

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MESIN PENGERING TIPE GANDA



Disusun Oleh:

Nuha Maghfirotul Aliyah

NIM 07.16.19.013

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA (PEPI)
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MESIN PENGERING TIPE GANDA

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya Pertanian (A.Md.P.)

Disusun Oleh:

Nuha Maghfirotul Aliyah

NIM 07.16.19.013

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA (PEPI)
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN
UJIAN TUGAS AKHIR

Judul : Perancangan Mesin Pengering Tipe Ganda
Nama : Nuha Maghfirotul Aliyah
NIM : 07.16.19.013
Program Studi : D III Teknologi Hasil Pertanian
Jenjang : Diploma Tiga (D III)

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi DIII Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI).

Serpong, 5 Agustus 2022

1 Pembimbing I

Tanda Tangan



Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP 19800419 200501 2 001

2 Pembimbing II

Tanda Tangan



Athoillah Azadi, S.TP., MT.
NIP 19831022 201101 1 007

3 Penguji I

Tanda Tangan



Dr. Mardison S., S.TP, M.Si.
NIP 197703282005011003

Mengetahui,
Ketua Program Studi THP
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI),



Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP 19800419 200501 2 001

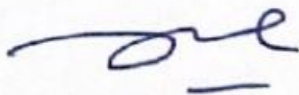
HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PERANCANGAN MESIN PENERING TIPE GANDA
Nama : Nuha Maghfirotul Aliyah
NIM : 07.16.19.013
Program Studi : DIII Teknologi Hasil Pertanian
Jenjang : Diploma Tiga (DIII)

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



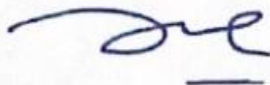
Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP 19800419 200501 2 001



Athoillah Azadi, S.TP., MT
NIP 19831022 201101 1 007

Mengetahui,

Ketua Program Studi THP
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI),



Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP 19800419 200501 2 001

Direktur
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI),



Dr. Muharifza, S.TP., M.Si.
NIP 19791121 200801 1 007

Tanggal Lulus : Serpong, 5 Agustus 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nuha Maghfirotul Aliyah
NIM : 07.16.19.013
Judul Tugas Akhir : Perancangan Mesin Pengering Tipe Ganda

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari temyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Serpong, 5 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Nuha Maghfirotul Aliyah
NIM 07.16.19.013

PERANCANGAN MESIN PENGERING TIPE GANDA

Nuha Maghfirotul Aliyah¹⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Enjiniring
Pertanian Indonesia (PEPI)

Abstrak

Produk hasil pertanian memiliki bentuk dan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga memerlukan perlakuan pengeringan yang berbeda. Pengeringan bahan pertanian dalam bentuk *chip* biasanya menggunakan pengeringan berbentuk *tray* sedangkan produk pertanian berbentuk biji-bijian pada umumnya menggunakan pengeringan berbentuk silinder. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan perancangan mesin tipe ganda yang merupakan mesin pengering dengan dua mekanisme yang berbeda untuk multi komoditi sehingga dapat meningkatkan produk pertanian, membantu menjaga umur simpan produk, dan menghemat energi. Perancangan mesin pengering menggunakan aplikasi *SolidWorks* 2018. Hasil dari perancangan ini berupa gambar kerja tiga dimensi dari rancangan mesin pengering tipe ganda yang memiliki volume *rotary dryer* sebesar 0,14 m³ dengan kapasitas sebesar 38 kg untuk biji kopi dan luas penampang *tray* sebesar 0,20 m² dengan kapasitas total rak pengering 8 *tray* yaitu 18,4 kg jahe gajah, 32 kg jahe emprit, dan 18,48 kg jahe merah.

Kata kunci: pengering, perancangan, silinder, *SolidWorks*, *tray*.

DESIGN OF DOUBLE-TYPE DRYING MACHINE

Nuha Maghfirotul Aliyah¹⁾

¹⁾Students of Agricultural Crop Technology, Politeknik Enjiniring Pertanian
Indonesia (PEPI)

Abstract

Agricultural products have different shapes and characteristics, so need different drying treatments. Drying of agricultural products in the form of chips usually uses tray while agricultural products in the form of grains generally use rotary drying. Based on the problem, it is necessary to design a double-type machine which is a drying machine with two different mechanisms for multi-commodity so that it can increase agricultural products and help maintain product shelf life. Design of drying machine uses SolidWorks 2018 application. Result of this design is a three-dimensional layout of the double-type dryer design which has a rotary dryer of 0,14 m³ with a capacity of 38 kg for coffee beans and a tray of 0,20 m² with drying racks trays: 18,4 kg of elephant ginger, 32 kg of emprit ginger, and 18,48 kg of red ginger.

Keywords: design, dryer, rotary, SolidWorks, tray.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Perancangan Mesin Pengering Tipe Ganda” tepat pada waktunya. Laporan ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan tugas akhir mahasiswa di Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia. terselesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan dan bimbingannya, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Muharfiza, S.TP., M.Si selaku Direktur Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia.
2. Ibu Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.
3. Bapak Athoillah Azadi, S.TP., MT selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Dr. Mardison S., S.TP, M.Si selaku Dosen Penguji.
5. Kedua orangtua yang selalu mendukung baik moril maupun materil.
6. Teman-teman dan semua pihak yang membantu penyelesaian laporan yang penulis tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari penyusunan kalimat, data maupun tata cara penulisannya, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi menghasilkan laporan yang lebih baik di kemudian hari.

Serpong, 20 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
Pengeringan	4
Pengeringan Bentuk Biji-Bijian.....	5
Pengeringan Bentuk <i>Chips</i> /Simplisia	6
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan.....	7
<i>Rotary Dryer</i>	8
<i>Tray Dryer</i>	9
Elemen Mesin Pengering.....	11
Perancangan Mesin Pengering.....	15
<i>Software SolidWorks</i>	16
BAB III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17

3.3	Prosedur Pelaksanaan	17
3.3.1	Pengumpulan Data	17
3.3.2	Perancangan Konsep Mesin	17
3.3.3	Analisis Teknis	17
3.3.4	Perancangan Mesin Pengering	18
3.3.5	Simulasi	19
3.3.6	Detail <i>Drawing</i>	19
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Konsep Awal Mesin	20
4.1.1	Konsep Awal Bentuk Mesin.....	20
4.1.2	Konsep Ukuran Mesin.....	20
4.1.3	Konsep Distribusi Udara Pengering.....	20
4.1.4	Konsep Tata Letak Komponen Pengering.....	22
4.2	Hasil Perancangan	22
4.3	Gambar Perancangan Bagian-Bagian Mesin.....	24
4.4	Mekanisme Kerja Mesin.....	34
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai Rata–Rata Kadar Air (% BB) Simplisia Jahe Merah.....	7
Tabel 2. Pemilihan Material Mesin.....	21
Tabel 3. Spesifikasi Ukuran Jahe	29
Tabel 4. Data Perhitungan Volume Silinder Pengering	42
Tabel 5. Data Perhitungan Luas Penampang <i>Tray</i>	42
Tabel 6. Data Perhitungan Jumlah Putaran Output.....	44
Tabel 7. Data Perhitungan Kecepatan Sabuk.....	46
Tabel 8. Data Perhitungan Panjang Keliling Sabuk.....	47
Tabel 9. Data Perhitungan Kecepatan Aliran Udara.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kurva Laju Penguapan Air dalam Proses Pengeringan	4
Gambar 2. <i>Rotary Dryer</i>	8
Gambar 3. <i>Tray Dryer</i>	9
Gambar 4. <i>Parallel Flow Tray</i>	10
Gambar 5. <i>Trough Circulation Tray</i>	11
Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan	18
Gambar 7. Konsep Laju Aliran Udara Mesin	22
Gambar 8. Sketsa Konsep Awal Mesin	22
Gambar 10. Rancangan Mesin Pengering Tipe Ganda (<i>Cover Tertutup</i>)	23
Gambar 11. Rancangan Mesin Pengering Tipe Ganda (<i>Cover Terbuka</i>)	24
Gambar 12. Tampilan Mesin Pengering Tipe Ganda	24
Gambar 13. Rancangan Kerangka Mesin	25
Gambar 14. Spesifikasi Ukuran Kerangka Mesin	25
Gambar 15. Rancangan Silinder Pengering	26
Gambar 16. Rancangan Poros dan Silinder Pengering	27
Gambar 17. Rancangan Rak Pengering	27
Gambar 18. Dimensi Rak Pengering	28
Gambar 19. Dimensi Tray Pengering	28
Gambar 20. Rancangan Sistem Transmisi	30
Gambar 21. Rancangan Sistem Pemanas	31
Gambar 22. Rancangan Pipa Plenum dan <i>Heat Exchanger</i>	32
Gambar 23. Rancangan Kipas	32
Gambar 24. Rancangan <i>Box Panel Control</i>	33
Gambar 25. Mekanisme Kerja Mesin Pengering	35
Gambar 26. Massa Poros dan Silinder Pengering	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Analisis Perhitungan Teknis	42
Lampiran 2. Gambar Kerja Mesin Pengering Tipe Ganda	48
Lampiran 3. Gambar Kerja Bagian Rangka Utama	50
Lampiran 4. Gambar Kerja Bagian Sistem Transmisi Mesin	51
Lampiran 5. Gambar Kerja Silinder Pengering.....	52
Lampiran 6. Gambar Kerja Dimensi Rak Pengering	54

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pascapanen pada produk pertanian yang berperan penting dalam menjaga umur simpan produk adalah pengurangan kadar air dengan proses pengeringan, karena kadar air yang tinggi pada bahan akan menyebabkan bahan tersebut mudah terserang mikroorganisme dan busuk pengeringan (Amanto *et al.*, 2015). Produk hasil pertanian memiliki bentuk dan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga memerlukan perlakuan pengeringan yang berbeda. Metode pengeringan tanaman rempah atau pengeringan bahan berbentuk lembaran tipis dapat dengan pemberian panas dari permukaan bahan. Pemanasan permukaan tergantung pada konduktivitas panas bahan. Nilai konduktivitas bahan tanaman rempah relatif kecil sehingga rambatan panas sangat lambat dan menyebabkan gradien suhu yang curam pada bahan, menyebabkan pengkerakan permukaan (*case hardening*) dan/atau keretakan (*cracking*) yang mencerminkan terjadinya kerusakan komponen aktif bahan (Sebastian, 2008). Lain halnya dengan cara pengeringan biji-bijian berbentuk granular yang pada umumnya kadar air komoditi biji-bijian masih cukup tinggi, sehingga memerlukan proses pengadukan saat pengeringan sehingga panasnya akan menyebar rata. Oleh karenanya metode penerapan pengeringan yang diterapkan pada kedua bahan komoditi tersebut berbeda. Bahan simplisia akan lebih mudah bila dikeringkan dengan mesin pengering tipe rak dan bahan biji-bijian akan lebih mudah dikeringkan dengan mesin pengering tipe silinder yang berputar sehingga panasnya lebih merata.

Mesin pengering untuk produk hasil pertanian merupakan sarana yang penting dan sangat bermanfaat terutama sekali untuk meningkatkan nilai jualnya. Sejauh ini, sebagian besar proses pengeringan masih menggunakan metode konvensional. Penggunaan metode konvensional ini, apabila untuk proses pengeringan hasil pertanian dengan jumlah yang besar akan sangat memakan banyak waktu, tenaga, dan lahan di samping kendala iklim (Pribadyo, 2017). Selain itu di beberapa tempat sudah ada yang menggunakan mesin pengering dalam proses pengeringannya. Namun, penggunaan mesin pengering ini, hanya bisa digunakan

untuk pengeringan dengan satu tipe yang hanya untuk pengeringan bahan yang memiliki karakteristik bentuk yang sama.

Berdasarkan permasalahan yang ada, untuk dapat meningkatkan produk hasil pertanian maka diperlukan mesin pengering yang dapat digunakan untuk multi komoditi sehingga dapat membantu menjaga umur simpan produk, dapat mengeringkan produk pertanian yang berbeda bentuk (*chip* dan biji-bijian) dalam satu alat/mesin pengering, dan masih bisa melakukan proses pengeringan dalam cuaca hujan. Penelitian ini mencoba untuk menghasilkan konsep mesin yang akan dirancang memiliki dua mekanisme pengeringan yang berbeda dalam satu unit mesin, yaitu tipe mesin pengering *tray* dan tipe mesin pengering *rotary*, sehingga berbeda dari mesin pengering lain yang telah ada, sehingga dapat lebih cepat dan efisien dalam proses pengeringan multi komoditi produk hasil pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana proses perancangan mesin pengering tipe ganda?
2. Bagaimana hasil desain mesin pengering tipe ganda yang terdiri dari tipe rak dan tipe silinder?
3. Bagaimana parameter kapasitas dan kecepatan putar silinder dari mesin pengering tipe ganda yang dibutuhkan?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan, maka permasalahan perlu dibatasi pada:

1. Hanya sebatas perancangan mesin pengering dengan tipe ganda yang terdiri dari tipe rak dan tipe silinder.
2. Desain perancangan menggunakan *software SolidWorks 2018*.
3. Parameter perhitungan mesin pengering hanya sebatas kapasitas dan kecepatan putar silinder.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang mesin pengering yang dapat digunakan untuk bahan hasil pertanian biji-bijian dan simplisia.
2. Mengetahui dimensi mesin pengering tipe ganda yang dirancang.
3. Menghitung parameter perancangan mesin pengering tipe ganda yang dibutuhkan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

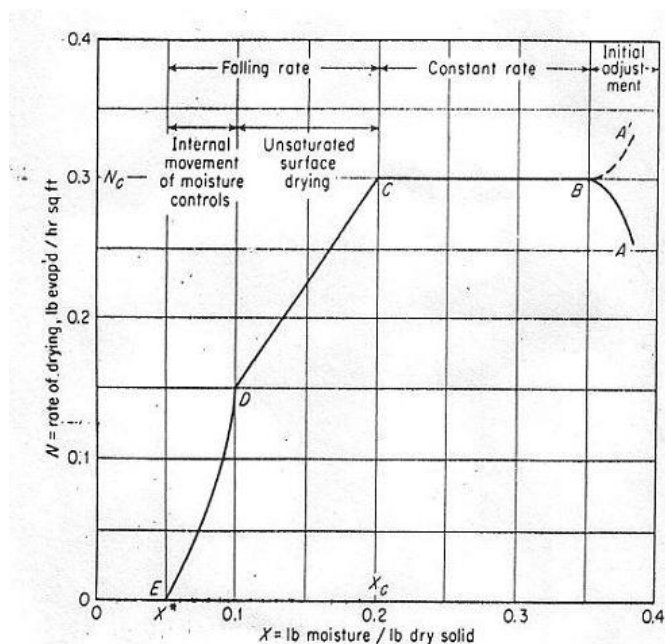
1. Memberikan inovasi teknologi baru yang bermanfaat dalam proses pengeringan bahan hasil pertanian.
2. Membantu mengembangkan dan modifikasi mesin pengering yang dapat mempercepat proses pengeringan dibanding dengan penyinaran cahaya matahari atau mesin pengering satu tipe.

BAB II. LANDASAN TEORI

Pengeringan

Pengeringan adalah suatu proses penguapan air dari bahan basah dengan media pengering menyangkut proses perpindahan panas dan massa yang terjadi secara bersamaan. Proses perpindahan massa yang terjadi adalah dengan cara konveksi serta perpindahan panas secara konduksi dan radiasi tetap terjadi dalam jumlah yang relatif kecil yang terjadi antara medium pengering dengan bahan (Sitompul dan Malinda, 2021).

Uap air yang terbentuk dari proses penguapan air, harus dipindahkan melalui struktur bahan ke medium sekitarnya. Proses ini akan menyakut aliran fluida dengan cairan harus ditransfer melalui struktur bahan selama proses pengeringan berlangsung. Panas harus disediakan untuk menguapkan air dan air harus mendifusi melalui berbagai macam tahanan agar dapat lepas dari bahan dan berbentuk uap air yang bebas. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan. Penguapan air dalam bahan terjadi dalam tiga tahapan, yaitu: pemanasan pendahuluan atau penyesuaian temperatur bahan yang dikeringkan, pengeringan dengan kecepatan konstan (*constant rate period*), dan pengeringan dengan kecepatan menurun (*falling rate period*) (Treyball, 1983).



Gambar 1. Kurva laju penguapan air dalam proses pengeringan (Treyball, 1983)

Pengeringan Bentuk Biji-Bijian

Metode pengeringan buatan dilakukan melalui pemberian panas yang relatif konstan terhadap bahan biji-bijian, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat dengan hasil yang maksimal. Pengeringan buatan ini diharapkan dapat menurunkan kandungan air yang mula-mula sekitar 30-50% akan turun mencapai kadar air 12-17%. Biji-bijian pada kadar air 12-17% telah cukup siap untuk pengolahan lebih lanjut (penggilingan) ataupun telah cukup aman dalam penyimpanan. Pengeringan dengan konveksi untuk bahan padat (seperti biji-bijian hasil pertanian) dibagi dalam dua periode, yaitu periode pertama dengan kecepatan pengeringan tetap, yaitu pada saat air yang terdapat pada permukaan teruapkan. Periode ini kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh suhu kelembaban udara dan kecepatan aliran udara serta kecepatan sirkulasi dan periode kedua dengan kecepatan pengeringan semakin menurun. Penurunan kadar air 30-50% pada biji-bijian tidak mungkin dilakukan dengan matahari dalam beberapa jam, walaupun dengan panas matahari terus-menerus (Tumbel *et al.*, 2016).

