

RANCANGAN DAN SIMULASI

MESIN PENGERING LADA

PROYEK AKHIR

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Fauzan Dary Wardhany NIM: 0022141

Farhan Damar Prasetyo NIM: 0022111

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2024

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANGAN DAN SIMULASI MESIN PENGERING LADA

Oleh :

Fauzan Dary Wardhany

/0022141

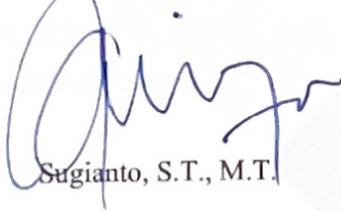
Farhan Damar Prasetyo

/0022111

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



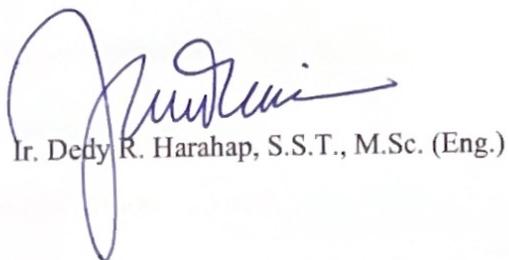
Sugianto, S.T., M.T.

Pembimbing 2



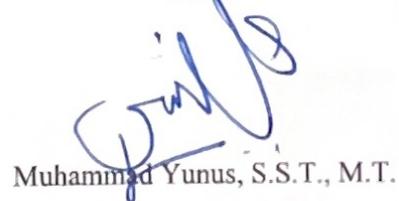
Amril Reza, S.Tr. T., M. Sc.

Penguji 1



Ir. Dedy R. Harahap, S.S.T., M.Sc. (Eng.)

Penguji 2



Muhammad Yunus, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa I : Fauzan Dary Wardhany NIRM : 0022141

Nama Mahasiswa II : Farhan Damar Prasetyo NIRM : 0022111

Dengan Judul : Rancangan Dan Simulasi Mesin Pengering Lada

Menyatakan bahwa laporan akhir ini merupakan hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 8 Juli 2024

Nama Mahasiswa

Fauzan Dary Wardhany

Farhan Damar Prasetyo

Tanda Tangan

.....
.....

ABSTRAK

Lada merupakan bumbu masakan yang banyak dijumpai di Indonesia terutama di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Proses pengeringan lada secara manual atau tradisional umumnya dilakukan di bawah sinar matahari, dimana waktu yang dibutuhkan bisa seharian bahkan berhari-hari karena sangat bergantung pada temperatur dari sinar matahari yang tidak stabil. Penggunaan mesin pengering dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mempercepat dan mempermudah proses pengeringan lada. Perancangan mesin pengering lada dilakukan dengan menerapkan metode VDI 2222 yang memiliki tahapan yang sederhana namun efektif yaitu merencana, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Rancangan mesin pengering lada memiliki beberapa fungsi utama yaitu mengeringkan biji lada yang telah dikupas kulitnya. Hasil akhir pada proyek akhir ini dapat membuat rancangan mesin pengering lada dengan pemanas kompor yang didorong oleh blower sehingga dihantar kan uap panasnya melewati chamber untuk pemanasnya serta menghasilkan simulasi proses pengeringan lada.

Kata Kunci : Lada, Pengeringan, VDI 2222

ABSTRACT

Pepper is a culinary spice that is widely found in Indonesia, especially in the Bangka Belitung Islands Province, The process of drying pepper manually or traditionally is generally carried out in the sun, where the time needed can be a day or even days because it depends on the temperature of the unstable sunlight. The use of a drying machine can be used as an alternative to speed up and simplify the pepper drying process. The design of the pepper drying machine is carried out by applying the VDI 2222 method which has simple but effective stages, namely planning, concepting, designing, and completion. The design of a pepper drying machine has several main functions, namely drying pepper seeds that have been peeled. The final result in this final project can make a pepper drying machine design with a stove heater driven by a blower so that the hot steam is sent through the chamber for heating and produces.

Keywords : Pepper, Rotary Dryer, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik. Kepada orang tua beserta keluarga lainnya yang selalu mendukung pengerjaan tugas akhir ini baik secara moril, materi, dan spiritual kepada penulis. Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Laporan proyek akhir ini berisikan hasil yang penulis lakukan selama proyek akhir berlangsung. Laporan proyek akhir yang berjudul “Rancangan Mesin Pengering Lada” ini diharapkan dapat membantu pelaku usaha pertanian dalam ide pembuatan mesin pengering.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berperan penting selama proses pengerjaan tugas akhir ini, sehingga laporan proyek akhir ini dapat terselesaikan, yaitu :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
2. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng selaku ketua Prodi Teknik Perancangan Mekanik.
4. Bapak Sugianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama proses pengerjaan proyek akhir.
5. Bapak Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama proses pengerjaan proyek akhir.

6. Bapak Ir. Dedy R. Harahap, S.S.T., M.Sc. selaku penguji 1 yang telah memberikan kontribusinya dan masukan konstruktif dalam laporan proyek akhir ini.
7. Bapak Muhammad Yunus, S.S.T., M.T. selaku penguji 2 yang telah memberikan kontribusinya dan masukan konstruktif dalam laporan proyek akhir ini.
8. Para dosen Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina serta mengarahkan penulis untuk menempuh kematangan berpikir dan berperilaku.
9. Terimakasih juga kepada Nabila Shofa Al-Adiba yang telah membantu dalam bentuk support selama mengerjakan proses pembuatan tugas proyek akhir ini.
10. Teman sekelompok yang telah berkerja sama selama mengerjakan tugas proyek akhir dan pembuatan laporan ini

Melalui laporan proyek akhir ini penulis mengharapkan kepada pihak-pihak yang terkait bisa menggunakan hasil dari penelitian ini untuk dijadikan referensi. Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih banyak kekurangan, baik dalam segi bahasa penulisan maupun sistematika penulisan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan di kemudian hari. Semoga proyek akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan bagi pembaca. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih.

Sungailiat, 8 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Lada.....	4
2.1.1 Pengeringan Lada secara Tradisional	5
2.2 Metode Perancangan	5
2.2.1 Merencana.....	6
2.2.2 Membuat Konsep	6
2.2.3 Merancang.....	8

2.2.4 Penyelesaian Rancangan	9
2.3 Rotary Dryer.....	10
2.3.1 Tipe pada rotary dryer.....	10
2.3.1.1 Jenis utama Rotary dryer	11
2.4 Analisa Perpindahan Kalor	14
2.5 Perhitungan Perpindahan Kalor.....	18
2.6 Alat pada pengering tipe Rotary Dryer	24
2.6.1 Prinsip Kerja Mesin Rotary Dryer	25
2.7 Elemen Mesin.....	25
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	32
3.1 Pengumpulan Data	32
3.2 Pembuatan Konsep	33
3.3 Merancang	34
3.4 Penyelesaian	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengumpulan Data	35
4.1.1 Analisa Perpindahan Kalor.....	35
4.2 Merencana	35
4.2.1 Daftar Tuntutan	36
4.3 Mengkonsep	37
4.3.1 Metode Penguraian Fungsi.....	37

4.3.2 Alternatif Fungsi Bagian.....	40
4.3.3 Kombinasi Alternatif	45
4.3.4 Varian Konsep	46
4.3.4.1 Varian konsep 1	46
4.3.4.2 Varian Konsep 2	47
4.3.4.3 Varian Konsep 3	48
4.3.4.4 Penilaian Alternatif Konsep.....	49
4.3.4.5 Draf Rancangan	53
4.4 Merancang	53
4.4.1 Analisis Perhitungan	53
4.4.2 Perhitungan Perpindahan kalor	54
4.4.3 Perhitungan mesin.....	57
4.4.4 Perhitungan statis	61
4.4.5 Perhitungan stress analysis	62
4.4.6 Perhitungan Gear	64
4.4.7 Cara Kerja Alat	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Lada (<i>Piper Nigrum</i> L).....	4
2.2. Pengeringan Lada Secara Tradisional	5
2.3. Diagram Perencanaan	6
2.4. Jenis Sirip – Sirip Rotary Dryer.....	13
2.5. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Koefisien Perpindahan Panas Konveksi.	15
2.6. Pengaruh Temperatur Pengeringan Terhadap Efisiensi thermal.	16
2.7. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Kadar Air	17
2.8. Pengaruh Waktu Pengeringan Terhadap Laju Pengeringan.....	18
2.9. Perpindahan panas konduksi pada dinding	22
2.10. Perpindahan Kalor secara konduksi	23
2.11. Perpindahan panas secara konveksi	24
2.12. Motor Ac	26
2.13. Gearbox	27
2.14. Pully dan Belt.....	28
2.15. Poros.....	29
3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan	32

4.1. Diagram Black Box.....	37
4.2. Diagram Struktur Fungsi Mesin Pengering Lada.....	38
4.3. Diagram sub fungsi bagian	39
4.4. Varian Konsep 1.....	47
4.5. Varian konsep 2.....	48
4.6. Varian Konsep 3.....	49
4.7 <i>Rotary Dryer</i>	58
4.8. Stress analysis poros penggerak tabung.....	63
4.9. Tegangan Gear	67
4.10. Bagian motor listrik AC.....	68
4.11. Bagian input pada mesin.....	68
4.12. Bagian tabung pengering pada mesin.....	69
4.13. Bagian corong output pada mesin.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Daftar Uraian Tuntutan Utama.....	36
4.2. Deskripsi Fungsi Bagian	39
4.3. Alternatif Fungsi Input.....	40
4.4. Alternatif Fungsi Penggerak	41
4.5. Alternatif Fungsi Pemanas	42
4.6. Alternatif Fungsi Sistem Pengeluaran Lada.....	43
4.7. Alternatif Fungsi Rangka	44
4.8. Kotak Morfologi	46
4.9. Kriteria penilaian.....	49
4.10. Penilaian Alternatif Fungsi Utama.....	50
4.11. Tabel Keputusan.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Tabel Kriteria Penilaian Rancangan
- Lampiran 3 : Tabel *Factor* Koreksi
- Lampiran 4 : Gambar Ukuran Penampang Sabuk-V
- Lampiran 5 : Gambar Diagram Pemilihan Sabuk-V
- Lampiran 6 : Tabel Diameter *Pully* Yang Diizinkan dan Dianjurkan
- Lampiran 7 : Tabel Sabuk-V Standar
- Lampiran 8 : Planning Production
- Lampiran 9 : Gambar Draft, Gambar Susunan dan Gambar Bagian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu rempah-rempah yang paling signifikan dan tradisional adalah lada. Cara paling umum untuk menyajikan lada hitam dan putih adalah bubuk. Masih ada banyak cara alternatif untuk menyajikan lada. Lada adalah alat dapur umum yang digunakan untuk bumbu, rempah-rempah, dan perasa yang dikombinasikan dengan bahan lainnya. Untuk keperluan industri, seperti industri makanan, farmasi, dan pengawetan daging, serta untuk bumbu masak dengan rasa unik yang tidak ada penggantinya, lada sangat signifikan. Jumlah lada yang dikonsumsi setiap tahun per orang di dunia tampaknya meningkat. Amerika Serikat dan negara-negara Eropa Barat seperti Belanda, Jerman, dan Prancis adalah yang secara historis memasarkan lada Indonesia. Cina, India, dan Vietnam adalah beberapa pasar non-tradisional Indonesia (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2022). Enam negara—Vietnam (37,8%), Brasil (13,7%), Indonesia (13,2%), India (9,7%), Sri Lanka (6,0%), dan Malaysia (4,7%)—mendominasi pasar produksi lada global (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2022). Pengeringan secara manual atau tradisional sering menggunakan metode penjemuran di bawah sinar matahari di kampung-kampung, namun memiliki kekurangan karena prosesnya yang memakan waktu lama akibat perubahan suhu cuaca. Oleh karena itu, banyak mesin pengering dengan berbagai tipe dan bentuk yang dikembangkan sebagai alternatif pengeringan selain sinar matahari.

Beberapa penelitian tentang mesin pengering lada telah dilakukan Erian, Muhammad, and Natalia pada yaitu merancang mesin pengering lada dengan sistem Mekanisme mesin pengering berupa silinder horizontal yang bergerak secara *rotary* dimana mesin tersebut dapat memproses lada sebanyak 50kg per 60 menit. Pada hasil tersebut terdapat sistem *rotary dryer*. Proses pengeringan

lada ini hanya mengeringkan lada sebesar 25% saja. Mesin ini memiliki sistem pengeringan *rotary dryer*, hasil pengeringan ini cukup optimal karena didukung oleh sistem pemanas menggunakan pipa pemanas sebagai pemanasnya, Hasil pengeringan ini cukup optimal namun cukup optimal karena menggunakan sistem *Rotary Dryer*. Penelitian lainnya dilakukan oleh Syahrul Khafizam dan Syahaji Watama memiliki sistem pengeringan *rotary dryer* namun menggunakan sistem *sirip stright* dan hasil pengeringan ini cukup optimal tetapi menggunakan sistem bio massa dan pada proses pengeringan lada ini hanya mengeringkan lada sebanyak 23,9% menjadi 12,65% .

Berdasarkan beberapa penelitian diatas terdapat persamaan proses pengeringan yaitu sistem *Rotary Dryer* dan menggunakan sirip *stright*, Sistem ini nantinya akan digunakan pada rancangan mesin pengering lada dan sistem tersebut akan diintergrasikan dengan komponen mesin lainnya sehingga dihasilkan rancangan pengering lada yang dapat mengeringkan lada dengan efektif dan optimal, Simulasi proses pengoperasian alat ditampilkan pada rancangan menggunakan CAD atau menunjukkan proses pengeringan dan tahapan menggunakan mesin yang dirancang, Dengan rancangan ini diharapkan proses pengeringan lada dapat lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

Adapun rumusan masalah mesin pengering lada dalam proses pengeringan ini sebagai berikut :

1. Merancang mesin pengering lada yang dapat melakukan proses pengeringan secara optimal?
2. Membuat simulasi rancangan proses pengering menggunakan software CAD?

1.3 Tujuan

Tujuan dari merancang mesin pengering lada dengan penggunaan tempat yang tidak terlalu banyak dan *output* maupun *input* yang tidak terlalu besar

adalah untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi petani agar sesuai dengan kebutuhan dan kriteria yang diinginkan. Tujuan lainnya adalah:

1. Menghasilkan rancangan mesin pengering lada dengan spesifikasi pengeringan secara optimal.
2. Menghasilkan rancangan mesin pengering lada dengan memberikan simulasi ilustrasi kerja alat dalam bentuk video animasi.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Lada

Nama lain untuk lada adalah lada, dan nama ilmiahnya adalah Tanaman *Piper nigrum L* mengandung konsentrasi tinggi bahan kimia, termasuk pati, minyak lemak, dan minyak lada. Lada memiliki sifat hangat, pedas, sedikit pahit, dan antipiretik (obat yang menurunkan suhu tubuh). Ada dua varietas lada yang diproduksi di Indonesia yaitu lada hitam dan lada putih.(Asnawi 2021)



Gambar 2.1. lada (*Piper Nigrum L*)

(Sumber: www.tribunnewswiki.com)

Lada putih merupakan lada yang telah dikeringkan setelah direndam dan dikupas, sedangkan lada hitam adalah lada yang dikeringkan bersama dengan kulitnya. Mengingat fungsi dan statusnya yang unik sebagai penyumbang utama pendapatan devisa negara, lada merupakan bahan rempah-rempah penting yang tidak dapat diganti dengan varietas lain.(Asnawi 2021)

Perkebunan Rakyat (PR) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) mengejar produksi lada di Indonesia, yang tercatat sebesar 89,28 ribu ton (angka sementara) pada tahun 2022. Mayoritas produksi lada Indonesia berasal dari Bangka Belitung dan Lampung, yang berkontribusi terhadap produktivitas (rata-rata selama lima tahun sebelumnya). masing-masing Sedangkan provinsi

lainnya hanya memberikan kontribusi kurang dari 10%, sebesar 37,48% dan 17,61%. Diproyeksikan Indonesia akan memproduksi 83,70 ribu ton lada pada 2023. Diproyeksikan pada tahun 2026, produksi ini akan meningkat menjadi 84,44 ribu ton. Selama lima tahun berikutnya (2022-2026), produksi lada diperkirakan akan meningkat rata-rata 0,55% per tahun. (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2022)

2.1.1 Pengeringan Lada secara Tradisional

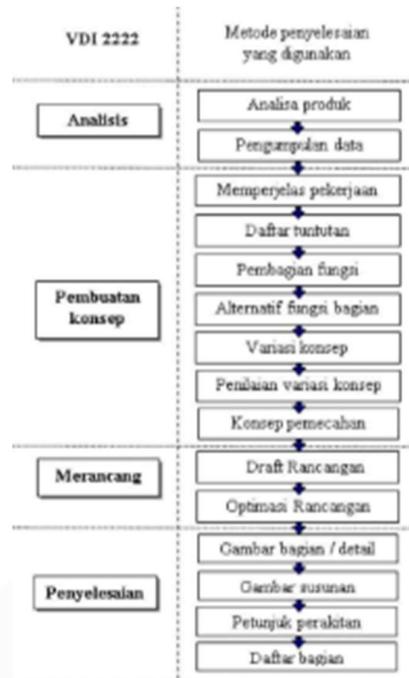
Pengeringan lada secara tradisional adalah metode pengeringan biji lada (*Pipper Nigrum*) yang menggunakan teknik konvensional tanpa bantuan mesin modern. Proses ini menggunakan sinar matahari dan angin untuk mengurangi kadar air dalam biji lada, sehingga biji lada dapat diawetkan dan siap dipasarkan atau diolah lebih lanjut. Meskipun pengeringan tradisional ini diperlukan perhatian dan ketelitian, metode ini efektif dalam menghasilkan lada kering berkualitas dengan biaya relatif rendah. Pengeringan lada secara tradisional dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. Pengeringan Lada Secara Tradisional
(Nurdjanah, 2006)

2.2 Metode Perancangan

Teknik desain melibatkan pengembangan desain menggunakan beberapa iterasi dan alternatif untuk menghasilkan sesuatu yang ideal dalam hal bentuk, fungsi, dan proses manufaktur. Berikut diagram perencanaan dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2.3. Diagram Perencanaan
(Sumber: Riana & Bustomi, 2019)

2.2.1 Merencana

Langkah pertama dalam merencana, yang memerlukan pemilihan pekerjaan, adalah perencanaan. Studi kelayakan, analisis pasar, temuan penelitian, konsultasi pemesanan, pengembangan awal, paten, dan kelayakan lingkungan membentuk pemilihan pekerjaan.

