

**TUGAS AKHIR**  
**UJI PERFORMANSI DISAIN RUANG PENDING TIPE ROTARY**  
**HYBRID UNTUK PENDINGINAN BIJI KOPI**



**AMIN SUGENG PURWANTO**  
**19212014001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP**  
**CILACAP**  
**2022**

## PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Amin Sugeng Purwanto  
NIM : 19212014001  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin  
Tahun : 2021  
Judul Tugas Akhir : UJI PERFORMANSI DISAIN RUANG PENDINGIN  
TIPE ROTARY HYBRID UNTUK PENDINGINAN  
BIJI KOPI

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar – benar orisinal/asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat tugas akhir ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian – bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari Institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 10 Januari 2022

Yang menyatakan



Amin Sugeng Purwanto

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, saya yang

Nama : Amin Sugeng Purwanto  
NIM : 19212014001  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin  
Tahun : 2022  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul: “UJI PERFORMANSI DISAIN RUANG PENDINGIN TIPE ROTARY HYBRID UNTUK PENDINGINAN BIJI KOPI” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap (UNUGHA Cilacap) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 10 Januari 2022

Yang menyatakan



Amin Sugeng Purwanto

## PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : Amin Sugeng Purwanto  
NIM : 19212014001  
Judul : Uji Performansi Desain Ruang Pengering Tipe Rotary Hybrid untuk Pengeringan Biji Kopi

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

**Rabu, 05 Januari 2022**

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1



**Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.**  
NIDN. 0607049101

Penguji 2



**Fathurohman, ST., MT.**  
NIDN. 0609018102

Pembimbing 1/Ketua Sidang



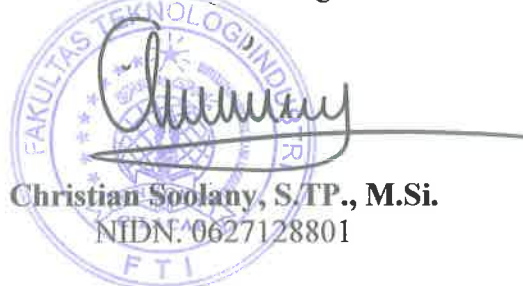
**Christian Soolany, S.TP., M.Si**  
NIDN. 0627128801

Pembimbing 2



**Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.**  
NIDN. 0612109001

Cilacap, 27 Januari 2022  
Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



**Christian Soolany, S.TP., M.Si.**  
NIDN. 0627128801

## ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas yang populer ditemui di Indonesia. Permintaan akan kopi dari waktu ke waktu semakin meningkat. Saat ini proses pengolahan kopi masih dilakukan secara manual, mulai dari pemetikan, sortasi biji kopi, pengeringan kopi, sampai dengan penyimpanan kopi. Untuk menghasilkan kopi yang berkualitas salah satu proses yang mempengaruhi adalah pengeringan. Pengeringan yang dilakukan selama ini yaitu dengan pengeringan secara langsung dari matahari (*sun drying*). Metode ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu membutuhkan lahan yang luas dan tergantung dari panas matahari, sehingga ketika musim penghujan membuat proses pengeringan menjadi lama dan tidak seluruh biji kopi kering merata. Pengeringan buatan sudah banyak dikembangkan diantaranya pengeringan *hybrid*. Pengering *hybrid* yaitu proses pengeringan yang memperhitungkan energi panas dari matahari dan energi panas dari biomassa untuk proses pengeringan. Pengering *hybrid* memiliki beberapa tipe salah satunya adalah tipe *rotary*. Penentuan desain ruang pengering dari mesin pengering biji kopi menjadi faktor penting pada proses pengeringan supaya menghasilkan pengeringan biji kopi yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji performansi ruang pengering dari desain mesin pengering *hybrid* tipe *rotary*. Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pengamatan dan Analisa data pada kinerja dari mesin pengering *hybrid* tipe *rotary* untuk biji kopi. Variabel analisis yang dikaji meliputi lama proses pengeringan, suhu yang masuk pada ruang pengeringan, suhu pada biji kopi, suhu yang keluar dari biji kopi. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya dianalisis secara regresi dan menghitung efisiensi dari ruang pengering. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data suhu yang terjadi diruang pengering ketika proses pengeringan biji kopi terbagi beberapa titik pengamatan, suhu dinding ruang pengering rata – rata 41.5 °C, suhu udara diruang pengering rata – rata 39.4 °C, suhu bahan rata – rata 34.5 °C, suhu udara masuk bahan rata – rata 49.5 °C dan suhu udara keluar bahan rata - rata 39.4 °C. Kadar air biji kopi hasil proses pengeringan yang dihasilkan adalah sebesar 13.65 % b/b. Bobot akhir biji kopi rata – rata 3.6 kg.

**Keyword : Kopi, Pengeringan kopi, pengering *hybrid* tipe *rotary*, uji performansi**

## ABSTRACT

*Coffee is one of the most popular commodities found in Indonesia. The demand for coffee is increasing from time to time. Currently, the coffee processing process is still manually, starting from picking, sorting, drying, and storing. To produce quality coffee, the most important part is the drying process. Drying method that has been done so far is drying directly from the sun (sun drying). This method has a some weakness, among of them require a large area and depend on the weather,so that when the rainy season makes the drying process take a long time and not all coffee beans dry evenly. Artificial drying has been developed, including hybrid drying. The hybrid method is a drying process that requires solar thermal energy and heat energy from biomass for the drying process. Hybrid dryers have several types, one of part is the rotary type. Determining design of the drying machine coffee is very important factor in the drying process to produce coffee beans in accordance the standards. This research has purpose to performance drying machine type rotary hybrid . The research methodology used in this study is observation and data analysis on the performance of the drying machine type rotary hybrid. The analyzed variables included the length of the drying process, the temperature entering the drying room, the temperature at the coffee beans, and the temperature leaving the coffee beans. The data obtained from the observations were then analyzed by regression and calculated the efficiency of the drying chamber. Based on the results of the study, it was obtained that the temperature data that occurred in the drying room when the coffee bean drying process was divided into several observation points, the average wall temperature of the drying room was 41.5 °C, the air temperature in the drying room averaged 39.4 °C, the material temperature averaged 34.5 °C, the air temperature The material input is an average of 49.5 °C and the temperature of the outgoing air is an average of 39.4 °C. The moisture content of the coffee beans from the drying process produced is 13.65% w/w. The final weight of the coffee beans is 3.6 kg on average*

***Keyword : Coffee, coffee drying, drying machine type rotary hybrid , performance test***

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rosulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Amin. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

### **“UJI PERFORMANSIDISAIN RUANG PENDINGIN TIPE ROTARY HYBRID UNTUK PENDINGINAN BIJI KOPPI”**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu ( S1) di Universitas Nahdhatul Ulama Al-Ghozali Cilacap.

Saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua, kakak, dan adik-adikku tercinta yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
3. Istriku tercinta Khasanah Mufti yang selalu memberikan semangat,cinta dan do'a.
4. Drs. KH Nashrulloh, M.H, selaku Rektor Univesitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali ( UNUGHA) Cilacap.
5. Chrsitian Soolany, S.tp,.M.Si selaku pembimbing I yang senantiasa memberikan dukungan,motivasi,saran,nasehat,arahan dan juga selalu sabar membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd selaku pembimbing II yang senantiasa memberikan dukungan,motivasi,saran,nasehat,arahan dan juga selalu sabar membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Frida Amriyati Azzizah, M.Pd selaku dosen penguji I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga tersusun tugas akhir ini.

8. Fathurohman, M.T selaku dosen penguji I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga tersusun tugas akhir ini.
9. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Teknologi Industri Univesitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali ( UNUGHA) Cilacapyang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan sehingga dapat digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini dan dapat digunakan di kehidupan mendatang.
10. Sahabat,mahasiswa dan teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan dalam proses tugas akhir ini

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Amiin...

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Cilacap, 10 Januari 2022

**Penyusun**



## **MOTTO**

**“ JANGAN TAKUT UNTUK GAGAL DAN TERUSLAH BELAJAR DAN  
BERUSAHA SAMPAI NYAWA LEPAS DARI BADAN, KARENA  
SESUNGGUHNYA KEBERHASILAN TAK KAN ADA SEBELUM  
KEGAGALAN”**

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ixii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ixiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang Masalah</b> .....	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3. Batasan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4. Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5. Manfaat Penelitian</b> .....	3
1.5.1 Bagi Petani Kopi .....	3
1.5.2 Bagi Peneliti.....	3
1.5.3 Bagi Institusi Pendidikan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1. Proses Pengolahan Pascapanen Kopi</b> .....	5
<b>2.2. Energi Surya</b> .....	7
<b>2.3. Teori Pengeringan</b> .....	8
<b>2.4. Metode Pengeringan</b> .....	8
<b>2.5. Pengering Surya <i>Hybrid</i></b> .....	9
<b>2.6. Sistem Pemanas Tambahan</b> .....	10
<b>2.7. Mutu Kopi</b> .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	12
<b>3.1. Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	12
<b>3.2. Alat dan Bahan</b> .....	12
<b>3.3. Prosedur Penelitian</b> .....	12
<b>3.4. Parameter Pengukuran</b> .....	14

<b>3.5. Analisis Teknik</b> .....	14
a. Perhitungan jumlah rak .....	14
b. Perhitungan pompa .....	15
c. Perhitungan Koefisien Pindah Panas Keseluruhan .....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	17
<b>4.1. Disain Ruang Pengering Biji Kopi</b> .....	17
<b>4.2. Profil Suhu Ruang Pengering Biji Kopi</b> .....	18
<b>4.3. Pengujian dengan Bahan</b> .....	19
<b>4.4. Pengujian Kadar Air</b> .....	21
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	22
<b>5.1. Kesimpulan</b> .....	23
<b>5.2. Saran</b> .....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	24
<b>LAMPIRAN</b> .....	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan pascapanen kopi secara kering .....	5
Gambar 2. Tahapan proses kopi secara basah.....	6
Gambar 3. Tahapan proses kopi secara semi-basah.....	7
Gambar 4. Prosedur Penelitian.....	13
Gambar 5. Konstuksi Ruang Pengering .....	17
Gambar 6. Sebaran Suhu di Ruang Pengering .....	19
Gambar 7. Uji Kinerja Biji Kopi Pertama.....	20
Gambar 8. Uji Kinerja Biji Kopi Kedua .....	20
Gambar 9. Biji Kopi Hasil Pengeringan .....	21

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Nilai Cacat.....	11
Tabel 2. Klasifikasi ukuran biji kopi.....	11

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kopi komoditas unggulan di Indonesia yang menempati urutan kelima disektor perkebunan dan mendatangkan devisa bagi Negara. Kopi tumbuh subur di Indonesia, terdapat dari Propinsi Aceh sampai dengan Kawasan Indonesia Timur. Setiap daerah mempunyai ciri khas kopi dan cita rasa tersendiri dari kopi yang dihasilkan. Kopi robusta termaksud kopi yang populer di Indonesia, banyak petani kopi menanam kopi robusta. Salah satu daerah yang menamam kopi robusta adalah di Desa Cilumping Kecamatan Dayeuhluhur Kabupaten Cilacap. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia, menunjukkanproposisi alokasi ekspor biji kopi (*green beans*) kadar air 12.5 %. yaitu sebesar 1.3 Juta ton/tahun. Kebutuhan kopi di dalam Negeri, sebagian besar biji kopi didistribusikan pada gerai – gerai penjualan kopi (*coffee shop*)(Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI), 2014).