Salah satu contoh produk hasil pertanian biji-bijian yaitu pada pengeringan biji kopi dengan metode pengering tipe bak silinder dengan penambahan pipa perforasi pada ruang pengering, dimana berdasarkan hasil pengujian didapat suhu tumpukan biji kopi di bak pengering antara 47,3 °C sampai 67,3 °C dan kadar air telah mencapai 12,5% setelah 18 jam (Syah *et al.*, 2013). Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air biji kopi hingga mencapai standar mutu dan kadar air yang diinginkan, standar nasional untuk kadar air biji kopi yang akan dikomersilkan yaitu sekitar 12-14% (Santoso dan Egra, 2018). Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, didapatlah beberapa daftar tuntutan dari mesin pengering biji kopi semi otomatis diantaranya: kapasitas mesin pengering biji kopi 25 kg untuk satu kali proses; komponen yang bersentuhan dengan biji kopi memiliki material dengan kualitas *food grade*; dapat mencapai suhu pemanasan 50-55 °C; memiliki putaran 6-20 rpm; hemat biaya penggunaan energi; mudah dipindahkan; serta dapat memonitor kadar air biji kopi (Fauzi dan Widianoro, 2021).

Proses pengeringan dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara yang disarankan antara 1,5 m/s sampai 2 m/s; suhu pengeringan yang disarankan 50-55 °C (Yani dan Fajrin, 2013).

Pengeringan Bentuk *Chips*/Simplisia

Beberapa tanaman rempah yang sering digunakan oleh masyarakat yaitu tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.), dan kunyit (*Curcuma domestica* Val.). Salah satu titik penting dalam pembuatan simplisia yaitu proses pengeringannya yang kemudian mempunyai pengaruh besar ke arah parameter non spesifik. Menurut Yuliasih *et al.*, (2012), umur simpan jahe merah yang berkadar air 5% pada suhu 25-30 °C tahan selama 544 hari sampai 694 hari. Pengirisan adalah salah satu upaya pengecilan ukuran, yang bertujuan untuk memperluas permukaan bahan agar proses pengeringan dapat berlangsung secara efektif. Namun pengecilan ukuran dan pemanasan dapat mengakibatkan penurunan unsur volatil dan senyawa fenol. Ketebalan mempengaruhi waktu pengeringan. Pengirisan dengan ketebalan 2,5 mm merupakan yang optimal untuk menghasilkan kadar air yang baik pada pengeringan selama 36 jam.

Suhu pengeringan memegang peranan penting dalam proses pengeringan, untuk menjaga mutu simplisia jahe pada proses pengeringan, salah satu indikator penting yang digunakan adalah kadar air pada jahe maksimal 10% seperti yang tertuang di dalam SNI 01- 7087-2005 (BSN, 2005). Penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan nilai gizi yang terdapat pada jahe merah, sedangkan suhu terlalu rendah menyebabkan produk yang dihasilkan mudah ditumbuhi kapang dan tidak mampu bertahan lama (Tropik *et al.*, 2020).

Menurut data penelitian yang dilakukan oleh Yulianti dan Setiyo pada tahun 2021 (Tabel 1), diketahui bahwa semakin tipis irisan jahe merah yang dikeringkan maka semakin rendah kadar air yang mampu dicapai pada akhir proses pengeringan diseluruh suhu pengeringan yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tipis irisan pada suatu bahan maka semakin cepat proses perpindahan air bahan ke udara pengering, sebagai akibatnya maka kadar air yang mampu dicapai oleh produk menjadi lebih rendah. Berdasarkan SNI 01-3393-1994 menunjukkan bahwa kadar air jahe kering yang memenuhi standar maksimal yaitu 12% bb sedangkan kadar air yang baik untuk masa simpan yaitu kadar air 10% bb. Hal ini didukung oleh pernyataan Lisa *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa produk pangan dengan kadar air 14% bb cukup baik untuk mencegah pertumbuhan kapang, namun kadar

air maksimum untuk produk kering seperti bubuk yaitu 10% bb, sehingga mampu memberi masa simpan lebih lama.

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar air (% bb) simplisia jahe merah

Suhu	Ketebalan Irisan		
	1 mm (N1)	3 mm (N2)	5 mm (N3)
Suhu 50°C (S5)	9,3 ^a	10,05 ^{ab}	15,64 ^d
Suhu 60°C (S6)	9,38 ^a	11,62 ^{bc}	15,18 ^d
Suhu 70°C (S7)	9,55 ^a	13,02 ^c	11,07 ^{abc}

Keterangan:

Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata kadar air menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT ($P < 0,05$)

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan. Faktor-faktor yang termasuk golongan pertama adalah suhu, kecepatan volumetrik, aliran udara pengering dan kelembaban udara. Faktor-faktor yang termasuk golongan kedua adalah ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial di dalam bahan (Ranou, 2015).

Proses pengeringan juga harus memperhatikan suhu udara dan kelembaban. Suhu udara yang tinggi dan kelembaban udara yang relatif rendah dapat mengakibatkan air pada bagian permukaan bahan yang akan dikeringkan menjadi lebih cepat menguap. Hal ini dapat berakibat pada terbentuknya suatu lapisan yang tidak dapat ditembus dan menghambat difusi air secara bebas. Kondisi ini lebih dikenal dengan *case hardening* (Desrosier, 1988).

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dari dalam bahan keluar. Pengontrolan suhu serta waktu pengeringan dilakukan dengan mengatur kotak alat pengering dengan alat pemanas, seperti udara panas yang dialirkan ataupun alat pemanas lainnya. Suhu pengeringan akan mempengaruhi kelembaban udara di dalam alat pengering dan laju pengeringan untuk bahan tersebut. Pada kelembaban udara yang tinggi, laju penguapan air bahan akan lebih lambat dibandingkan dengan pengeringan pada kelembaban yang rendah (Taufiq, 2004).

Rotary Dryer

Rotary dryer berbentuk silinder horizontal berputar yang dialiri udara panas untuk menguapkan air produk. Ukuran diameter dan panjang *rotary dryer* mengacu pada besarnya massa bahan yang akan dikeringkan serta kecepatan udara yang digunakan untuk pengeringan. Semakin besar massa bahan, dan semakin besar kecepatan udara maka semakin besar diameter *rotary dryer*. Putaran *rotary dryer* berkisar 15-30 m/menit (Sukoco, 2018).

Perpindahan panas yang terjadi di dalam sistem pengering *rotary dryer* adalah dengan cara konduksi dan konveksi, dan aliran udara panas yang diatur serendah mungkin agar bahan padat yang halus tidak terbawa aliran udara panas. Pemanasan dilakukan tidak dengan aliran berlawanan, hal ini untuk menghindari kerusakan pada bahan pangan, terutama pada bahan pangan yang rentan terhadap panas seperti kulit, biji-bijian terutama apabila uap dari zat pelarut masih diperlukan untuk pengeringan selanjutnya (Setijahartani, 1980).

Sumber panas *rotary dryer* berasal dari tungku pembakaran. *Rotary dryer* sering digunakan untuk pengeringan karena jarang menghadapi kegagalan baik dari segi output kuantitas maupun kualitas. Namun dengan langka dan mahalnya minyak bumi dan gas, maka sumber panas *rotary dryer* mulai dikombinasikan antara minyak bumi, gas, dan listrik (Zikri *et al.*, 2015).



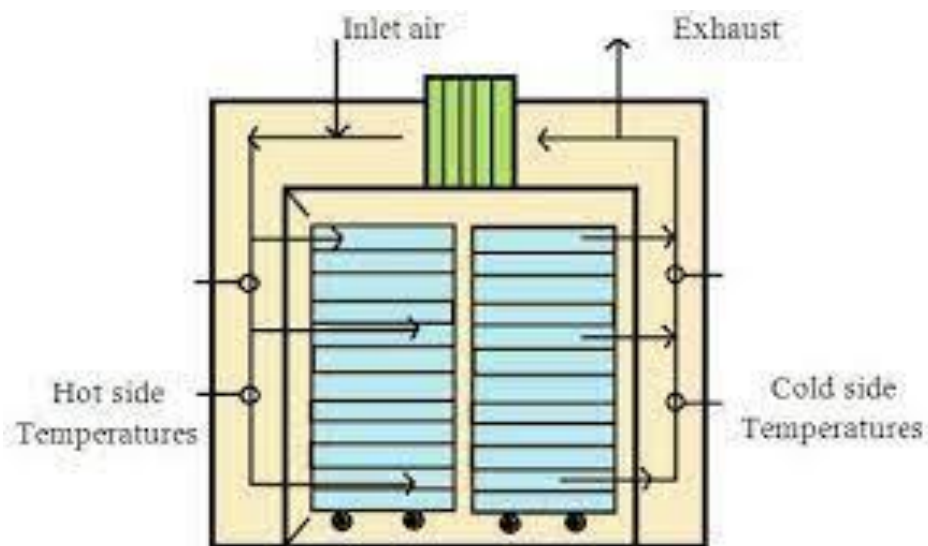
Gambar 2. *Rotary dryer* (Sukoco, 2018)

Menurut Mufti *et al.*, (2018) menyatakan temperatur ideal yang dapat digunakan mengeringkan biji kopi dengan *rotary dryer* adalah 80 °C pada putaran 10 rpm karena biji kopi tidak rusak dan waktu pengeringannya tidak terlalu lama. Semakin cepat putaran drum, dapat menyebabkan proses pengeringan biji kopi

semakin lama, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi temperatur dalam drum, pengeringan biji kopi semakin cepat. Tetapi, pada saat pengeringan dengan temperatur yang tinggi biji kopi akan rusak. Sementara pada penelitian Sukoco (2018) dengan diameter silinder pengering 36 cm dan panjang 144 cm pada putaran 15 rpm memiliki nilai kapasitas efektif 1,66 kg/jam.

Tray Dryer

Tray dryer (cabinet dryer) atau alat pengering tipe rak, mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Alat pengering ini, selain bahan ditempatkan langsung pada rak-rak dapat juga ditebarkan pada wadah lainnya misalnya pada baki dan nampan. Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan kipas (*fan*) untuk mengatur sirkulasi udara dalam alat pengering. Udara yang telah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat ini udara dipanaskan lebih dulu kemudian disalurkan di antara rak-rak yang sudah berisi bahan. Arah aliran udara panas di dalam alat pengering bisa dari atas ke bawah dan bisa juga dari bawah ke atas, sesuai dengan dengan ukuran bahan yang dikeringkan. Letak kipas juga harus disesuaikan untuk menentukan arah aliran udara panas (Imami, 2018).



Gambar 3. *Tray dryer* (Imami, 2018)

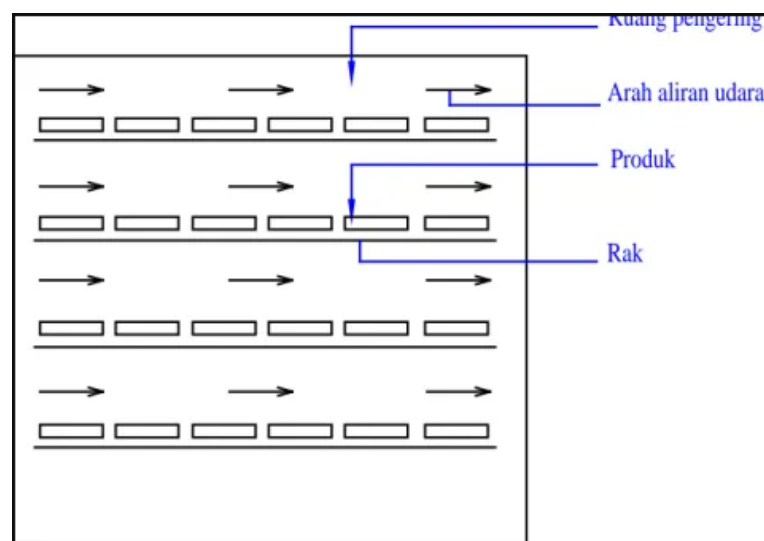
Pengeringan dengan mode rak umumnya ditujukan untuk bahan yang berbentuk lempengan atau irisan. Lempengan atau irisan tersebut memiliki ketebalan tertentu sehingga perlu ditata sedemikian rupa agar penguapan kandungan airnya dapat berlangsung dengan cepat. Penumpukan dapat dilakukan

hingga ketebalan yang dianggap maksimal. Model wadah ini umumnya diperuntukkan bagi bahan seperti irisan keripik, sale pisang, dendeng, ikan dan lain-lain. Hembusan udara pengering biasanya tidak terlalu kuat (secukupnya) agar bahan tidak berhamburan (Tahir, 2015).

Beberapa pengeringan jenis rak antara lain (Siswanto, 2007):

1. *Parallel Flow Tray*

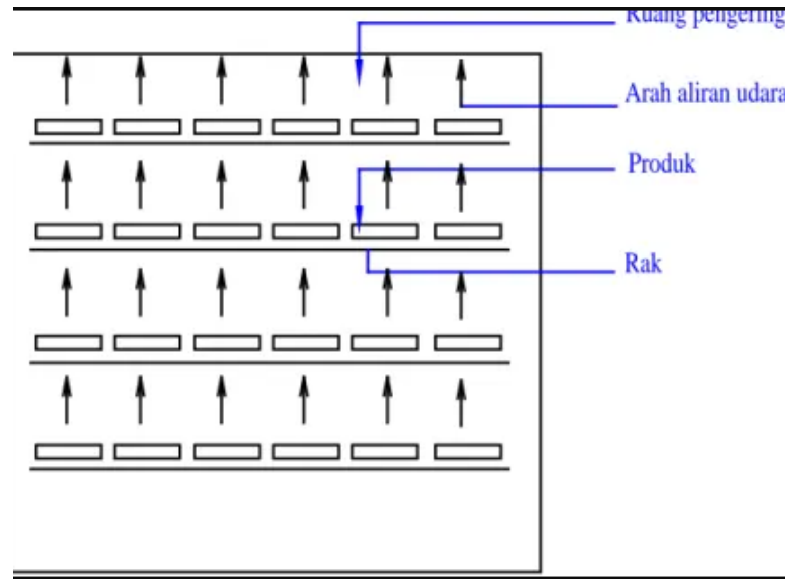
Parallel flow tray atau yang disebut dengan *compartment dryer* terdiri dari suatu ruangan yang di dalamnya tersusun rak-rak tempat meletakkan produk yang akan dikeringkan. Alat pengering ini biasanya dilengkapi dengan kipas yang berfungsi untuk mensirkulasikan udara di dalam ruangan dan pemanas yang berfungsi sebagai sumber panas untuk memanaskan udara di dalam ruang pengering. Produk yang dikeringkan diletakkan di atas rak-rak yang dapat diambil dan dipasang kembali, udara pengeringan dialirkan secara sejajar dengan permukaan rak.



Gambar 4. *Parallel flow tray* (Siswanto, 2007)

2. *Trough circulation tray*

Hampir sama dengan *parallel flow tray*, yang membedakan hanya letak arah aliran udaranya. Pada alat jenis ini aliran udara pengering dialirkan secara paksa untuk menembus permukaan rak dan produk yang dikeringkan. Raknya berupa lubang-lubang atau saringan sehingga udara pengering bisa dipaksa untuk menembus produk.



Gambar 5. *Trough circulation tray* (Siswanto, 2007)

Elemen Mesin Pengering

Sebagai dasar untuk membantu dalam proses pemecahan masalah dalam pembuatan dan perancangan mesin, maka dapat dijelaskan sebagai berikut komponen apa saja yang akan dipakai untuk pembuatan.

1. Drum/Silinder Pengering

Perancangan dimensi silinder pengering diperlukan untuk mengetahui jumlah kapasitas produk yang akan dikeringkan. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan dari kapasitas silinder.

$$V \text{ drum} = \pi r^2 \times L \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

V = Volume (m³)

r = Jari-jari silinder (m)

L = Panjang silinder (m)

Perhitungan volume drum tersebut digunakan sebagai acuan untuk menghitung dari kapasitas silinder, berikut rumus yang digunakan (Gultom, 2019). Menurut penelitian tersebut direncanakan besar volume yang dipakai untuk meletakkan biji kopi ini adalah sebesar 45% dari total volume keseluruhan silinder.

$$\text{Kapasitas total drum} = \rho \text{ bahan} \times \text{Volume drum} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

ρ = Massa jenis (kg/m³)

2. Rak/Tray Pengering

Perhitungan luas penampang digunakan untuk mengetahui dimensi luas penampang rak pada mesin pengering. Adapun perhitungan luas penampang dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rinda dan Sudarni, 2022):

$$A = p \times l \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

A = Luas penampang (mm²)

p = Panjang (mm)

l = Lebar (mm)

Tray digunakan sebagai media penampung produk bahan yang dikeringkan yang selanjutnya akan diletakkan atau dimasukkan ke dalam rak pengering. *Tray* dibuat dengan bahan yang mampu menghantarkan panas secara konduksi dari sumber panas ke bahan dan tidak menghambat aliran panas konveksi dari sumber panas ke bahan. Kapasitas *tray* ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas per tray} = \frac{\text{luas tray}}{\text{luas bahan}} \dots\dots\dots (4)$$

3. Bearing atau *Pillow Block Unit*

Bearing merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena berfungsi sebagaiudukan dari poros tangkai silinder mesin pengering.

