.

4. Proses Pembuatan

4.1 Pengadaan Material

Pengadaan material untuk part-part mesin pengering di bagi menjadi 2 yaitu komponen *standart* dan komponen *non-standart*, berikut penjelasannya:

a. Komponen Standar

Komponen standar ini didapat dengan membeli komponen yang sudah *standart* tanpa perlu dilakukan proses permesinan lagi, contoh komponen *standart* yaitu: baut, mur, dll. Untuk proses selanjutnya komponen standar ini langsung ke proses perakitan.

b. Komponen Non Standar

Komponen ini didapat dengan membeli bahan baku, kemudian dilakukan proses pemesinan untuk mendapatkan bentuk dan fungsi yang di inginkan sesuai dengan gambar kerja.

4.2 Proses Pengerjaan

Pada proses ini hanya membahas mengenai material non-standart, proses pengerjaan pada mesin ini terdiri dari proses permesinan dan proses fabrikasi. Pada proses ini meliputi, tahapan proses pengerjaan, rencana operasi dan proses Quality Control (QC).

Tabel 4. Tahap proses pengerjaan

No	Nama Bagian	Proses pengerjaan					
		FR	BO	BU	FB	KB	QC
1	Dapur & Tabung penampung	√			√	√	√
2	Rangka tabung penampung				√	√	√
3	Bak penampung		√		√	√	√
4	Poros pengaduk	√		√		√	√
5	Pengaduk				√	√	√
6	Pipa pengikat pengaduk				√	√	√
7	Plat landasan motor	√	√				
8	Plat landasan reducer	√	√				
9	Rangka square block				√	√	√
10	Penutup Atas		√			√	√
11	Penutup depan		√		√	√	√
12	Plat pereda panas				√	√	√
13	Kopling 1		√	√		√	√
14	Kopling 2		√	√		√	√
15	Plat penghubung	√	√	√		√	√
16	Rak penampung				√	√	√

Keterangan:

FR : Frais

BU : Bubut

BO : Bor

QC : Quality Control

KB : Kerja Bangku

FB : Fabrikasi

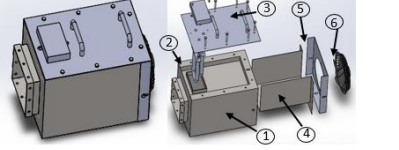
√ : Proses pengerjaan yang dilakukan

4.3 Perakitan

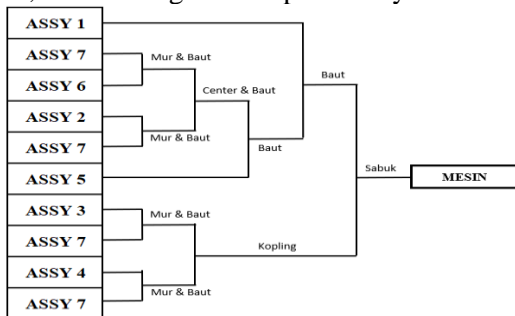
Perakitan (*assembling*) merupakan kegiatan menggabungkan part menjadi sebuah kesatuan yang memiliki fungsi tertentu. Kegiatan assembling ini meliputi penyusunan, penempatan, pengukuran, pengikatan, dll. Setelah part melalui tahapan pengerjaan permesinan, fabrikasi dan *quality control* maka dilanjutkan dengan tahap perakitan. Berikut tahapan perakitan mesin pengering di jelaskan pada tabel 3.14 dan diagram 3.2.

Tabel 5. Bagian Assembly

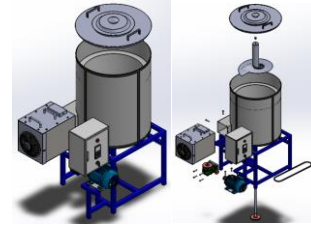
No	Nama Bagian	Bagian Assembly
1	Box Dapur	ASSY 1
2	Coil Heater	
3	Penutup Atas	
4	Penutup depan	
5	Plat pereda panas	
6	Kipas	



Proses perakitan dilanjutkan dari *sub assy* kemudian dirakit menjadi sebuah rakitan yang utuh, berikut diagram alir perakitannya.

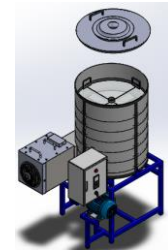


Gambar 11. Diagram proses perakitan mesin pengering untuk produk biji-bijian
Berikut gambar dari hasil perakitan :



Gambar 9. Proses Assembly Semua Bagian Assy Untuk Produk Biji Biji

Pada proses pengeringan untuk produk daun, komponen pengaduk dan bak penampung cukup dilepas, kemudian diganti dengan rak penampung seperti gambar 3.11.