2.2.2 Pembuatan Konsep

Mengembangkan ide Ada berbagai langkah yang perlu dilakukan dalam proses pemilihan konsep, seperti berikut ini:

1. Definisi Tugas

Definisi tugas berkaitan dengan produk akhir yang perlu diproduksi. Misalnya, memutuskan kegiatan dan opsi mana yang perlu diselesaikan.

2. Daftar Permintaan memenuhi persyaratan yang harus dipenuhi untuk produk yang dihasilkan pada saat ini ada 3 yaitu :

- a. Persyaratan utama adalah salah satu yang sepenuhnya dipenuhi oleh rencana. Biasanya ditulis sebagai parameter dengan kuantitas berikut terlampir, di mana besaran yang dimaksud memiliki nilai yang harus dipenuhi tanpa penyimpangan.
- b. Persyaratan kedua adalah permintaan dengan parameter yang sepenuhnya dipenuhi dan memiliki batas maksimum. Meskipun mereka bukan harga absolut, jumlah dan unit berfungsi sebagai batas atas dan bawah.
- c. Keinginan adalah kriteria tambahan yang tidak perlu yang, ketika dipenuhi, secara signifikan meningkatkan kinerja produk. Ini dilengkapi dengan rekomendasi dari pihak-pihak terkait, terutama pembuat dan pemesan, dalam bentuk daftar tuntutan.

3. Diagram proses

Pada diagram terdapat beberapa proses yang terdiri 3 bagian fungsi yang perlu dijelaskan yaitu :

- a. Input adalah suatu tahap di mana bahan mentah atau material dasar dimasukkan ke dalam mesin untuk diproses.(Groover and P. 2013)
- b. Proses adalah tahap di mana mesin melakukan tindakan tertentu untuk mengubah bahan mentah melalui input menjadi bentuk yang diinginkan melalui serangkaian operasi mekanis, termal, atau kimia. (Groover and P. 2013)
- c. Output adalah tahap di mana setelah melewati tahapan proses dari mesin menjadikan produk akhir atau bahan setengah jadi.(Groover and P. 2013)

4. Analisa Fungsi Bagian

Analisa fungsi bagian merupakan uraian tentang fungsi sistem yang terdiri dari berbagai bagian mesin serta dijelaskan fungsi pada setiap bagian mesin nya dan dihasilkan kesimpulan pada setiap bagiannya.

5. Alternatif fungsi bagian dan Pemilihan alternatif

Fungsi di bagian ini akan disajikan sebagai alternatif dari fungsi di bagian tersebut, yang kemudian akan dipilih berdasarkan keunggulan dan kelemahan masing-masing.

6. Keputusan Akhir

Keputusan akhir merupakan tahapan yang menghasilkan rancangan akhir sebagai tahapan terakhir dari penjelesaian fungsi bagian dan pemilihan alternatif yang telah dilakukan pada sebelumnya.

2.2.3 Merancang

Faktor-faktor yang terdiri di dalam merancang ialah sebagai berikut.

1. *Standardisasi*

Komponen yang terdapat pada elemen-elemen mesin yang digunakan pada pembuatan mesin sebaiknya memiliki standar.

2. Elemen mesin

Diperkirakan bahwa ketika elemen mesin rusak, sistem akan sesuai dan proses perbaikan akan sederhana dan murah.

3. Material

Sumber daya yang digunakan harus tersedia di pasar, membuatnya mudah dan tersedia banyak di pasaran.

4. Ergonomi

Ergonomi adalah penerapan ilmu pengetahuan yang memperhitungkan karakteristik manusia yang perlu diperhitungkan dalam desain dan pengaturan sesuatu yang digunakan, untuk memfasilitasi interaksi yang lebih nyaman dan produktif antara manusia dan benda-benda yang digunakan, menurut seorang ilmuwan

dengan nama DR. Roger W. dan Pease Jr. Untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi, meningkatkan keselamatan, meningkatkan kenyamanan, meningkatkan penerimaan pengguna, meningkatkan kepuasan kerja, dan meningkatkan kualitas hidup adalah tujuan ergonomi.

5. Mekanika teknik dan kekuatan bahan

Produk yang akan dirancang menghindari bentuk yang rumit dan disesuaikan dengan tren, konvensi, dan estetika. Jenis bahan yang akan digunakan harus diperhitungkan saat membuat alat.

6. Pemesinan

Metode menghasilkan produk yang mematuhi hasil geometris yang diinginkan dengan menggunakan gerakan relatif antara mata pemotongan dan benda kerja saat menggunakan mesin perkakas.

7. Perawatan

Pemeliharaan adalah tindakan yang diambil untuk menghindari terjadinya kesalahan atau kerusakan pada mesin sehingga terhindar dari cedera atau kecelakaan pada operatornya.

8. Ekonomis

Perilaku ekonomi adalah setiap kegiatan atau perilaku yang memungkinkan kita untuk memperoleh input (barang atau jasa) dengan kualitas terbaik dengan biaya serendah mungkin. Ekonomi suatu produk harus dipertimbangkan dalam desain. Misalnya, menyederhanakan bentuk yang rumit dapat membantu menghemat uang dan tenaga selama proses pemesinan.

2.2.4 Penyelesaian Rancangan

Pada tahap ini dilakukan rancangan gambar kerja dan gambar detail maupun susunan produk. Setelah dilakukan rancangan dilanjutkan maka harus dilengkapi penyelesaian gambar-gambar maupun spesifikasi tambahan serta petunjuk penggunaan pada mesin yang dirancang dan sebagainya.

2.3 *Rotary Dryer*

Rotary Dryer adalah salah satu metode pengeringan ada yang tersedia. Pengering putar, yang terdiri dari cangkang silinder yang diputar di atas bantalan dan biasanya sedikit condong ke horizontal, digunakan untuk mengeringkan. Pakan basah dimasukkan ke ujung atas pengering, dan pakan berkembang melaluinya sesuai dengan rotasi, efek kepala, dan kemiringan cangkang. Di ujung bawah pengering, produk kering ditarik. Dengan arah aliran gas melalui silinder relatif untuk padatan terutama dipengaruhi oleh karakteristik bahan olahan. Karena pendinginan gas yang cepat selama awal penguapan kelembaban permukaan, aliran *kocurrent* digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap panas bahkan pada suhu gas masuk yang tinggi. Untuk bahan lain, aliran arus balik dibutuhkan untuk memanfaatkan efisiensi termal yang lebih tinggi yang dicapai dengan cara ini. (Mujumdar 2019)

2.3.1 Tipe pada rotary dryer

Rotary Dryer diklasifikasikan sebagai langsung, tidak langsung, dan tidak langsung, dan tipe khusus. Klasifikasi ini didasarkan pada metode perpindahan panas langsung saat panas ditambahkan atau dihilangkan dari padatan dengan pertukaran langsung antara gas dan padatan, dan tidak langsung ketika media pemanasan dipisahkan dari kontak dengan padatan oleh dinding atau tabung logam. Ada yang tak terbatas jumlah variasi, yang menyajikan karakteristik operasi yang cocok untuk pengeringan, reaksi kimia, pencampuran, pemulihan pelarut, dekomposisi termal, sintering, dan aglomerasi padatan. Pengering putar dikategorikan menjadi langsung, tidak langsung, dan tidak langsung. Klasifikasi ini didasarkan pada metode perpindahan panas langsung, di mana panas ditambahkan atau dihilangkan dari padatan melalui pertukaran langsung gas-padatan; metode perpindahan panas tidak langsung terjadi ketika media pemanasan terpisah dari kontak dengan padatan oleh dinding atau tabung logam. Ada banyak variasi yang menunjukkan karakteristik operasi yang sesuai untuk pengeringan, reaksi kimia, pencampuran, pemulihan pelarut, sintering, dekomposisi termal, dan aglomerasi padatan. (Mujumdar 2019)

2.3.1.1 Jenis utama *Rotary Dryer*

1. Pengering putar langsung.

Ini terdiri dari logam telanjang silinder dengan atau tanpa penerbangan. Ini cocok untuk operasi pada suhu rendah dan sedang karena kekuatan logam yang berbeda.

2. Tungku putar langsung.

Ini terdiri dari silinder logam yang dilapisi di dalamnya dengan blok isolasi atau bata tahan api untuk membuatnya tahan terhadap suhu tinggi.

3. Pengering tabung uap tidak langsung.

Ini terdiri dari cangkang logam berbentuk silinder yang memiliki satu atau lebih baris tabung logam yang dipasang secara longitudinal di dalamnya. Sangat cocok untuk digunakan ketika suhu uap tersedia atau ketika proses membutuhkan air untuk mendinginkan tabung.

4. Kalsiner putar tidak langsung.

Ini terdiri dari silinder logam yang dikelilingi oleh tungku yang dibakar atau dipanaskan secara elektrik. Ini berfungsi dengan baik pada suhu yang dapat ditoleransi oleh logam silinder: suhu baja tahan karat 800–1025 K dan baja karbon 650–700 K.

5. Pengering *Roto-Louvre* langsung.

Sebagai padatan maju dalam gerakan arus silang ke gas, itu mungkin yang paling penting dari jenis ini. Itu juga ideal untuk operasi pada suhu rendah dan sedang.

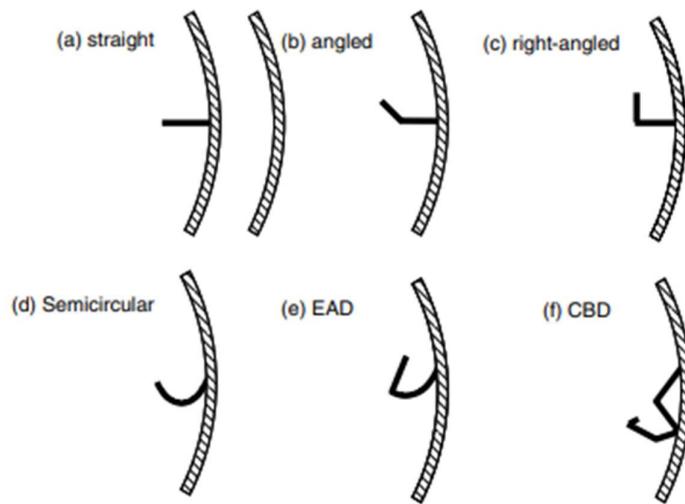
Pengering putar dapat memproses pakan basah secara *batch* atau *kontinu*, dan produk yang dibuang harus padatan yang relatif mengalir bebas dan berbutir. Jika bahan tidak sepenuhnya mengalir bebas di dalamnya, operasi khusus diperlukan, seperti *premixing* produk dengan pakan, memelihara tempat tidur produk yang mengalir bebas di silinder di ujung umpan. Pengering panas langsung adalah yang paling mudah dan murah untuk digunakan ketika ada kontak aman antara padatan dan gas atau udara.

Namun, karena volume gas besar dan kecepatan gas tinggi yang biasanya diperlukan, kehilangan *entrainment* yang berlebihan dalam aliran gas keluar mungkin terjadi jika padatan mengandung partikel yang sangat halus.

Jenis tidak langsung hanya membutuhkan aliran gas yang cukup melalui silinder untuk menghilangkan uap, dan lebih baik untuk proses yang membutuhkan *atmosfer* gas khusus dan pengecualian udara luar. Peralatan tambahan dari *rotary* yang dipanaskan langsung pengering termasuk ruang bakar untuk operasi di suhu tinggi, sedangkan kumparan uap digunakan untuk suhu rendah. Gas dipaksa melalui silinder oleh pengendara (terutama saat pengering dengan tekanan rendah digunakan) atau *exhauster-blower* kombinasi, yang cocok untuk mempertahankan kontrol tekanan internal yang tepat bahkan dalam kasus penurunan tekanan tinggi dalam sistem. Metode pemberian makan pengering putar tergantung pada karakteristik material. Ini dapat dilakukan dengan saluran yang memanjang ke dalam cangkang silinder atau dengan pengumpan sekrup untuk penyegelan atau jika umpan gravitasi tidak nyaman. (Mujumdar 2019)

Putaran panas langsung pengering dengan penerbangan periferal adalah jenis pengering putar yang paling banyak dipelajari dari semua jenisnya. Namun, sedikit penelitian telah dilakukan tentang jenis pengering putar lainnya. Tujuan mereka adalah untuk mengangkat dan menghujani padatan partikel melalui aliran gas, yang mendorong intim kontak antara padatan basah dan gas panas. Sirip biasanya diimbangi setiap 0,6–2 m, dan bentuknya bergantung pada sifat padatan. Radial penerbangan datar tanpa bibir digunakan untuk bahan yang lengket, dan radial penerbangan dengan bibir 90° digunakan untuk bahan yang mengalir bebas. (Mujumdar 2019)

Terdapat berbagai contoh sirip yang ada pada *rotary dryer* yang digunakan ada 6 jenis yaitu :



Gambar 2.4. Jenis Sirip – Sirip *Rotary Dryer*

a. *Sirip Straight*

Bentuk sirip straight memungkinkan material diangkat secara vertikal ke atas saat *dryer* berputar. Desain ini efektif untuk mengalirkan material ke bagian atas drum, memungkinkan material jatuh kembali ke bagian bawah dan berinteraksi dengan aliran gas panas lebih lama.

b. *Sirip Angled*

Sirip angled memiliki sudut yang membantu material mengarahkan ke arah tertentu saat *dryer* berputar. Desain ini meningkatkan efisiensi pengeringan dengan mengoptimalkan aliran material dan memungkinkan lebih banyak permukaan material terpapar pada aliran gas panas.

c. *Sirip Right-angled*

Sirip *right-angled* dirancang dengan sudut 90 derajat, yang membantu dalam memindahkan material dengan lebih efisien di dalam drum. Desain ini sering digunakan untuk material yang lebih berat atau padat, di mana pergerakan material yang lebih agresif diperlukan untuk menghindari penumpukan.

d. Sirip *Semicircular*

Sirip *semicircular* membantu mendistribusikan material secara merata di sepanjang permukaan drum. Desain ini juga mengurangi kemungkinan material terjebak dan memastikan bahwa semua bagian material mendapatkan paparan yang cukup terhadap gas panas.

e. EAD

EAD adalah desain sirip yang terletak di dekat ujung drum yang dimaksudkan untuk meningkatkan pengaliran material dan mengurangi penumpukan di bagian akhir *dryer*. Dengan demikian, material dapat lebih mudah dikeluarkan dari *dryer* setelah proses pengeringan selesai.

f. CBD

CBD adalah desain sirip di tengah dan bawah drum untuk mengangkat material dari bawah ke atas. Ini memastikan bahwa material terpapar secara merata dan mendapatkan paparan gas panas yang paling banyak.

Penggunaan berbagai bentuk sirip dalam pengering *rotary* sangat penting untuk meningkatkan efisiensi pengeringan. Setiap desain sirip memiliki tujuan khusus untuk memaksimalkan aliran material dan paparan panas, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas dan kecepatan proses pengeringan.

2.4 Analisa Perpindahan Kalor

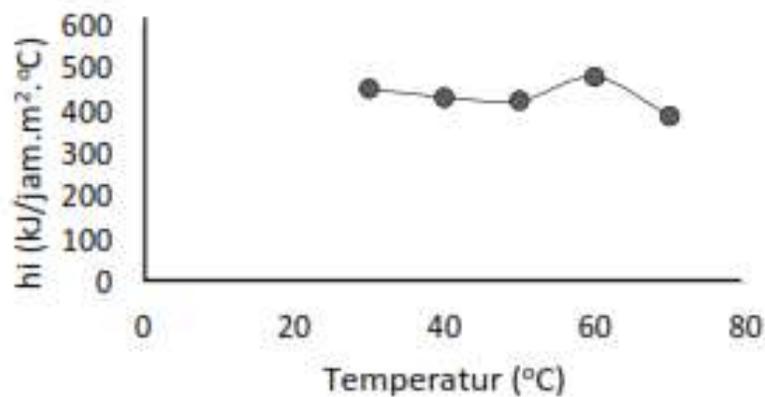
1. Kesimpulan analisa

Henderson dan Perry (1955) mengidentifikasi dua tahap utama dari proses pengeringan sebagai fase laju pengeringan tetap dan periode laju pengeringan yang menurun.

Transmisi panas terjadi selama proses pengeringan selain perpindahan massa. Perpindahan panas konveksi terjadi ketika panas bergerak, mengalir,

atau bercampur dari area yang dipanaskan ke area yang didinginkan. (Yuliati et al. 2018)

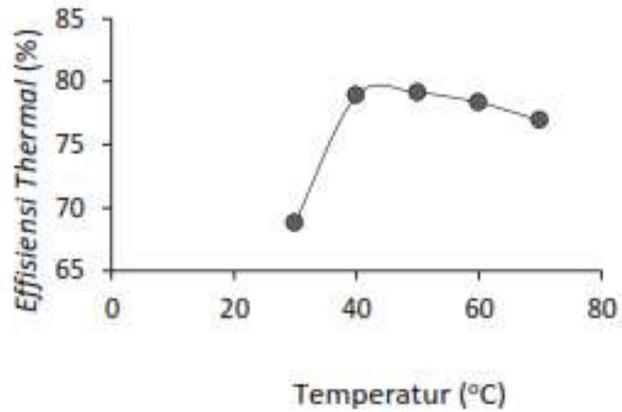
Pergerakan panas dari komponen panas ke komponen dingin menyebabkan perpindahan panas konveksi, dan koefisien perpindahan panas mempengaruhi proses ini. Gambar di bawah ini menunjukkan cara menghitung koefisien perpindahan panas (h).



Gambar 2.4. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Koefisien Perpindahan Panas Konveksi.