4. Puli dan *Belt*

Perhitungan jumlah putaran puli dilakukan dengan maksud untuk mengetahui rasio perbandingan kecepatan antara puli yang ada berdasarkan pada ukuran puli tersebut. Perhitungan yang ada pada puli dan *belt*:

a. Kecepatan sabuk (Sularso dan Suga, 2004)

$$v = \frac{N1 \cdot dp1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

v = Kecepatan (m/detik)

dp1 = Diameter puli (mm)

N1 = Jumlah putaran puli (rpm)

b. Jumlah putaran puli (Syahrul *et al.*, 2021)

$$N2 = \frac{N1 \times dp1}{dp2} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

N1 = Jumlah putaran puli penggerak (rpm)

N2 = Jumlah putaran puli yang digerakkan (rpm)

dp1 = Diameter puli penggerak (mm)

dp2 = Diameter puli yang digerakkan (mm)

c. Panjang keliling sabuk (Sularso dan Suga, 2004)

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4 \times C} (Dp - dp)^2 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

L = Panjang keliling (mm)

C = Jarak antar puli (mm)

Dp = Diameter puli besar (mm)

dp = Diameter puli kecil (mm)

5. Gearbox reducer

Gearbox reducer berfungsi sebagai penyalur putaran dari motor dan juga sebagai alat untuk mereduksi putaran dari motor. Prinsip kerja kotak roda gigi (*gear box*) adalah untuk memindahkan gaya dan putaran mesin pada gerakan roda-roda. Putaran output dari motor dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sihombing, 2018):

$$N3 = \frac{N2}{R} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

N2 = Jumlah putaran motor (rpm)

N3 = Jumlah putaran output (rpm)

R = Rasio/perbandingan

6. Motor Listrik

Motor listrik adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana energi mekanik tersebut berupa putaran dari motor. Menurut sumber tegangan yang digunakan, motor listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu motor listrik AC dan DC. Pemahaman mengenai sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor listrik. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar atau torsi sesuai dengan kecepatan yang dibutuhkan (Logho dan Hasan, 2018).

Motor penggerak listrik dapat langsung segera bekerja, sangat aman dalam operasinya, dan mudah dikendalikan. Kecepatan untuk menggerakkan beban dapat diatur sangat baik. Motor penggerak listrik juga sangat ekonomis karena pemakaian daya listrik tergantung pada kapasitas daya unitnya. Rumus perhitungan motor penggerak yang akan digunakan pada mesin pengering hasil pertanian sebagai berikut (Erian *et al.*, 2019) :

$$P = \omega \times T \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

P = Daya motor (Kw)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

T = Torsi pada poros (Nm)

7. Sumber Pemanas

Sumber pemanasan menggunakan kompor dengan sumber panas yang diperoleh dari hasil bahan bakar gas akan menghasilkan panas yang tinggi. Kompor memiliki ruang yang terisolasi dari luar sebagai tempat bahan bakar yang diproses sebagai pemanasan bagi barang-barang yang diletakkan di atasnya.

Bahan bakar pemanasan menggunakan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). LPG merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon senyawa minyak mentah dan natural dari komponen senyawa utama yang paling mendukung LPG adalah propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) (Putro, 2018).

8. Kipas

Kipas digunakan untuk mengalirkan udara panas dari ruang plenum ke dalam silinder dan ruang pengering. Kecepatan laju putar kipas sangat mempengaruhi terhadap laju aliran perpindahan panas dari udara masuk yang dihirup oleh kipas untuk mengetahui kualitas udara panas yang keluar (Syukran, 2018).

$$\omega = \pi \times D0 \times n \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

ω = Kecepatan putaran (m/s)

D0 = Diameter luar pipa (m)

n = Kecepatan putaran blower (rpm)

9. Penukar Panas dan Ruang Plenum

Ruang plenum merupakan ruang penghubung antara ruang pemanas dan ruang pengeringan. Ruang pemanas terdapat kompor dan penukar panas yang terdapat pipa-pipa plenum. Ruang plenum memiliki jarak tertentu guna mencegah terjadinya *overheat* pada *box dryer* yang dapat memicu terjadinya kebakaran pada bahan yang dikeringkan. Ruang penukar panas berbentuk balok yang di dalamnya terdapat pipa-pipa. Jumlah pipa dibuat menyesuaikan ukuran dari mesin pengering. Pipa-pipa plenum tersebut berfungsi sebagai tempat udara yang dipanaskan kemudian disalurkan ke ruang pengering. (Amin dan Surbri, 2017).

Perancangan Mesin Pengering

Perancangan adalah suatu metode untuk menciptakan rancangan dengan berbagai alternatif dan variasi, untuk menghasilkan sesuatu secara optimal, baik dalam bentuk, fungsi, maupun proses pembuatannya sesuai dengan tuntutan masyarakat. Perancangan terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan. Faktor yang terdapat dalam merancang sebuah mesin sebagai berikut (Erian *et al.*, 2019):

1. Standarisasi: Komponen elemen-elemen mesin yang digunakan pada pembuatan mesin sebaiknya berstandar.
2. Elemen mesin: Sistem yang digunakan harus tepat sehingga pada saat elemen mesin tersebut mengalami kerusakan, diharapkan perbaikannya dengan biaya murah dan proses perbaikannya mudah.
3. Material: Sebaiknya menggunakan material yang sudah tersedia di pasar, sehingga mudah didapatkan dan mudah di proses pemesinannya.
4. Ergonomi: Maksud dari ergonomi yaitu dengan meningkatkan efektifitas dan efisiensi, memperbaiki keamanan, mengurangi kelelahan dan stress, meningkatkan kenyamanan, penerimaan pengguna yang lebih besar, meningkatkan kepuasan kerja dan memperbaiki kualitas hidup.
5. Mekanika teknik dan kekuatan bahan: Produk yang akan dirancang disesuaikan dengan *trend*, norma, estetika dan hindari bentuk yang rumit. Dalam merancang suatu alat harus diperhatikan jenis bahan yang akan digunakan.
6. Pemesinan: Proses produksi yang menggunakan mesin perkakas dengan memanfaatkan gerakan relatif antara mata potong dengan benda kerja sehingga menghasilkan produk sesuai dengan hasil geometri yang diinginkan.
7. Perawatan: Sebagai aktivitas untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada permesinan.
8. Ekonomis: Suatu tindakan/perilaku dimana kita dapat memperoleh input (barang atau jasa) yang mempunyai kualitas terbaik dengan tingkat harga yang sekecil mungkin. Perancangan harus memperhatikan tentang faktor ekonomi suatu produk. Misalnya mengurangi bentuk yang rumit karena dengan bentuk yang rumit proses pemesinan akan susah dan mahal.

Software SolidWorks

SolidWorks merupakan program rancang bangun yang terbaik digunakan untuk mengerjakan desain produk, desain mesin, desain mould, desain konstruksi, ataupun keperluan teknik lain. *SolidWorks* adalah salah satu *Computer Aided Design (CAD) software* yang dibuat oleh Dassault Systemes. *SolidWorks* memiliki aplikasi-aplikasi yang memudahkan pengguna untuk merancang sebuah objek. Jika dibandingkan dengan *software* yang banyak digunakan dalam perancangan, merancang dengan *SolidWorks* relatif lebih mudah dan lebih cepat. *SolidWorks* memiliki keunggulan sendiri dibandingkan dengan *software* yang biasa digunakan. Beberapa aplikasi yang terdapat di *SolidWorks* yaitu *part* maksudnya sebuah objek 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Assembly* adalah sebuah dokumen dimana *part*, *feature* dan *assembly* lain (*sub assembly*) dipasangkan. *Drawing* adalah tempat yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D (2D engineering). *Drawing* dari *single component (part)* maupun *assembly* yang sudah dibuat.

Menurut Sinaga (2019), keunggulan membuat gambar teknik menggunakan *SolidWorks* sebagai berikut:

1. *Software* ini cukup mudah dioperasikan.
2. Dapat membantu mengurangi kesalahan dalam mendesain dan mensimulasikan gerakan hasil desain.
3. Dapat menganalisis tegangan, beban, pengaruh suhu, cuaca, dan sebagainya hasil desain dengan mudah tanpa menggunakan *software* lain.
4. Dapat membuat program untuk proses manufaktur dengan *Computer Numerical Control (CNC)* merupakan sistem otomasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan atau robot industri dengan bantuan *software* master lain seperti *mastercam*, *robot cam*, dan *delcam*.
5. Biaya produksi yang harus dikeluarkan menjadi berkurang karena proses yang terencana.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan tugas akhir dilaksanakan pada semester VI (enam) selama dua bulan mulai dari bulan Mei 2022 sampai dengan bulan Juli 2022. Kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium Desain Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini yaitu PC desain sebagai perangkat yang memuat aplikasi *software SolidWorks*. Aplikasi *SolidWorks* yang digunakan merupakan *SolidWorks 2018*.

3.3 Prosedur Pelaksanaan

Agar pelaksanaan berjalan sistematis maka digunakan diagram alir pelaksanaan tugas akhir. Prosedur pelaksanaan penelitian (Gambar 6).

3.3.1 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara untuk mencari data yang akan digunakan untuk mendukung penelitian. Adapun proses pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi dan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan pencarian dan pengumpulan semua data mengenai jurnal yang berisi rancangan terdahulu, paten, dan buku referensi.

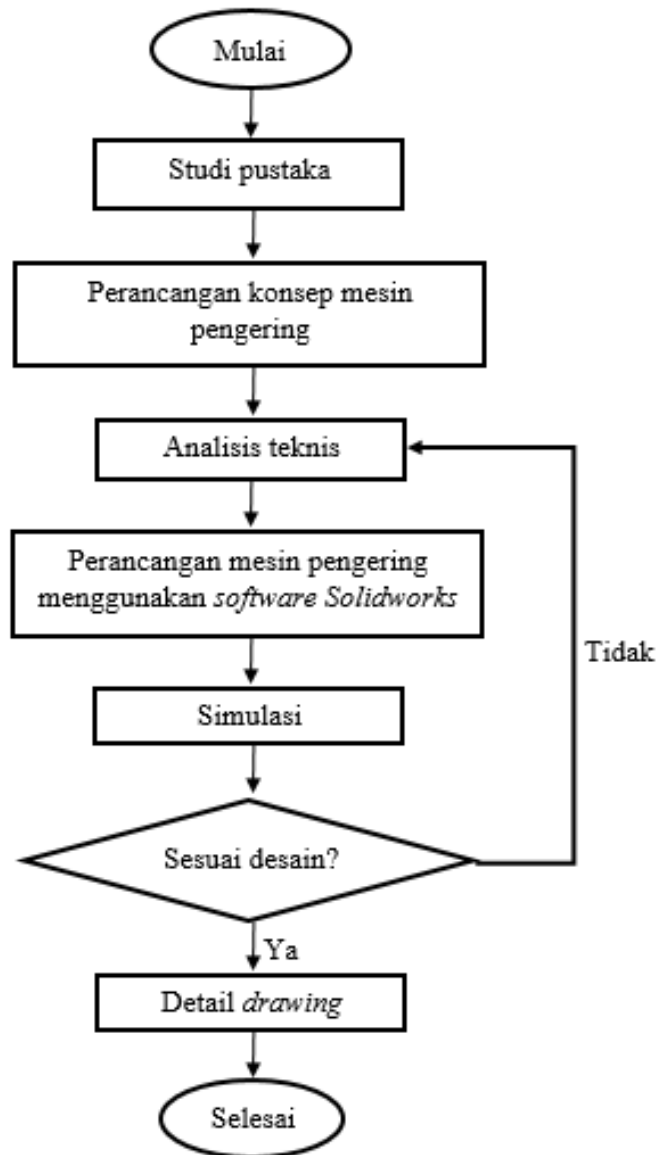
3.3.2 Perancangan Konsep Mesin

Perancangan konsep mesin pengering tipe ganda merupakan pembuatan gambaran awal tentang rancangan yang akan dibuat. Proses perancangan konsep mesin antara lain: 1) merancang konsep awal bentuk mesin, 2) merancang konsep ukuran mesin, 3) merancang konsep distribusi udara pengering, dan 4) konsep tata letak komponen pengering.

3.3.3 Analisis Teknis

Analisis teknis merupakan perhitungan dan pengolahan data yang diperoleh yang disesuaikan dengan kebutuhan perancangan. Proses analisis teknis yang dilakukan dalam merancang mesin pengering tipe ganda antara lain: 1) menghitung volume dan kapasitas silinder pengering, 2) menghitung luas penampang dan

kapasitas *tray*, 3) menghitung jumlah putaran output motor dan puli, 4) menghitung daya motor yang akan dipakai, 5) menghitung kecepatan sabuk, 6) menghitung panjang keliling sabuk, dan 7) menghitung kecepatan aliran udara.



Gambar 6. Prosedur pelaksanaan

3.3.4 Perancangan Mesin Pengering

Perancangan mesin digunakan jenis pendekatan eksperimen desain dengan menggunakan bantuan *software SolidWorks 2018* yang dapat mensimulasikan mesin pengering tipe ganda. Penggunaan *software SolidWorks* bertujuan untuk mendesain atau membuat skematik mesin pengering tipe ganda agar lebih mudah untuk difabrikasi nantinya.

Langkah pertama pada *software SolidWorks* 2018 yaitu proses *sketch* (gambar 2D) dilanjutkan dengan pembuatan *part* komponen (gambar 3D) yang ada pada mesin pengering tipe ganda, kemudian dilanjutkan dengan proses *assembly* atau penggabungan *part* menjadi satu kesatuan mesin pengering tipe ganda.

3.3.5 Simulasi

Pemodelan mesin pengering yang telah dirancang selanjutnya disimulasikan. Proses simulasi dijalankan dengan bantuan *software SolidWorks* dan dapat menampilkan hasil kecepatan putar dari motor listrik yang ditransmisikan pada kipas dan silinder pengering.

3.3.6 Detail Drawing

Perancangan mesin pengering tipe ganda dilanjutkan dengan detail *drawing*, setelah adanya kesesuaian simulasi dan dimensi *part*. Detail *drawing* dilakukan untuk mengetahui gambar hasil rancangan yang telah dilakukan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep Awal Mesin

4.1.1 Konsep Awal Bentuk Mesin

Perancangan mesin pengering ini menggabungkan dua tipe dengan sistem pengeringan yang berbeda sehingga lebih memudahkan dan mempercepat proses pengeringan produk pertanian yang memiliki karakteristik biji-bijian dan simplisia.

4.1.2 Konsep Ukuran Mesin

Pemilihan ukuran mesin pengering mempertimbangkan mengenai mobilitas serta kenyamanan dalam pengoperasian. Mobilitas mesin pengering untuk memudahkan membawa mesin pengering yang ditandai dengan kemudahan saat diangkut oleh kendaraan namun dapat memuat produk pengeringan dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karena itu penentuan ukuran mesin tidak lebih panjang dari ukuran panjang bak mobil *pick-up* yaitu dengan panjang ± 2.500 mm dan lebar ± 1.700 mm.

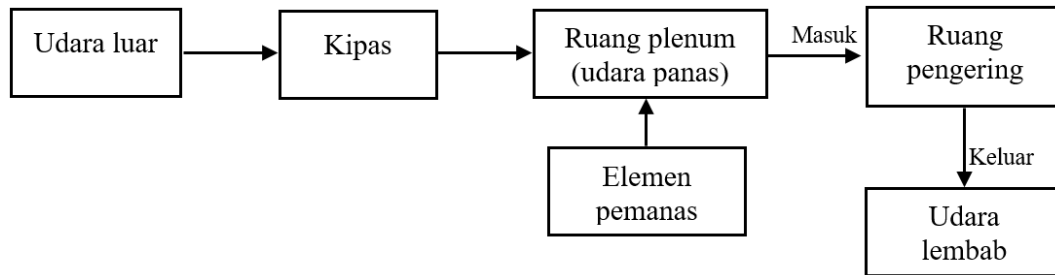
Selain itu, pemilihan ukuran mesin pengering juga berdasarkan standar pabrikan ukuran lebar plat *stainless steel* yaitu 1200 mm. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan material yang digunakan dan mengurangi waktu dalam pemotongan bahan saat fabrikasi mesin. Adapun pemilihan material ditentukan untuk mengetahui kebutuhan ukuran mesin yang dibutuhkan. Pemilihan material mesin yang akan digunakan (Tabel 2).

4.1.3 Konsep Distribusi Udara Pengering

Mekanisme distribusi udara dari mesin pengering ini adalah udara masuk dibantu dengan dorongan kipas melewati *heat exchanger* yang menghantarkan udara panas setelah dipanaskan oleh pemanas. Sumber pemanas berasal dari kompor berbahan bakar gas LPG. Udara panas dihembuskan oleh kipas ke seluruh ruang pengering melewati celah bagian bawah mesin (ruang plenum), dilanjutkan ke bagian rak pengering melewati celah dan lubang plat *perforated*, dilanjutkan lagi dengan sebaran ke bagian atas mesin yang terdapat silinder pengering berputar. Silinder berputar dibuat supaya udara panas merata menyentuh produk yang dikeringkan. Kemudian udara akan keluar melalui corong udara sebelah kanan atas mesin (Gambar 7).