Proses pasca panen pengolahan kopi ada beberapa tahapan. Setiap tahapan ini memiliki fungsi penting dalam menentukan mutu dari biji kopi. Salah satu tahapannya adalah proses pengeringan biji kopi. Proses pengeringan pada biji kopi saat ini banyak dilakukan dengan cara menjemur secara langsung biji kopi yang diletakan di lahan luas untuk mendapatkan sinar matahari.Cara ini memiliki beberapa kendala saat proses pengeringan berlangsung, antara lain ; waktu pengeringan yang relatif lama, proses penjemuran biji kopi memerlukan lahan yangluas untuk kapasitas besar,selain itu kendala yang dihadapi adalah cuaca yang fluktuatif di Dataran Tinggi Desa Cilumping. Faktor kendala ini dapat memperlambat proses pengeringan biji kopi. Pengeringan yang lama berdampak pada penurunan kualitas biji kopi akibat aktivitas mikro organisme sehingga mutu biji kopi menjadi rendah.

Untuk mengatasi kendala permasalahan tersebut perlu dilakukan penerapan teknologi pengering buatan (*Artificial drying*). Pengering buatan ada beberapa model dan tipe, semua disesuaikan dengan kebutuhan panas yang diperlukan

untuk mengeringkan bahan. Salah satu konsep pengering yaitu menggunakan Efek Rumah Kaca (ERK). Efek Rumah Kaca (ERK) mempunyai tujuan yaitu memaksimalkan panas yang ditangkap dan dimanfaatkan. Kelebihan sistem ini adalah waktu pengeringan lebih cepat dan mudah diterapkan petani (Pangavhane DR, Sawhney RL, 2002). Prinsip aliran fluida alami dengan efek cerobong merupakan pengganti *blower* berfungsi untuk mensirkulasikan udara panas pada ruang pengering (Al-Naema MA, 2016).

Hasil penelitian Mwithiga dan Kigo, melakukan analisis pengeringan biji kopi arabika menggunakan kolektor surya pelat datar dengan sistem *tracking* memanfaatkan sumber panas dari energi surya. Sistem kerja pada pengering ini udara panas dari penyerapan iradiasi surya oleh kolektor surya dialirkan secara konveksi alami ke ruang pengering untuk mengeringkan biji kopi dari kadar air 54.8%bb hingga 13%bb kisaran suhu pengeringan 37-70.4 °C dan waktu pengeringan selama 2 hari (Mwithiga G, 2006).

Pengeringan mekanis membutuhkan waktu lebih singkat dari pada metode penjemuran membutuhkan waktu hingga 5-7 hari. Kendala dari sistem pengering ini adalah iradiasi surya berfluktuasi dan sangat bergantung pada waktu dan cuaca sehingga mempengaruhi penyerapan panas kolektor surya. Hal ini berdampak terhadap penurunan suhu ruang pengering dan mengakibatkan proses pengeringan bahan menjadi terhambat. Untuk itu mengatasi permasalahan itu penentuan disain ruang pengering menjadi fundamental utama pada proses pengeringan biji kopi untuk mendapatkan hasil kadar air biji kopi sesuai dengan standar baku mutu biji kopi yang ditetapkan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Ruang pengering memiliki peranan signifikan dalam proses pengering *hybrid* mesin pengering biji kopi. Disain ruang pengering yang detail dan sesuai dengan karakteristik biji kopi yang dikeringkan menjadi faktor utama dalam proses pengeringan biji kopi. Pengukuran performansi disain ruang pengering biji kopi *rotary hybrid* untuk melihat standar kadar air biji kopi yang telah dikeringkan. Hal – hal yang perlu dijawab dari penelitian ini adalah :

1. Apakah disain ruang pengering pada mesin pengering biji kopi tipe *hybrid* dapat menghasilkan suhu pengeringan 40 – 50 °C?
2. Bagaimana ruang pengering yang di disain sudah mampu menurunkan kadar air pada biji kopi?
3. Bagaimana sebaran suhu di dalam ruang pengering selama proses pengeringan biji kopi?

### **1.3. Batasan Penelitian**

Adapun batasan masalah pada Penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada uji kinerja di ruang pengering pada mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid*.
2. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan pada kenaikan suhu dari setiap interval waktu selama 5 jam proses pengeringan.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kinerja di ruang pengering pada mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid* untuk menghasilkan suhu pengeringan 40 – 50 °C.
2. Mengetahui kapasitas pengering biji kopi tipe *rotary hybrid* sesuai dengan disain .
3. Mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan biji kopi.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

#### **1.5.1 Bagi Petani Kopi**

- a. Memperoleh informasi penerapan teknologi tepat guna dalam proses pengeringan biji kopi.
- b. Memberikan gambaran untuk strategi proses pengeringan untuk tetap menjaga kualitas dari biji kopi yang dihasilkan.

#### **1.5.2 Bagi Peneliti**

- a. Mengetahui kondisi aktual yang terjadi di dunia kerja.
- b. Memberikan peningkatan keahlian profesi sehingga menumbuhkan rasa percaya diri.



### 1.5.3 Bagi Institusi Pendidikan

- a. Sebagai salah satu alat evaluasi terhadap kurikulum yang berlaku.
- b. Sebagai salah satu acuan untuk melakukan penelitian berikutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Proses Pengolahan Pascapanen Kopi

Proses pengolahan pasca panen kopi merupakan tahapan yang dilakukan setelah proses pemanenan kopi di perkebunan. Proses pengolahan pasca panen diklasifikasikan tiga yaitu:

1. Pengolahan Kering (*Dry Process*)

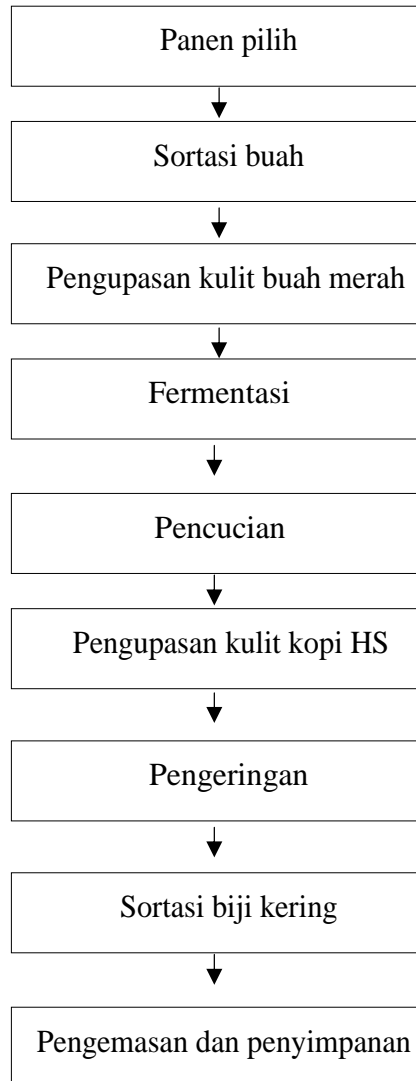
Metode proses kopi secara kering banyak dilakukan petani, mengingat kapasitas olah kecil, mudah dilakukan dan peralatan sederhana (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Gambar 1 menunjukkan pengolahan kering.



Gambar 1 Tahapan pasca panen kopi secara kering

## 2. Pengolahan Basah (*Fully Washed*)

Proses pengolahan kopi secara basah (*Fully Washed*) tahapan prosesnya lebih Panjang secara alur dibandingkan proses kering. Alur proses pengolahan basah dapat dilihat pada Gambar 2.