(Sumber: Selastia Yuliati, Aida Syarif, dkk, 2018)

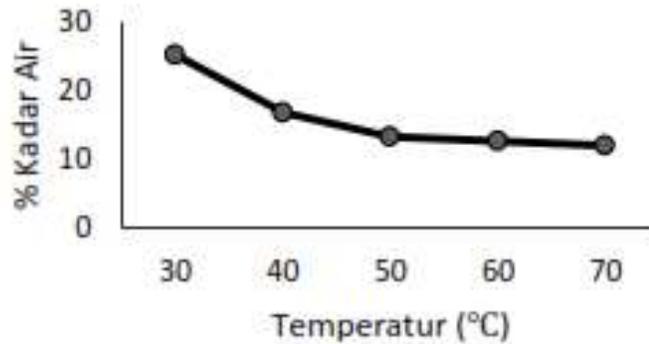
Kadar air dalam biji kopi dipindahkan ke udara sebagai akibat dari perpindahan panas dari udara ke material. Nilai efisiensi termal pengeringan menunjukkan berapa banyak panas yang digunakan untuk mengeringkan biji kopi. Efisiensi termal pengering putar ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.6. Pengaruh Temperatur Pengeringan Terhadap *Effisiensi thermal*.

(Sumber: Selastia Yuliati, Aida Syarif, dkk, 2018)

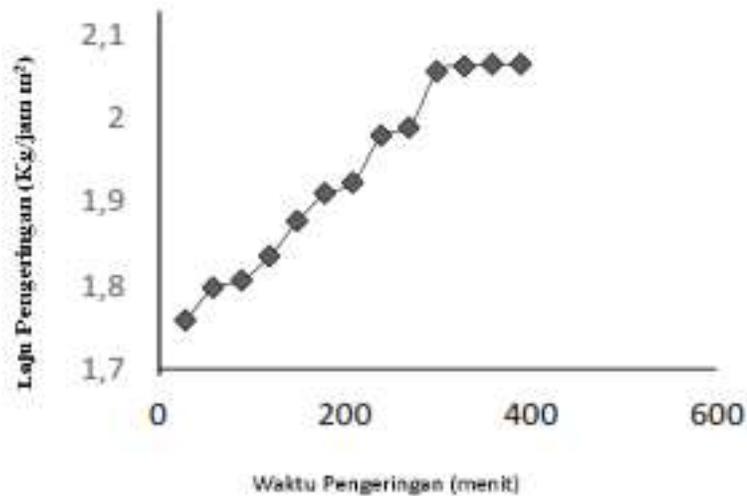
Biji kopi dikeringkan dengan menggunakan panas yang masuk ke *rotary dryer*, yang menurunkan kadar air biji. Panas dan transmisi massa adalah penyebabnya. Diatas menampilkan grafik kadar air biji kopi pada suhu pengeringan yang berbeda Pada Gambar tersebut. *Effisiensithermal* yang paling tinggi berada pada suhu pengeringan 50°C yaitu sebesar 79.09 %.



Gambar 2.7. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Kadar Air

(Sumber: Selastia Yuliati, Aida Syarif, dkk, 2018)

Menurut gambar, suhu pengeringan memiliki dampak signifikan terhadap penurunan kadar air biji kopi. Jumlah kadar air yang turun meningkat dengan suhu pengeringan



Gambar 2.8. Pengaruh Waktu Pengeringan Terhadap Laju Pengeringan

(Sumber: Selastia Yuliati, Aida Syarif, dkk, 2018)

Laju pengeringan konsisten antara 360 dan 390 menit dalam proses pengeringan karena kelembaban tidak berpengaruh padanya. Namun, seiring berjalannya proses, kelembaban turun dan laju pengeringan juga dapat menurun. Akhirnya, ketika kelembaban mencapai keseimbangan, laju pengeringan yang stabil terhenti. (Yuliati et al. 2018)

Berikut kesimpulan dari analisa perpindahan panas terhadap *rotary dryer* dengan penggunaan panas kalor :

1. Studi yang telah dilakukan mengarah pada kesimpulan bahwa pengering putar bekerja sangat baik dalam mengeringkan biji kopi. Hal ini terbukti dari kadar air akhir biji kopi, efisiensi termal, dan nilai koefisien perpindahan panas. Studi mengungkapkan bahwa kadar air telah turun dari **25,2%** menjadi **11,98%**, dan efisiensi termal bervariasi dari **68,8-79%**. Laju pengeringan pengering putar berkisar antara **1,75-2,06 kg/jam**, sedangkan koefisien perpindahan panasnya berkisar antara **390,49 Kj /jam** hingga **481,63 Kj /jam**.
2. Pada 50°C untuk pengeringan, efisiensi termal maksimum 79,09% tercapai. Ini terjadi sebagai akibat dari konversi listrik pemanas yang signifikan dari produksi udara panas. Karena udara panas memiliki energi yang cukup untuk menginduksi air dalam material untuk menguap, itu meningkatkan efisiensi termal. Langkah selanjutnya melibatkan pemanasan biji kopi dengan udara panas untuk menaikkan suhunya selama proses pengeringan.

2.5 Perhitungan Perpindahan Kalor

Ilmu perpindahan panas meneliti pergerakan energi yang disebabkan oleh perbedaan suhu antara bahan dan benda. Panas adalah istilah untuk energi yang ditransfer ini. Tidak seperti termodinamika, yang berfokus pada sistem dalam kesetimbangan dan tidak dapat mengantisipasi kecepatan transfer energi, ilmu ini tidak hanya menjelaskan bagaimana energi diangkut tetapi juga membuat prediksi tentang laju transfer dalam situasi tertentu. Selain hukum termodinamika pertama dan kedua, ilmu perpindahan panas menawarkan

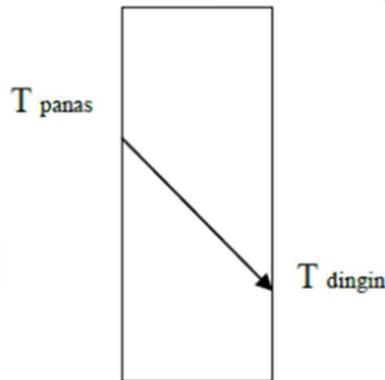
pedoman eksperimental langsung yang dapat digunakan dalam berbagai skenario dunia nyata.

- Sistem Perpindahan Kalor Yang Digunakan

Perpindahan kalor pada sistem yang terdapat didalam mesin pengering lada dibagi menjadi 2 (dua), yaitu :

1. Konduksi

Ini adalah proses perpindahan panas antara dua media berbeda yang bersentuhan langsung, mengalir dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah dalam satu media (padat, cair, atau gas). Tanpa transfer molekul yang cukup, transmisi energi terjadi langsung antara molekul dalam aliran panas konduksi. Satu-satunya cara panas dapat melewati bahan padat yang tahan terhadap cahaya adalah dengan konduksi.



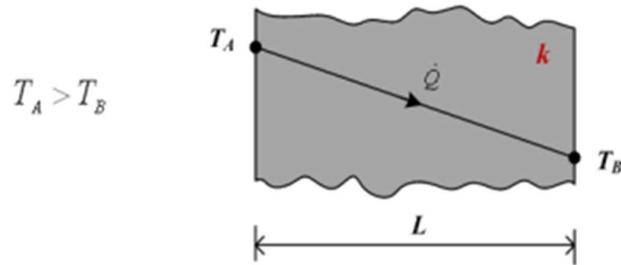
Gambar 2.9. Perpindahan panas konduksi pada dinding

Transfer energi dapat terjadi melalui tumbukan elastis, seperti dalam cairan, atau melalui difusi elektron yang bergerak cepat dari daerah suhu tinggi ke daerah suhu rendah, seperti logam.

Produk dari tiga angka berikut menentukan laju perpindahan panas dengan konduksi dalam suatu bahan:

1. k , konduktivitas thermal bahan
2. A adalah luas penampang yang perlu diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas untuk mewakili aliran panas dengan konduksi.

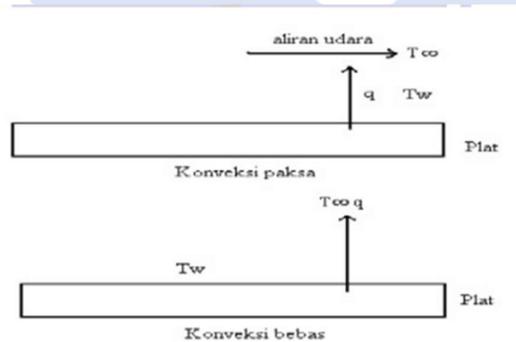
3. Gradien suhu terhadap penampang, atau dT/Dx , adalah variasi suhu T relatif terhadap jarak arah aliran panas, x .



Gambar 2.10. Perpindahan Kalor secara konduksi

2. Konveksi

Melalui upaya gabungan konduksi panas, penyimpanan energi, dan gerakan pencampuran, energi diangkut selama proses ini. Tergantung pada bagaimana aliran ditangani, ada dua jenis perpindahan panas konveksi yaitu konveksi paksa dan konveksi bebas. Konveksi bebas atau alami adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan gerakan pencampuran yang secara eksklusif disebabkan oleh efek gradien suhu pada kepadatan.



Gambar 2.11. Perpindahan panas secara konveksi

Perpindahan panas dicontohkan oleh pemanasan atau pendinginan cairan yang bergerak melalui saluran tertutup, seperti yang terlihat pada

gambar di atas. Rumus ini dapat digunakan untuk menentukan laju perpindahan panas pada perbedaan suhu tertentu.

2.6 Alat pada pengering tipe *Rotary Dryer*

Pengeringan adalah tindakan mengangkut panas dan uap air secara bersamaan. Hal ini membutuhkan energi panas untuk mengeluarkan air dari permukaan material (Rahmadi, et al., 2016). Suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal, dan kadar air bahan kering adalah faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pengeringan. Suhu udara pengeringan meningkat seiring waktu; Proses pengeringan lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Lebih banyak massa air menguap dari permukaan bahan kering sebanding dengan daya dukung energi panas udara.

Biasanya, pengering terdiri dari unit pemanas, *drive* dan kipas, dan fungsi kontrol tambahan. Anda bisa menggunakan motor listrik atau motor pembakaran sebagai sumber energi untuk menggerakkan udara sekitar. Elemen pemanas listrik, gas, minyak bumi, batu bara, dan biomassa adalah sumber energi yang mungkin untuk pemanasan. Berbagai macam teknologi pengeringan tersedia saat ini untuk tujuan pengeringan biji-bijian pertanian, termasuk tetapi tidak terbatas pada jagung, kedelai, lada, dan kemiri. Biasanya, *bed*, *batch*, dan *rotary drying* digunakan untuk pengeringan lada.

2.6.1 Prinsip Kerja Mesin *Rotary Dryer*

Pengering putar beroperasi berdasarkan silinder sirip pengaduk yang berputar bersama-sama untuk mengaduk material di dalam silinder. Uap panas kemudian mengalir dan melakukan kontak dengan material. Untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan dan memisahkan pengumpulan bahan lengket dan basah, bahan diangkat dan dijatuhkan dari atas ke bawah di dalam drum pengering berputar.

Selanjutnya, sebagai akibat dari kemiringan drum, material mulai bergerak dari satu ujung pengering ke ujung lainnya. Setelah itu, bahan yang telah dikeringkan keluar dari pengering drum melalui lubang di bagian belakang. Tungku pembakaran menghasilkan uap panas yang dibuat. Dengan

menggunakan blower yang bertindak sebagai penggerak uap panas, uap panas dikirim melalui pipa ke drum pengering.

2.7 Elemen Mesin

Berikut beberapa elemen mesin yang akan digunakan pada mesin pengering lada ini antara lain:

1. Motor Ac

Dengan bantuan kolam, motor AC mengubah energi listrik menjadi energi sistem mekanis. Daya yang dihasilkan oleh listrik menghasilkan output mekanis, yang mengubah daya listrik menjadi output mekanis. Motor AC dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Motor Ac

Hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan Poros, sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008) :

- Menghitung Rpm

$$n1 = d2 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$n2 = d1$$

Keterangan:

n1 = Putaran motor maksimum (Rpm)

n2 = Putaran motor yang diinginkan (Rpm)

d1 = Diameter Pulley besar

d_2 = Diameter Pulley kecil

• Menghitung Gaya $F_p = .g$ (2.2)

• Momen Puntir $M_p = .r$(2.3)

Keterangan:

F_p = Gaya (N)

m = Massa (kg)

g = Gravitasi (mm/s^2)

M_p = Momen Puntir (Kg/mm)

2. Gearbox

Untuk mempertahankan rotasi yang stabil dan agak cepat pada poros sekrup, gearbox di mesin menyalurkan kecepatan motor pembakaran. Spesifikasi gearbox yaitu WPA 70 dengan rasio 1:10 pada motor Ac. Gearbox dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.13. Gearbox

3. Transmisi V-Belt

Transmisi V-Belt adalah jenis sistem transmisi yang menggunakan sabuk untuk mentransfer daya dari satu poros ke poros lainnya. Dengan penampang trapesium dan alur katrol berbentuk V yang mengelilinginya, V-Belt terdiri dari karet. Selain itu, pada tegangan yang relatif rendah, gaya gesekan akan menghasilkan transmisi daya yang substansial. Pulley dan belt ditunjukkan pada Gambar 2.17



Gambar 2.14. Pulley dan Belt

Hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan Pulley dan V-Belt, sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008):

- Perhitungan daya rencana Pulley dan V-Belt dengan rumus:

$$P_d = F_c \cdot P \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

P = Daya motor (kw).

Fc = Faktor koreksi.

Pd = Daya rencana motor (kw)

- Untuk mencari kecepatan V-Belt (v) dengan rumus:

$$V = \frac{\pi}{60} \times \frac{Pd \times n1}{1000} \dots\dots\dots(2.5)$$

- Untuk mencari panjang V-Belt (L) dengan rumus:

$$L = 2 \times C + \frac{n}{2} (Dp + dp)^2 \frac{(Dp+dp)^2}{4 \times c} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Untuk mencari perhitungan jarak poros antara Pulley (C) dengan rumus:

$$b = 2 \times L - 3,14 (Dp + dp) \dots\dots\dots(2.7)$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp+dp)}}{b} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

Pd = Daya rencana motor (kw)

- n1 = Putaran motor (Rpm)
- C = Jarak sumbu pulley (mm)
- L = Panjang V-Belt (mm)
- Dp = Diameter Pulley 1 (mm)
- dp = Diameter Pulley 2 (mm)

4. Poros

Sebagai komponen yang berputar, poros adalah bagian dari mesin yang mentransfer daya. Ini dapat diklasifikasikan sebagai poros transmisi, poros spindel, atau poros poros (Wiseno, Falukhul, & Elbi, 2022). Poros dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.15. Poros

Hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan Poros, sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008):

- Perhitungan momen putir T (kg.mm) dengan rumus

$$Pd \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{2\pi n1}{60}\right)}{102} \dots\dots\dots(2.9)$$

Sehingga:

$$T : 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n1} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

Pd = Daya rencana motor (kw)

T = Momen puntir (Kg.mm)

n1 = Putaran motor (Rpm)

• Perhitungan tegangan geser ijin r_a (kg/mm²) dengan rumus:

$$r_a = \frac{\sigma_B}{sf1 \times sf2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

r_a = Tegangan geser ijin (Kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik material

sf1 = Safety faktor 1

sf2 = Safety faktor 2

• Perhitungan diameter poros d_s (mm) dengan rumus:

$$d_2 = \left(\frac{5.1}{ca} \times K_t \times C_b \times T \right)^{1/3} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

d_s = Diameter poros (mm)

r_a = Tegangan geser ijin (Kg/mm²)

K_t = Beban tumbukan

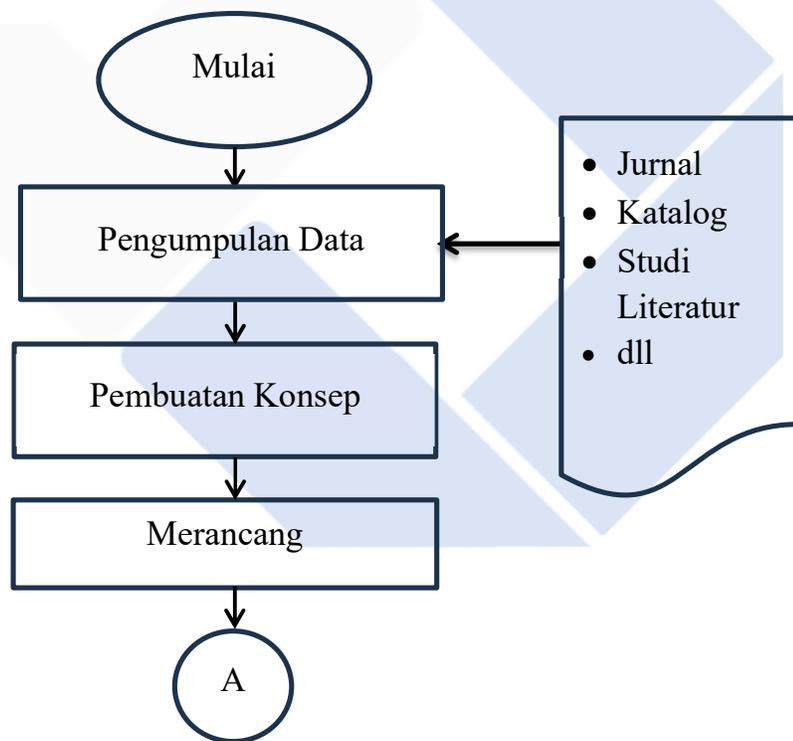
C_b = Beban lentur

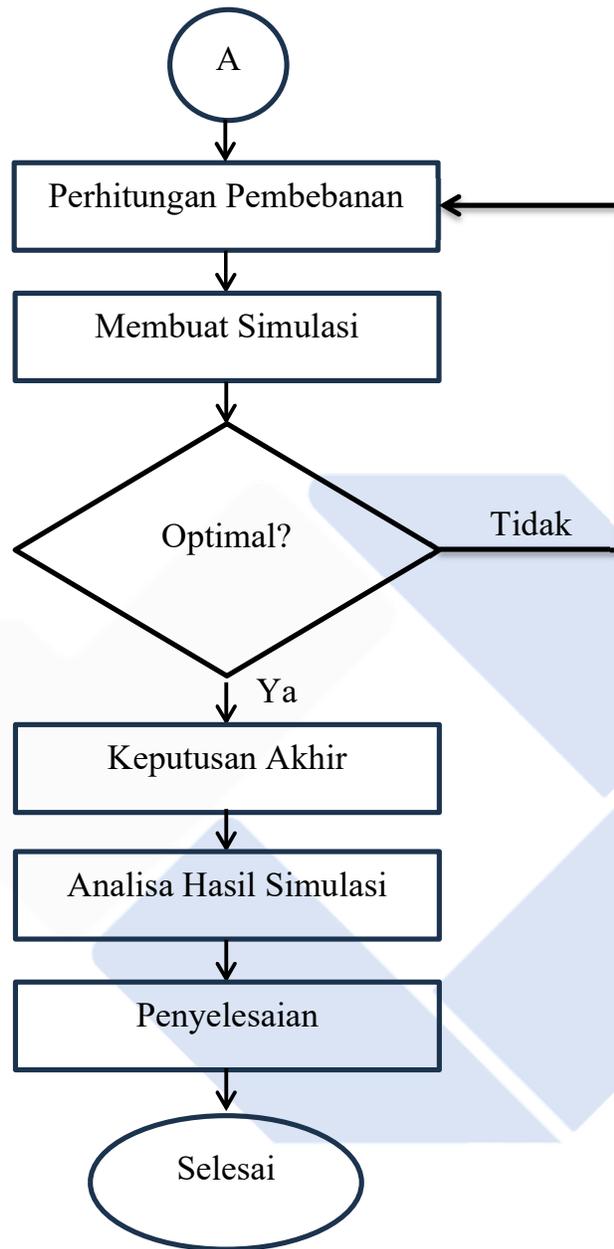
T = Momen puntir (Kg.mm)