Tabel 2. Pemilihan material mesin

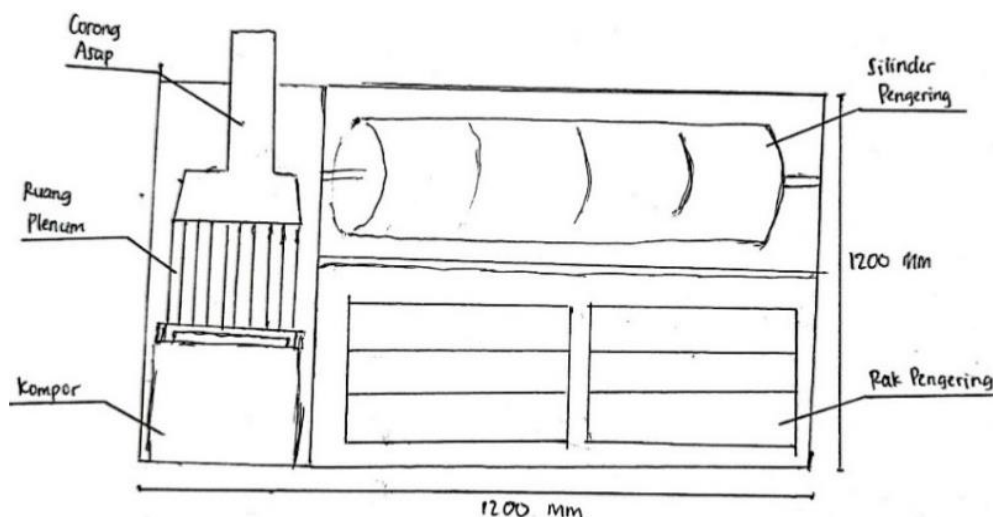
No	Pemilihan Material	Aplikasi Bagian Mesin	Alasan Pemilihan
1	<i>Stainless Steel</i> : SS 304	Lapisan plat penutup bagian dalam dan luar mesin	<i>Stainless steel</i> 304 adalah tipe yang paling sering digunakan dalam industri makanan karena merupakan jenis <i>stainless steel food grade</i> . <i>Stainless steel</i> 304 mudah untuk dibentuk, di las dan memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi bahkan pada suhu yang sangat rendah (Gundara dan Biggundah, 2021).
2	<i>Glasswool</i>	Lapisan bagian tengah antara plat penutup luar dan dalam (<i>double jacket</i>)	<i>Glasswool</i> merupakan bahan isolasi yang terbuat dari <i>fiberglass</i> , disusun menjadi sebuah keempukan yang mirip dengan wol. Terkait sifat termal <i>glasswool</i> : sebagai isolator yaitu penghambat laju perpindahan panas (Manalu <i>et al.</i> , 2016).
3	Baja AISI 1020	Kerangka mesin	Baja karbon rendah dengan komposisi karbon berkisar 0,20-0,30 %, dapat dengan perlakuan panas. Salah satu perlakuan panas yang bisa digunakan pada baja ini yaitu proses <i>hardening</i> (Dossett dan Boyer, 2006).
4	Plat <i>perforated stainless steel</i> 304	Silinder pengering dan plat tengah di bawah ruang <i>tray</i> pengering	Terdapat kandungan Molybdenum yang meningkatkan ketahanan terhadap korosi sehingga tahan terhadap suhu tinggi (Fitrianto dan Widodo, 2020).
5	Plat <i>cast iron</i>	Cerobong asap	Karena kemampuan dalam menahan dan meratakan suhu panas.
6	Besi pipa <i>galvanis</i>	<i>Heat exchanger</i>	Awet dalam jangka panjang, pipa ini juga memiliki perawatan yang mudah dan murah, sehingga sangat menguntungkan dalam satuan operasional.
7	Bantalan luncur	Sistem transmisi silinder pengering	Bantalan luncur mampu menahan poros perputaran tinggi dengan beban besar. Bantalan ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah (Wahyudi, 2008).
8	Sabuk V (<i>v-belt</i>)	Sistem transmisi	Sabuk ini terutama dipakai agar dalam keadaan yang paling tidak menguntungkan (jarak sumbu kecil, perbandingan transmisi besar, atau keduanya), prategang kecil namun masih memberi penyelesaian (Wahyudi, 2008).
9	Kompas bahan bakar gas LPG	Elemen pemanas	Mudah didapat di pasaran, karena tersedia dalam produk standar dan api lebih besar serta terpusat (Erian <i>et al.</i> , 2019).
10	Kipas 3 sudu	Sistem pemanas	Rotor yang menggunakan sudu dengan jumlah tiga sudu memiliki <i>performance</i> maksimum, kemudian menurun pada rotor dengan jumlah dua sudu, sedangkan rotor dengan jumlah empat sudu memiliki <i>performance</i> terendah pada kecepatan yang sama (Ully <i>et al.</i> , 2014).



Gambar 7. Konsep laju aliran udara mesin

4.1.4 Konsep Tata Letak Komponen Pengering

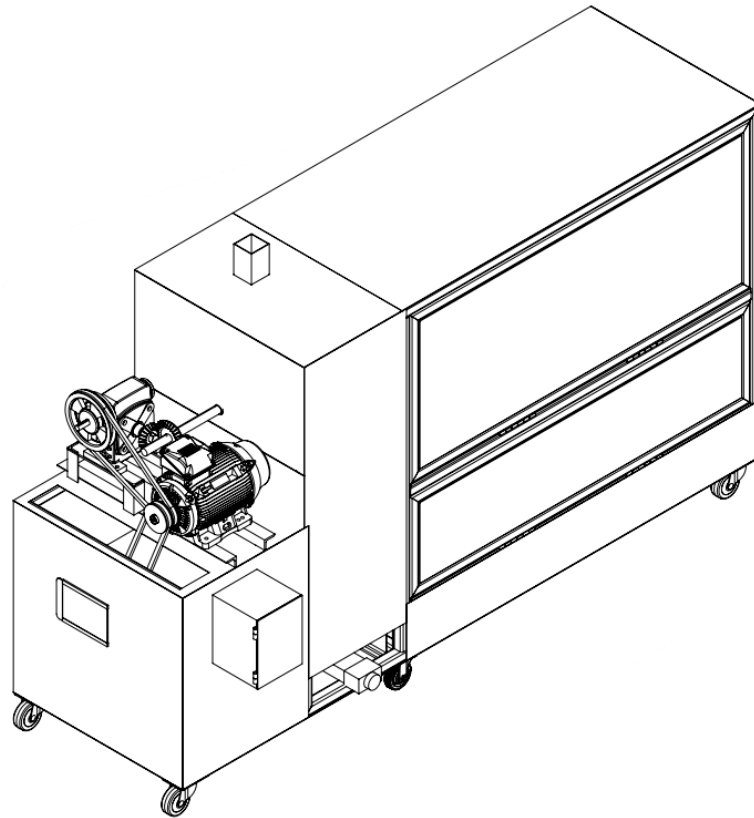
Mesin pengering ini dibuat dengan komponen yang terdiri dari ruang pengering sebagai tempat pengeringan, elemen pemanas sebagai sumber pemanas, sistem transmisi sebagai penggerak dari mesin pengeringnya, dan kipas yang digunakan untuk memperlancar sirkulasi udara. Selain itu, mesin pengering juga dibuat dengan *double jacket* sebagai isolator panas. Sketsa konsep awal rancangan mesin pengering diperlukan sebagai acuan dalam perancangannya (Gambar 8).



Gambar 8. Sketsa konsep awal mesin

4.2 Hasil Perancangan

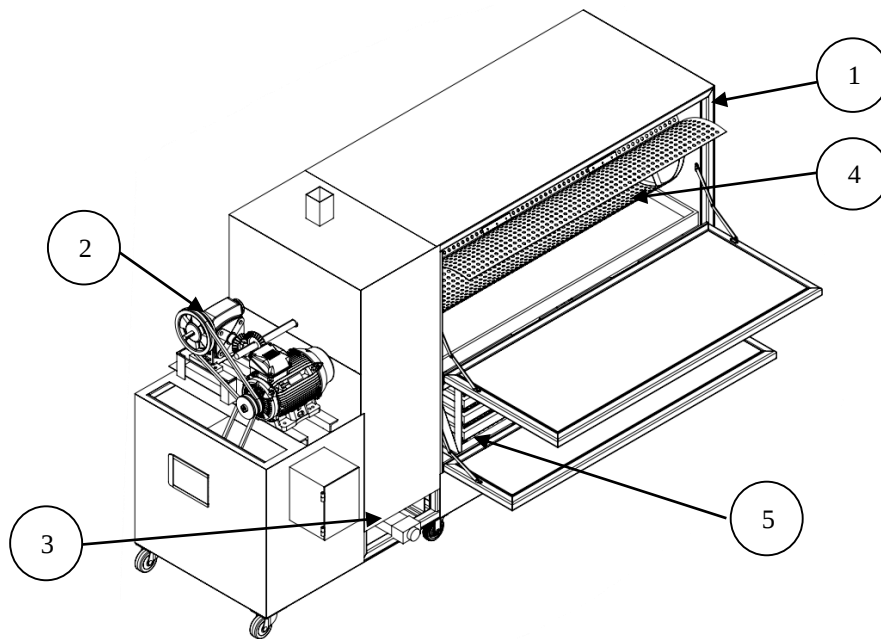
Hasil rancangan dari berbagai *part* komponen mesin, digabungkan menjadi satu model mesin pengering tipe ganda (Gambar 10). Detail rancangan mesin pengering tipe ganda memiliki *double cover* pada bagian ruang pengeringnya. Mesin pengering tipe ganda memiliki lapisan *double jacket* sebagai isolator panas. *Double jacket* terdiri dari tiga lapisan yaitu *cover* lapisan luar (Gambar 9), *glasswool*, dan *cover* lapisan dalam. *Double jacket* ini terutama melapisi pada bagian ruang pengering sehingga panas lebih optimal dalam ruang pengering.



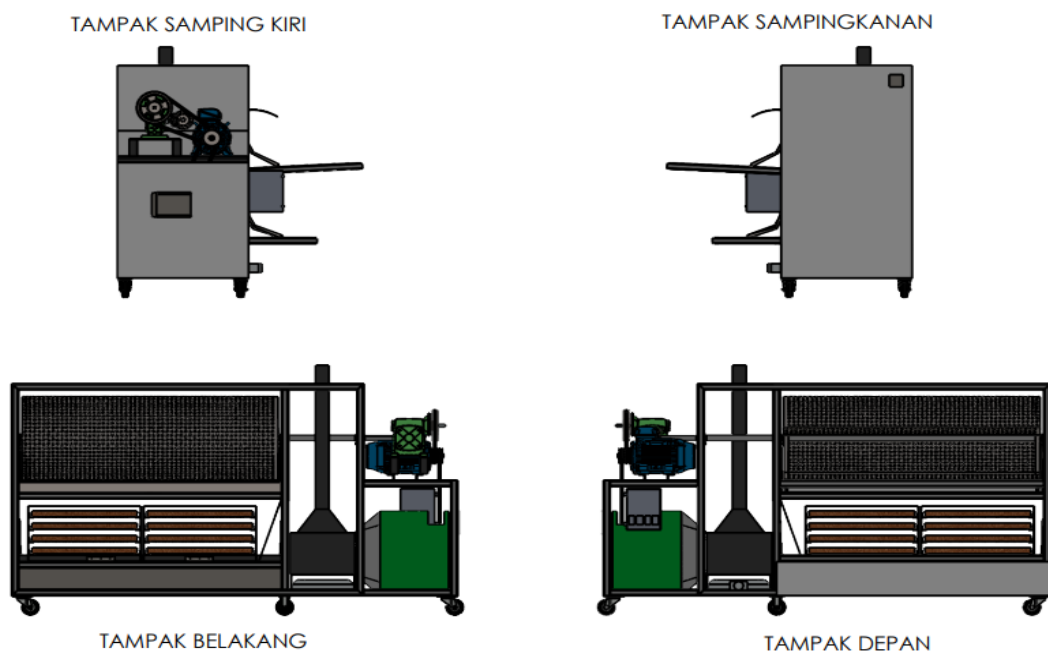
Gambar 9. Rancangan mesin pengering tipe ganda (*cover* tertutup)

Hasil rancangan mesin pengering tipe ganda tersebut mengalami pengembangan dan perubahan dalam perancangannya. Penambahan dimensi panjang mesin diperlukan karena adanya sistem transmisi *reducer/gearbox* dan motor listrik serta penambahan untuk tempat kipas. Pemilihan material mesin sebagian besar dari bahan *stainless steel* (SS 304) terutama pada bagian yang bersentuhan langsung dengan produk yang akan dikeringkan. Bagian penutup (*cover*) juga terbuat dari bahan *stainless steel* (SS 304) yang dapat diubah atau didesain menjadi sejumlah bentuk, salah satunya plat. Keunggulan lainnya adalah tingkat kontaminasi kimia yang rendah, mudah dibersihkan, tahan lama, dan punya sifat mekanik yang cukup baik serta biaya yang lebih terjangkau.

Mesin pengering ini memiliki dimensi panjang 1955 mm, lebar 600 mm, dan tinggi 1030 mm. Mesin pengering ini terdiri dari beberapa bagian atau komponen utama (Gambar 10). Komponen utama mesin pengering tipe ganda dibagi menjadi lima, antara lain: 1) kerangka mesin, 2) sistem transmisi, 3) elemen pemanas, 4) silinder pengering, dan 5) rak pengering.



Gambar 10. Rancangan mesin pengering tipe ganda (*cover terbuka*)



Gambar 11. Tampilan mesin pengering tipe ganda

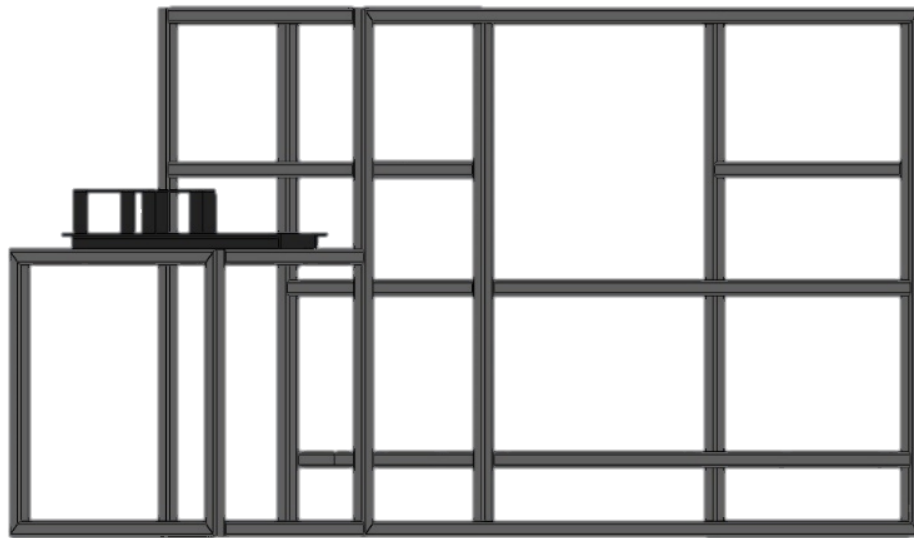
4.3 Gambar Perancangan Bagian-Bagian Mesin

Secara fungsional rancangan mesin pengering tipe ganda terdiri atas beberapa komponen dengan fungsi-fungsi tertentu, antara lain:

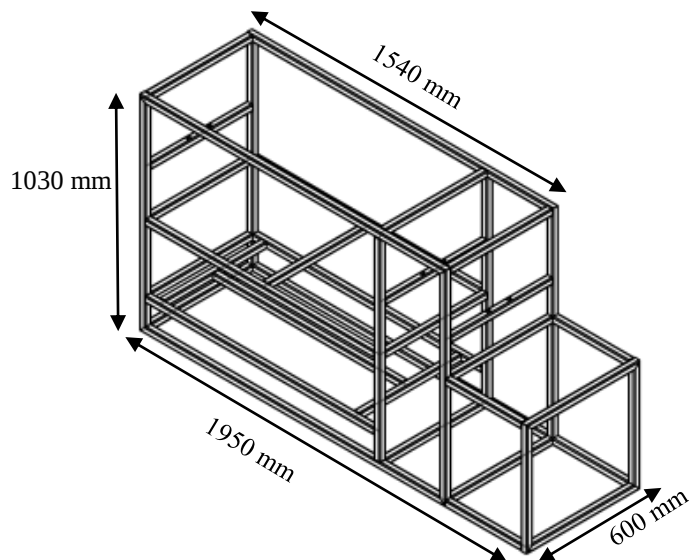
1. Kerangka Mesin

Kerangka mesin berfungsi sebagai tempat melekatnya seluruh bagian komponen unit-unit pengeringan dengan pemilihan konstruksinya harus kuat dan tahan goyangan atau getaran pada waktu operasional. Kerangka mesin pengering

tipe ganda terbuat dari baja AISI 1020 dengan ukuran panjang 1950 mm, lebar 600 mm, dan tinggi 1030 mm (Gambar 13). Rancangan ukuran kerangka didasarkan pada konsep awal perancangan yaitu membuat panjang mesin sesuai dengan lebar bahan plat *stainless steel* (Gambar 12). Penambahan rangka besi siku 30x30 mm diperlukan sebagai tempat sistem transmisi motor listrik dan *gearbox/reducer*.