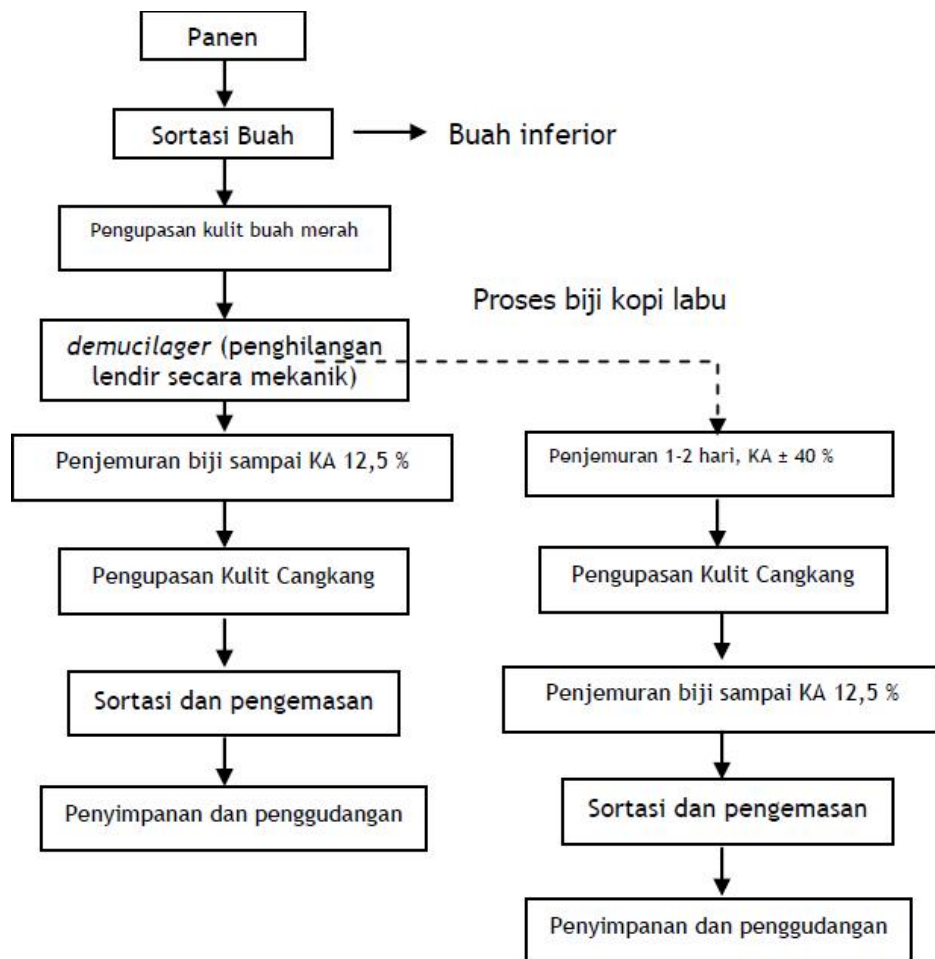


Gambar 2. Tahapan proses kopi secara basah

## 3. Pengolahan Semi Basah

Pengolahan semi basah dilakukan untuk menghemat penggunaan air dan menghasilkan kopi dengan cita rasa yang khas (berwarna gelap dengan fisik kopi agak melengkung). Kopi Arabika yang diproses secara semi-basah biasanya memiliki tingkat keasaman lebih rendah dengan *body* lebih kuat dibanding dengan kopi yang

diproses secara basah penuh. Proses secara semi-basah juga dapat diterapkan untuk kopi Robusta. Secara umum kopi yang diproses secara semi-basah mutunya baik. Proses secara semi-basah lebih singkat dibandingkan dengan proses secara basah. Untuk dapat menghasilkan biji kopi hasil proses semi-basah yang baik, maka harus mengikuti prosedur seperti pada Gambar 3 (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015).



Gambar 3. Tahapan proses kopi secara semi-basah

## 2.2. Energi Surya

Energi surya merupakan iradiasi gelombang elektromagnetik yang bersumber dari matahari dan memancar sampai bumi. Tiap tahun bumi menerima sebesar  $3200Q(9.4 \times 10^{11} \text{GWh})$  dari total energi yang dipancarkan, dalam perjalanan menuju bumi sebagian besar diserap oleh gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dan gas lainnya yang berada di atmosfer bumi, sehingga yang diterima pada permukaan bumi Indonesia sekitar  $4.5 \text{KWh/m}^2$  (kurang dari  $1000 \text{W/m}^2$ ). Luas daratan sekitar 1.9 juta  $\text{km}^2$  maka Indonesia menerima  $4.5 \text{KWh/m}^2 \times 365/2 \text{ (hari/th)} \times 1.9 \times 10^{12} \text{ m}^2 = 1560 \times 10^{12} \text{ KWh/tahun}$

atau setara dengan 192000 juta setara barel minyak (SBM). Potensi energi surya yang besar ini dapat dikonversikan untuk memenuhi berbagai keperluan seperti energi listrik untuk penerangan, pemompaan air atau menguap air menjadi hidrogen dan oksigen yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, dan pemanfaatan energi surya juga dapat diterapkan untuk pengolahan pasca panen produk pertanian untuk proses pengeringan (Abdullah K., 2007).

### **2.3. Teori Pengeringan**

Henderson dan Perry membuat definisi proses pengeringan merupakan pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Proses pengeringan terdiri dari dua periode yaitu periode pengeringan dengan laju tetap atau konstan dan periode dengan laju menurun. Periode pengeringan dengan laju tetap merupakan proses perpindahan massa air yang berasal dari permukaan bahan. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan bahan dengan udara pengering, proses ini akan terus berlangsung sampai air bebas pada permukaan telah hilang. Sedangkan pengeringan dengan laju menurun berlangsung setelah pengeringan laju konstan selesai. Kadar air diantara kedua periode tersebut disebut dengan kadar air kritis. Pengeringan dengan laju menurun akan berhenti hingga tercapai kadar air keseimbangan

### **2.4. Metode Pengeringan**

Pengeringan dapat diartikan bagian penting dari proses pengolahan produk. pengeringan didefinisikan pada pengawetan bahan atau tujuan industri pengolahan hasil pertanian. Metode pengeringan secara umum dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan alami (*nature drying*) dan pengeringan buatan (*artificial drying*). Pengeringan alami yaitu metode pengeringan yang memanfaatkan energi matahari sebagai energi pengeringannya. Metode pengeringan ini biasanya dilakukan dengan cara menjemur bahan dibawah teriknya matahari dimana bahan padat yang dikeringkan diletakan di lamporan (Sopyan, 2001). Metode pengeringan dengan penjemuran ini cukup sederhana dan murah dengan ketersediaan energi sepanjang

tahun. Sinar infra merah matahari mempunyai kemampuan dapat menembus ke dalam sel bahan yang dikeringkan (Taib, Gunarif, Gumbira Said, 1988).

Pengeringan yang menggunakan alat pengering (pengering buatan) memiliki kelebihan dimana suhu, kelembaban nisbi udara dan kecepatan pengeringan dapat diatur dan dikontrol dengan baik. Pendapat Sopyan ada cara lain untuk melakukan proses pengeringan adalah dengan memanfaatkan radiasi matahari sehingga energi dapat terperangkap dan tidak keluar ke udara bebas. Metode pengeringan ini merupakan modifikasi dari penjemuran dengan memiliki tingkat pemanasan yang tinggi karena mampu mengumpulkan panas dan mencegah keluarnya panas menuju udara bebas (Sopyan, 2001).

## **2.5. Pengering Surya *Hybrid***

Penelitian Abdullah melakukan pengembangan pengering surya *hybrid* tipe ERK dengan memanfaatkan efek rumah kaca yang terjadi, karena adanya penutup transparan pada dinding bangunan serta pelat *absorber* sebagai pengumpul panas untuk menaikkan suhu udara ruang pengering. Desain standar untuk pengering ERK terdiri atas permukaan atap dan dinding transparan. Oleh karena itu lapisan penutup transparan memerlukan bahan yang memiliki nilai transmisivitas yang tinggi dengan absorpsivitas dan reflektivitas yang rendah (Abdullah K., 2007). Pengering surya biasanya menggunakan pemanas tambahan untuk memenuhi kebutuhan panas total yang tidak bisa sepenuhnya disuplai dari energi surya. Pemanas tambahan itu dapat berupa tungku (dengan *heat exchanger*), radiator, dan lainnya

Peneliti Madhlopa dan Ngwalo membuat desain alat pengering *hybrid* berenergi surya dan biomassa untuk mengeringkan buah nanas yang dapat beroperasi pada kondisi cuaca mendung dan di malam hari. Komponen dari alat pengering ini terdiri dari kolektor surya, batu penyimpanan panas, plenum dan ruang pengering, *outlet* ruang pengering berupa cerobong, tungku pembakaran. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa sistem pengaliran udara panas dari sumber panas energi surya dan biomassa secara efek cerobong (konveksi alami) mampu mempertahankan suhu udara pengering 41-56 °C. Pada proses pengeringan buah nanas dapat menurunkan kadar air awal sebesar 669±24 (%bk) menjadi 11±0 (%bk) dan waktu pengeringan selama 72 jam. Pada penelitian tersebut wadah pengering menggunakan rak dan aliran udara panas ke plenum dilakukan secara seri (Madhlopa A, 2007).

Penelitian Murti menyebutkan bahwa pengering surya *hybrid* merupakan alat pengering yang memanfaatkan energi panas dari energi surya dan biomassa yang digunakan secara bersamaan atau bergantian, dengan sistem pengaliran udara secara alami menggunakan cerobong untuk mengeringkan ikan. Hasil diperoleh dari penelitian ini adalah lama pengeringan adalah 7.5 jam, efisiensi kolektor surya rata-rata sebesar 54.4 %, efisiensi tungku biomassa rata-rata 12.57 %, efisiensi pengeringan rata-rata 22%, dan efisiensi total sistem pengeringan rata-rata 2.8% (Murti MR, 2010).

## 2.6. Sistem Pemanas Tambahan

Sistem pemanas tambahan dalam sistem pengeringan berfungsi untuk suplai kebutuhan panas dan mempertahankan suhu ruang pengering pada tingkat tertentu dan yang diinginkan, disesuaikan dengan keadaan bahan serta keadaan cuaca disekitar sistem pengeringan. Peralatan pemanas tambahan dapat berupa, tungku biomassa yang merupakan unit pemanas tambahan yang diperlukan apabila suhu ruang pengering minimum tidak tercapai dan atau untuk digunakan pada malam hari (Mursalim, 1995). Penggunaan tungku biomassa memiliki banyak keuntungan selain dari segi ekonomi yang cukup efisien, murah, dan mudah didapat.

Umumnya tungku pembakaran memiliki gas buang yang bersifat kotor seperti campuran asap, abu dan kotoran lainnya. Pembangkit panas jenis ini biasanya dilengkapi dengan peralatan tambahan yaitu dengan, *heat exchanger* alat yang berfungsi untuk menukarkan panas dari satu fluida ke fluida lain. Fluida-fluida tersebut dicegah bercampur satu dengan lainnya oleh pembatas seperti dinding pipa. Peneliti Kothandaraman berpendapat bahwa *heat exchanger* dibagi menjadi beberapa tipe, diantaranya yaitu:

- 1 *Singletube*, pada tipe ini, fluida mengalir didalam pipa sedangkan fluida lainnya mengalir di luar pipa. Terdapat 3 arah aliran fluida, yaitu *parallel flow* (arah aliran dari kedua fluida sama), *counter flow* (arah aliran fluida berlawanan satu dengan lainnya) dan *cross flow* (fluida di luar pipa mengalir dengan arah tegak lurus terhadap pipa).
- 2 *Shell and tube*, tipe ini mempunyai kelebihan dari tipe *single tube*, yaitu tipe ini lebih banyak digunakan pada industri karena tipe ini mempunyai kapasitas yang lebih besar dari tipe *singletube*.