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan yang akan dilakukan dalam pelaksanaan proyek akhir Perancangan mesin pengering lada dengan menentukan kegiatan-kegiatan dalam bentuk diagram alir dengan tujuan agar kegiatan yang dilakukan yang disajikan lebih teratur sehingga mencapai target yang diinginkan. Berikut diagram alir pelaksanaan proyek akhir ini menerapkan metode perancangan *VDI 2222*, sebagai berikut :





Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3.1 Pengumpulan Data

Metode yang sesuai dengan diagram alir diatas yaitu tahap pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yang dilakukan yaitu Ada sejumlah cara untuk mengumpulkan data, seperti literatur tentang subjek di jurnal,

mempelajari karya peneliti lain, atau melihat-lihat makalah tugas akhir dari tahun sebelumnya. Pengumpulan data juga dapat mencari secara online untuk data yang terkait dengan topik ini, seperti sistem mekanisme kerja mesin, kadar air lada, analisis perhitungan, dan referensi ke desain mesin sebelumnya.

3.2 Pembuatan Konsep

Pada tahap setelah melakukan pengumpulan data pada pembuatan konsep dilakukan suatu rencana proses dari penelitian yang dilakukan sebelumnya. Terdapat tahapan merancang sesuai dengan Gambar 3.1. Berikut merupakan proses-proses yang dilakukan sebagai berikut :

1. Memperjelas Pekerjaan

Pada tahapan ini, Pada pekerjaan yang berhubungan dengan semua fungsi mesin pengering lada diuraikan secara detail dan jelas.

2. Membuat Daftar Tuntutan

Pada tahapan ini, Dilakukan uraian pada tuntutan yang diinginkan pada rancangan mesin pengering lada. Daftar tuntutan akan dibagikan beberapa kelompok yaitu Tuntutan Utama, Tuntutan Kedua, Tuntutan Keinginan.

3. Pembagian Fungsi

Pada tahapan ini, Dijelaskan berbagai proses pokok permasalahan menggunakan analisa *Black Box* sehingga menghasilkan fungsi pada setiap bagian mesin pengering lada tersebut.

4. Membuat Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahapan ini, Dijelaskan fungsi yang telah ada dan menghasilkan alternatif yang dilengkapi deskripsi pada setiap fungsi alternatif pada mesin pengering lada tersebut.

5. Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahapan ini, Setelah menentukan alternatif fungsi bagian maka dilakukan penilaian pada setiap fungsi bagian yang telah dibuat. Pada proses penilaian yang telah dilakukan bagian pada fungsi bagian tersebut akan dipilih jika mendekati 100% untuk dioptimalkan sebagai rancangan mesin pengering lada sesuai yang diinginkan.

3.3 Merancang

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan *Draft* maupun detail pada rancangan dan juga optimasi rancangan mesin pengering lada yang telah dipilih dari tahapan yang dilakukan sebelumnya. Berikut proses-proses yang dilakukan sebagai berikut :

1. *Draft* Rancangan

Draft rancangan merupakan hasil dari pertimbangan pada alternatif fungsi bagian yang dilakukan sebelumnya dan telah dipilih setelah melakukan penilaian.

2. Optimasi Rancangan

Pada merancang komponen pada setiap mesin dilakukan pengoptimalkan diantaranya, Sistem *Input* pengering lada, Sistem *Output* pengering lada yang telah dilakukan maka akan dicapai oleh rancangan mesin, Setelah rancangan dioptimalisasi maka akan dibuatlah animasi pergerakan dan analisa tegangan pada mesin pengering lada.

3.4 Perhitungan Pembebanan

Pada tahapan ini draft rancangan kemudian dianalisa poros pembebanannya, pembebanan pada konstruksi yang dihitung meliputi pembebanan statis dari tahap akhir diagram benda bebas (dbb) diterapkan untuk menyederhanakan konstruksi yang akan dihitung.

3.5 Membuat Simulasi

Pada tahapan ini simulasi proses pengoperasian mesin dibuat menggunakan software CAD Proses pengoperasian yang ditampilkan diantaranya proses pengeringan, proses pengadukan, dan proses perakitan. Simulasi pembebanan statis juga dikerjakan pada tahapan ini, Apabila dari hasil simulasi tidak optimal maka proses perancangan kembali ke tahap perhitungan pembebanan untuk melihat dan memperbaiki dari kesalahan yang ditampilkan

dari hasil simulasi. Jika hasil simulasi optimal maka proses rancangan dapat dilanjutkan ke analisa hasil dan keputusan.

3.6 Analisa hasil simulasi

Pada tahapan ini hasil simulasi yang diperoleh kemudian dijadikan acuan untuk menetapkan keputusan terhadap daftar tuntutan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dari hasil analisa ini kemudian akan disimpulkan hasil penelitian.

3.7 Penyelesaian

Pada tahapan ini, diperoleh luaran dari penelitian ini proyek akhir perancangan mesin pengering lada. luaran lainnya berupa gambar kerja, simulasi dan laporan akhir

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Berikut ini adalah data yang diperoleh dari studi literatur diantaranya :

1. Temperatur yang diperlukan untuk mengeringkan lada dan proses pengeringan yang ada pada masyarakat atau yang akan digunakan terbarunya.
2. Waktu pengeringan yang dibutuhkan jika dilakukan secara tradisional.
3. Tahapan yang proses pengeringan lada yang dilakukan tradisional atau menggunakan mesin

Berikut ini adalah analisa untuk merancang mesin pengering lada :

1. Proses pengeringan lada pada masyarakat biasanya dilakukan dengan temperatur sekitar 50-60°C (122-140°F). Temperatur ini cukup untuk menguapkan kelembapan dari lada tanpa merusak kualitasnya. Metode pengeringan yang umum meliputi pengeringan matahari, pengeringan dengan udara panas, dan penggunaan alat pengering mekanis. Pengeringan yang tepat sangat penting untuk menghindari pertumbuhan jamur dan menjaga kualitas rasa serta aroma lada.(Asnawi 2021)

Pada hal tersebut disimpulkan bahwa pada sistem yang dilakukan diatas kurang efisien karena meliputi pengeringan matahari maka dirancang mesin pengering lada sehingga menghindari pertumbuhan jamur dan juga menjaga kualitas rasa serta aroma lada.

2. Waktu pengeringan lada secara tradisional bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, namun umumnya memerlukan 5-7 hari. Faktor-faktor seperti intensitas sinar matahari, suhu, kelembaban, dan ventilasi mempengaruhi durasi pengeringan.

Pengeringan secara tradisional sering dilakukan dengan menyebarkan lada di atas tikar atau lantai di bawah sinar matahari

langsung dan membaliknya secara berkala untuk memastikan pengeringan merata.

3. Tahapan pengeringan lada dilakukan pencucian untuk menghilangkan kotoran dan debu dan akan dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari langsung memerlukan waktu hingga 5-7 hari dengan kadar air mencapai 10% hingga 12% dengan membalikkan lada secara berkala agar merata.

Sedangkan menggunakan mesin dengan proses berlangsung selama beberapa jam hingga kadar air mencapai 10-12% dan tidak membutuhkan tenaga untuk membalikkan lada secara berkala dikarenakan memiliki sistem *Rotary Dryer*.

4.2 Membuat Konsep

Pada tahap ini akan dilakukan berbagai tahapan untuk mencapai keinginan sebelum melakukan tahapan merancang yaitu sebagai berikut :

4.2.1 Daftar Tuntutan

Dalam tahapan ini diuraikan beberapa tuntutan yang ingin dicapai dalam tugas akhir rancangan mesin pengering lada :

Daftar tuntutan pada fungsi utama yang diterapkan dalam mesin pengering lada dikelompokkan menjadi 3 jenis tuntutan, yaitu :

Tabel 4.1. Daftar Uraian Tuntutan Utama

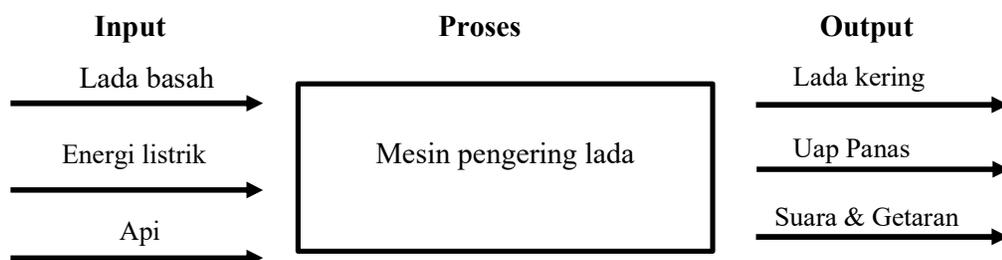
No.	Tuntutan Primer	Deskripsi
1.	Sumber Pemanas	Kompor Tungku
2.	Sistem transmisi	<i>Pulley</i> dan <i>belt</i>
3.	Sumber Sistem penggerak	Motor listrik AC
4.	Kapasitas	Kapasitas 50kg/jam
5.	Bahan yang diproses	Lada

No.	Tuntutan Sekunder	Deskripsi
1.	Sistem <i>Input</i>	Komponen mesin yang Berfungsi untuk memasukan ke area pengeringan
2.	Sistem <i>Output</i>	Komponen mesin yang berfungsi untuk mengeluarkan lada kering dari mesin pengering
3.	Sistem pengering	Komponen mesin yang berfungsi untuk mengeringkan lada

No.	Tuntutan Tersier
1.	Mudah dipindah-pindah kan
2.	Konstruksi yang kokoh
3.	Biaya produksi murah
4.	Ramah Lingkungan

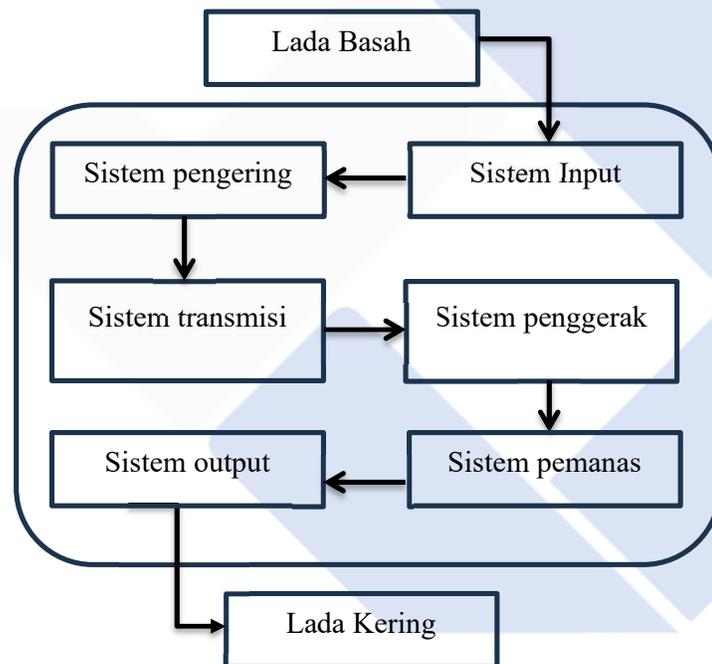
4.3 Pembagian Fungsi

Setelah pengumpulan data, informasi tersebut akan digunakan untuk mendukung perancangan mesin pengering lada. untuk menghasilkan konsep desain. Yang disajikan untuk memecahkan permasalahan yang kemungkinan akan muncul, maka analisa *blackbox* dipilih untuk menguraikan input-proses-output dari rancangan mesin pengering lada. Berikut ini adalah analisa *blackbox* yang dilakukan dibawah ini.



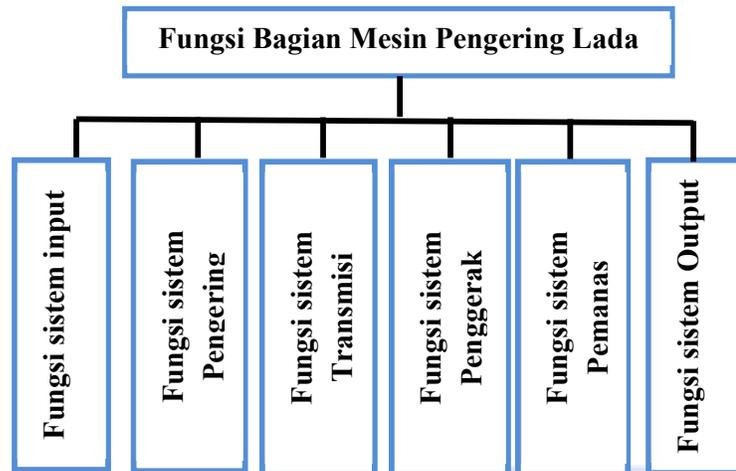
Gambar 4.1. Diagram *Black Box*

Berdasarkan diagram *blackbox* diatas diketahui bahwa input yang mempengaruhi proses pengering lada diantaranya energi listrik yang dihasilkan dari motor penggerak dan api pemanas Sedangkan output yang dihasilkan dari proses tersebut diantaranya lada kering dan uap yang dikeluarkan dari uap panas tabung pengering dan suara getaran yang dihasilkan pada mesin penggerak tersebut. Dari hasil analisa tersebut terdapat hasil yang diinginkan dan tidak diinginkan. Proses pengeringan lada selanjutnya akan diuraikan kedalam diagaam rungan lingkup rancangan sebagai berikut.



Gambar 4.2. Diagram Struktur Fungsi Mesin Pengering Lada

Berdasarkan diagram diatas diketahui bahwa sistem atau fungsi yang dibutuhkan untuk memproses pengeringan lada diantara sistem input, sistem pengering, sistem transmisi, sistem penggerak, sistem pemanas, sistem output. selanjutnya deskripsi dari fungsi-fungsi tersebut diuraikan dalam diagram fungsi bagian berikut



Gambar 4.3. Diagram Fungsi bagian

Tabel 4.2. Deskripsi Fungsi Bagian Mesin

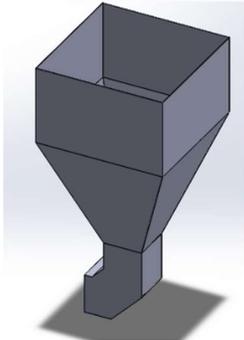
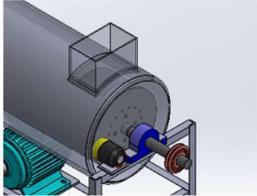
No.	Fungsi Bagian	Kegunaan
1.	Fungsi Sistem <i>input</i>	Berfungsi sebagai tempat memasukkan bahan dalam sistem pengering
2.	Fungsi Sistem Pengering	Berfungsi sebagai mengeringkan bahan menjadi yang diinginkan dan digerakkan melalui sistem transmisi
3.	Fungsi Sistem Transmisi	Berfungsi sebagai mentransmisikan daya yang dihasilkan oleh sistem penggerak
4.	Fungsi Sistem Penggerak	Berfungsi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan mesin
5.	Fungsi Sistem Pemanas	Berfungsi sebagai pemanas yang akan mengeringkan bahan
6.	Fungsi Sistem <i>Output</i>	Berfungsi sebagai tempat pengeluaran bahan yang telah dikeringkan melalui sistem-sistem pada mesin tersebut

4.3.1 Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahapan ini terdapat alternatif dari masing-masing fungsi bagian mesin yang akan dibuat.

1. Alternatif Fungsi Sistem *Input*

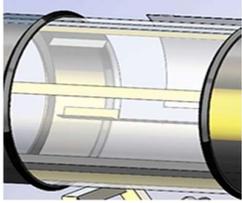
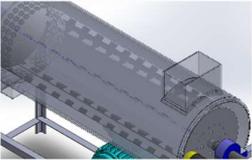
Fungsi Sistem Pemasukan lada dalam rancangan mesin pengering lada berfungsi untuk memudahkan memasukkan lada yang basah kedalam mesin tersebut. Untuk keuntungan dan kerugian Sistem *Input* dapat dilihat dalam gambar berikut.