Gambar 10. Proses Assembly Semua Bagian Assy untuk produk daun

5. Analisa Rancangan Dan Hasil Pengujian

5.1 Analisa Rancangan

Dalam pemilihan elemen mesin yang akan dipakai pada mesin pengering ini diperlukan perhitungan -perhitungan sebelum menentukan elemen mesin yang dipakai.

a. Pemilihan Puli Dan Sabuk

- Rasio pully

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{18 \text{ Rpm}}{36.25 \text{ Rpm}}$$

$$i = \frac{1}{2.02}$$

Rasio puli yang digunakan 1:2

- Daya Rencana

$$P_d = f_c \times P$$

$$P_d = 1.1 \times 0.75$$

$$P_d = 0.825 \text{ Kw}$$

Berdasarkan grafik untuk pemilihan penampang puli, maka penampang v-belt yang digunakan adalah tipe B.

- Panjang sabuk

➤ Center distance

$$C = 0.7 < e < 2 \times (D_p + d_p)$$

$$C = 1.6 \times (203.2 \text{ mm} + 101.6 \text{ mm})$$

$$C = 487.7 \text{ mm}$$

Maka panjang sabuk adalah sebagai berikut:

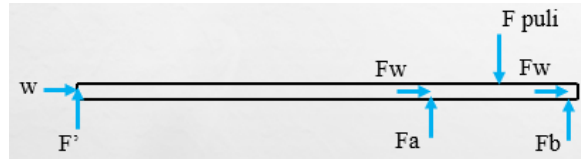
$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

$$L = 2(487.7) + \frac{\pi}{2}(203.2 + 101.6) + \frac{(203.2 - 101.6)^2}{4(487.7)}$$

$$L = 1459.48 \text{ mm} = 57.5 \text{ inci}$$

Jadi untuk kesimpulannya puli yang dipakai untuk mesin pengering ini adalah puli tipe B dan panjang sabuk 57 inci.

b. Pemilihan Poros



Gambar 12. Gaya Pada Poros

Tegangan yang terjadi pada poros ini adalah tegangan geser, tegangan bengkok, tegangan puntir dan setelah dihitung didapat nilai diameter minimal terbesar yaitu pada tegangan bengkok, Berikut perhitungannya:

• Diameter poros

$$\tau_{mb} = \frac{mb \times \frac{d}{2}}{I} \rightarrow I = \frac{\pi \times d^4}{64}$$

$$d^3 = \frac{mb \times \pi}{64}$$

$$d^3 = \frac{\tau_{mb} \times \pi}{450 \text{ N/mm}^2 \times \pi}$$

$$d = 23.49 \text{ mm}$$

c. Pemilihan Bearing

pillow block FY 25 FT dan FY 30 FT bearing

Spesifikasi :

• FY 25 FT	• FY 30 FT
C = 14 KN	C = 19.5 KN
p = 3 (ball bearing)	p = 3 (ball bearing)
d = 25 mm	d = 30 mm
n2 = 18 Rpm	n2 = 18 Rpm
F _r = 2602.8 N	F _r = 1633.743 N
F _a = 36.75 N	F _a = 36.75 N

Gambar 13. Spesifikasi Bearing

Berdasarkan spesifikasi di atas maka kita bisa mengetahui umur dari bearing tersebut.

• Umur Bearing

$$L_{10} = \left[\frac{C}{p} \right]^p$$

$$L_{nmh} = \frac{10^6}{60 \times n} L_{10}$$

FY 25 FT

$$L_{10} = 155.62 \text{ juta putaran}$$

$$L_{nmh} = 144092.593 \text{ jam operasi}$$

FY 30 FT

$$L_{10} = 1700.4 \text{ juta putaran}$$

$$L_{nmh} = 1574444.4 \text{ jam operasi}$$

d. Pemilihan Elemen Pemanas

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

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

Berdasarkan rumus di atas kita bisa mengetahui daya yang dibutuhkan untuk mengeringkan daun, berikut perhitungannya:

• Daun

$$Q = 5 \text{ kg} \times 0.94 \text{ kkal/Kg}^\circ\text{C} \times 35^\circ\text{C}$$

$$Q = 164.5 \text{ kkal}$$

• Tabung penampung

$$Q = 19 \text{ kg} \times 0.108 \text{ kkal/Kg}^\circ\text{C} \times 35^\circ\text{C}$$

$$Q = 71.82 \text{ kkal}$$

• Daya yang dibutuhkan

$$P = \frac{(Q_{daun} + Q_{tabung pengering})}{t}$$

$$P = \frac{295.4 \text{ Kkal}}{28800 \text{ s}}$$

$$P = 0.03548 \text{ Kw}$$

e. Pemilihan Pasak

$$\tau_{avg} = \frac{Ft}{A \times N}$$

Diketahui :

Material pasak ,St 50 = tegangan ijin 210

$$\frac{N}{\text{mm}^2}$$

Ukuran pasak sesuai standar :

- Pasak poros = 6 x 6 x 35
- Pasak reducer = 5 x 5 x 30
- Pasak motor = 6 x 6 x 35

Pasak poros motor dengan kupling

$$\tau_{avg} = 2.72 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq \tau_{ijin} \rightarrow \text{Aman}$$

Pasak poros reducer dengan puli kecil

$$\tau_{avg} = 201.23 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq \tau_{ijin} \rightarrow \text{Aman}$$

Pasak poros pengaduk dengan puli besar

$$\tau_{avg} = 64.01 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq \tau_{ijin} \rightarrow \text{Aman}$$

5.2 Hasil Uji Coba

Berikut data hasil uji coba mesin dengan produk berupa daun kirinyuh.