- 3 *Cross flow heat exchanger*, tipe *heat exchanger* ini sering digunakan untuk penukar panas dengan media udara ataupun gas (Kothandaraman CP, 2006).

## 2.7. Mutu Kopi

Baku mutu kopi yang sesuai SNI 01-2907-2008 sejak tahun 1983 sudah diberlakukan bahwa mutu kopi diberikan penilaian berdasarkan nilai cacat. Mutu Biji Kopi diklasifikasikan kedalam 6 (enam) tingkatan mutu dan khusus untuk mutu empat dibedakan dalam jumlah nilai cacat. Untuk Tabel klasifikasi mutu berdasarkan sistem nilai cacat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Mutu Berdasarkan Sistem Nilai Cacat

<b>Mutu</b>	<b>Syarat Mutu</b>
I	Jumlah nilai cacat maksimum 11
II	Jumlah nilai cacat 12 sampai dengan 25
III	Jumlah nilai cacat 26 sampai dengan 44
IV- A	Jumlah nilai cacat 45 sampai dengan 60
IV - B	Jumlah nilai cacat 61 sampai dengan 80
V	Jumlah nilai cacat 81 sampai dengan 150
VI	Jumlah nilai cacat 151 sampai dengan 225

Hasil proses pengolahan basa dari biji kopi robusta diklasifikasikan menjadi : biji ukuran besar, biji ukuran sedang dan biji ukuran kecil. Tabel 2 menunjukkan klasifikasi ukuran biji kopi.

Tabel 2. Klasifikasi ukuran biji kopi

<b>Jenis</b>	<b>Ukuran Diameter Biji</b>
Bijikecil	X 5.5
Bijimenengah	5.5 x 6.5
Bijibesar	X 6.5



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari Bulan Juli – Desember 2021. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Fakultas Teknologi Industri UNUGHA CILACAP. Adapun jadwal setiap kegiatan terlampir pada Lampiran 1.

### **3.2. Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan perbengkelan untuk mengukur kinerja ruang pengering dijelaskan sebagai berikut :

- a) Timbangan digital
- b) Termogan
- c) Thermometer
- d) Stopwatch
- e) Oven

Bahan yang digunakan pada uji kinerja pada penelitian ini adalah biji kopi.

### **3.3. Prosedur Penelitian**

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan dimulai dari studi litelatur, pengukuran kinerja mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid* dan perhitungan dan analisis Teknik. Diagram alir prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 4. Tahapan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut :

#### 1) Studi Litelatur

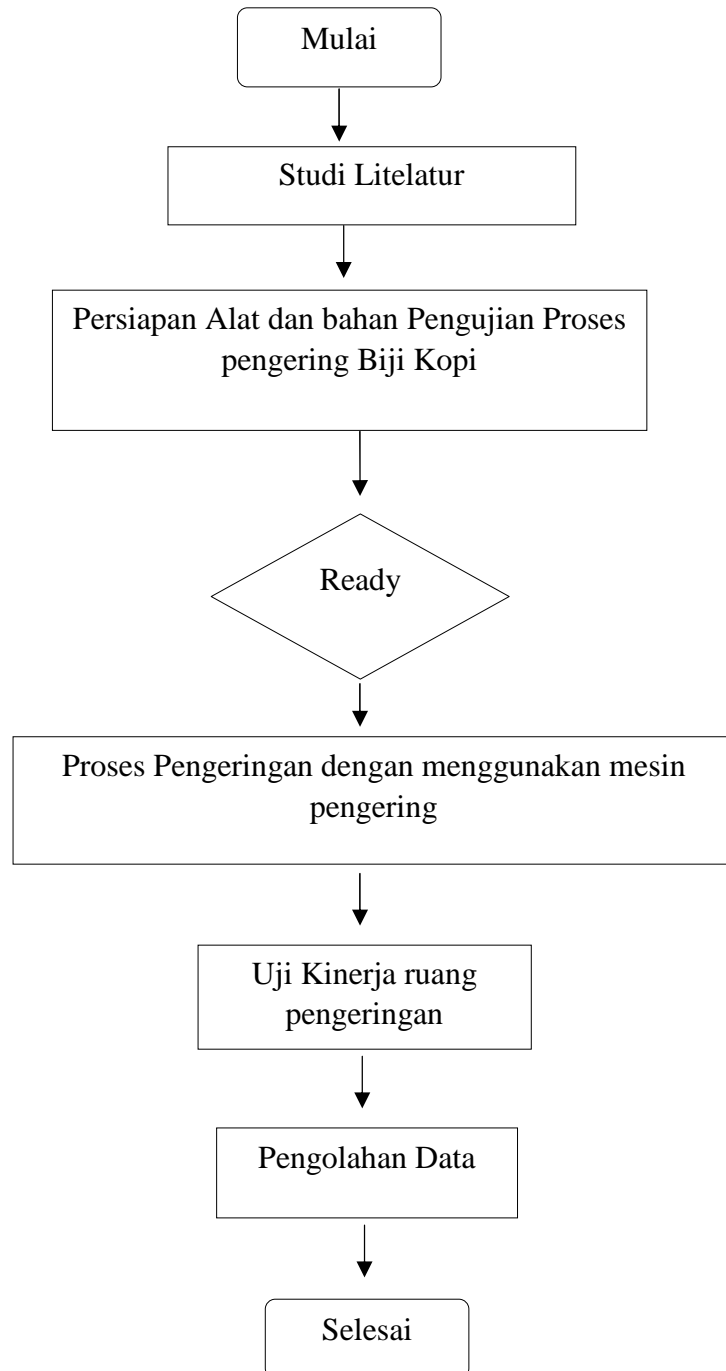
Pada tahapan ini, melakukan penelusuran penelitian penelitian yang mengkaji proses pengeringan baik secara konvensional maupun pengering buatan.

#### 2) Pengukuran kinerja mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid*

Pada tahapan ini, melakukan pengamatan pada ruang pengering Adapun data yang diamati meliputi suhu yang masuk kedalam ruang pengering, suhu pada bahan biji kopi dan suhu yang keluar bahan.

#### 3) Perhitungan dan Analisis Teknik

Tahapan ini yaitu melakukan evaluasi dari disain ruang pengering yang dirancang berdasarkan analisis Teknik. Hasil analisis Teknik antara lain kadar air, laju pengeringan, rendemen proses pengeringan dan efisiensi ruang pengeringan.



Gambar 4. Prosedur Penelitian

6

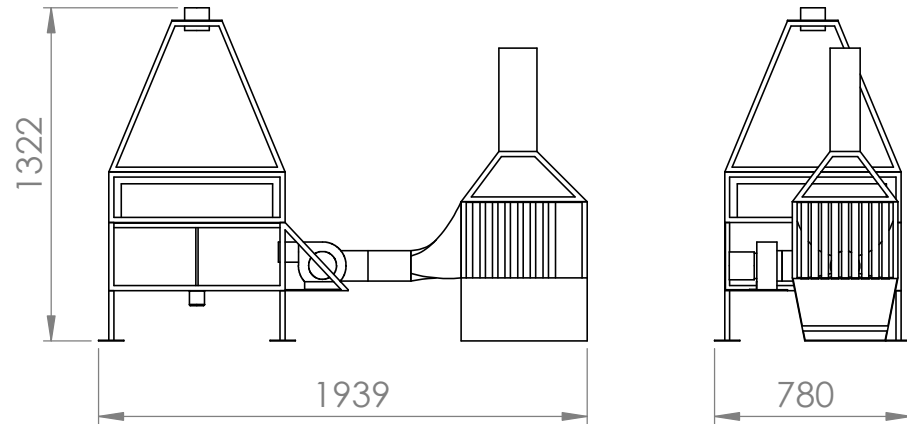
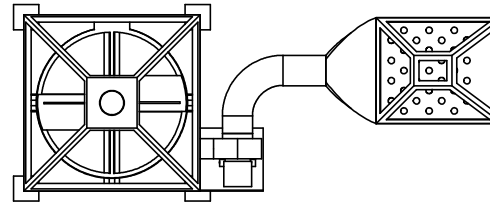
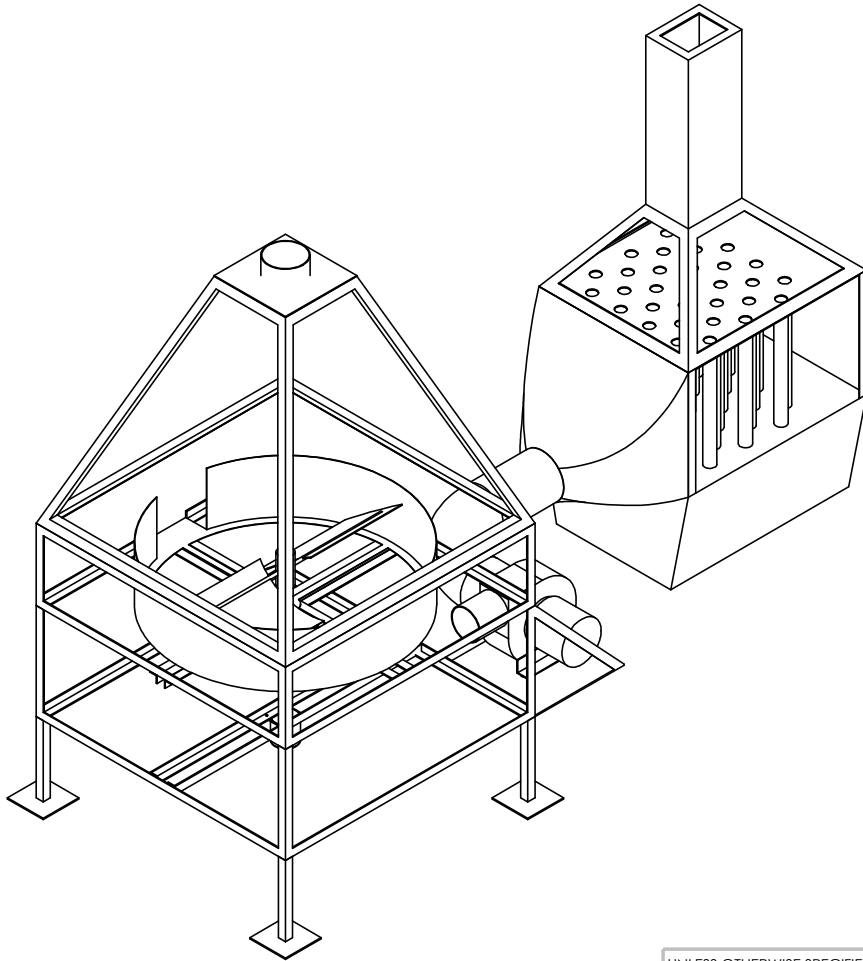
5