Gambar 12. Rancangan kerangka mesin



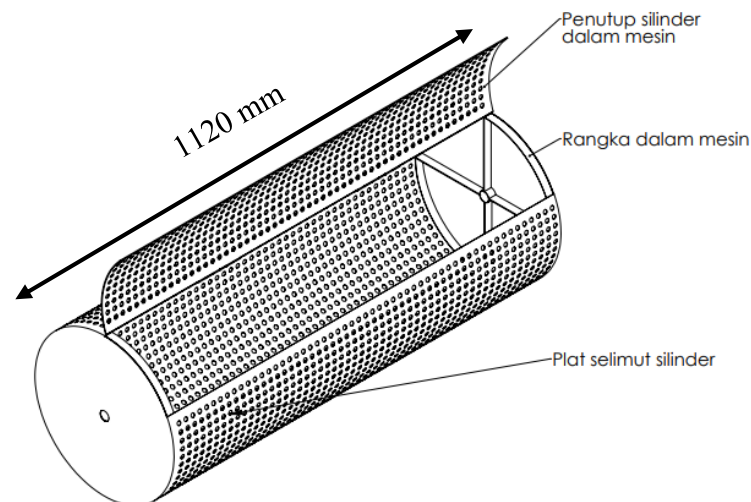
Gambar 13. Spesifikasi ukuran kerangka mesin

2. Silinder Pengering

Silinder pengering berfungsi untuk menempatkan produk pertanian seperti biji-bijian. Ruang silinder pengering dirancang dengan mempertimbangkan faktor teknis dan operasional, silinder pengering ini diharapkan dapat memuat kapasitas

produk pengeringan yang cukup. Silinder pengering dengan panjang 1120 mm dan diameter 400 mm terbuat dari plat *stainless steel perforated* berdiameter lubang 2 mm, dilengkapi dengan tempat masuk dan keluar produk bahan berukuran sepertiga dari diameter silinder pengering (Gambar 14). Berdasarkan dimensi panjang dan diameter silinder tersebut maka volumenya sebesar $0,14 \text{ m}^3$. Besar volume tersebut digunakan sebagai data untuk perhitungan kapasitas silinder pengeringnya.

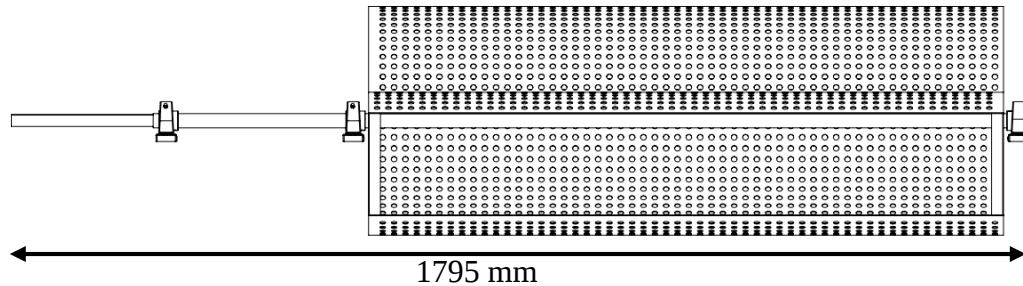
Ruang atau jarak antara bahan yang akan dikeringkan di silinder pengering diperlukan untuk mendapatkan proses pengeringan yang baik, sehingga akan terjadi aliran udara panas disekitar bahan yang akan dikeringkan selama proses pengeringan berlangsung. Menurut penelitian Gultom (2019), direncanakan besar volume yang dipakai untuk meletakkan biji kopi ini adalah sebesar 45% dari total volume keseluruhan silinder. Data yang dibutuhkan selanjutnya yaitu massa jenis biji kopi sebesar $592,68 \text{ kg/m}^3$, sebagai salah satu contoh produk hasil pertanian biji-bijian. Data massa jenis digunakan untuk perhitungan kapasitas silinder pengering sehingga diperoleh kapasitas silinder pengering sebesar 38 kg (Lampiran 1).



Gambar 14. Rancangan silinder pengering

Terdapat as/poros di dalam silinder drum pengering yang terbuat dari besi *stainless steel* ukuran diameter 20 mm dengan panjang 1795 mm (Gambar 15). Panjang silinder biasanya bervariasi dari 4 sampai lebih dari 10 kali diameternya (Hendrawan dan Nurani, 2021). Panjang as/poros silinder menyesuaikan dengan ukuran panjang kerangka dan letak sistem transmisinya. Silinder pengering ini

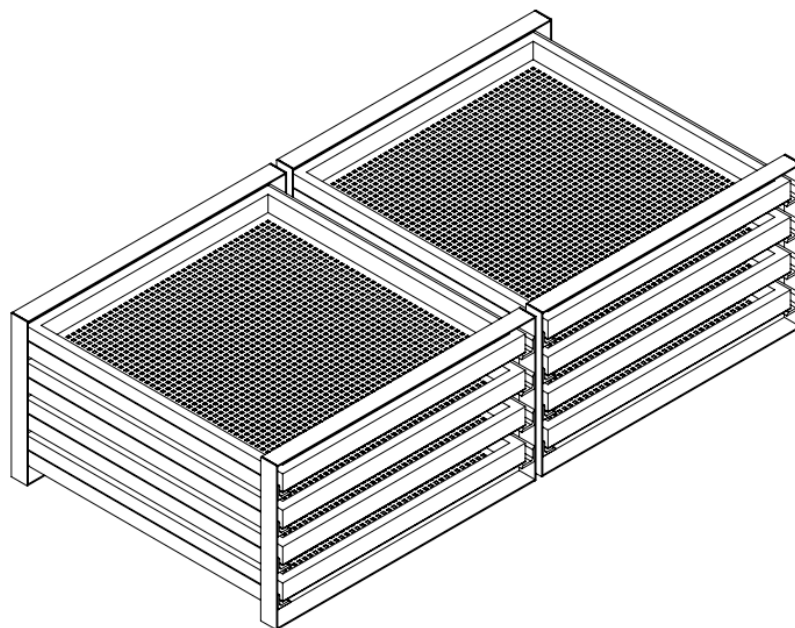
memiliki output pintu buka tutup yang memudahkan dalam pengeluaran bahan setelah dikeringkan.



Gambar 15. Rancangan poros dan silinder pengering

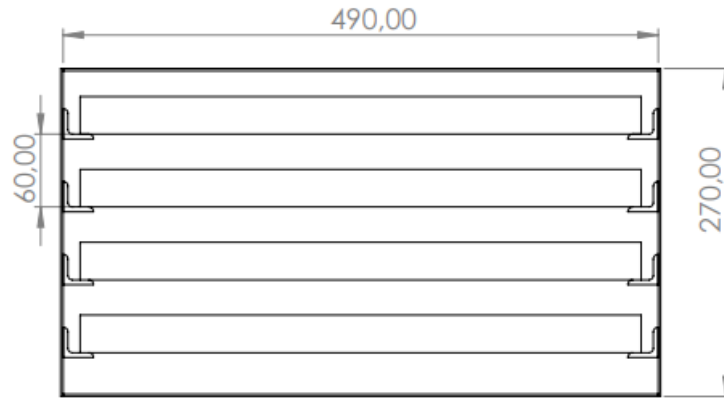
3. Rak Pengering

Rak pengering berfungsi untuk menempatkan produk pertanian seperti simplisia, *chips* atau produk lainnya yang berbentuk lembaran. Perancangan ukuran dan tumpukan *tray* pada rak pengering dengan mempertimbangkan dari perancangan yang sudah pernah dibuat sebelumnya dalam penelitian Hendrawan (2018), mesin pengering dibuat dengan dimensi ruang pengering 1200 x 1200 x 1200 mm yang dilengkapi dengan 8 *tray* yang pada masing-masing *tray* dapat menampung kurang lebih 2,5 kg bahan. Hasil pengeringan dalam penelitian tersebut juga lebih efektif dengan penurunan kadar air 86,4%. Sehingga rak pengering dirancang dengan panjang 500 mm, lebar 490 mm, dan tinggi 270 mm terbuat dari plat strip ketebalan 1,2 mm.



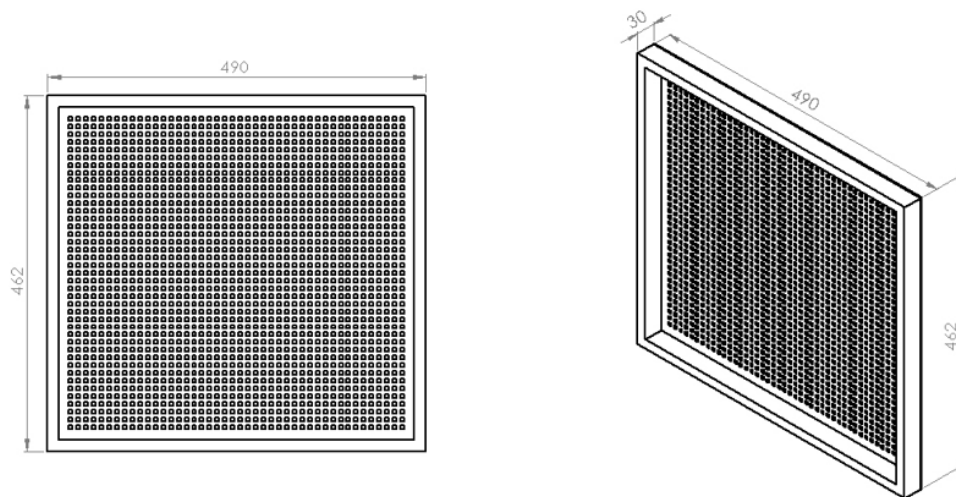
Gambar 16. Rancangan rak pengering

Rak pengering ini dibuat bersusun horizontal sehingga memuat empat buah *tray* dengan jarak antar *tray* sebesar 60 mm (Gambar 17). Mesin pengering ini dapat memuat dua buah rak pengering sehingga total jumlah *tray* yang memenuhi kapasitas mesin pengering yaitu delapan buah *tray* (Gambar 16).



Gambar 17. Dimensi rak pengering

Tray ini memiliki ukuran panjang 490 mm, lebar 462 mm, dan tinggi 30 mm yang dibuat dari kayu dengan bagian alas diberi kawat *stainless steel* (Gambar 18). Rak pengering dibuat agar mudah dilepas pasang sehingga mempermudah saat pemakaian dan perawatan.



Gambar 18. Dimensi *tray* pengering

Berdasarkan data yang diketahui dari hasil perancangan ukuran *tray* diperoleh luas penampang *tray* sebesar $0,20 \text{ m}^2$. Hasil perhitungan luas penampang digunakan untuk mencari besar kapasitas *tray*. Selain itu, diperlukan data mengenai massa jenis dari bahan yang akan dikeringkan. Perhitungan kapasitas ini, diambil salah satu produk hasil pertanian simplisia yaitu jahe (gajah, emprit, merah). Data yang diperlukan dalam perhitungan kapasitas yaitu ukuran jahe, tebal irisan rimpang

jahe, dan bobot jahe per rimpang. Menurut Shofiah (2011), tebal perajangan yang baik pada simplisia adalah 3–5 mm sehingga diperoleh ketebalan ideal simplisia kering yaitu 3–5 mm. Bobot jahe didapat dari hasil studi literatur pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi ukuran jahe (Hapsoh dan Julianti, 2008)

Dimensi	Jahe Gajah	Jahe Emprit	Jahe Merah
Bobot	20-60 g/rimpang	20-40 g/rimpang	20-40 g/rimpang
Diameter	8,47-8,50 cm	3,27-4,05 cm	4,20-4,26 cm
Tinggi	6,20-11,30 cm	6,38-11,10 cm	5,26-10,40 cm
Panjang	15,83-32,75 cm	6,13-31,70 cm	12,33-12,60 cm

Perhitungan kapasitas dari *tray* diperlukan data mengenai luasan penampang dari bahan yang akan dikeringkan. Salah satu contoh bahan simplisia yang akan digunakan yaitu jahe. Berdasarkan penelitian Rusli dan Rahmawan (1988) diacu dalam Rochman (1996), diketahui bahwa pengeringan dengan irisan jahe secara *slices* lebih cepat kering bila dibandingkan dengan irisan secara *splits*. Sementara itu, penelitian yang dilakukan Hanapie (1988) diketahui bahwa jahe *slices* irisan tebal (4–6 mm) menghasilkan mutu yang lebih baik dibandingkan jahe *slices* irisan tipis (2–3 mm). Jahe memiliki luas penampang yang tidak beraturan bentuknya, oleh karena itu diasumsikan perhitungan luas jahe berasal dari panjang dikali dengan diameter yang dibagi dua karena pengeringannya dalam bentuk *slices*. Data yang diperoleh dari hasil asumsi perhitungan kapasitas *tray* dengan tiga jenis jahe yaitu sebesar 2,3 kg/*tray* dengan total kapasitas maksimum rak 18,4 kg untuk jahe gajah, 4 kg/*tray* dengan total kapasitas maksimum rak 32 kg untuk jahe emprit, dan 2,3 kg/*tray* dengan total kapasitas maksimum rak 18,48 kg untuk jahe merah (Lampiran 1).

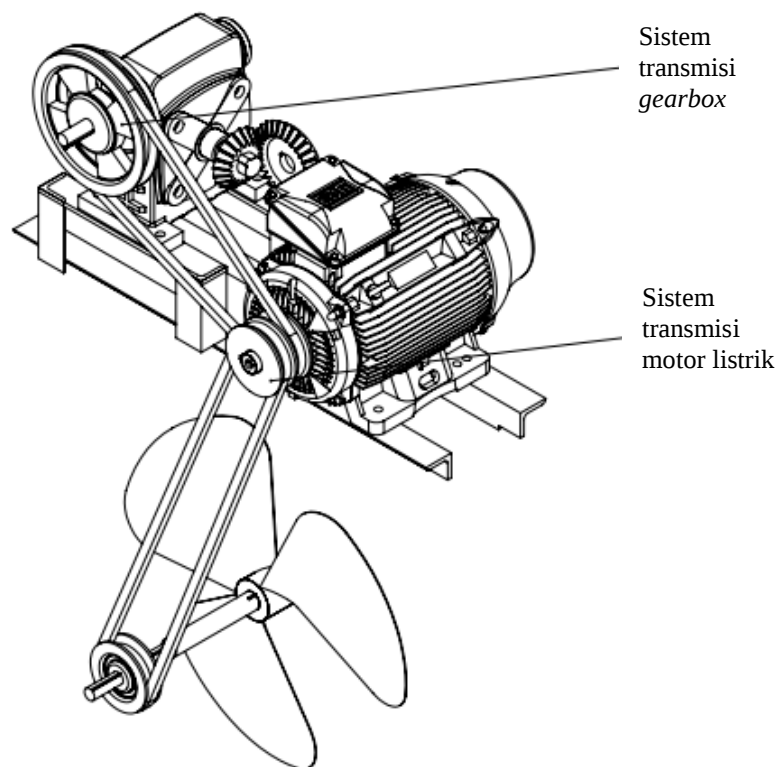
4. Sistem Transmisi

Sistem transmisi terdiri dari transmisi motor listrik dan transmisi *reducer speed/gearbox* (Gambar 19). Sistem transmisi merupakan komponen yang berfungsi untuk menggerakkan dan mentransmisikan putaran ke silinder pengering. Sumber penggerak utama berasal dari motor listrik dengan daya putaran pada motor listrik akan ditransmisikan pada *reducer speed/gearbox* dan kipas menggunakan puli dan *belt*. Motor listrik yang dipakai merupakan model yang paling umum digunakan dengan daya sedang ukurannya 0,5 HP dan kecepatan putar 1420 rpm. Penelitian sebelumnya pada rancang bangun mesin pengering daun pelawan

kapasitas 5 kg/jam yang dilakukan oleh Dafit *et al.*, (2019) dengan diameter 500 mm dan kecepatan putar silinder 35 rpm hanya memerlukan 0,5 HP. Berdasarkan hal tersebut dan dari perhitungan yang telah dilakukan maka dari itu pada perancangan mesin pengering tipe ganda mengambil daya motor listrik sebesar 0,5 HP.

Adapun pemasangan *reducer* untuk memperlambat kecepatan putaran pada silinder pengering yang berasal dari motor listrik sehingga dapat menyesuaikan dengan putaran yang diperlukan. Rasio perbandingan *reducer* yang digunakan yaitu 50 : 1. Pengecilan putaran dari *reducer* ke poros silinder pengering dengan rasio 50 menghasilkan 14,2 rpm putaran dari silinder pengering.