	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A1		- Memiliki kemudahan dalam memasukkan bahan	- Memiliki banyak proses <i>assembly</i> karena terdapat banyak part
A2		- Memiliki kekuatan yang kokoh dan ringan	- Memiliki kerumitan dalam pembuatan
A3		- Tidak memiliki banyak bahan yang diperlukan dalam proses <i>assembly</i>	- Memiliki bidang yang kecil sehingga memiliki kekurangan dalam pemasukan bahan

Tabel 4.3. Alternatif Fungsi Sistem *input*

2. Alternatif Fungsi Sistem Pengering

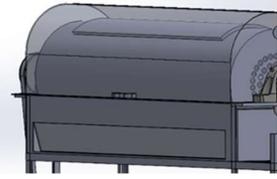
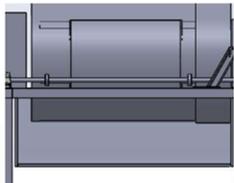
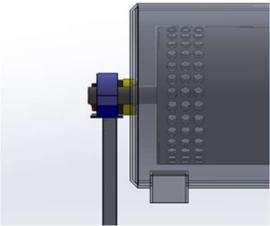
Pemilihan alternatif pemanas dengan deskripsi fungsi bagian pengering. Adapun kelebihan dan kekurangan dari masing-masing fungsi sistem pengering terdapat pada tabel berikut.

	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B1	 <p>Sirip <i>stright</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kemudahan dalam memasukkan bahan - Memiliki kemudahan dalam meratakan panas pada lada 	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki banyak proses <i>assambely</i> karena terdapat banyak part
B2	 <p>Sirip <i>right angled</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kemudahan meratakan panas pada lada 	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kerumitan dalam pembuatan karena banyak part
B3	 <p>Drum Putar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki banyak bahan yang diperlukan dalam proses <i>assambely</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kesulitan terhadap pembersihan mesin karena harus dibongkar

Tabel 4.4. Alternatif Fungsi Sistem pengering

3. Alternatif fungsi pada *Output*

Pemilihan alternatif pengeluaran lada dengan deskripsi fungsi bagian Sistem *Output*. Adapun deskripsi dari masing-masing fungsi pemanas terdapat pada tabel berikut.

	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C1		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem output ini mudah diproses dan dirakit - Tidak membutuhkan banyak part 	<ul style="list-style-type: none"> - Kesulitan dalam pengeluaran bahan jadi
C2		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Output lada ini memiliki kemudahan pengeluaran bahan jadi - Lebih <i>Safety</i> karena tidak memerlukan tangan untuk pengambilannya 	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kerumitan dalam kebersihan sistem outputnya
C3		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem output ini memiliki perakitan yang banyak karena tidak menggunakan banyak part 	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki output yang kecil - Memiliki kesulitan dalam pengeluaran bahan jadi

Tabel 4.5. Alternatif Fungsi Sistem *Output*

4.3.1.1 Penilaian Alternatif Konsep

Setelah persiapan pilihan untuk totalitas, penilaian varian konsep yang dikembangkan akan dicoba dalam upaya memilih bentuk ideal untuk mesin pengering lada pada tabel berikut.

Tabel 4.6. Kriteria penilaian

NILAI	KRITERIA
1	Kurang baik
2	Cukup
3	Baik

Berdasarkan dari Pertimbangan penilaian yang dilakukan dengan ditentukan menggunakan empat kriteria, termasuk; (1) Aspek Proses Pembuatan; (2) Aspek kemudahan pengoperasian; (3) Aspek kemudahan perawatan; (4) Aspek estetika. Tabel penilaian dapat diuraikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.7. Penilaian Alternatif Fungsi Utama

Fungsi Sistem <i>Input</i>							
Kriteria Penilaian	Total Nilai ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
	A1	A2	A3				
Aspek Proses Pembuatan	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Aspek kemudahan pengoperasian	1	3	2	25%	0,25	0,75	0,5
Aspek kemudahan perawatan	1	2	1	25%	0,75	0,5	0,25
Aspek estetika	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Total Nilai					2	2,75	1,25

Fungsi Sistem Pengeringan							
Kriteria Penilaian	Total Nilai ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
					B1	B2	B3
Aspek Proses Pembuatan	3	2		25%	0,75	0,5	0,25
Aspek kemudahan pengoperasian	3	1		25%	0,75	0,25	0,25
Aspek kemudahan perawatan	2	3		25%	0,5	0,75	0,25
Aspek estetika	3	2		25%	0,75	0,5	0,75
Total Nilai					2,75	2	1,5

Fungsi Sistem <i>Output</i>							
Kriteria Penilaian	Total Nilai ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
					C1	C2	C3
Aspek Proses Pembuatan	1	3	2	25%	0,25	0,75	0,5
Aspek kemudahan pengoperasian	3	1	3	25%	0,75	0,25	0,75
Aspek kemudahan perawatan	1	3	3	25%	0,25	0,75	0,75
Aspek estetika	3	2	2	25%	0,75	0,5	0,5
Total Nilai					2	2,25	2,5

Sehingga, seluruh bobot dalam evaluasi kriteria dengan deskripsi nilai 100% dibagi menjadi empat faktor, yang masing-masing memiliki nilai total

dalam sistem pemasukan lada 2,75, sistem pengeringan 2,75, sistem output 2,5 melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Keterangan Nilai \%} = \frac{\text{Total nilai AL}}{\text{Total nilai ideal}} \times 100\%$$

Setelah melakukan alternatif fungsi bagian tersebut dipilih dan digabungkan antara satu sama lain menggunakan tabel keputusan untuk menghasilkan sebuah rancangan mesin pengering lada. Tabel keputusan dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

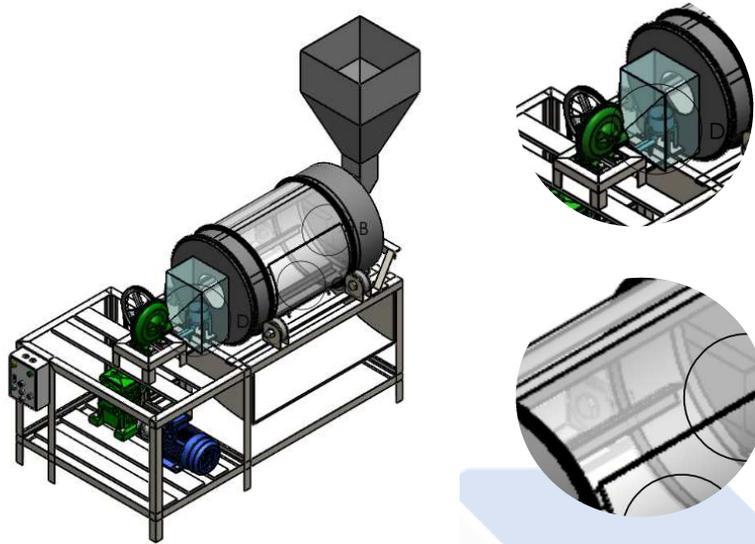
Tabel 4.11. Tabel Keputusan

No.	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi		
1.	Fungsi Sistem <i>Input</i>	A1	A2	A3
2.	Fungsi Sistem Pengering	B1	B2	B3
3.	Fungsi Sistem <i>Output</i>	C1	C2	C3

Maka setelah melakukan penilaian dihasilkan sebuah rancangan yang dikelompokkan dari hasil keputusan diatas menjadikan sebuah draft rancangan mesin pengering lada seperti berikut ini.

4.3.1.2 Draf Rancangan

Pada langkah ini, komponen pengganti dipilih dan diintegrasikan untuk membuat desain mesin pengering lada. Draf rancangan dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut



Gambar 4.4. Draft Rancangan

4.4 Merancang

4.4.1 Analisis Perhitungan

Langkah ini memperhitungkan kekuatan yang dimainkan, instan yang terjadi, energi yang dibutuhkan oleh mesin, dan faktor lainnya. Analisis perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

4.4.3 Perhitungan mesin

A. Tabung *Rotary Dryer*

$$V_p = \frac{M}{P} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

$$M = 50 \text{ Kg}$$

$$P = 1500 \text{ Kg/m}^3$$

$$V_p = \frac{50}{1500} \times 3 = 0.03 \text{ m}^3$$

Massa Jenis Lada : 1200 – 1500 kg/m³

$$V_t = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana :

$$r = 0.225 \text{ m}$$

$$t = 0.73 \text{ m}$$

$$V_t = \pi \cdot (0.225) \cdot (0.73)$$

$$= \mathbf{0.116 \text{ m}^3}$$

$$V_t = \pi \times r^2 \times t \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana:

$$V_t = 0.116 \text{ m}^3$$

$$r = \frac{d}{2} \text{ (Jari-jari adalah setengah dari diameter)}$$

$$t = 0.73 \text{ m}$$

$$0.116 = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 0.73 \text{ m}$$

$$\frac{d^2}{4} = \frac{0.116}{\pi \times 0.73}$$

$$d^2 = \frac{4 \times 0.116}{\pi \times 0.73}$$

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{0.116}{\pi \times 0.73}}$$

$$d = \mathbf{0.45 \text{ m} \text{ atau } 45 \text{ cm}}$$

▪ **Daya Rencana motor listrik**

Ket =

P = Daya Rencana (kw)

Pd = Daya rencana Motor (kw)

Fc = Faktor Koreksi

$$P = 1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ kw}$$

$$Fc = 1,5$$

$$Pd = 1,5 \times 0,7457$$

$$= \mathbf{1.11855 \text{ kw}}$$

▪ **Analisis Perhitungan momen pontir (Torsi)**

T = Momen Puntir

Pd = Daya rencana Motor (kw)

N1 = Putaran Motor (rpm)

$$T = 9.74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{Rpm} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$T = 9.74 \times 10^5 \times \frac{1.1185}{1400}$$

$$= 756.619 \text{ Nm}$$

▪ **Perhitungan tegangan geser izin**

$$T_a = \sigma B (SF1 \times SF2) \dots\dots\dots(4.5)$$

Ket = T_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm)

σ = Kekuatan tarik

SF1 = Safety factor 1

SF2 = Safety factor 2

Dik = **Material = S45c**

$$\sigma B = 58$$

$$SF1 = 6$$

$$SF2 = 2$$

$$T_a = \frac{58}{6 \times 2} = 4.83 \frac{kg}{mm^2} = 5kg/mm^2$$

▪ **Diameter Poros Pully ke Gear**

$$\frac{ds}{\tau a} \sqrt[3]{5,1 \times kt \times cb \times \tau} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$= \frac{3\sqrt[3]{5,1 \times 1,5 \times 2,0 \times 756,619}}{4,83}$$

$$= 13,3826 = 13 - 15 \text{ (DP)}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{1.185}{10}$$

$$= 108,941,9$$

▪ **Perhitungan Gearbox**

Dik : Gearbox WPA 70

Rasio 1 : 60

$$= \frac{n1}{Gr} = \frac{1.400}{60} = 23,333 \text{ berarti, } n2 = 23,333 \text{ Rpm}$$

b. Tahapan perencanaan pulley dan belt (Sularso and Suga 2004)

$$i = \frac{Dp}{dp} = \frac{n2}{n3} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$= Dp = ?$$

Dik = D1 = 95 (diameter pulley kecil)

$$D2 = ?$$

$$n1 = 1.400 \text{ Rpm}$$

$$n2 = 23.333 \text{ Rpm}$$

$$n3 = 10 \text{ Rpm}$$

$$D2 = \frac{D1 \cdot D2}{n3}$$

$$\frac{95 \times 23,333}{10}$$

$$= D2 = 221,666 \text{ mm}$$

▪ **Jarak sumbu poros (c) dan panjang belt (L)**

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D1 + D2) + \frac{1}{4C} (D2 - D1)^2 \dots\dots\dots(4.8)$$

Dik : D1= 95

$$D2= 221,666 \text{ mm}$$

Asumsi :

Jarak sumbu poros (c) harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter pulley besar, maka :

$$C = 2 \times D2$$

$$C = 443,332$$

$$\begin{aligned} L &= 2 (443,332) + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{1}{4C} (D2 - D1)^2 \\ &= 2 (443,332) + \frac{\pi}{2} (95 + 221,666) + \frac{1}{4 \cdot (443,332)} (221.666 - 95)^2 \\ &= 886,664 + 497,4177 + 0,0063465 \\ &= 1,384 = (1.400, \text{ sesuai tabel dimensi v.belt}) \end{aligned}$$

▪ **Perhitungan kecepatan keliling linear**

$$VP = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(4.9)$$

▪ **Perhitungan kecepatan keliling linear**

$$VP = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(4.9)$$

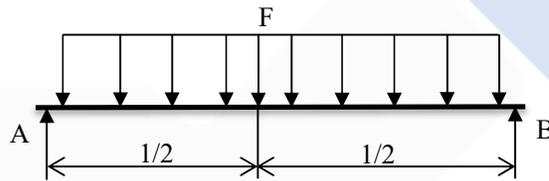
Dik : D1 = 95

Putaran pada D1 = 23,333 Rpm

$$VP = \frac{\pi \times 95 \times 23,333}{60 \times 1000}$$

$$= 0,11606 \text{ m/s}$$

c. Perhitungan statis pada proses penggerak



Menentukan Tumpuan A dan B

$$F = 50 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$q = \frac{490,5 \text{ N}}{0,250 \text{ m}} = 1.962 \text{ N/m}$$

$$w = 1.962 \text{ N/m} \times 0,250 \text{ m}$$

$$L = 0,250 \text{ m}$$

Dit = R_A & R_B ?

$$\sum MA = 0$$

$$- w \times \frac{1}{2}L + L \times R_B = 0 \dots\dots\dots(4.10)$$

$$R_B = \frac{490,5 \times 0,125}{0,250} = \frac{61,3125}{0,250} = 490,5 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$- w x \frac{1}{2}L + L x R_B = 0 \dots\dots\dots(4.11)$$

$$R_A = \frac{490,5 x 0,125}{0,250} = 490,5 N$$

Momen Bengkok A – C

$$M_X = R_A x \frac{1}{2} L - \frac{q \frac{1}{2} L^2}{2} \dots\dots\dots(4.12)$$

Untuk X = 0,125 m maka

$$M_X = 490,5 x 0,125 - \frac{1.962 (0,125)^2}{2} = 61,29 Nm$$

Maka Momen Bengkok C-B

$$M_C = R_B x \frac{1}{2} L \dots\dots\dots(4.13)$$

$$M_C = 490,5 x 0,125 = \mathbf{61,3125 Nm}$$

4.4.5 Perhitungan *stress analysis*

Pada titik ini, perangkat lunak Solidworks 2022 digunakan untuk melakukan perhitungan perangkat lunak untuk studi stres. untuk mengetahui kekuatan tekanan poros penggerak tabung pada rancangan mesin pengering lada jika diberikan tekanan torsi **756,619 N/mm**. Berikut merupakan *analysis* yang dilakukan :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(4.14)$$

σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas Permukaan

$$\text{Luas} = \pi r^2$$

$$r = \frac{13}{2} = 6,5\text{mm}$$

jari-jari :

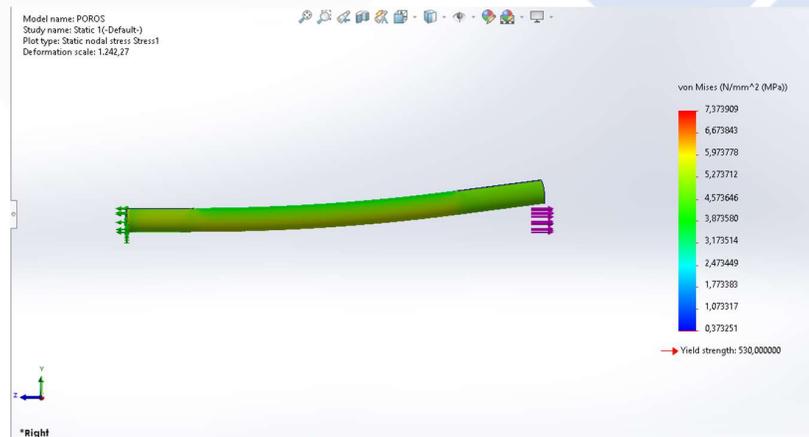
$$\begin{aligned} \text{luas} &= \pi r^2 x (6,5\text{mm})^2 \\ &= 3,14 x (6,5\text{mm})^2 \\ &= 132,7 \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{756,619}{132,7}$$

$$= 5,701 \text{ N/mm}^2$$

Setelah melakukan analisis pemuatan poros setelah mengevaluasi perhitungan poros penggerak silinder. Berikut pembebanan poros secara *software* :

- Pada titik ini, tugasnya adalah untuk memastikan gaya yang diterapkan pada poros penggerak silinder jika terjadi tekanan **756,619 N/mm²** dengan material *AISI* 1045. Tegangan maksimum yang terjadi pada poros penggerak tabung yaitu **4,931 N/mm²**. Hasil pengujian stress analysis pada poros penggerak tabung bisa dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.8. *Stress analysis* poros penggerak tabung

Jadi, dari hasil analisa secara teori dan secara software didapatkan hasil sebagai berikut :

- Secara teori : **5,701 N/mm²**
- Secara analysis : **4,931 N/mm²**

Dalam hal ini menunjukkan bahwa material dan rancangan yang dibuat dalam kondisi aman di daerah elastis. Simulasi pembebanan menunjukkan hasil pembebanan jika diberikan tekanan pada poros penggerak tabung sebesar 756,619 N/mm. Material AISI 1045 didapatkan 4,931 N/mm menurut database material pada software Solidworks, dimana secara teori didapatkan 4,931 N/mm, maka tegangan yang terjadi pada poros penggerak tabung dinyatakan aman karena tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan izin material yaitu 310 N/mm .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Rancangan mesin pengering lada ini dapat menampung biji lada sebanyak 50 kg per sekali proses. Rancangan mesin ini menggunakan sistem penggerak utama berupa motor listrik AC. Proses pengeringan lada menggunakan tabung pengering dimana didalamnya terdapat sirip straight yang berfungsi sebagai pengaduk.
2. Hasil simulasi rancangan mesin pengering lada disajikan menggunakan software CAD dapat menampilkan ilustrasi kerja mesin sehingga memudahkan pemahaman dalam pengoperasian mesin.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa dipertimbangkan untuk pengembangan rancangan dan simulasi Mesin Pengering Lada :

1. Penggunaan sistem pemanas yang digunakan pada rancangan dapat dioptimalkan dengan melakukan perhitungan heat transfer untuk memastikan efektifitas proses pengeringan lada di mesin ini.
2. Mekanisme pengoperasian mesin dapat dioptimalkan dengan mengembangkan sistem elektronik untuk mengontrol distribusi panas, monitoring kelembaban, dan monitoring temperatur pengeringan dalam tabung pengeringannya.