4

3

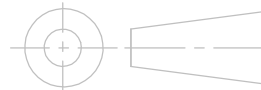
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:  
**MESIN PENGERING  
 KOPI**

DWG NO. **MPK-01-ASSY** **A4**

SCALE: 1:20 SHEET 1 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

5

4

3

2

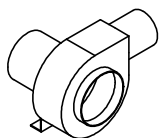
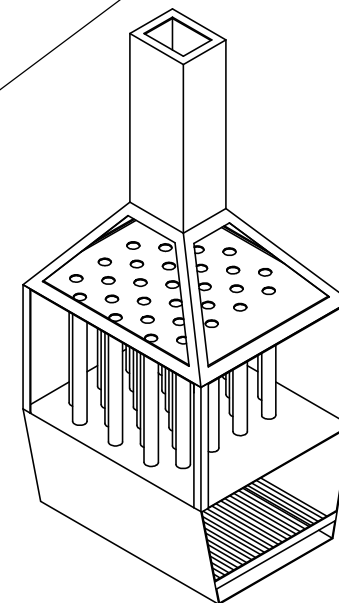
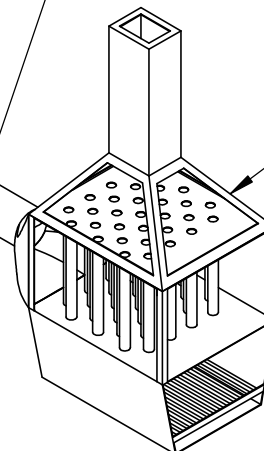
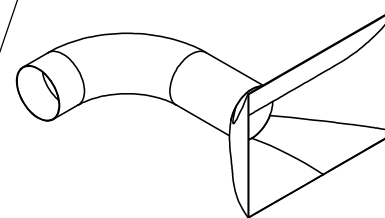
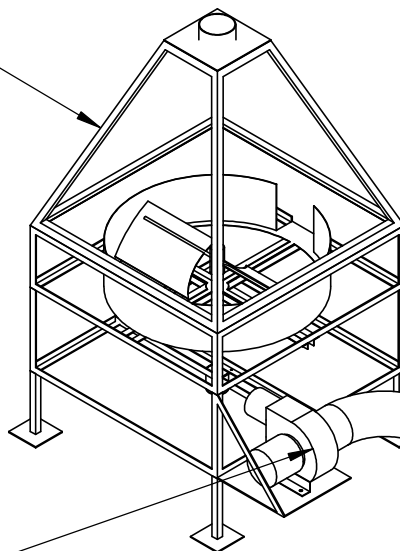
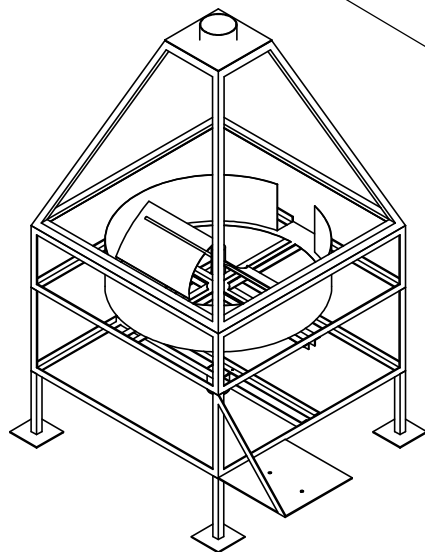
1

PENGERING

DUCTING

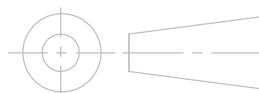
TUNGKU

CENTRIFUGAL FAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING  
KOPI

DWG NO.

MPK-02-ASSY

A4

SCALE:1:20

SHEET 2 OF 18

6

5

4

3

2

1

### 3.4. Parameter Pengukuran

Parameter pengujian ini dilakukan langsung menggunakan beban biji buah kopi yang akan dikeringkan. Parameter pengukuran dilakukan bersamaan proses pengeringan biji kopi selama 5 jam (waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan). Proses pengeringan dimulai dari pukul 10.00 – 15.00 WIB. Pengambilan data dilakukan secara dua kali dan disajikan dalam bentuk grafik. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah

1. Waktu (menit)
2. Suhu panas masuk ruang pengeringan ( $^{\circ}\text{C}$ )
3. Suhu panas di bahan ( $^{\circ}\text{C}$ )
4. Suhu panas keluar bahan ( $^{\circ}\text{C}$ )
5. Bobot biji kopi awal (kg)
6. Bobot biji kopi akhir (kg)

### 3.5. Analisis Teknik

Perhitung ananalisis Teknik merupakan factor penentu dari ukuran disain ruang pengering. Ketepatan dalam melakukan perhitungan dan proses konstruksi akan membuat kinerja ruang pengering mampu menurunkan kadar air biji kopi. Analisis Teknik yang dilakukan meliputi perhitungan penentuan jumlah rak pengering, perhitungan pompa, perhitungan koefisien pindah panas keseluruhan.

a. Perhitungan jumlah rak

$$\begin{aligned}A_{\text{rak}} &= \text{Volume Bahan} / \text{Tinggi Tumpuk} \\ &= 20.000 \text{ cm}^3 / 7.5 \text{ cm} \\ &= 2,666.67 \text{ cm}^2 \\ \text{LuasRak } (A_{\text{rak}}) &= r^2 \\ r &= \text{LuasRak } (A_{\text{rak}}) / \\ &= (2,666.67 \text{ cm}^2 \times (7/22))^{1/2} \\ &= 29.14 \text{ cm} \\ \text{Diameter rak} &= 2 \times r = 2 \times 29.14 = 58,28 \text{ cm} = 60 \text{ cm}\end{aligned}$$

b. Perhitungan pompa

$$Y_1 = \frac{mCp(t_1 - t_2)}{VI}$$

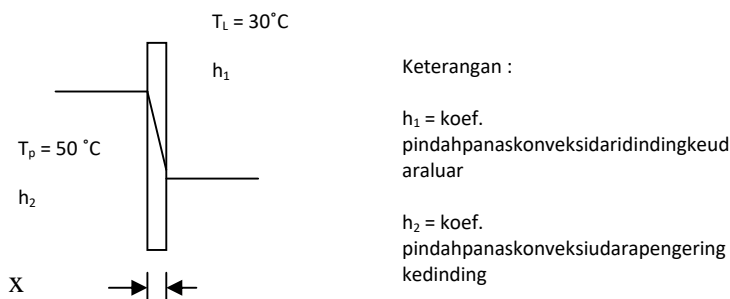
$$0,12 = (m \times 1.02 \times 1000 J / Kg^\circ C \times (60 - 28)^\circ C \times 5 \times 3600) / 133 \times 10^6$$

$$m = 0.027 kg / det$$

$$m = 81 m^3 / Jam$$

c. Perhitungan Koefisien Pindah Panas Keseluruhan

Diasumsikan pindah panas terjadi pada semua dinding vertikal pengering, dengan ilustrasi sebagai berikut :



Mencari  $h_1$

Asumsi :

- Konveksi terjadi secara alami
- Tinggi dinding terkena pindah panas ( $L$ ) = 2 m
- Suhu dinding merupakan suhu rata-rata antara  $T_p$  dan  $T_L$ , yaitu :  $T_d = (50 + 30) / 2 = 40^\circ C$
- Suhu rata-rata ( $T_F$ ) =  $(T_d + T_p) / 2 = (30 + 40) / 2 = 35^\circ C$

$$Gr = \frac{g\beta\rho^2}{\mu^2} L^2 \Delta T = 111.1 \times 10^6 \times 2^3 \times 10; \frac{g\beta\rho^2}{\mu^2} pd T_F = 111.1 \times 10^6$$

$$Gr = 9.528 \times 10^9$$

$$Pr = 0.706 \text{ (Pada } T_F = 35^\circ C = 308 K)$$

$$GrPr = 6.73 \times 10^9$$

$$h = 1.31(\Delta T)^{\frac{1}{3}} = 1.31(10)^{\frac{1}{3}} = 2.82 \frac{W}{m^2 K}$$

Mencari  $h_2$

Asumsi :

- Konveksi terjadi secara paksa
- Kecepatan udara rata-rata ( $v_u$ ) = 0.2 m/s
- Tinggi dinding terkena pindah panas ( $L$ ) = 2 m
- Suhu dinding merupakan suhu rata-rata antara  $T_p$  dan  $T_L$ , yaitu :  $T_d = (50 + 30)/2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$
- Suhu rata-rata ( $T_f$ ) =  $(T_d + T_p)/2 = (50 + 40)/2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Re = \frac{v \times L}{\nu}; \nu = \text{viskositas kinematik pada } T_f = 35 \text{ }^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$Re = \frac{0.2 \times 2}{1.5783 \times 10^{-5}} = 0.253 \times 10^5$$

$$Pr = 0.704 \text{ (Pada } T_f = 45 \text{ }^\circ\text{C} = 318 \text{ K)}$$

$$Nu = 0.906 \left( Re^{\frac{1}{2}} \times Pr^{\frac{1}{3}} \right) = 0.906 \left( (0.253 \times 10^5)^{\frac{1}{2}} \times 0.704^{\frac{1}{3}} \right)$$

$$Nu = 128.16$$

$$h = \frac{Nu \times k}{L} = \frac{128.16 \times 2.76 \times 10^{-2}}{2} = 1.77 \frac{W}{m^2 K}$$

Mencari  $U$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{x}{k_{dinding}} + \frac{1}{h_2}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{2.82} + \frac{0.0016}{0.1651} + \frac{1}{1.77}} = 1.03 \frac{W}{m^2 K}$$

**Safety factor untuk  $U = 1.5$  maka nilai  $U$  yang digunakan =  $U = 1.5 \times 1.03 = 1.55$**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Disain Ruang Pengering Biji Kopi

Penggunaan kipas sentrifugal type MC-DE M125R yang berfungsi menarik suhu panas dari ruang pembakar yang digunakan untuk pemanas tambahan dalam ruang mesin pengering biji kopi, sehingga panas yang ada dalam mesin pengering biji kopi selalu stabil dan penggunaan motor listrik dengan *low speed hi torque synchronous motor* dengan RPM yang ditambahkan baling-baling yang berfungsi meratakan biji kopi agar panas yang meresap dalam biji kopi merata.