Penggunaan sistem transmisi dengan puli dan sabuk. Keuntungan dari mesin yang menggunakan puli dan sabuk ini adalah tidak menimbulkan suara berisik, biaya perawatan yang relatif lebih murah dibandingkan dengan penggerak yang menggunakan gear dan rantai. Berdasarkan perhitungan diperoleh kecepatan sabuk

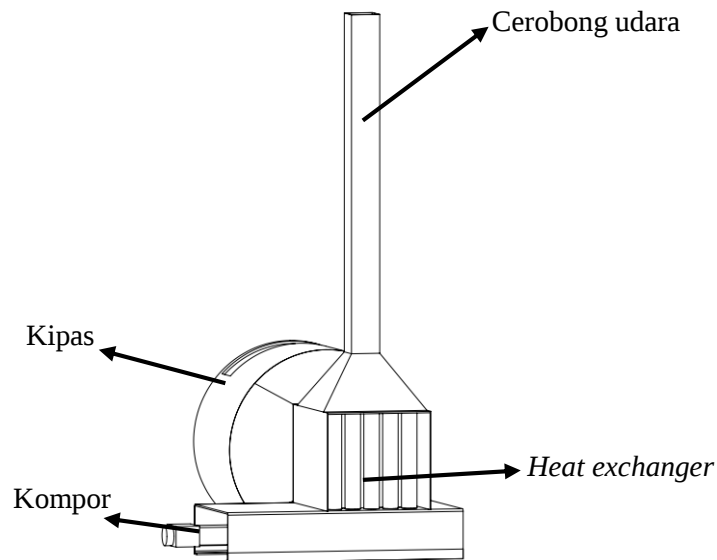


Gambar 19. Rancangan sistem transmisi

5. Elemen Pemanas

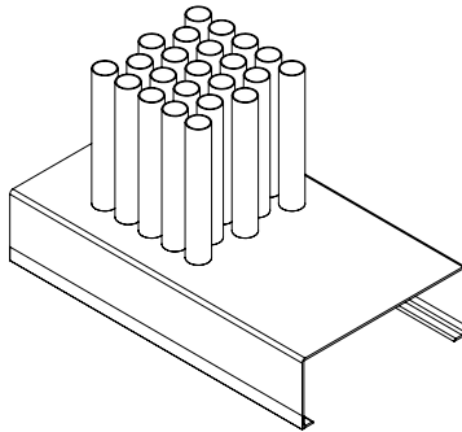
Elemen pemanas terdiri dari beberapa komponen yaitu sumber pemanas, *heat exchanger*, cerobong asap, dan kipas (Gambar 20). Sumber pemanas berupa

kompore dengan bahan bakar gas LPG. Pemakaian kompor dengan bahan bakar gas lebih mudah dan murah sehingga dapat mengurangi biaya produksi. Kompor ini diletakkan pada bagian bawah *heat exchanger* yang nantinya udara panas dari kompor akan memanaskan pipa-pipa plenum kemudian udara panas akan didorong masuk ruang pengering.



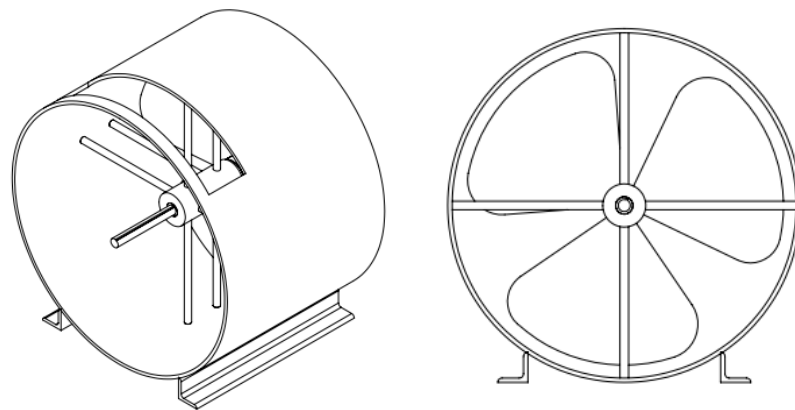
Gambar 20. Rancangan sistem pemanas

Heat exchanger merupakan ruang udara panas di atas sumber pemanas yang berfungsi untuk menghasilkan udara panas pengeringan yang bersih melalui kontak udara bersih pada pipa-pipa yang panas karena didalamnya terdapat aliran udara panas pembakaran yang bercampur asap. Terdapat 23 buah pipa yang disusun secara zig-zag yang memudahkan udara untuk menghantarkan panas pada pipa-pipa tersebut. Pipa-pipa plenum disusun dengan luasan persegi yang peletakkannya tepat berada sumbu kompor sehingga panas dari kompor diasumsikan langsung mengarah ke pipa-pipa. Diameter pipa sebesar 32 mm yang terbuat dari besi pipa *galvanis* dengan tinggi tabung 200 mm. Ukuran tinggi tabung pipa plenum disesuaikan dengan celah udara panas yang masuk melewati ruang plenum menuju ke ruang pengering (Gambar 21). Ketahanan besi pipa *galvanis* yang tinggi terhadap karat dan korosi membuat pipa ini mampu untuk digunakan dalam waktu yang lama. Bagian atas *heat exchanger* terdapat corong sebagai pembuangan udara keluar. Bagian bawah *heat exchanger* sebagai tempat untuk meletakkan kompor.



Gambar 21. Rancangan pipa plenum dan *heat exchanger*

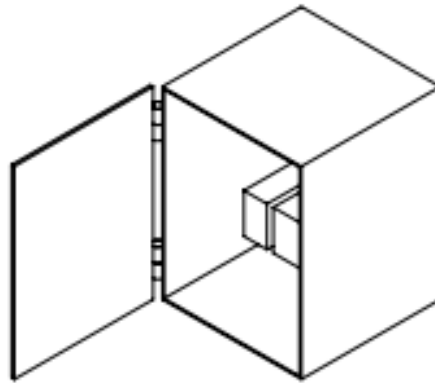
Kipas berfungsi sebagai pendorong udara untuk menyebar masuk ke dalam ruang pengeringan. Adanya kipas dapat membantu sirkulasi udara lebih maksimal di dalam ruang pengering. Posisi kipas ini berada di ujung sebelah kiri dari ruang plenum yang cara kerjanya menghembuskan udara melewati ruang plenum menuju ke ruang pengering. Ukuran diameter baling-baling kipas sebesar 300 mm dengan 3 sudu kipas (Gambar 22). Pemilihan kipas dengan tiga sudu karena dapat meningkatkan kecepatan dan dapat membuat rotor bekerja lebih keras, sedangkan kipas yang memiliki empat sudu atau lebih akan membutuhkan energi yang lebih besar, dengan hasil kecepatan yang sama dengan kipas tiga sudu. Sedangkan kipas dengan dua sudu tidak menghemat energi dan memiliki resiko yang lebih besar meskipun memperoleh hasil maksimal yang sama dengan kinerja kipas tiga sudu. Sejalan dengan penelitian Ullly *et al.*, 2014, rotor yang menggunakan sudu dengan jumlah tiga sudu memiliki *performance* maksimum, kemudian menurun pada rotor dengan jumlah dua sudu, sedangkan rotor dengan jumlah empat sudu memiliki *performance* terendah pada kecepatan yang sama.



Gambar 22. Rancangan kipas

6. Kotak Panel Kontrol

Kotak panel kontrol ini sebagai tempat yang menghubungkan antara satu rangkaian listrik dengan rangkaian listrik lainnya pada suatu operasi kerja. Kotak panel kontrol ini yang nantinya akan dihubungkan dengan termometer, tombol pengatur panas, dan tombol pengatur kecepatan udara yang masuk ke ruang mesin pengering. Panel kontrol dibuat dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 200 mm (Gambar 23). Bahan pembuatan kotak panel kontrol ini adalah plat aluminium.



Gambar 23. Rancangan *box panel control*

Adapun komponen yang diletakkan dalam panel control antara lain:

- a. *Thermostat* (pengatur suhu) adalah komponen yang berfungsi sebagai pengatur suhu otomatis. *Thermostat* bekerja dengan memutus aliran listrik yang terjadi bila suhu pada mesin pengering sesuai pengaturan yang dibutuhkan dan jika suhu pada mesin mulai turun sampai batas tertentu, listrik akan kembali mengalir.
- b. *Thermometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu di dalam mesin. Alat ini dapat memantau kondisi di dalam mesin apakah suhu sudah sesuai atau tidak.
- c. *Solenoid valve* untuk mengendalikan suhu di ruang pengering, pada ruang bakar terdapat kompor berbahan bakar gas elpiji. Kompor akan dihubungkan oleh *solenoid valve*, dimana *solenoid valve* berfungsi sebagai pengatur laju pembakaran gas. *Solenoid* akan dihubungkan ke mikrokontroler yang telah diberi program yang berfungsi sebagai perintah untuk mengatur bukaan katup pada aktuator. Sedangkan katup manual digunakan untuk mengatur laju aliran

gas agar nyala pada kompor berada pada keadaan *steady* selama proses pengeringan.

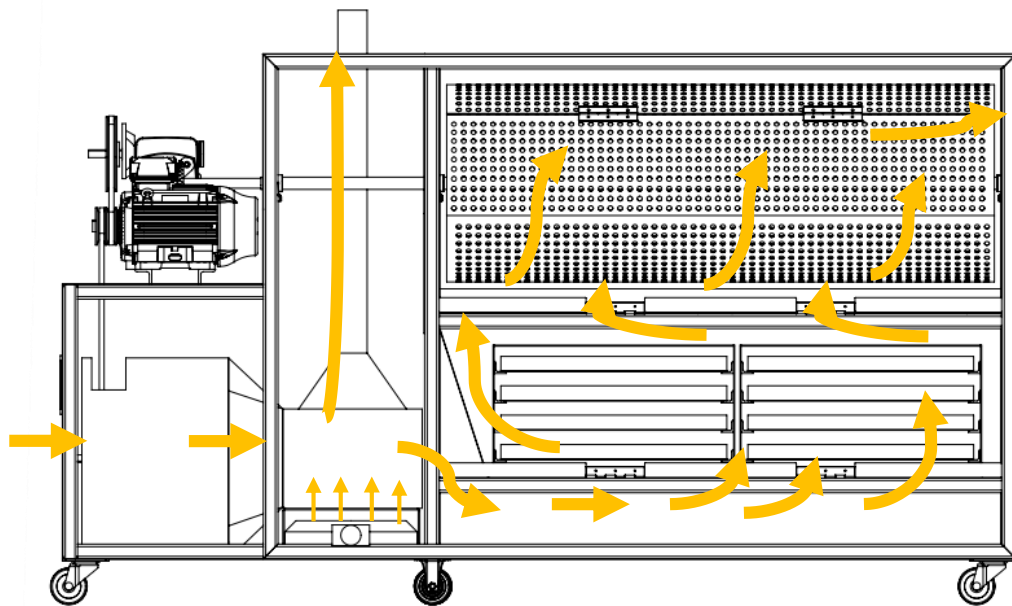
4.4 Mekanisme Kerja Mesin

Mesin pengering tipe ganda dirancang untuk mengeringkan dua karakteristik produk pertanian dalam satu kali proses pengeringan. Produk pertanian dengan karakteristik bentuk biji-bijian atau granular dapat dikeringkan pada silinder pengering dan produk pertanian dengan karakteristik *chips* atau lembaran atau padatan pipih lainnya dapat dikeringkan menggunakan rak pengering. Besarnya input suhu panas yang diberikan diasumsikan menyebar merata masuk ke dalam ruang pengering. Besar suhu input pengeringan yaitu 60 °C, hal ini berdasarkan simulasi menggunakan *computational fluid dynamic* (CFD) yang terdapat pada aplikasi *SolidWorks* 2018 dan selaras dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa pengeringan produk hasil pertanian yang baik adalah 45 °C – 75 °C. Pengeringan pada suhu dibawah 45 °C mikroba dan jamur yang merusak produk masih hidup, sehingga waktu simpan dan mutu produk menjadi rendah. Namun pada suhu udara pengering diatas 75 °C menyebabkan struktur kimiawi dan sifat produk rusak, karena perpindahan panas dan massa air yang berdampak perubahan struktur sel (Diza, 2014).

Laju aliran udara dari luar akan masuk dibantu dengan kipas yang menghembuskan udara dari luar melewati *heat exchanger*. Udara akan melewati pipa-pipa plenum di ruang plenum yang menghantarkan udara panas yang setelah dipanaskan. Udara panas dihembuskan menyebar ke dalam ruang pengering melalui celah bagian bawah ruang pengering atau ruang plenum (Gambar 24).

Bagian atas *heat exchanger* terdapat cerobong asap yang dibuat untuk mengalirkan asap hasil pemanasan sehingga mengurangi kontak asap dan udara panas yang bersih masuk ke ruang pengering. Sistem ini mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Tahir *et al.*, pada tahun 2010 yang melakukan perancangan mesin pengering dengan sistem penukar panas yang membentuk aliran udara panas bersih untuk mengeringkan bahan dan aliran udara panas bercampur asap pada jalur lain menuju cerobong buangan.

Udara dalam proses pengeringan tersebut mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan yang dikeringkan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Udara juga berfungsi untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan yang dibantu oleh dorongan dari kipas. Kadar air akhir yang mulai mencapai kesetimbangannya, akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik sehingga proses pengeringan dapat berjalan lebih cepat (Muarif, 2013).



Gambar 24. Mekanisme kerja mesin pengering

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan Mesin Pengering Tipe Ganda, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perancangan mesin pengering tipe ganda, dihasilkan ukuran panjang 1955 mm, lebar 600 mm, dan tinggi 1030 mm dengan komponen utama terdiri dari kerangka, sistem transmisi, elemen pemanas, sistem silinder pengering, dan sistem rak pengering.
2. Parameter volume dari silinder pengering yaitu sebesar 0,14 m³ dengan kapasitas sebesar 38 kg untuk biji kopi dan luas penampang *tray* sebesar 0,20 m² dengan kapasitas total rak pengering 8 *tray* yaitu 18,4 kg untuk jahe gajah, 32 kg jahe emprit, dan 18,48 kg jahe merah.
3. Parameter besar kecepatan putar silinder pengering yaitu sebesar 14,2 rpm.

5.2 Saran

Adapun saran yang dari hasil perancangan mesin pengering tipe ganda ini yaitu:

1. Diperlukan perhitungan rancangan biaya mengenai material dari mesin untuk membantu proses manufaktur mesin pengering tipe ganda.
2. Diperlukan melakukan uji kinerja sesungguhnya untuk mesin pengering tipe ganda ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. dan Subri, M. 2017. Penggunaan alat pengering untuk mensuplay bahan baku produksi kripik jagung di grobogan. Prosiding Seminar Nasional & Internasional. 1(1).
- Amanto B. S., Siswanti, Angga, A. 2015. Kinetika pengeringan temu giring (*Curcuma heyneana* Valetton & van Zijp) menggunakan cabinet dryer dengan perlakuan pendahuluan blanching. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. 3(2): 107-114.
- Auroma, O. I., Spencer, J. P. E., Warren, D., Jenner, P., Butler, J., Halliwell, B. 1997. Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparation. J. Food Chem. 60(2): 149-156.
- Dafit, S., Gesvira, I. S., Sabri, S. 2019. Rancang bangun mesin pengering daun pelawan kapasitas 5 kg/jam. [Doctoral dissertation]. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi III. Penerjemah Muchji Mulyohardjo. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Diza, Y. H., T. Wahyunirasita., Silfia. 2014. Penentuan waktu dan suhu pengeringan optimal terhadap sifat fisik bahan pengisi bubur campian instan menggunakan pengering vakum. Jurnal Litbang Industri. 4(2): 105-114.
- Dossett, J. L., dan Boyer, H. E. 2006. *Practical heat treating*. ASM International.
- Erian, D., Muhammad, A. S., Chintya, N. N. 2019. Rancang bangun mesin pengering hasil pertanian biji-bijian kapasitas 50 kg/jam. [Doctoral dissertation]. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Fauzi, Z. N. dan Widianoro, H. 2021. Perancangan mesin pengering biji kopi semi otomatis kapasitas 25 kg. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. 12:182-187.
- Fitrianto, A. D. dan Widodo, R. D. 2020. Pengaruh jenis filler terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro stainless steel AISI 304 pada proses pengerjaan las tig. Jurnal Kompetensi Teknik. 12(2).
- Gultom, S. S. T. 2019. Rancang bangun dan pengujian alat pengering biji kopi tenaga listrik dengan pemanfaatan energi surya. [Skripsi]. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Gundara, G. dan Biggunah, A. A. 2021. Analisis kekuatan arus terhadap ketangguhan dan ketahanan sambungan pada proses las tig. Jurnal Multidisiplin Madani. 1(3): 233-248.

- Hanapie, T. Y. 1988. Pengeringan rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) dengan pengering kabinet. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Hapsoh, H. Y. dan Julianti, E. 2008. *Budidaya dan Teknologi Pascapanen Jahe*. Medan: USU-Press.
- Hendrawan, B. A. 2018. Analisis proses pengeringan kacang panjang pada mesin pengering tipe tray kapasitas 20 kg. [Tugas Akhir]. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia.
- Hendrawan, I. dan Nurani, D. 2021. Modifikasi dan uji teknis mesin pengering tipe tray-rotary dryer untuk pengeringan gepuk daging sapi. [Penelitian]. Institut Teknologi Indonesia.
- Imami, Y. N. A. 2018. Desain dan pembuatan alat pengering bibit kacang panjang tipe tray dryer yang ergonomis dengan mobilitas tinggi. [Tugas Akhir]. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia.
- Julianti E., Ridwansyah, Nurminah M. 2018. Pengeringan kemoreaksi dengan kapur api (CaO) untuk mencegah kehilangan minyak atsiri pada jahe. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. 21(1): 51-58.
- Lisa, M., Lutfi, M., Susilo, B. 2015. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) effect of temperature variation and long drying of the quality flour white oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*. 3(3): 270–279.
- Logho, A. A. dan Hasan, I. K. 2018. Rancang bangun alat penimbang buah otomatis berbasis PLC. [Doctoral dissertation]. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Manalu, G. F. H., Daulay, S. B., Ichwan, N. 2016. Pengaruh lama waktu pemasakan terhadap kualitas lemak pada alat pemasak lemak listrik tipe vertikal. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 6(3): 556-561.
- Muarif. 2013. Rancang bangun alat pengering. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Mufti, M., Halim, M. L. N., Arifan, I. S. 2018. Analisa pengaruh variasi putaran dan temperatur drum terhadap hasil pengeringan kopi pada type drum dryer. *MEKANIKA: Jurnal Teknik Mesin*. 4(1): 24-28.
- Mustofa, A. 2021. Analisis pengaruh variasi putaran dan temperatur drum terhadap hasil pengeringan gabah pada mesin pengering biji-bijian tipe rotary dryer. [Doctoral dissertation]. Program Studi Teknik Mesin. Politeknik Harapan Bersama.