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi :
Nama Lengkap : Fauzan Dary Wardhany
Tempat/Tanggal Lahir : Kota Pangkalpinang, 24 Mei 2003
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Kota Pangkalpinang, Pangkalbalam,
Gabek Permai Jalan. Arwana No.06
No. Telepon/Hp : 0857-6413-2823
Email : fauzandaryw@gmail.com
NIM : 0022141

2. Riwayat Pendidikan

2009 – 2015 SD Negeri 39 Pangkalpinang
2015 – 2018 SMP IT Albina Pangkalpinang
2018 – 2021 SMK Negeri 2 Pangkalpinang

3. Riwayat Pengalaman Kerja

- Praktik kerja lapangan di CV. Gading Rekayasa Consultant, (7 Agustus – 20 Maret 2020).
- Drafter di CV. Gading Rekayasa Consultant, (7 July – September 2021).
- Praktik kerja lapangan di PT. Swarna Cinde Raya, (9 Agustus – 9 Desember 2023).

Sungailiat, 8 July 2024

Fauzan Dary Wardhany

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi :
 - Nama Lengkap : Farhan Damar Prasetyo
 - Tempat/Tanggal Lahir : Sungailiat, 05 November 2003
 - Jenis Kelamin : Laki - Laki
 - Agama : Islam
 - Alamat Rumah : Jl. SDN 15 Gg. Jaya Wijaya No.169
Parit Padang Sungailiat Kab. Bangka
Prov. Kep. Bangka Belitung
 - No. Telepon/Hp : 0853-6869-2660
 - Email : damarpfarhan@gmail.com
 - NIM : 0022111
2. Riwayat Pendidikan
 - 2009 – 2015 SD Negeri 10 Sungailiat
 - 2015 – 2018 SMP Negeri 2 Sungailiat
 - 2018 – 2021 SMA Negeri 1 Sungailiat
3. Riwayat Pengalaman Kerja
 - Praktik kerja lapangan di PT. Toso Industry Indonesia Cikarang Selatan,
Kabupaten Bekasi Jawa Barat. (Agustus 2023 - Desember 2023)

Sungailiat, 8 July 2024

Farhan Damar Prasetyo

LAMPIRAN 2

Tabel Kriteria Penilaian Rancangan

Kriteria	Deskripsi	Nilai	Keterangan
Proses Pembuatan	Banyak bagian dapat diselesaikan dengan menggunakan teknologi Laboratorium Teknik Mesin POLMAN BABEL, meniadakan kebutuhan untuk prosedur pemesinan lebih lanjut atau keahlian para profesional khusus.	3	Baik
	Laboratorium Teknik Mesin POLMAN BABEL memiliki banyak peralatan yang dapat digunakan untuk membuat banyak bagian yang tidak memerlukan pengetahuan khusus dari para ahli di bidangnya, tetapi sebaliknya membutuhkan lebih banyak prosedur pemesinan.	2	Cukup
	Banyak bagian di POLMAN BABEL Teknik Mesin tidak dapat diselesaikan dengan peralatan yang tersedia, memerlukan prosedur pemesinan tambahan dan keahlian profesional spesialis bidangnya.	1	Kurang Baik
Kemudahan	Desain mesin pengering lada	3	Baik

Pengoperasian	menggunakan komponen minimal dan dijalankan secara otomatis.		
	Desain mesin pengering lada memungkinkan pengoperasian otomatis.	2	Cukup
	Desain mesin pengering lada dikontrol secara otomatis, dan komponennya lebih banyak	1	Kurang Baik
Kemudahan Perawatan	Perawatan mesin pengering lada tidak membutuhkan perawatan.	3	Baik
	Perawatan mesin pengering lada lebih mudah.	2	Cukup
	Perawatan mesin pengering lada lebih sulit.	1	Kurang Baik
Estetika	Mesin ini memiliki desain yang menarik, dan penempatan bagian-bagiannya masuk akal karena kesederhanaan penggunaannya.	3	Baik
	Penempatan komponen dan desain yang menarik bertentangan dengan betapa sederhananya menggunakannya.	2	Cukup
	Komponen tidak diatur untuk kemudahan penanganan, dan desain tidak memiliki daya tarik estetika. fungsi.	1	Kurang Baik

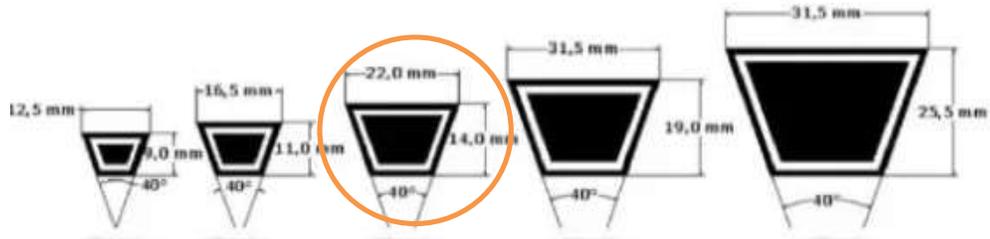
LAMPIRAN 3

Tabel *Factor* Koreksi

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak >200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

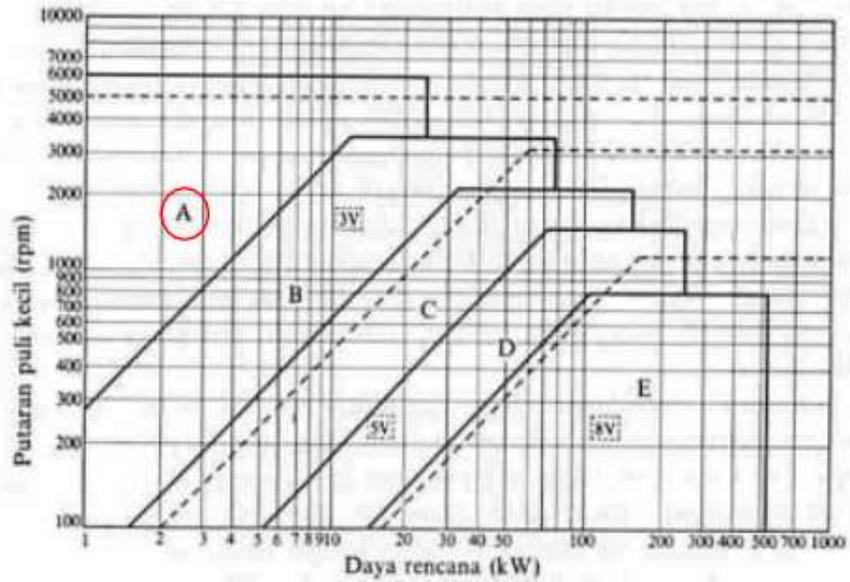
LAMPIRAN 4

Gambar Ukuran Penampang Sabuk-V



LAMPIRAN 5

Gambar Diagram Pemilihan Sabuk-V



LAMPIRAN 6

Tabel Diameter *Pulley* yang Diizinkan dan Dianjurkan

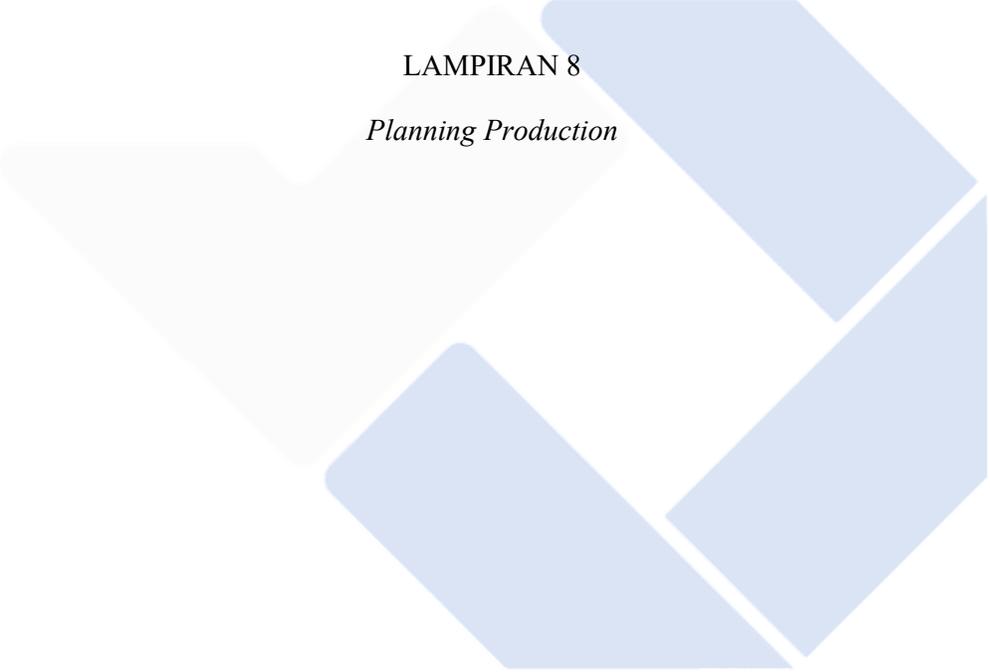
Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min. yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min. yang dianjurkan	95	145	225	350	550



LAMPIRAN 7

Tabel Sabuk-V Standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785



LAMPIRAN 8
Planning Production



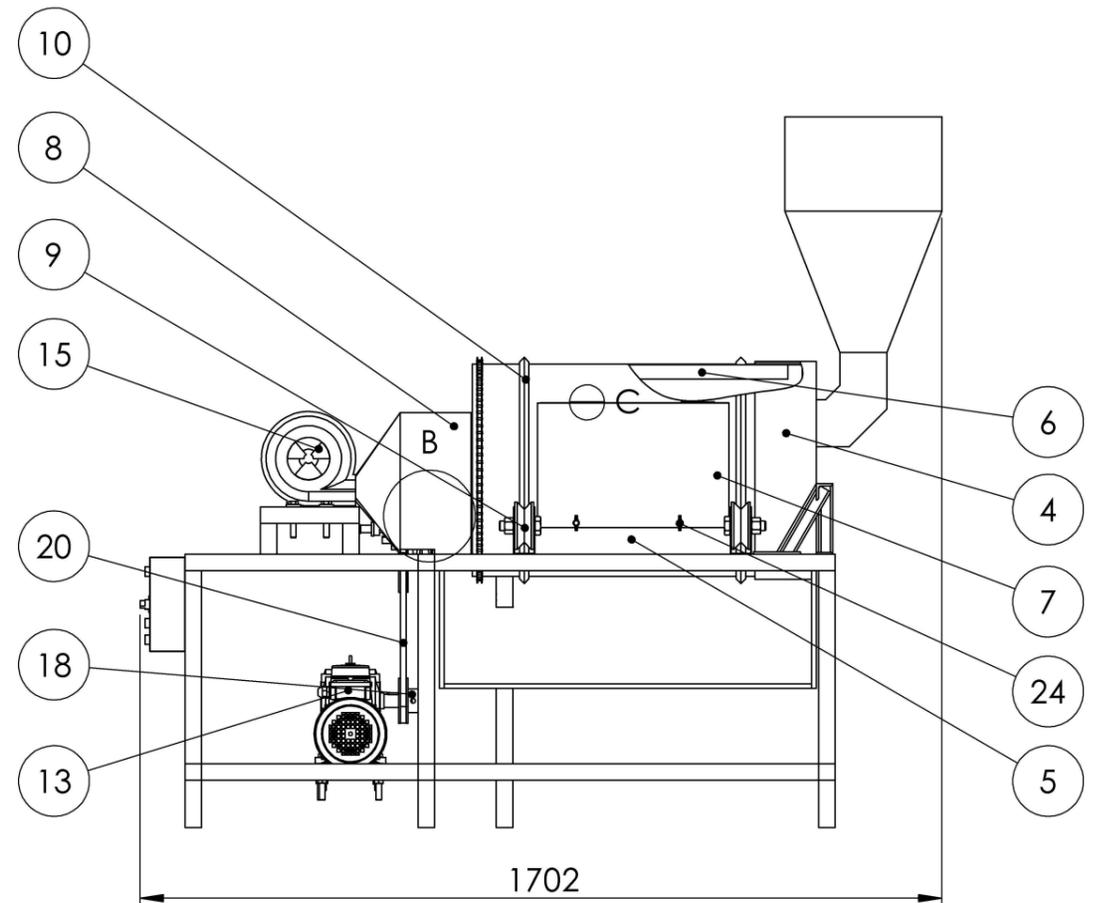
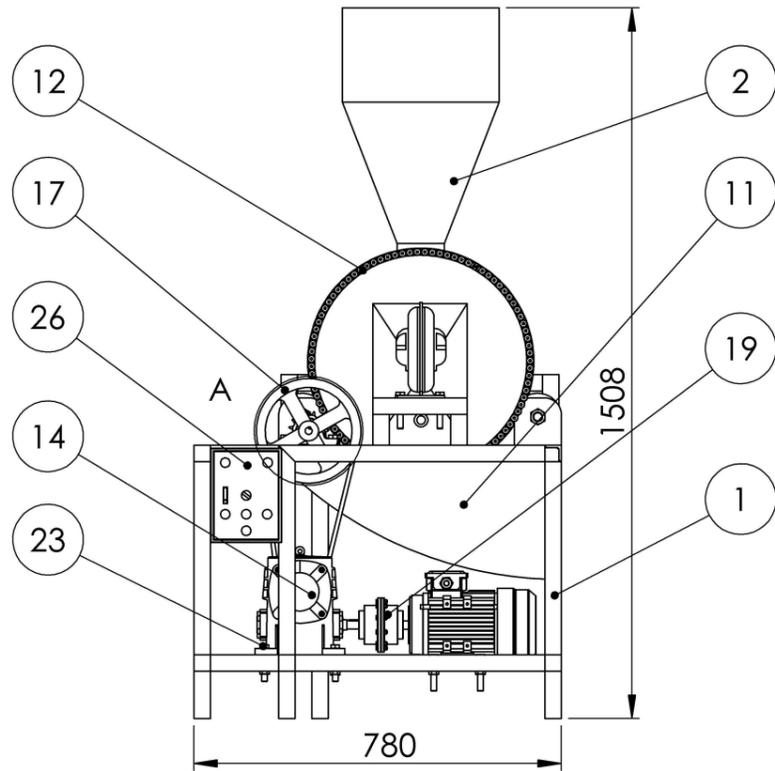
LAMPIRAN 9

Gambar *Draft*, Gambar Susunan dan Gambar Bagian

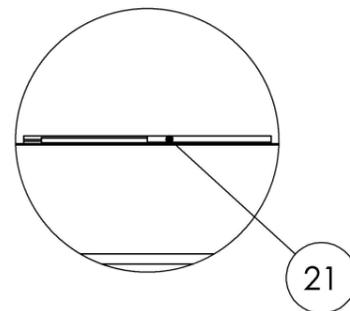
DAFTAR PUSTAKA

- Asnawi, Rizka Anisa Nurbaiti. 2021. “ANALISIS PENDAPATAN DAN RISIKO USAHATANI LADA (Piper Nigrum L.) PADA POLA MONOKULTUR DAN MIX CROPPING (CAMPURAN) DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR.’ (2021).”
- Groover, and Mikell P. 2013. *Fundamentals of Modern Manufacturing Material, Processes, and Systems. Thomson Digital and Pronted, Quad Graphics.*
- Mujumdar, A S. 2015. “7 Rotary Drying,” no. November 2006. <https://doi.org/10.1201/9781420017618.ch7>.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2022. “Outlook Komoditas Lada.” *Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian*, 1–114.
- Sularso, and Kiyokatsu Suga. 2004. “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin,” 5.
- Yuliati, Selastia, Aida Syarif, Mustain Zamhari, Robert Junaidi, Yuniar, Astri Depiana, Anggi Andini Putri, Syarah Ulfah, Tiara Nanda Bella Yandini, and Tri Rahaya. 2018. “Unjuk Kerja Rotary Dryer Pada Proses Pengeringan Biji Kopi.” *Jurnal Kinetika* 9 (03): 38–42.