Disain ruang pengering biji kopi adalah salah satu komponen utama pada mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid*. Ruang pengering biji kopi terdiri dari inlet udara panas, rak pengering biji kopi, dan pintu input output biji kopi yang akan dikeringkan. Adapun Gambar Ruang pengering yang sudah dilakukan fabrikasi skala percobaan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konstuksi Ruang Pengering

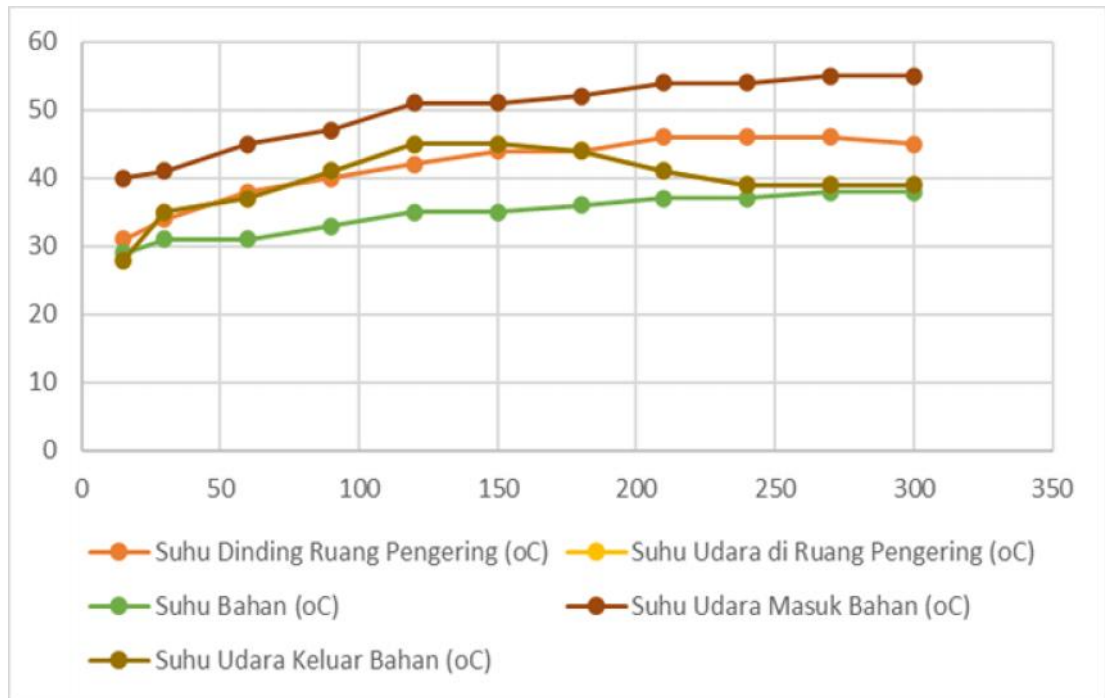
Material yang digunakan untuk kolektor surya adalah bahan akrilik yang dapat menembus sinar matahari secara langsung. Untuk rangka menggunakan besi



plat. Motor AC digunakan untuk melakukan gerak rotary saat proses pengeringan berlangsung. Kapasitas pengering biji kopi pada ruang pengering sebanyak 5 kg. disesuaikan dengan kontur biji kopi yang diamati. Konstruksi ruang pengering sesuai dengan gambar rancangan konsep awal dan sudah berkesesuaian secara ukuran, bentuk dan dimensi. Menurut Harsokusoemo, Setelah fase perancangan konsep produk, maka fase proses perancangan berikutnya adalah fase perancangan produk itu sendiri. Konsep-konsep produk yang terpilih pada awal evaluasi konsep produk menjadi awal fase ini. Fase perancangan produk disebut juga dengan istilah perancangan bentuk atau *shape design*. Fase ini juga dikenal dengan istilah *hardware design* atau istilah lain yang dikenal adalah *embodiment design*, yaitu pemberian “*body*” pada konsep produk yang masih berupa kerangka (Harsokusoemo, 2000).

#### **4.2. Profil Suhu Ruang Pengering Biji Kopi**

Proses pengeringan berlangsung selama 5 jam, dimulai pukul 10.00 – 15.00 WIB. Energi matahari menjadi sumber energy terbesar pada saat proses pengeringan, sedangkan panas yang berasal dari pembakaran biomassa didalam tungku merupakan pemanas tambahan pada proses pengeringan biji kopi. Intensitas matahari pada pukul 10.00 makin meningkat setiap kenaikan waktunya mencapai puncaknya pada pukul 14.00. Untuk sebaran suhu yang terjadi pada ruang pengering ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sebaran Suhu di Ruang Pengering

Sebaran suhu diruang pengering untuk suhu luar dinding ruang pengering berkisar  $31^{\circ}\text{C} - 46^{\circ}\text{C}$ , suhu udara diruang pengering berkisar  $28^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$ , suhu bahan  $29^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$ , suhu udara yang masuk ke bahan  $40^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$ , suhu udara keluar bahan  $28^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$ . Hampir rata – rata suhu di dalam ruang pengering mencapai nilai tertinggi pada Pukul 12.00. Hal ini dikarenakan intensitas radiasi matahari pada saat pukul 12.00 dalam keadaan optimal sehingga proses pengeringannya dapat berlangsung dengan baik, dan losses panas yang keluar kelingkungan relative lebih sedikit.

#### 4.3. Pengujian dengan Bahan

Uji kinerja pada ruang pengering juga dilakukan menggunakan bahan biji kopi dengan kapasitas maksimal mesin yaitu 5 kg. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali atau Duplo data. Kecepatan putar yang digunakan untuk memutar biji kopi menggunakan kecepatan putar sebesar 30 rpm. RPM yang rendah akan membuat proses pengadukan lebih merata dan proses pengeringan menjadi lebih efektif. Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan proses pengujian beban pada ruang pengering biji kopi.



Gambar 7. Uji Kinerja Biji Kopi Pertama



Gambar 8. Uji Kinerja Biji Kopi Kedua

Berdasarkan hasil uji kinerja pada dua data tersebut untuk percobaan pertama bobot biji kopi awalnya adalah 5 kg setelah dikeringkan selama 5 jam bobot akhirnya menjadi 3.5 kg atau mengalami penyusutan 1.5 kg. Sedangkan untuk percobaan kedua bobot awalnya adalah 5 kg dilakukan proses pengeringan selama 5 jam bobot akhirnya menjadi 3.7 kg atau mengalami penyusutan sebanyak 1.3 kg. Proses penyusutan ini menunjukkan bahwa ruang pengering yang dirancang mampu untuk menurunkan kadar air biji kopi yang dilakukan selama 5 jam.

#### 4.4. Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air yang terdapat didalam bahan. Semakin banyak biji kopi mengandung air maka akan mengurangi mutu dari biji kopi. Oleh sebab itu kadar air harus masuk kedalam standar baku mutu yang sudah ditetapkan 12 – 13 %. Kadar air awal biji kopi untuk percobaan pertama adalah 42 % b/b kadar air akhir setelah proses pengeringan yaitu menjadi 14.2 % b/b. Untuk percobaan kedua kadar air awal biji kopi adalah 41 % b/b. Setelah dikeringkan menjadi 13.9 % b/b. Nilai kadar air rata – rata yaitu 13.65 % b/b masih sedikit diatas standar baku mutu yaitu maksimal 13 %. Perbedaan ini salah satu faktor yang mempengaruhi adanya kelembaban udara yang ikut kedalam biji kopi ketika proses pengujian kadar air sehingga perlu diendapkan terlebih dahulu di dalam desikator. Gambar 9 menunjukkan Biji Kopi hasil proses pengeringan.



Gambar 9. Biji Kopi Hasil Pengeringan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data kerja alat pengering dengan sumber panas tungku biomasa dalam system pindah panas menggunakan metode *heat exchanger* yang dialirkan dengan pipa penyalur panas dan efek rumah kaca (ERK) berupa data proses pengeringan dalam ruang pengering *type hybrid* yang di dapat sebagai berikut :

1. Analisis unjuk kerja penyebaran suhu ruang pengering *type hybrid* meliputi pengeringan efek rumah kaca (ERK), laju pengeringan, rendamen hasil pengeringan, kebutuhan panas yang sesuai.

Pada penelitian sebaran suhu udara panas dalam ruang pengering *type hybrid* diukur dalam 5 titik yaitu pada setiap sudut ruang pengering dan pada bagian tengah ruang pengering. Dengan letak titik pengukuran suhu diatas bahan yang sama pada tiap titik percobaan pola penyebaran suhu yang diterima setiap bahan pada tiap-tiap sampel pengukuran suhu diatas cenderung sama.

2. Analisa pindah panas yang terjadi pada tungku dan pipa penyalur yang masuk ke dalam ruang pengering *type hybrid* telah efektif dan tidak terjadinya kehilangan panas pada ruang pengering.

Dalam dua kali uji coba nilai-nilai efisiensi pembakaran, efisiensi tungku dan efisiensi pipa penyalur panas dapat dilihat dalam ruang pengering *type hybrid* menghasilkan rata – rata suhu 49,5° C. Dan suhu dalam ruang pengering *type hybrid* menghasilkan suhu yang *konstan* sehingga proses pengeringan merata.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut ini :

1. Suhu yang dihasilkan di ruang pengering pada mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid* rata – rata sebesar 49.5 °C. Suhu ini masuk kedalam suhu ideal untuk mengeringkan biji kopi
2. Kapasitas maksimal dalam mesin pengering biji kopi tipe *rotary hybrid* dalam proses pengeringan adalah 5 kg
3. Proses pengeringan biji kopi terbagi beberapa titik pengamatan, suhu dinding ruang pengering rata – rata 41.5 °C, suhu udara diruang pengering rata -rata 39.4 °C, suhu bahan rata – rata 34.5 °C, suhu udara masuk bahan rata – rata 49.5 °C dan suhu udara keluar bahan rata -rata 39.4 °C , sehingga dalam proses pengeringan biji kopi tersebut memerlukan waktu 5 jam.