Table 6. Data Hasil Uji Coba

Percobaan	Massa daun (gram)	Temperatur pengeringan (°C)	Durasi pengeringan (menit)	Kadar air awal (%)	kadar air akhir (%)			Rata-rata Kadar air akhir (%)
					1	2	3	
1	1000	40	120	11.66	3.3	3.0	3.4	4.2
2	1000	50	180	11.66	2.0	2.1	1.9	3.1
3	1000	60	240	11.66	1.1	1.0	0.9	1.5
4	1500	40	180	11.66	3.2	3.4	3.3	4.1
5	1500	50	240	11.66	1.8	2.0	1.8	2.6
6	1500	60	120	11.66	2.5	2.1	2.2	3.3
7	2000	40	240	11.66	2.2	2.4	2.0	4.2
8	2000	50	120	11.66	3.5	3.6	3.6	4.6
9	2000	60	180	11.66	2.8	2.9	3.0	3.3

Dari data di atas bisa di simpulkan bahwa dari semua spesimen mengalami kehilangan kadar air dan pada spesimen ke-3 mengalami kehilangan kadar air paling banyak.

6. Simpulan

1. Proses perancangan mesin pengering menggunakan metode Pahl dan Beitz, dan diperoleh alternatif 2 dengan bobot nilai untuk aspek teknis 52 dan aspek ekonomi 33.
2. Mesin pengering berhasil dibuat dan berdasarkan hasil perhitungan dan seluruh *safety factor* dari elemen lebih dari 1 maka mesin dinyatakan aman untuk digunakan.
3. Rancang bangun ini mampu secara keseluruhan memenuhi daftar tuntutan yang diinginkan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 7. Simpulan Pemenuhan Daftar Tuntutan

No	Tuntutan	Kualifikasi	Ketercapaian
1	Dimensi tidak terlalu besar	Mesin memiliki dimensi total ± 1400 x 1100 x 700 (mm)	Terpenuhi
2	Suhu dapat di atur	Menggunkan alat pengatur suhu	Terpenuhi
3	Dapat digunakan industri skala rumahan	Menggunkan motor 1 phase	Terpenuhi
4	Pengoprasian mudah	Memiliki saklar on/off	Terpenuhi
5	Perawatan mudah	Setiap komponen di design agar bisa di bongkar pasang	Terpenuhi
6	Aman digunakan operator	Komponen yang bergerak dipastikan berada pada kondisi yang tertutup	Terpenuhi
7	Temperatur kerja 0°C - 90°C	Menggunkan elemen heater listrik 750 w atau 1.3 Kw	Terpenuhi
8	Material foodgrade	Menggunkan material Alumunium atau Stainless steel	Belum terpenuhi

7. Daftar Pustaka

- 1) Harsokoessoemo, H. Darmawan. 2004. "Pengantar Perancangan Teknik". Bandung: ITB.
- 2) Malik, Abdul. 2015." Rancang Bangun Pengering Tenaga Surya Dengan Collector Double System".Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- 3) Smith, William F. 2011. "Foundations of Materials Science and Engineering". New York: McGraw-Hill.
- 4) Meriam, J. L dan L. G. Kraige. 2008. "Engineering Mechanics Statics". USA: John Wiley & Sons.
- 5) Ugural, A. C. 1991. "Mechanics Of Material". New York: McGraw-Hill.
- 6) Gere, James M. 2004. "Machanics of Materials". USA: Bill Stenquist.
- 7) SKF. 2016. "Rolling Bearing".
- 8) Optibelt. "Techincal Manual V-belt Drive".

- 9) Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 1991. "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta: Pradnya Paramita.
- 10) Rachmawan, O. 2001. Pengering, pendinginan dan pengemasan komoditi pertanian. Depdiknas. Jakarta
- 11) Pahl dan Beitz. 2007" *Engineering Design: A Systematic Approach* ". German.
- 12) Budi Setiawan, Albertus dan Mochammad Nur'aini. 1978. Teknik Bengkel 3. Bandung: Polyteknik Mekanik Swiss ITB.
- 13) Rochim, toufiq. 1985. Teori & Teknologi Proses Pemesinan. Bandung: Labtek Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknologi Industri-ITB.
- 14) Jeff Larry F. 1997. "Welding Principle and Aplication." Gemany: Library of Congress.
- 15) Iftikar z, Sutralaksana, Ruhana Anggawisata, Jhon H. Tjakraatmaja. 1979. "Teknik Tata Cara Kerja." Bandung: Jurusan Teknik Industri ITB.
- 16) Giancoli, Douglas C. 2001." Fisika Edisi kelima jilid 1". Erlangga
- 17) Asep Indra Komara, Saepudin. 2014. "Aplikasi Metoda VDI 2222 Pada Proses Perancangan Welding Fixture Untuk Sambungan Cerobong Dengan Teknologi CAD/CAM". Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
- 18) Puspa, Ayu. 2018. "Bahan Isolasi Panas". Malang: Universitas Negeri Malang