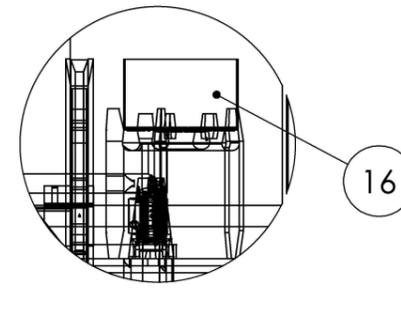
✓
Tol. sedang



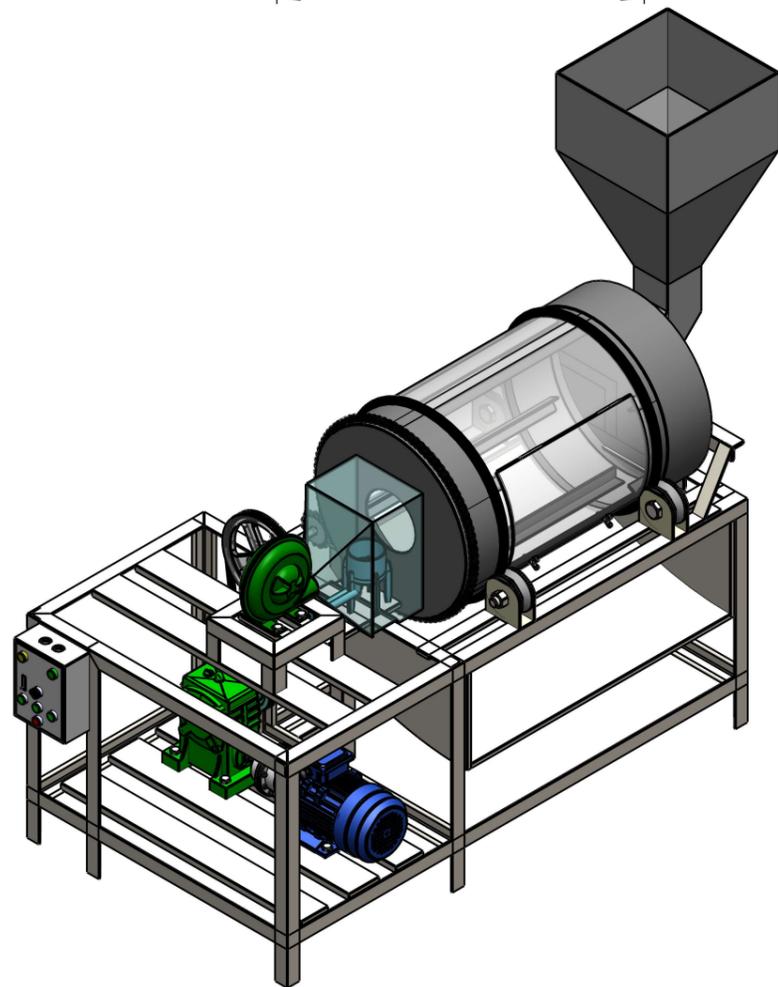
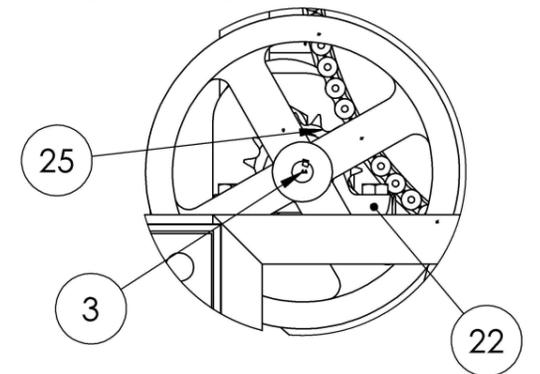
DETAIL C
SCALE 1 : 2



DETAIL B
SCALE 1 : 5



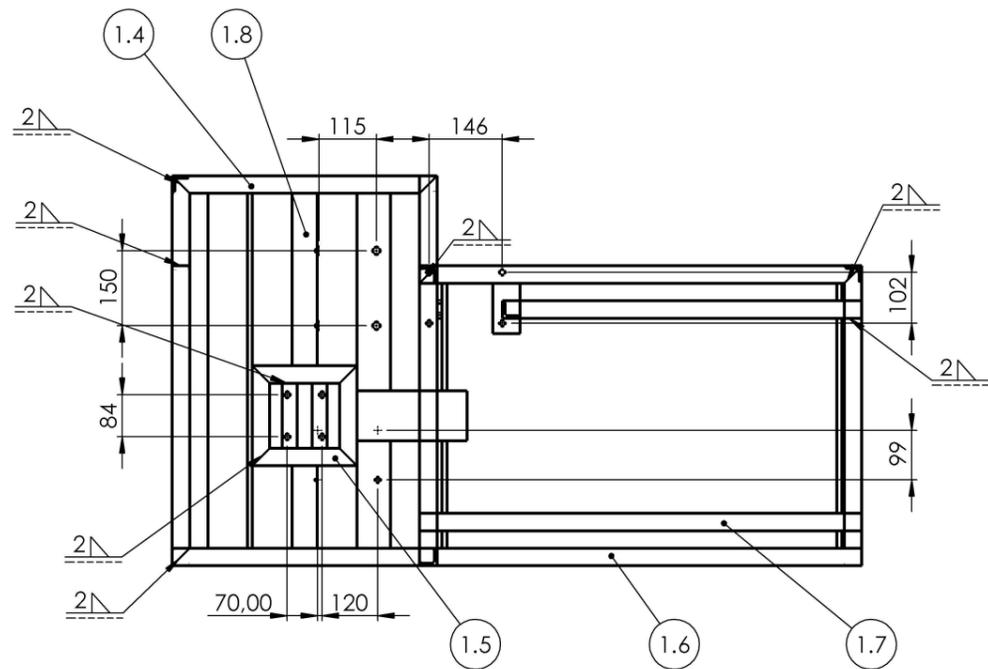
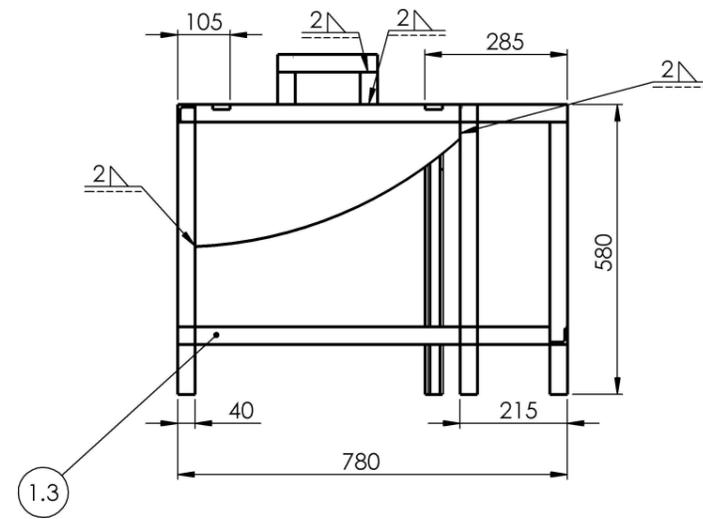
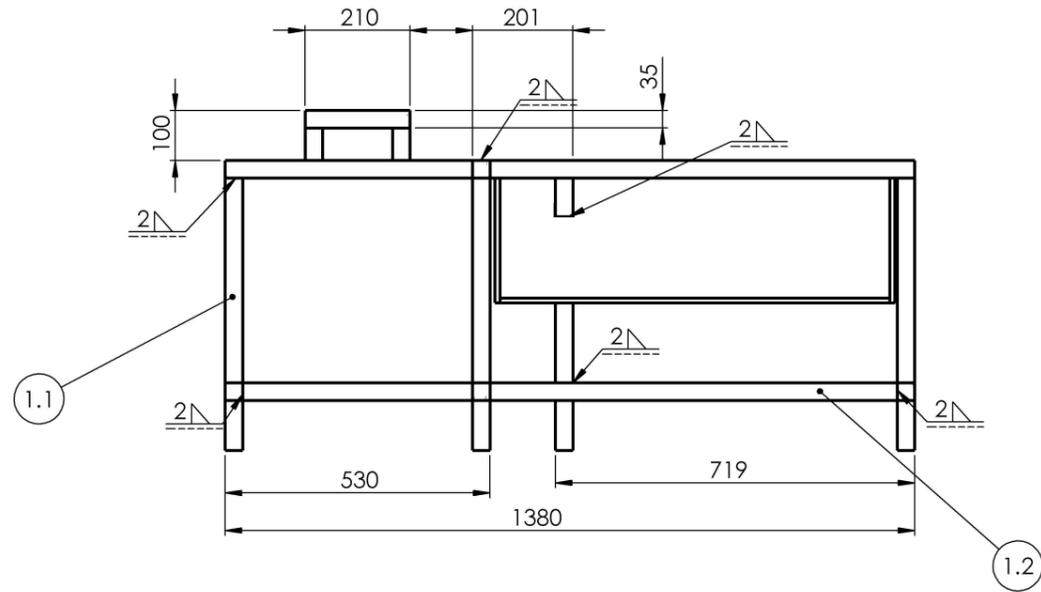
DETAIL A
SCALE 1 : 5



1	Mesin Pengering Lada				1702x1508x780		
Jumlah	Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Keterangan	
I	II	III	Perubahan	c	f	i	
			a	d	g	j	
			b	e	h	k	
MESIN PENGERING LADA					Skala	Digambar	Fauzan
					1:10	Diperiksa	& Tim
					(1:5)		
					(1:2)	Dilihat	
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					PA/TA2024/01		

		1	Panel box	26	-	-	standard	
		1	Gear	25	steel	14-36T/428H	standard	
		2	Wing Bolt	24	steel	M6x15	standard	
1		2	Baut & Mur segi enam	23	steel	M12x20	standard	
		2	Pillow Block	22	Cast Iron	UCP 206	standard	
		1	Engsel bubut	21	Cast Iron	7cm	-	
		1	V-belt	20	Karet	444	standard	
		1	Coupling	19	st 37	∅ 115x∅ 41,5x∅ 30	standard	
		1	Pulley kecil	18	st 37	∅ 95x∅ 30x95	standard	
		1	Pulley besar	17	st 37	∅ 222x∅ 30x95	standard	
		1	Gas Burner High	16	st.	SR 12B	standard	
		1	Mesin blower 2	15	Cast Iron	NRT-PRO 2 inch	standard	
		1	Gearbox	14	Cast Iron	WPA 70	standard	
		1	Dinamo three phase AC	13	Cast Iron	1.400 Rpm	standard	
		1	Chain Drive	12	Carbon steel	420-104 SB	standard	
		1	Output Pengering	11	st.	780x600x257	-	
		2	Window canel	10	Rubber	WR-021 3.5 M		
		4	Sliding Wheel	9	Cast Iron	100mm tipe-V	standard	
		1	Tutup Tungku	8	Alumunium Alloy	217x85x310	-	
		1	Tutup Tabung	7	Alumunium Alloy	406x264	-	
		6	Sirip Straight	6	st.	640x40x40	-	
		1	Tabung Pengering	5	Alumunium Alloy	∅ 450x700	-	
		1	Dudukan Hopper	4	st.	∅ 462x100	-	
		1	Poros	3	st.	∅ 15x250	standard	
		1	Input Pengering	2	st.	30x30x300	-	
		1	Rangka	1	Galvanis	40x40x6cm	-	
Jumlah		Nama Bagian		No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
		Perubahan	c	f	Pemesan		Pengganti Dari:	
		a	d	g			Diganti Dengan:	
		b	e	h				
MESIN PENGERING LADA						Digambar	02-12-2022	Fauzan
						Diperiksa		Farhan
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL						PA/2024/A4/02		

1. ✓
Tol. Sedang



1	Rangka	1	UNP 5	1380x780x580	-
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesan
	a	d	g	j	Pengganti dari :
	b	e	h	k	Diganti dengan :
Mesin Pengering Lada				Skala	Digambar
				1:10	26.06.24
					Fauzan
					Farhan
				Dilihat	
POLMAN NEGERI BABEL				PA/2024/A2/02	

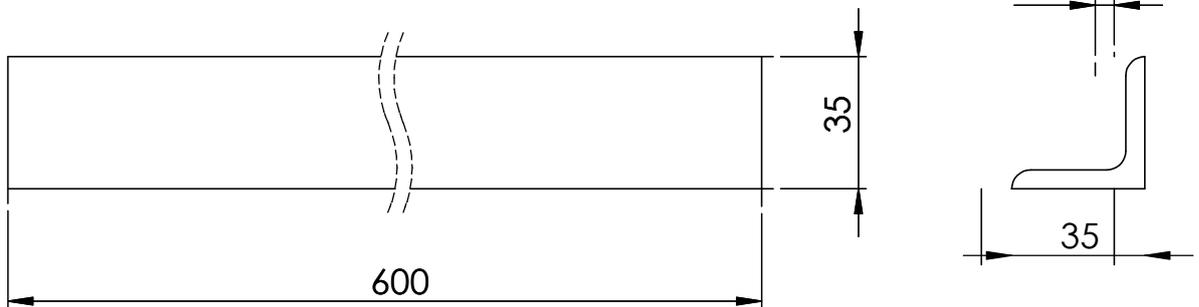
1.1 ✓ Tol. Sedang



1.2 ✓ Tol. Sedang

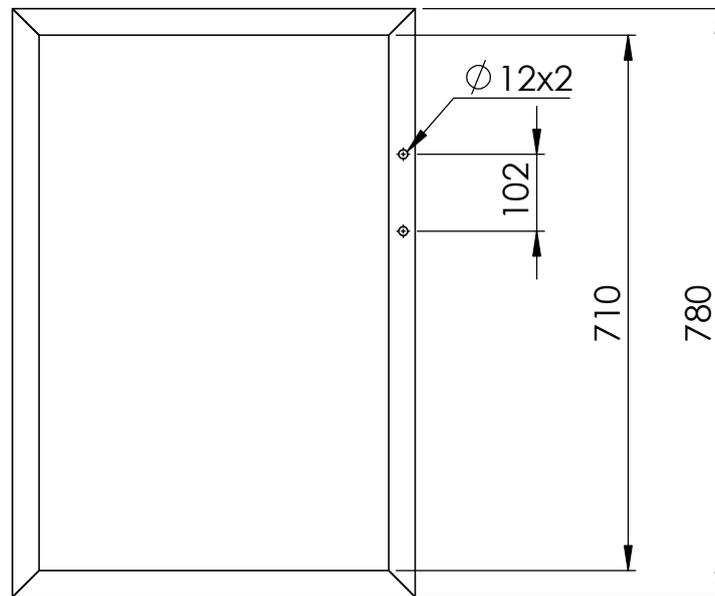
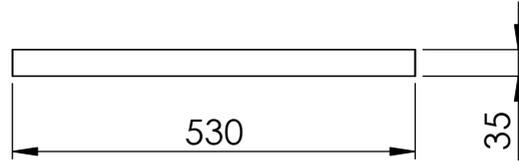


1.3 ✓ Tol. Sedang



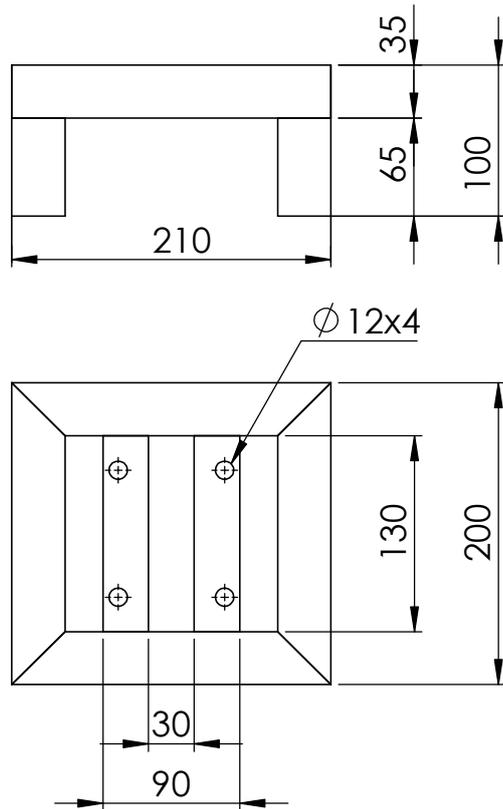
	1	Plat dasar depan	1.3	Galvanis	L 35x5-600			
	1	Plat Penyangga dasar	1.2	Galvanis	L 35x5-1380			
	1	Plat kaki	1.1	Galvanis	L 35x5-580			
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	Pemesan	Pengganti Dari:		
		a	d	g				
		b	e	h				
MESIN PENGERING LADA					Skala 1:2	Digambar	02-12-2022	FAUZAN&Tim
						Diperiksa		
						Dilihat		

1.4 ✓ Tol. Sedang

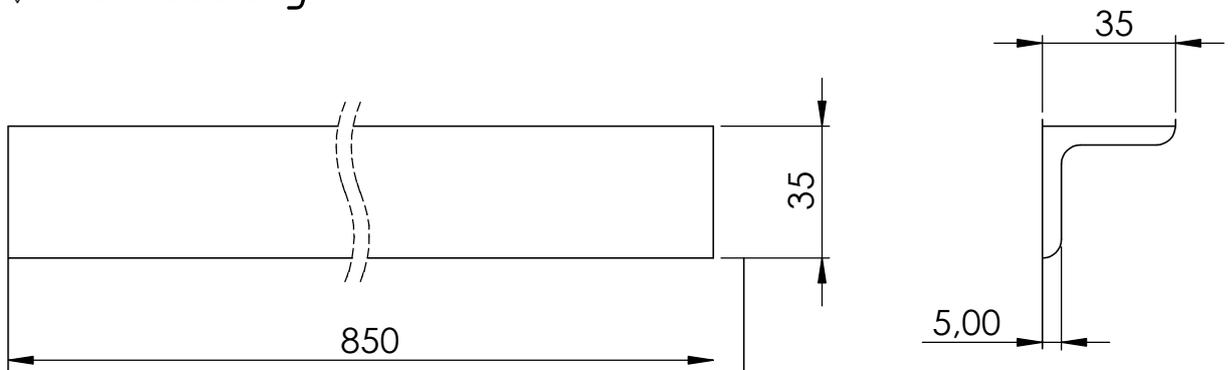


	1	Plat penyangga atas			8	Galvanis	L 35x5-530			
Jumlah	Nama Bagian				No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f		Pemesan		Pengganti Dari:		
		a	d	g				Diganti Dengan:		
		b	e	h						
MESIN PENGERING LADA							Skala 1:10	Digambar	02-12-2022	FAUZAN&Tim
								Diperiksa		
								Dilihat		
								POLMAN NEGERI BABEL		