- Pribadyo. 2017. Rancang bangun mesin pengering vertical dengan pengadukan mekanik untuk biji-bijian. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin POROS*. 15(2): 107-114.
- Putro, G. W. 2018. Perancangan mesin pengering cengkeh kapasitas 20 kg menggunakan konveyor dan blower. [Doctoral dissertation]. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ranou, L. 2015. Pengaruh suhu dan lama waktu perendaman pada proses pengeringan jagung dengan rotary dryer termodifikasi. [Doctoral dissertation]. Universitas Diponegoro.
- Rinda, R. S. P. dan Sudarni, P. F. 2022. Perancangan dan pembuatan mesin pengering ikan asin tipe rak dengan kapasitas 20kg menggunakan bahan bakar gas. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 6(2).
- Rusli, S. 1986. *Mutu dan Pengolahan Jahe, Makalah Dalam Temu Usaha dan Temu Tugas Tanaman Rempah dan Obat*. Dirjen Perkebunan. Pemda Tk1 Jateng.
- Santoso, D. dan Egra, S. 2018. Pengaruh metode pengeringan terhadap karakteristik dan sifat organoleptik biji kopi arabika (*Coffea arabica*) dan biji kopi robusta (*Coffea canephora*). *Rona Teknik Pertanian*. 11(2): 50-56.
- Sebastian, Y. 2008. Rancang bangun mesin pengering berdasarkan sifat dielektrik untuk pengeringan rempah-rempah. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian.
- Setijahartani, S. 1980. *Pengeringan*. Jurusan Teknologi Industri. Bogor: FATETA-IPB.
- Shofiah, M. A. 2011. Proses pembuatan jamu serbuk dari rimpang jahe di Pj Bisma Sehat. [Tugas Akhir]. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Sihombing, G. M. 2018. Rancang bangun sistem rotary dryer pada mesin pengering padi. [Tugas Akhir]. Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro. Politeknik Ati Makassar.
- Sinaga, J. H. 2019. Pembuatan desain core dan cavity mangkuk plastik menggunakan software solidwork. [Tugas Akhir]. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.
- Siswanto, M. 2007. Analisa sistem pengeringan pada alat pemasak dan pengering (alat presto). [Tugas Akhir]. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Mercubuana Jakarta.

- Sitompul, D. dan Malinda, D. 2021. Pemodelan karakteristik pada pengeringan kentang (*Solanum tuberosum* L.). [Doctoral dissertation]. Institut Teknologi Nasional.
- Sukoco, A. 2018. Rancang bangun rotary dryer tipe hybrid untuk pengeringan gabah. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Sularso dan Suga, K. 2004. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Syah, H., Yusmanizar, Basyirul Walad. 2013. Kajian Kinerja Prototipe Pengering Tipe Bak Silinder dengan Pipa Perforasi untuk Pengeringan Kopi Arabika. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Andalas*. 17(2).
- Syahrul, M., Muis, M. A., Syukur, M., Aminuddin, A., Fachrul, M. 2021. Rancang bangun mesin pengering dan penggiling gabah mini. *Teknologi Manufaktur & Industri*. 3(1): 33-42.
- Tahir, M. 2015. *Desain dan uji sistem pengeringan serta karakterisasi pengeringan komoditas unggulan daerah gorontalo*. Hibah Pekerti (DP2M) 2(1026).
- Tahir, M., Subrata, I.D.M., Purwanto, Y. A. 2010. Desain kendali laju aliran udara dan sistem pengumpan bahan-bakar biomassa berbasis fuzzy pada pengering ERK-Hybrid. *Jurnal Enjiniring Pertanian*. 8(2):95-104.
- Taufiq, M. 2004. Pengaruh temperatur terhadap laju pengeringan jagung pada pengering konvensional dan fluidized bed. [Skripsi]. Fakultas Teknis. Universitas Sebelas Maret.
- Treyball, R. E. 1983. *Mass Transfer Operation 3rd edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Tropik, J. P., Farrel, R., Aulawi, T., Darmawi, A. 2020. Analisis mutu simplisia rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) dengan suhu pengeringan yang berbeda quality analysis of simplicia red ginger (*Zingiber officinale* var. Rubrum) rhizome with different drying temperature. 7(1): 136–143.
- Tumbel, N., Pojoh, B., Manurung, S., Riset, B. 2016. Rekayasa alat pengering jagung sistem rotary. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 8(2): 107-116.
- Ullly, D. N., Soeparman, S., Hamidi, N. 2014. Pengaruh pemasangan sudu pengarah dan variasi jumlah sudu rotor terhadap performance turbin angin savonius. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 5(2): 127-134.
- Wahyudi, I. 2008. Rancang bangun mesin pengaduk (mixer) bahan olah daging bakso. [Doctoral dissertation]. Universitas Mercu Buana.

- Yani dan Fajrin, S. 2013. Karakteristik pengeringan biji kopi berdasarkan variasi kecepatan aliran udara pada solar dryer. 20.
- Yuliasih, I., Sugiarto, Tedy. 2012. Pendugaan umur simpan bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum). Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fateta, IPB.
- Zikri, A., Erlinawati., I. Rusnadi. 2015. Uji kinerja rotary dryer berdasarkan efisiensi termal pengeringan serbuk kayu untuk pembuatan biopellet. Jurnal Teknik kimia. 21(2): 50-58.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Perhitungan Teknis

1. Perhitungan Luas Penampang dan Kapasitas Silinder

Diketahui:

Tabel 4. Data perhitungan volume silinder pengering

No	Data	Hasil perancangan
1	Π	3,14
2	Diameter dalam silinder	400 mm
3	Panjang silinder	1120 mm

Sehingga hasil perhitungan volume silinder pengering yaitu:

$$V \text{ drum} = \pi r^2 \times L$$

$$\begin{aligned} V \text{ drum} &= 3,14 \times 200^2 \times 1120 \\ &= 140.672.000 \text{ mm}^3 = 0,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diketahui ρ kopi = 592,68 kg/m³ (Gultom, 2019) maka

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas total drum} &= \rho \text{ kopi} \times \text{Volume drum} \\ &= 592,68 \times 0,14 \\ &= 82,97 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas bahan dalam drum} &= 45\% \text{ kapasitas total drum} \\ &= 0,45 \times 82,97 \\ &= 37,34 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga hasil perhitungan kapasitas silinder sebesar 38 kg biji kopi.

2. Perhitungan Luas Penampang dan Kapasitas Tray

Diketahui:

Tabel 5. Data perhitungan luas penampang tray

No	Data	Hasil perancangan
1	Panjang tray	460 mm
2	Lebar tray	432 mm

Sehingga hasil perhitungan luas penampang tray pengering yaitu:

$$A = p \times l$$

$$\begin{aligned} A &= 460 \times 432 \\ &= 198.720 \text{ mm}^2 \\ &= 0,19872 \text{ m}^2 \approx 0,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berikut data perhitungan kapasitas rak pengering dengan tiga kali percobaan pada jenis jahe yang berbeda:

- Kapasitas untuk jahe gajah:

$$\begin{aligned} L \text{ jahe gajah} &= \text{panjang jahe} \times \text{diameter slices jahe} \\ &= 15,83 \times (8,47 : 3) \\ &= 44,69 \text{ cm}^2 \approx 0,0044 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas per tray} &= \frac{\text{luas tray}}{\text{luas 1 rimpang jahe}} \\ &= \frac{0,20}{0,0044} \\ &= 45,45 \text{ jahe} \approx 46 \text{ jahe} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas maks jahe gajah per tray} &= \text{kapasitas rak} \times \text{bobot rata2} \\ &= 46 \text{ jahe} \times 50 \text{ g/rimbang} \\ &= 2300 \text{ g} = 2,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga untuk kapasitas 8 tray dalam satu rak pengering yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas maksimum rak} &= \text{kapasitas tray} \times \text{jumlah tray} \\ &= 2300 \times 8 \\ &= 18400 \text{ g} = 18,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kapasitas untuk jahe emprit:

$$\begin{aligned} L \text{ jahe emprit} &= \text{panjang jahe} \times \text{diameter slices jahe} \\ &= 6,15 \times (3,3 : 2) \\ &= 10,15 \text{ mm}^2 \approx 0,0010 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas per tray} &= \frac{\text{luas tray}}{\text{luas 1 rimpang jahe}} \\ &= \frac{0,20}{0,0010} \\ &= 200 \text{ jahe} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas maks jahe emprit per tray} &= \text{kapasitas rak} \times \text{bobot rata2} \\ &= 200 \text{ jahe} \times 20 \text{ g/rimbang} \\ &= 4000 \text{ g} = 4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga untuk kapasitas 8 tray dalam satu rak pengering yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas maksimum rak} &= \text{kapasitas tray} \times \text{jumlah tray} \\ &= 4000 \times 8 \\ &= 32000 \text{ g} = 32 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kapasitas untuk jahe merah:

L jahe merah = *panjang jahe x diameter slices jahe*

$$= 12,4 \times (4,2 : 2)$$

$$= 26,04 \text{ mm}^2 \approx 0,0026 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapasitas per tray} = \frac{\text{luas tray}}{\text{luas 1 rimpang jahe}}$$

$$= \frac{0,20}{0,0026}$$

$$= 76,923 \text{ jahe} \approx 77 \text{ jahe}$$

Kapasitas maks jahe merah per tray = kapasitas rak x bobot rata2

$$= 77 \text{ jahe} \times 30 \text{ g/rimbang}$$

$$= 2310 \text{ g} = 2,3 \text{ kg}$$

Sehingga untuk kapasitas 8 tray dalam satu rak pengering yaitu:

Kapasitas maksimum rak = kapasitas tray x jumlah tray

$$= 2310 \times 8$$

$$= 18480 \text{ g} = 18,48 \text{ kg}$$

3. Perhitungan Jumlah Putaran Output Motor dan Puli

Diketahui:

Tabel 6. Data perhitungan jumlah putaran output

No	Data	Hasil perancangan
1	Jumlah putaran motor listrik	1420 rpm
2	Diameter puli 1	76,2 mm
3	Diameter puli 2	152,4 mm
4	Ratio <i>reducer/gearbox</i>	1 : 50

Sehingga hasil perhitungan:

$$N2 = \frac{N1 \times dp1}{dp2}$$

$$\text{Jumlah putaran puli 2} = \frac{1420 \times 76,2}{152,4}$$

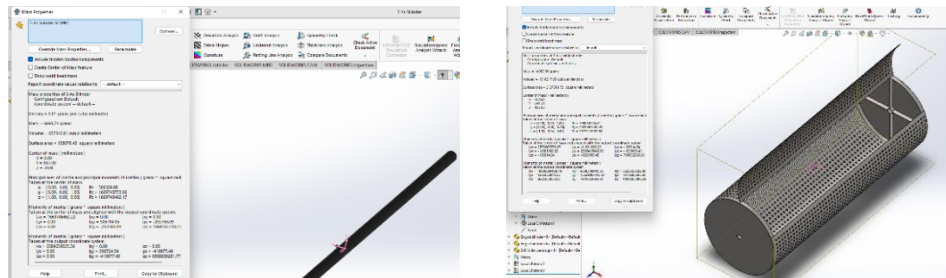
$$= 710 \text{ rpm}$$

$$N3 = \frac{N2}{R}$$

$$\text{Jumlah putaran pada silinder pengering} = \frac{710}{50} = 14,2 \text{ rpm}$$

4. Perhitungan Daya Motor

Diketahui data:



Gambar 25. Massa poros dan silinder pengering

Berat (m drum) = 14952,80 gram = 14,95 kg

Berat (m poros) = 6698,74 gram = 6,69 kg

Berat bahan yang dikeringkan (m biji kopi) = 38 kg

Massa total = 14,95 kg + 38 kg + 6,69 kg = 53,64 kg

Jadi berat total (m) = 59,64 kg

Diameter tabung (d) = 400 mm = 0,4 m

Jari-jari tabung (r) = 0,2 m

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$n = 14,2 \text{ rpm}$

Sehingga perhitungannya:

Momen inersia

$$I = \frac{m \times r^2}{2}$$

$$= \frac{59,64 \times 0,2^2}{2}$$

$$= 1,1928 \text{ kgm}^2$$

Torsi pada poros

- Kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 14,2}{60}$$

$$= 1,49 \text{ rad/s}$$

- Torsi pada poros

$$T = I \times \omega$$

$$= 1,1928 \times 1,49$$

$$= 1,77 \text{ Nm}$$

- Percepatan poros

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$= \frac{1,49}{1}$$

$$= 1,49 \text{ rad/s}^2$$

Daya motor yang akan digunakan

$$P = \omega \times T$$

$$= 1,49 \times 1,77$$

$$= 2,6373 \text{ watt (1 HP = 746 watt)}$$

$$= 0,003535 \text{ HP}$$

Jadi daya yang dibutuhkan untuk mesin pengering tipe ganda sesuai dengan ukuran standar yang ada yaitu 0,5 HP.

5. Perhitungan Kecepatan Sabuk

$$v = \frac{N1 \cdot dp1}{60 \times 1000}$$

Berdasarkan hasil perancangan diperoleh data yang diperlukan antara lain:

Tabel 7. Data perhitungan kecepatan sabuk

No	Data	Hasil perancangan
1	Kecepatan putar motor listrik	1420 rpm
2	Diameter puli 1	76,2 mm

Sehingga hasil perhitungan dari kecepatan sabuk yaitu:

$$v = \frac{1420 \times 76,2}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{108204}{60000}$$

$$= 1,8034 \text{ m/detik} \approx 1,8 \text{ m/detik}$$

6. Perhitungan Panjang Keliling Sabuk

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4xC} (Dp - dp)^2$$

Berdasarkan hasil perancangan diperoleh data yang diperlukan antara lain:

Tabel 8. Data perhitungan panjang keliling sabuk

No	Data	Hasil perancangan
1	Jarak puli 1 dan puli 2	249,43 mm
2	Jarak puli 1 dan puli 3	188,43 mm
3	Diameter puli 1	76,2 mm
4	Diameter puli 2	152,4 mm
5	Diameter puli 3	76,2 mm

Sehingga hasil perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{1,2} &= 2 \times 249,93 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 152,4) + \frac{1}{4 \times 249,93} (152,4 - 76,2)^2 \\
 &= 499,86 + 358,902 + 5,808 \\
 &= 864,57 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{1,3} &= 2 \times 188,43 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 76,2) + \frac{1}{4 \times 188,43} (76,2 - 76,2)^2 \\
 &= 376,86 + 239,268 \\
 &= 616,128 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan Kecepatan Udara pada Kipas

Berdasarkan hasil perancangan diperoleh data yang diperlukan antara lain:

Tabel 9. Data perhitungan kecepatan aliran udara

No	Data	Hasil perancangan
1	Kecepatan putar kipas	1420 rpm
2	Diameter puli kipas	0,0762 m