#### **5.2. Saran**

Saran untuk pengembangan lanjutan adalah mencoba melakukan pengembangan menggunakan mikro kontroler untuk pusat control suhu diruang pengering yang dihubungkan dengan gerak kipas blower untuk menarik udara ketika suhu mengalami penurunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah K. 2007. *Acceleration of Rural Industrialization Using Renewable Energy Technology*. Dalam : Abdullah, K (ed). *TEKNOLOGI BERBASIS SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PERTANIAN*. CREATA-IPB.
- Al-Naema MA, F. I. 2016. Modelling of a Modular Indirect Natural Convection Solar Dryer. *Palma de Mallorca (ES)*, 11–14.
- Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI). 2014. *Laporan Pasar Kopi*.
- Harsokusoemo. 2000. *PENGANTAR PERANCANGAN TEKNIK (PERANCANGAN PRODUK)*. DITJEN DIKTI – DEPDIKNAS.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2015. *No Title*.  
<http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/%0AGambar/file/statistik/2015/KOP I 2013 -2015.pdf>
- Kothandaraman CP. 2006. Heat and Mass Transfer. In *New Age International Publisher*.
- Kurniawan, E. 1999. *Kinerja pengeringan Kopi dengan Sumber Energi Tungku Kayu dan Kolektor Matahari*.
- Madhlopa A, N. G. 2007. Solar dryer with thermal storage and biomass-backup heater. *Sol Energy*, 81(4), 449–462.
- Mursalim. 1995. *Uji Penampilan Sistem Pengering Kombinasi Energi Surya dan Tungku Batu Bara dengan Bangunan Tembus Cahaya Sebagai Pembangkit Panas untuk Pengeringan Vanili (Vanilla Planivora)*.
- Murti MR. 2010. Performansi Pengering Ikan Aliran Alami memanfaatkan Energi Kombinasi Kolektor Surya dan Tungku Biomassa. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, 4(2), 93–98.

- Mwithiga G, K. S. 2006. Performance of a solar dryer with limited sun tracking capability. *J Food Eng*, 74, 247–252.
- Pangavhane DR, Sawhney RL, S. P. 2002. Design, development and performance testing of a new natural convection solar dryer. *Energy*, 27, 579–590.
- Sopyan, I. 2001. *Rancangan Awal Alat Pengering Energi Matahari (Solar Dryer) Untuk Pengeringan Rumput Laut*.
- Taib, Gunarif, Gumbira Said, dan S. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa.

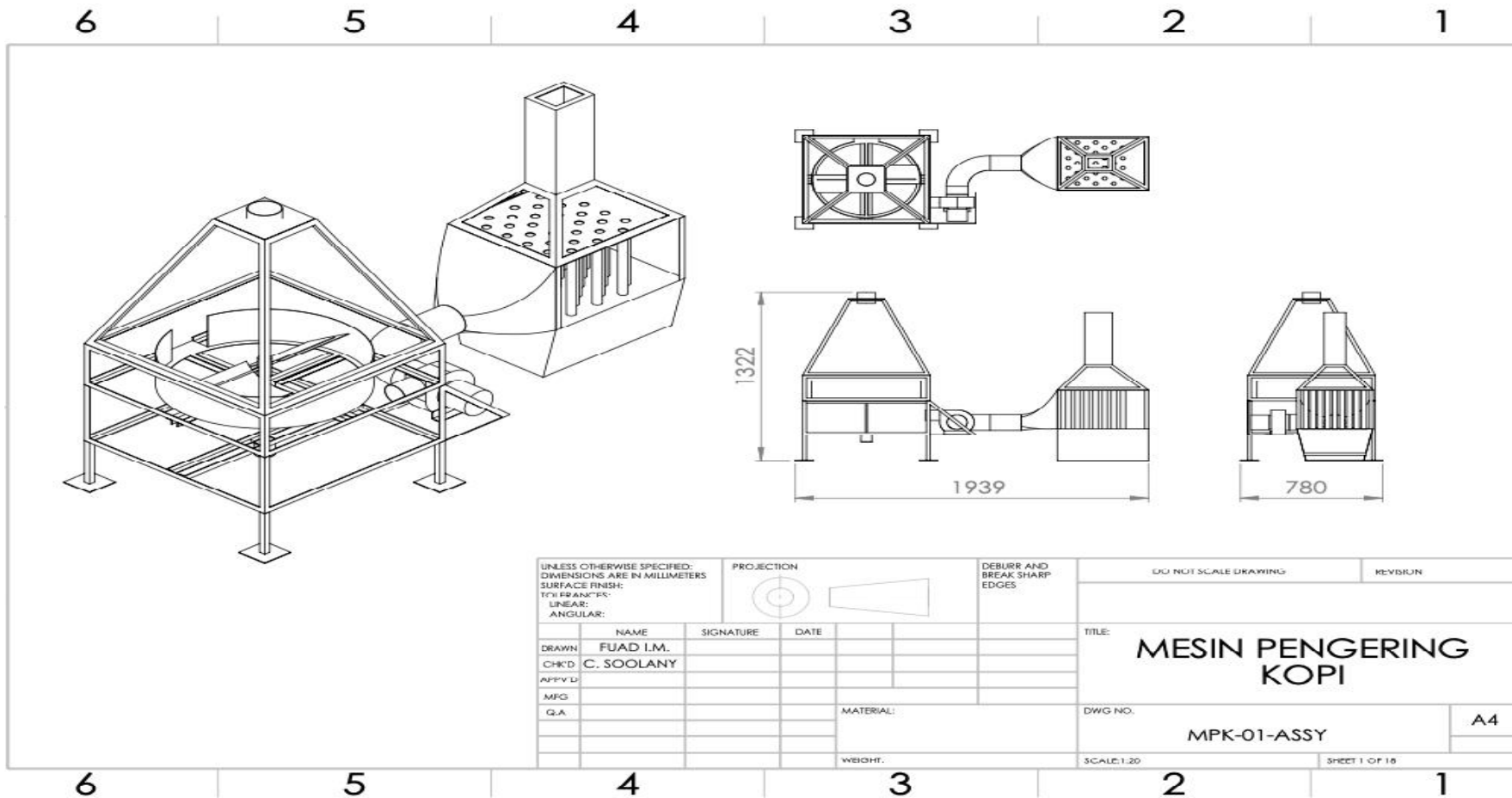


## **LAMPIRAN**

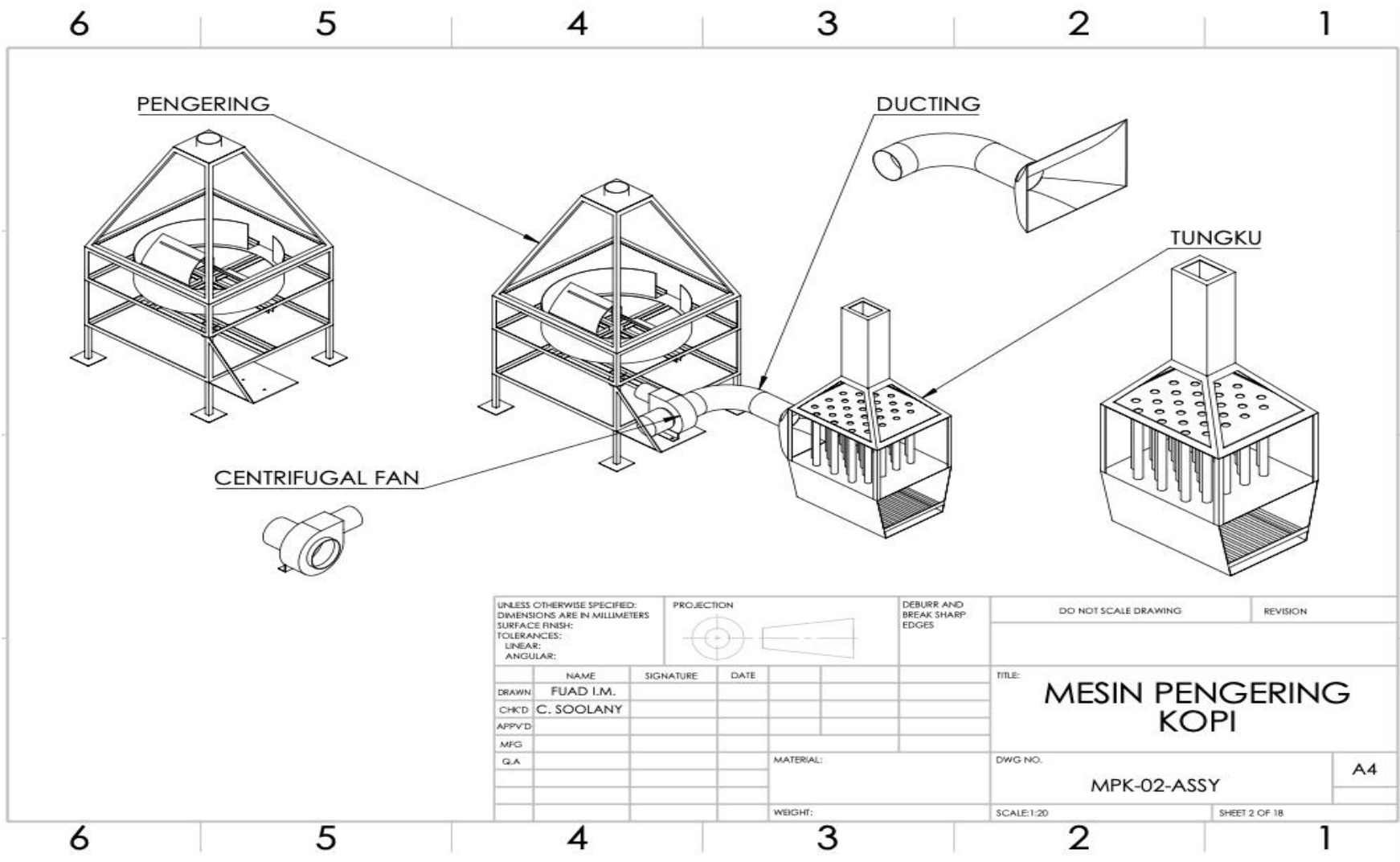
**Lampiran 1. Jadwal Kegiatan**

No.	Nama Kegiatan	Bulan ke-						Keterangan
		6	7	8	9	10	11	
1.	Studi Litelatur							UNUGHA
2.	Persiapan untuk proses pengeringan biji kopi							Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
3.	Analisis Teknik							Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
4	Seminar proposal							FTI UNUGHA
4.	Uji Kinerja ruang pengering							Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
5.	Analisis data							Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
6.	Seminar hasil penelitian							FTI UNUGHA
7.	Laporan Tugas Akhir							FTI UNUGHA