1.5 ✓ Tol. Sedang

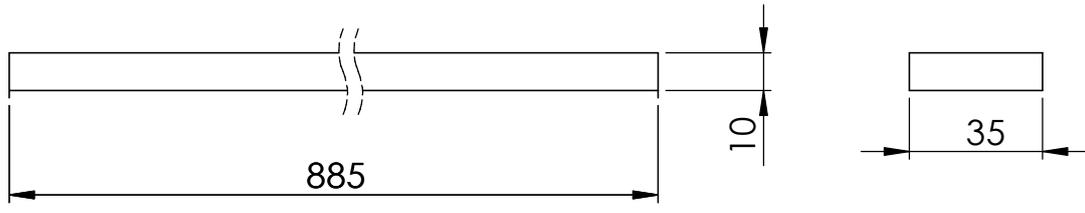


1.6 ✓ Tol. Sedang

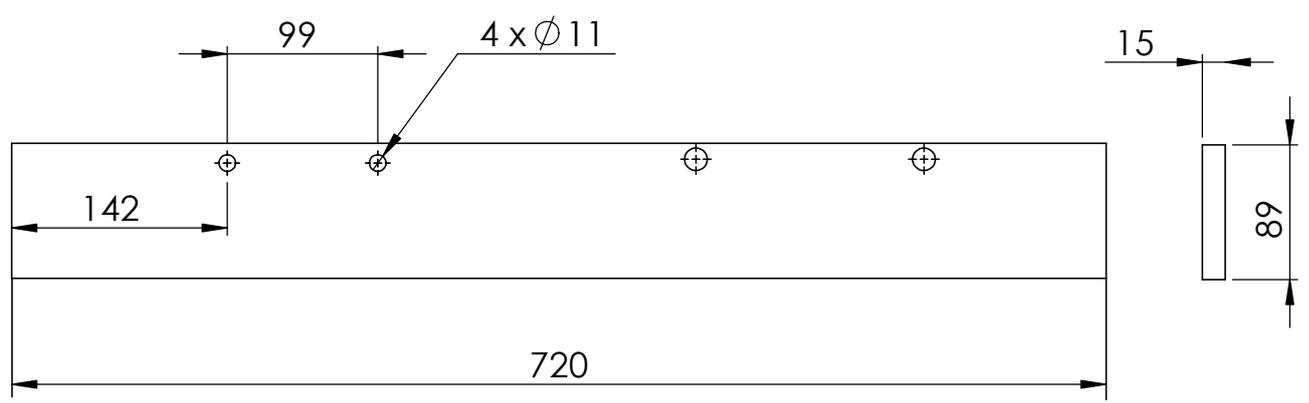


	1	Plat housing bearing 1	1.6	Galvanis	L 35x5-850		
	1	Plat dudukan blower	1.5	Galvanis	L 35x5-210		
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
		Perubahan	c	f	Pemesan	Pengganti Dari: Diganti Dengan:	
		a	d	g			
		b	e	h			
MESIN PENGERING LADA				Skala 1:5 (1:2)	Digambar	02-12-2022	FAUZAN D
					Diperiksa		
					Dilihat		

1.7 ✓ Tol. Sedang

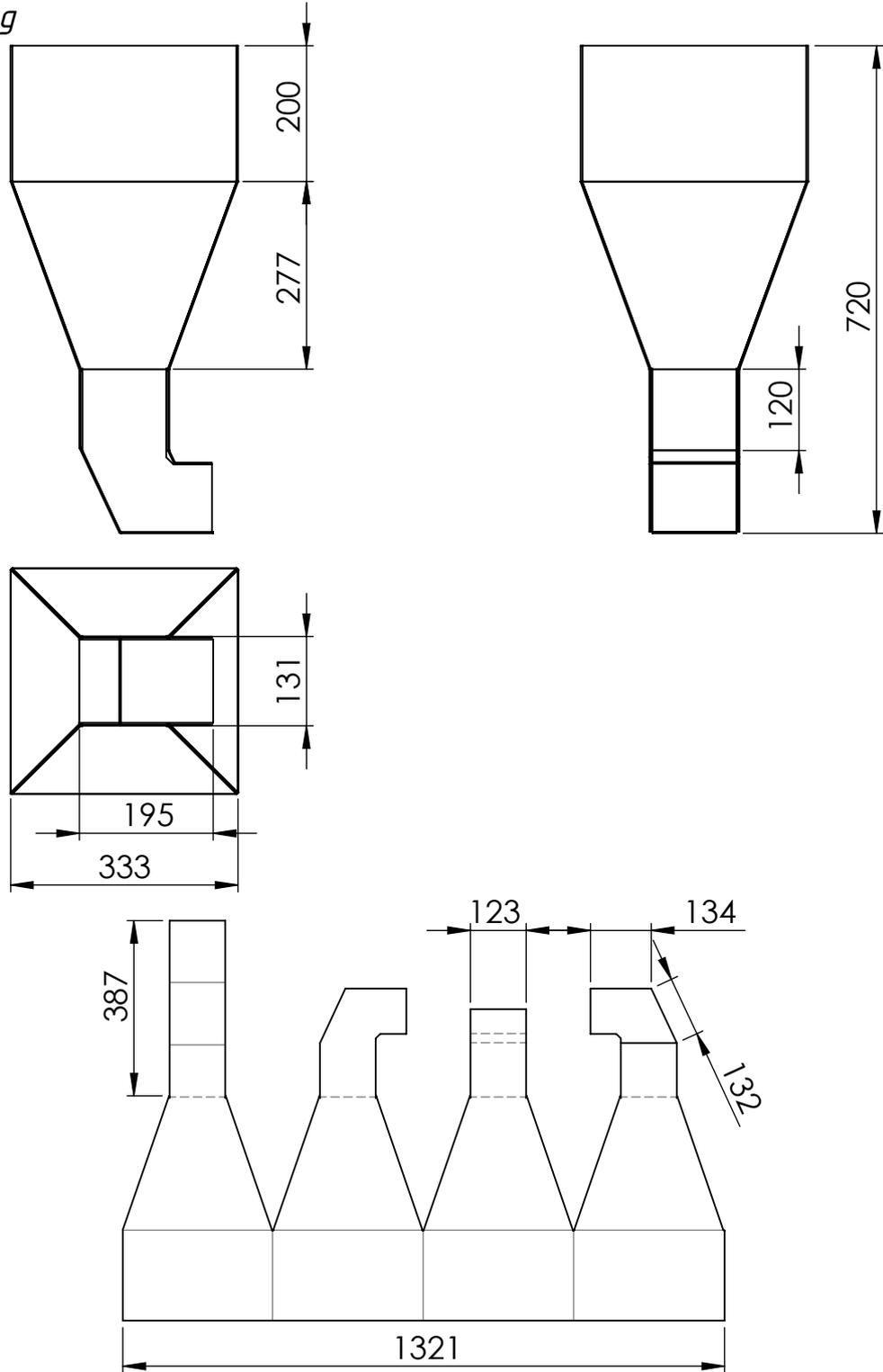


1.8 ✓ Tol. Sedang



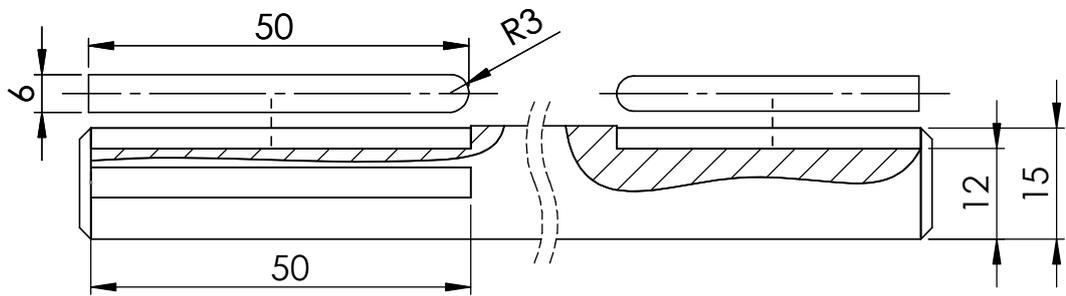
	1	Plat dudukan mesin		9	Galvanis	720x89x15			
	1	Plat Housing 2		8	Galvanis	885x35x10			
Jumlah		Nama Bagian		No. bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
		Perubahan	c	f	Pemesan	Pengganti Dari: Diganti Dengan:			
		a	d	g					
		b	e	h					
MESIN PENGERING LADA						Skala 1:2 (1:10)	Digambar	02-12-2022	FAUZAN&Tim
							Diperiksa		
							Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL						RGM/A4/CAD2/06			

2. ✓
Tol. Sedang



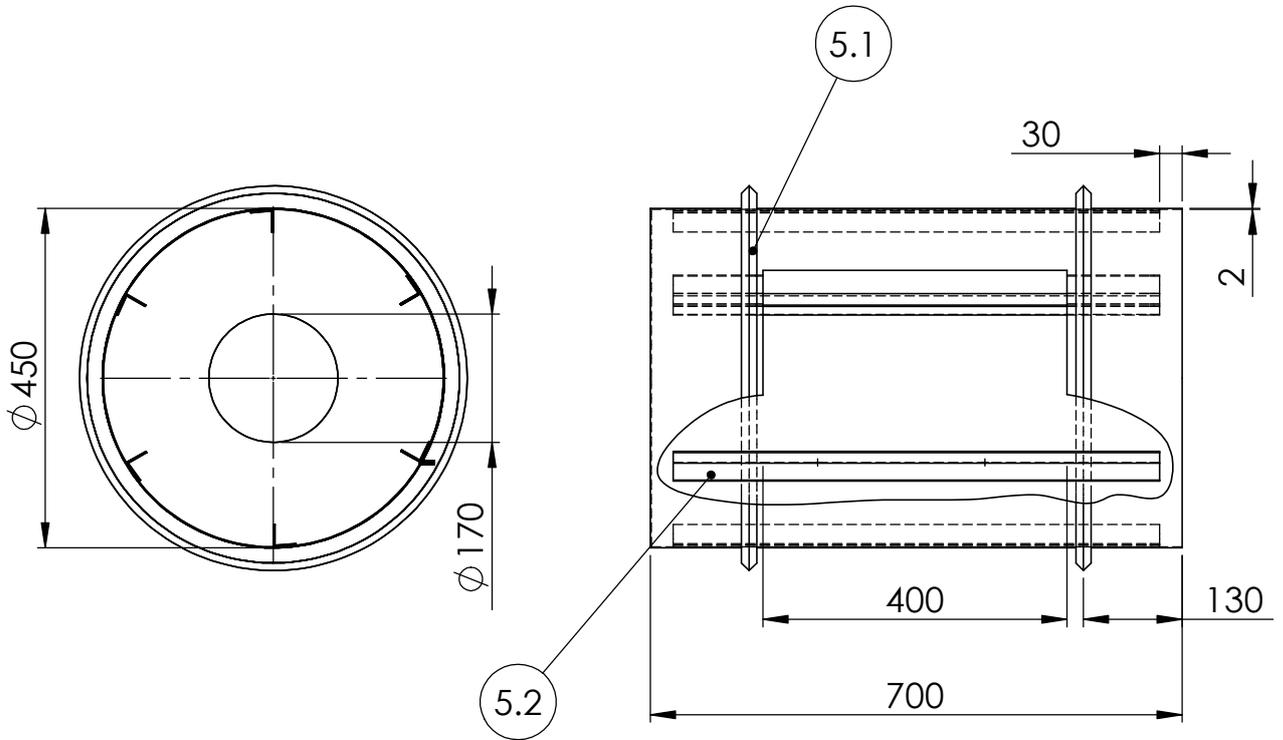
1	Input Pengering			2	St.	1321x333x720	-		
Jumlah	Nama Bagian			No. bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f		Pemesan	Pengganti Dari:			
	a	d	g			Diganti Dengan:			
	b	e	h						
<h1>Mesin Pengering Lada</h1>						Skala 1:10	Digambar	26-06-2024	FAUZAN/Tim
							Diperiksa		
							Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL						PA/2024/A4/05			

3. ✓ Tol.Sedang



	1	Poros	3	S45C	Ø 15x250	-		
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan		Pemesan	Pengganti Dari:			
		a			Diganti Dengan:			
		b						
		Mesin Pengering Lada			Skala 1:1	Digambar	26-06-2024	FAUZAN D
						Diperiksa		FARHAN
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL					PA/2024/A4/03			

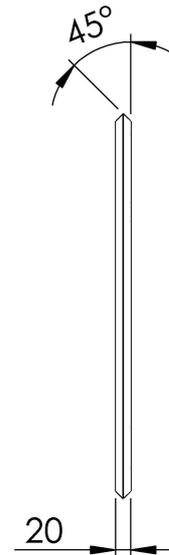
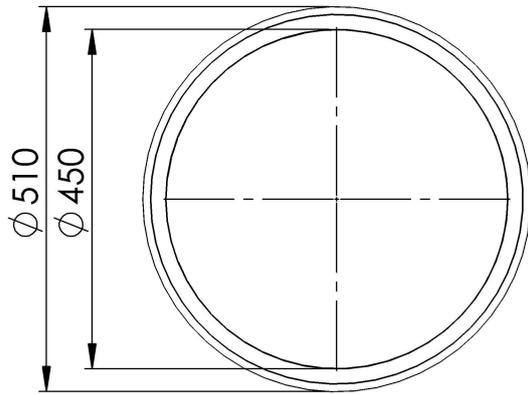
5 ✓
Tol. sedang



	1	Tabung Pengereng			5	Aluminium alloy	∅ 450x700	-	
Jumlah		Nama Bagian			No. bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
		Perubahan	c	f		Pemesan	Pengganti Dari:		
		a	d	g			Diganti Dengan:		
		b	e	h					
		Mesin Pengereng Lada				Skala	Digambar	26-06-2024	FAUZAN D
						1:10	Diperiksa		FARHAN
							Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL							PA/2024/A4/04		

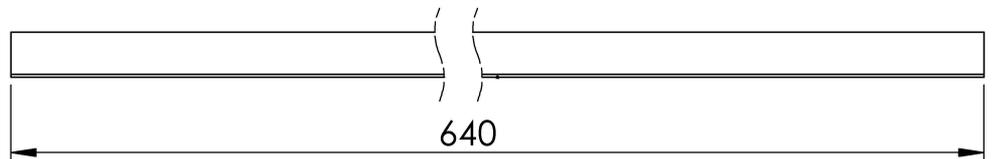
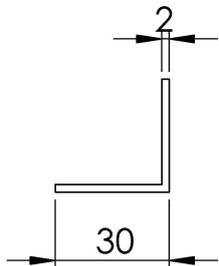
5.1

Tol. sedang



5.2

Tol. sedang

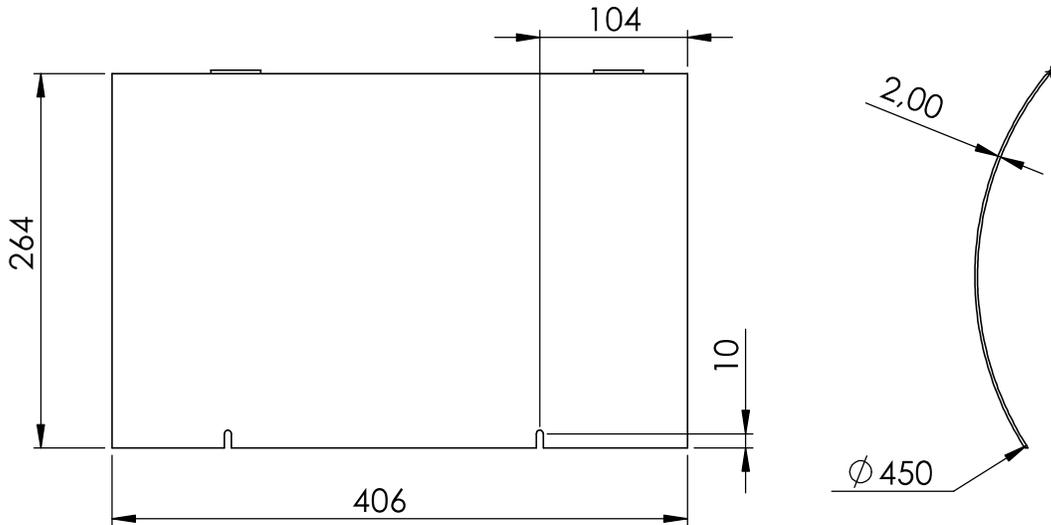


1	Sirip Straight	5.2	St.	640x40x40	-		
1	Window Canel	5.1	Rubber	Ø 510x20	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	Pemesan	Pengganti Dari:		
	a	d	g				
	b	e	h				
Mesin Pengering Lada				Skala 1:10 (1:20)	Digambar	26-06-2024	FAUZAN D
					Diperiksa		FARHAN
					Dilihat		

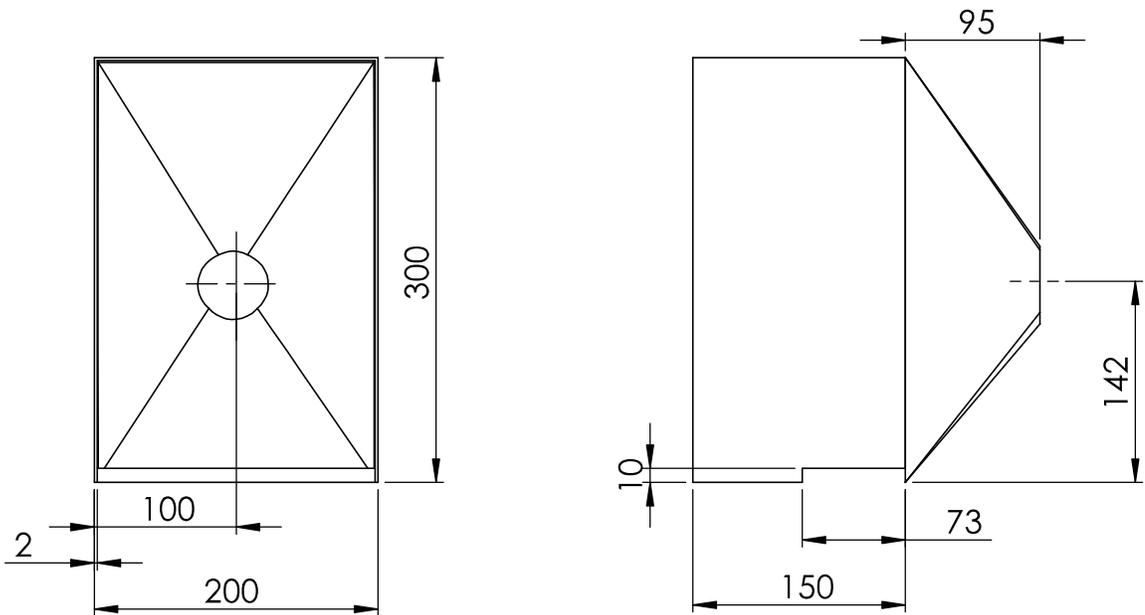
POLMAN NEGERI BABEL

PA/2024/A4/06

7 ✓
Tol. sedang



8 ✓
Tol. sedang



1	Tutup Tungku	8	Aluminium alloy	217x85x310	-		
1	Tutup Tabung	7	Aluminium alloy	406x264	-		
Jumlah	Nama Bagian	No. bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	Pemesan	Pengganti Dari:		
	a	d	g				
	b	e	h				
Mesin Pengering Lada				Skala 1:5	Digambar	26-06-2024	FAUZAN D
					Diperiksa		FARHAN
					Dilihat		