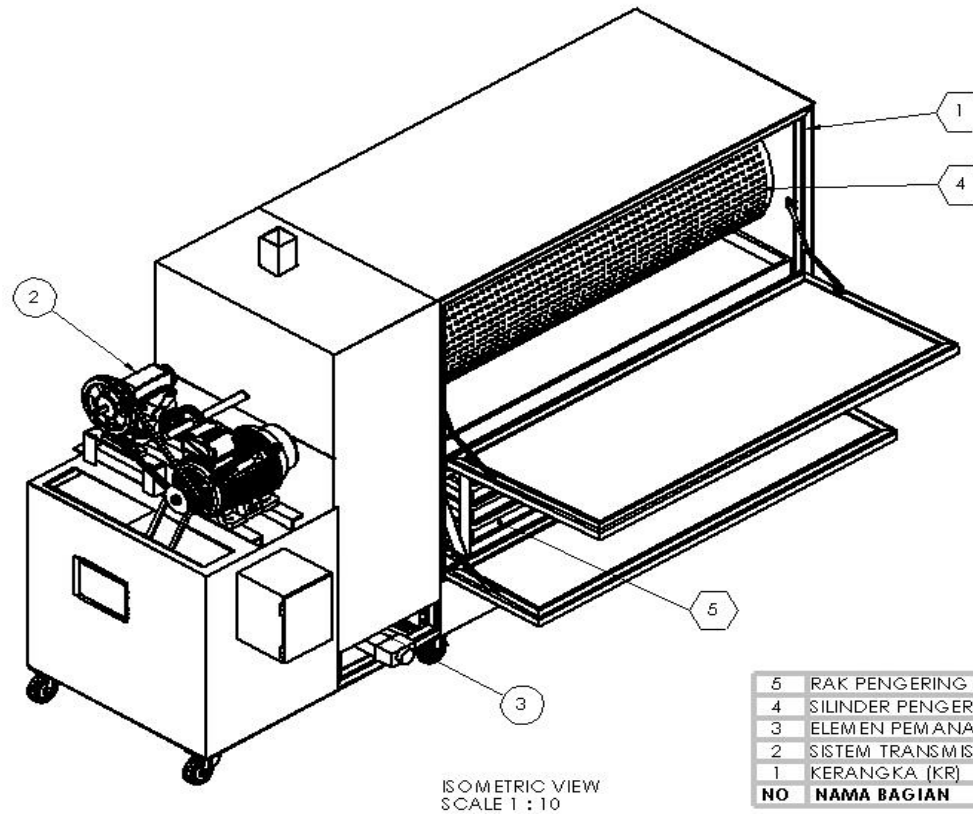
$$\omega = \pi \times D_0 \times n$$

$$= 3,14 \times 0,0762 \times 1420$$

$$= 339,76 \text{ m/s}$$

Lampiran 2. Gambar Kerja Mesin Pengering Tipe Ganda

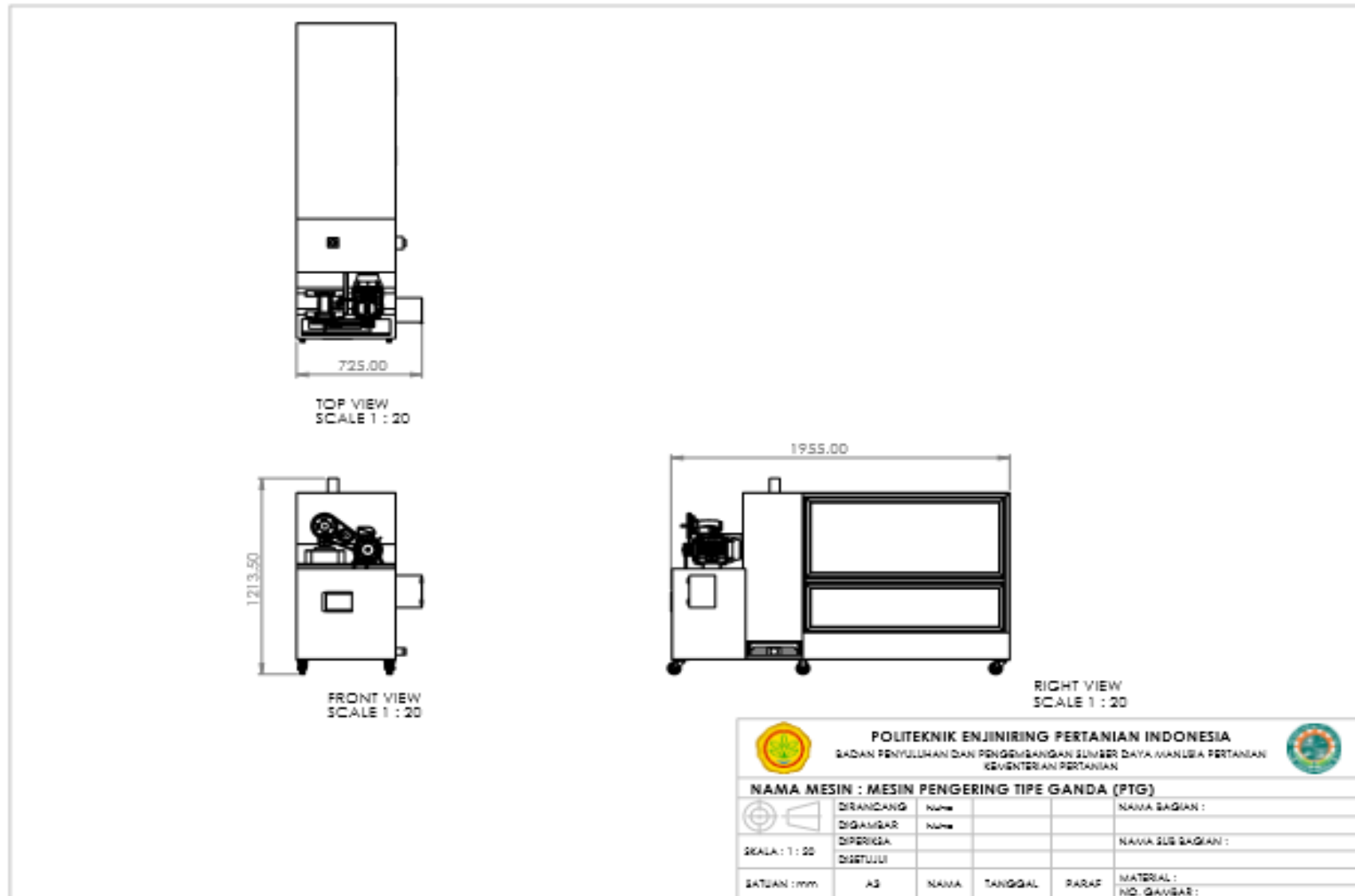
1. Bagian-bagian Mesin Pengering Tipe Ganda (Tampilan Isometric)



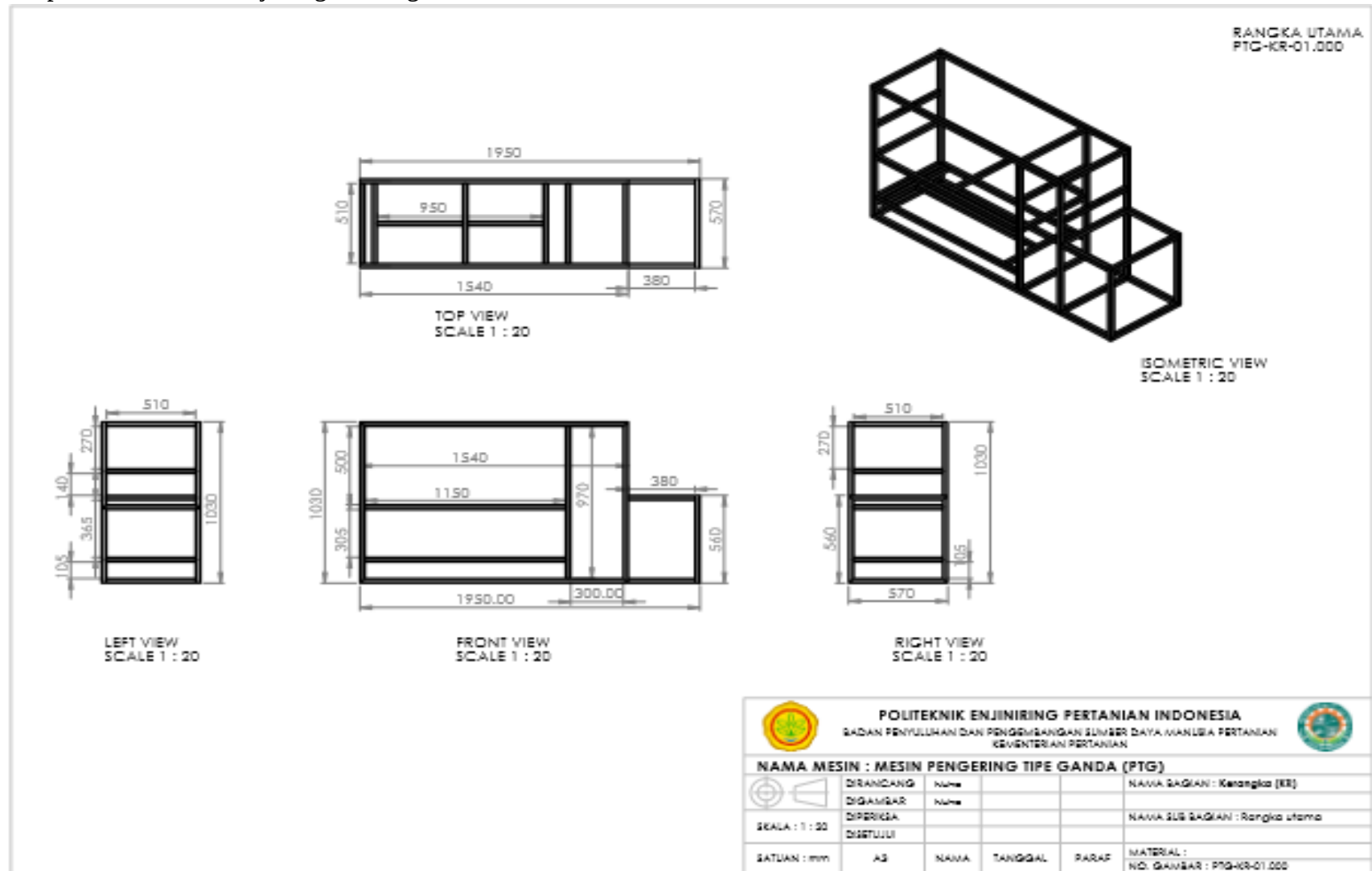
5	RAK PENGERING (RP)	PTG-RP-00.000
4	SILINDER PENGERING (SP)	PTG-SP-00.000
3	ELEMEN PEMANAS (EP)	PTG-EP-00.000
2	SISTEM TRANSMISI (ST)	PTG-ST-00.000
1	KERANGKA (KR)	PTG-KR-00.000
NO	NAMA BAGIAN	KODE

		POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN				
		NAMA MESIN : MESIN PENGERING TIPE GANDA (PTG)				
	DIRANCANG	Nuha			NAMA BAGIAN :	
	DIGAMBAR	Nuha			NAMA SUB BAGIAN :	
	DIPERIKSA					
SKALA : 1 : 10	DISELUSUI					
SATUAN : mm	A3	NAMA	TANGGAL	PARAF	MATERIAL : NO. GAMBAR :	

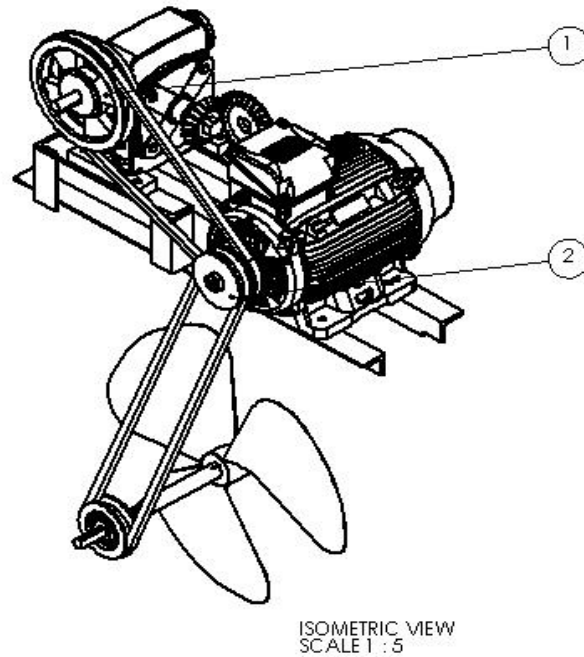
2. Ukuran Dimensi P-L-T Mesin Pengering Tipe Ganda (Tampilan Depan, Atas, Kanan)



Lampiran 3. Gambar Kerja Bagian Rangka Utama



Lampiran 4. Gambar Kerja Bagian Sistem Transmisi Mesin

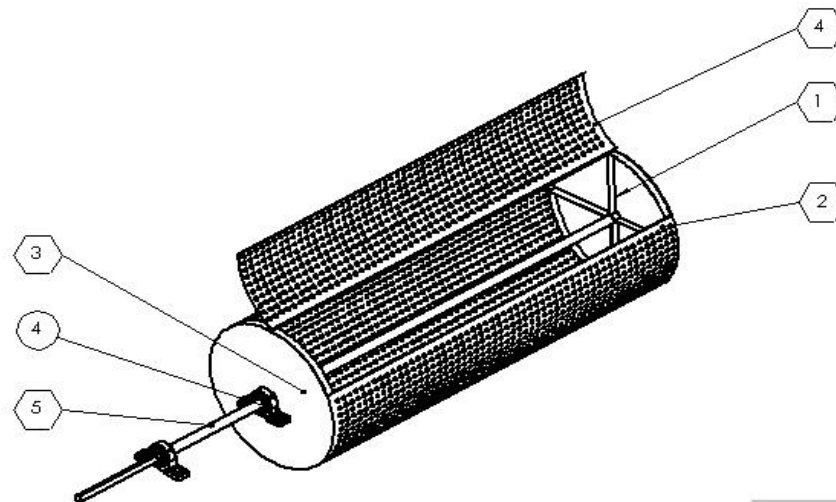


2	Sistem Transmisi Motor Listrik	PTG-ST-02.000
1	Sistem Transmisi Gearbox	PTG-ST-01.000
NO	NAMA BAGIAN	KODE

 POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN						
NAMA MESIN : MESIN PENGERING TIPE GANDA (PTG)						
	DIRAHCAH	Nuna			NAMA BAGIAN : Sistem Transmisi (ST)	
	DIGAMBAR	Nuna			NAMA SUB BAGIAN :	
	DIPERIKSA					
	DIBETULI					
SATUAN : mm	A2	NAMA	TANGGAL	PARAF	MATERIAL : NO. GAMBAR : PTG-ST-00.000	

Lampiran 5. Gambar Kerja Silinder Pengering

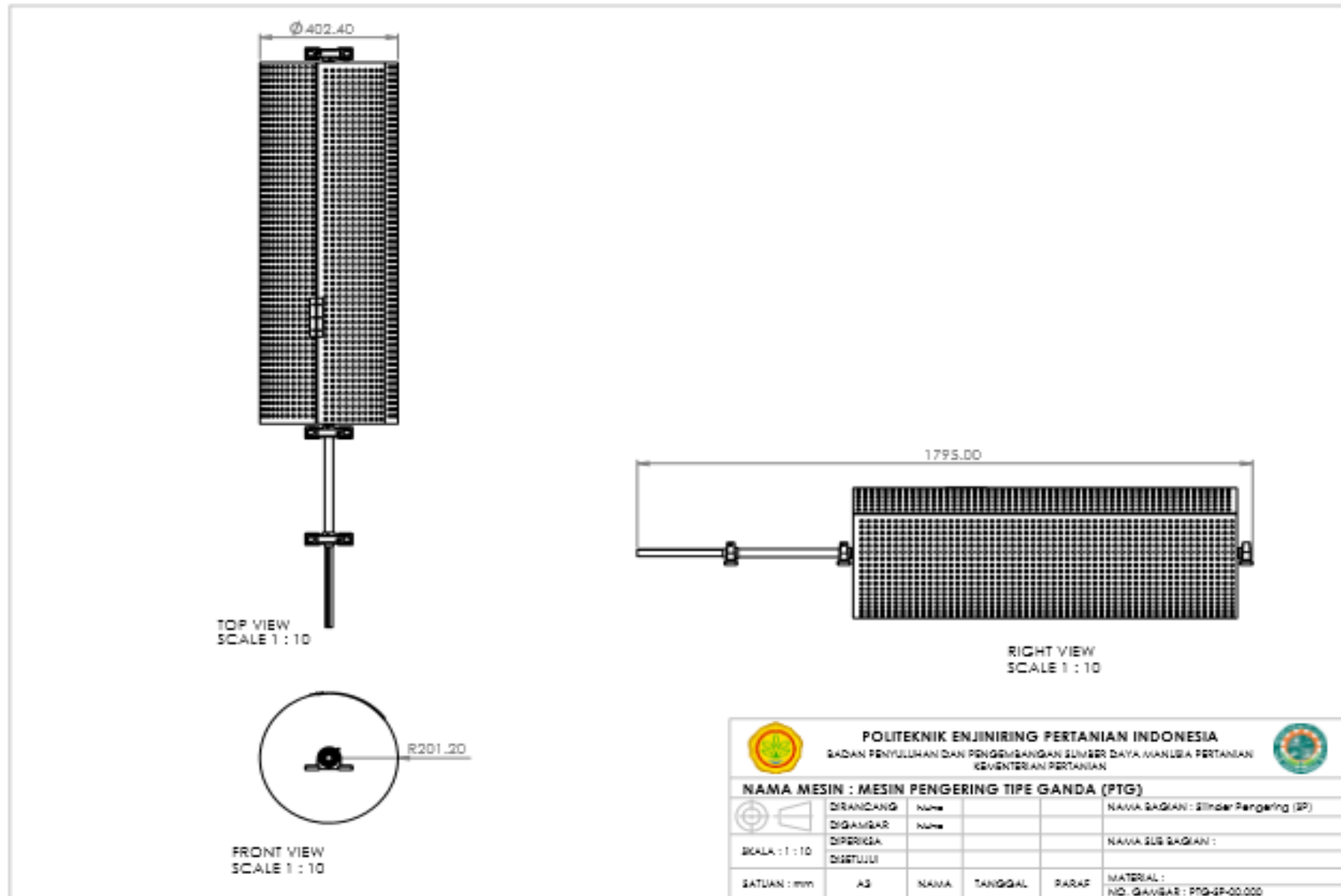
1. Bagian-bagian Mesin Pengering Tipe Ganda (Tampilan Isometric)



6	Poros	PTG-SP-06.000
5	Bearing	PTG-SP-05.000
4	Cover Penutup	PTG-SP-04.000
3	Tutup Samping	PTG-SP-03.000
2	Case Perforated	PTG-SP-02.000
1	Rangka Dalam	PTG-SP-01.000
NO	NAMA BAGIAN	KODE

 POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN			
NAMA MESIN : MESIN PENGERING TIPE GANDA (PTG)			
	DIRANCANG	Nuha	NAMA BAGIAN : Silinder Pengering (SP)
	DIGAMBAR	Nuha	
SKALA :	DIPERIKSA		NAMA SUB BAGIAN :
	DISETUJUI		
SATUAN : mm	A3	NAMA	TANGGAL
		PARAF	MATERIAL :
			NO. GAMBAR : PTG-SP-00.000

2. Ukuran Dimensi P-L-T Mesin Pengering Tipe Ganda (Tampilan Depan, Atas, Kanan)



Lampiran 6. Gambar Kerja Dimensi Rak Pengering