**Lampiran 2. Disain Mesin Pengering Biji Kopi**



### Lampiran 3. Ruang Pengering Biji Kopi



#### Lampiran 4. Foto Kegiatan



Gambar Mesin Pengering Biji Kopi



Gambar Proses Menginstall Mesin Pengering Biji Kopi



Gambar Pengukuran Suhu



Gambar Pengukuran Suhu



Gambar Biji Kopi

6

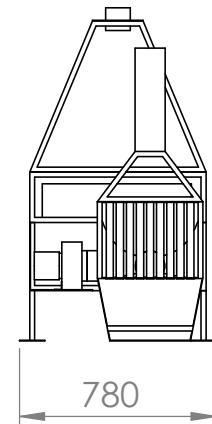
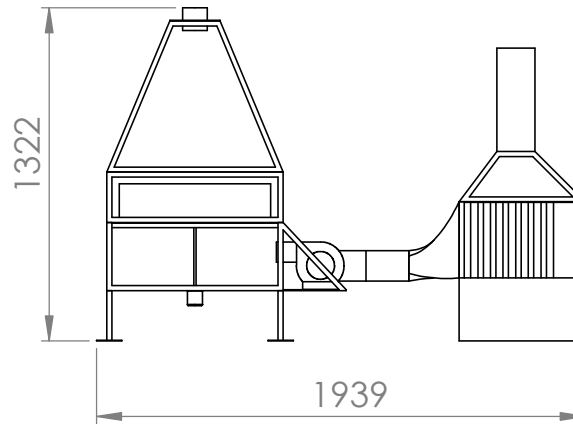
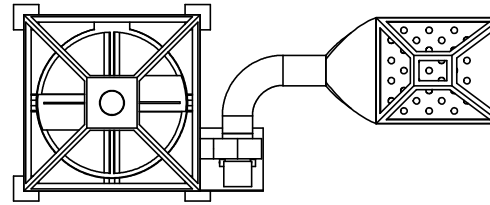
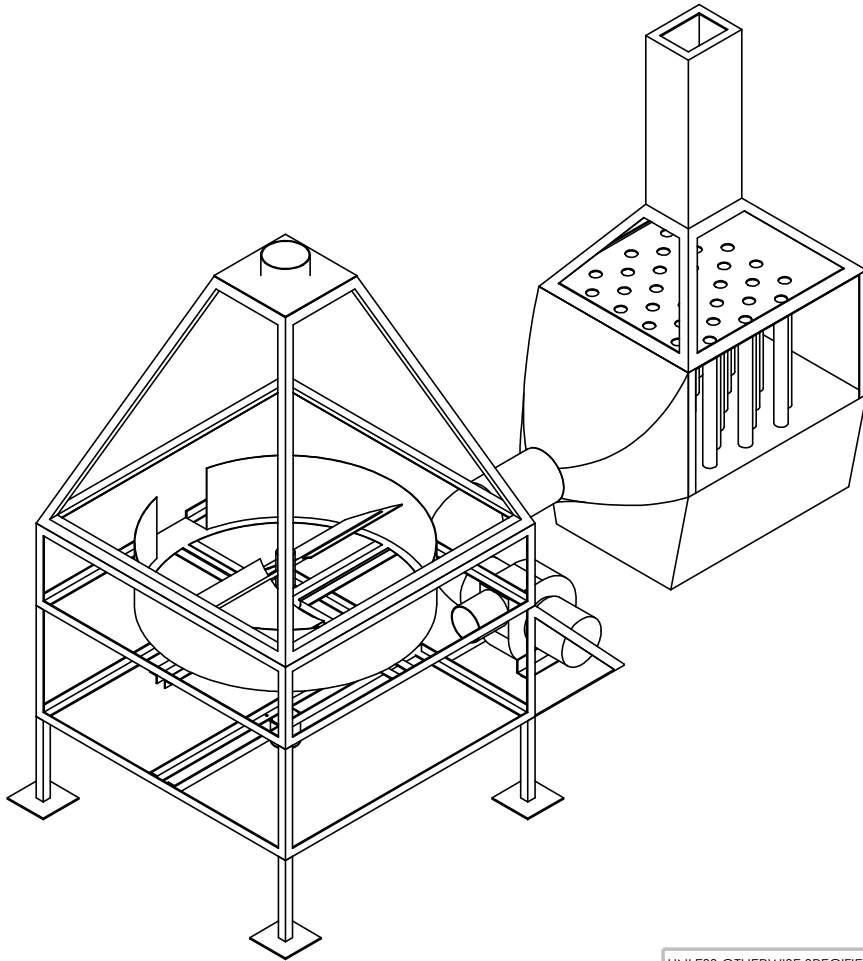
5

4

3

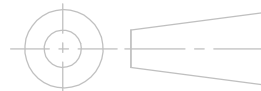
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:  
**MESIN PENGERING  
 KOPI**

DWG NO. **MPK-01-ASSY** **A4**

SCALE: 1:20 SHEET 1 OF 18

6

5

4

3

2

1



6

5

4

3

2

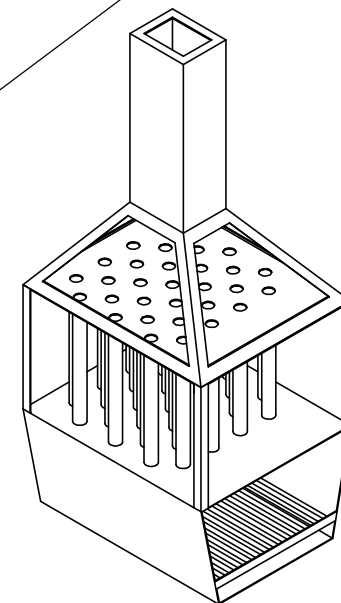
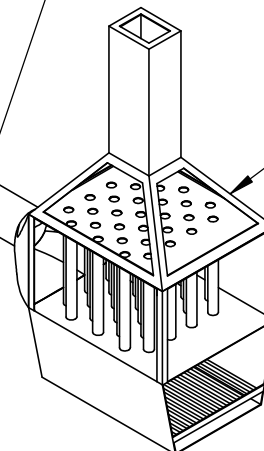
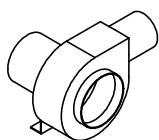
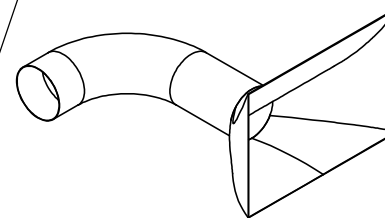
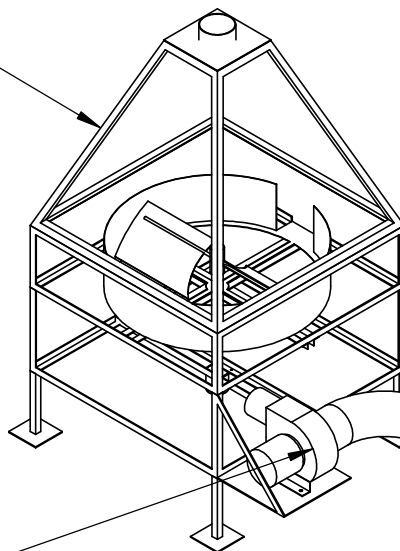
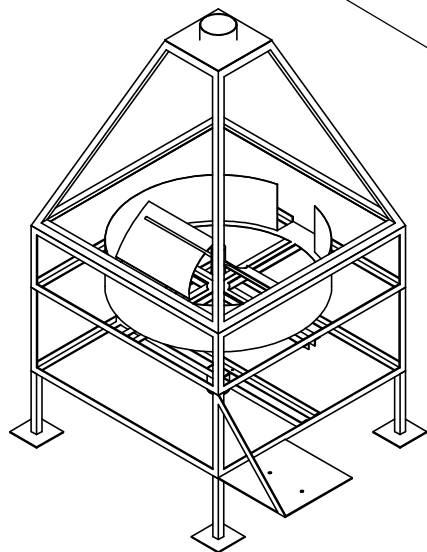
1

PENGERING

DUCTING

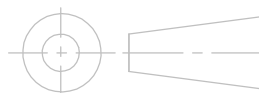
TUNGKU

CENTRIFUGAL FAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING  
KOPI

DWG NO.

MPK-02-ASSY

A4

SCALE:1:20

SHEET 2 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

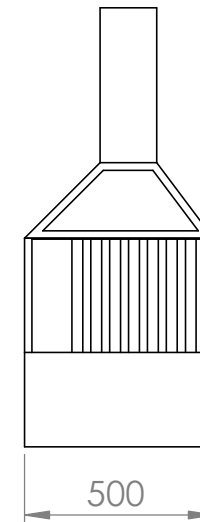
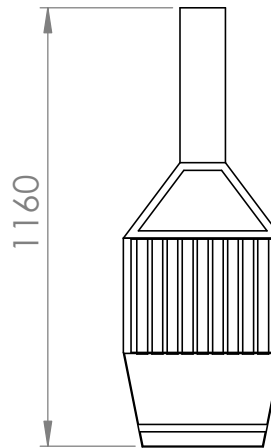
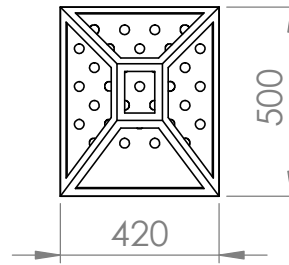
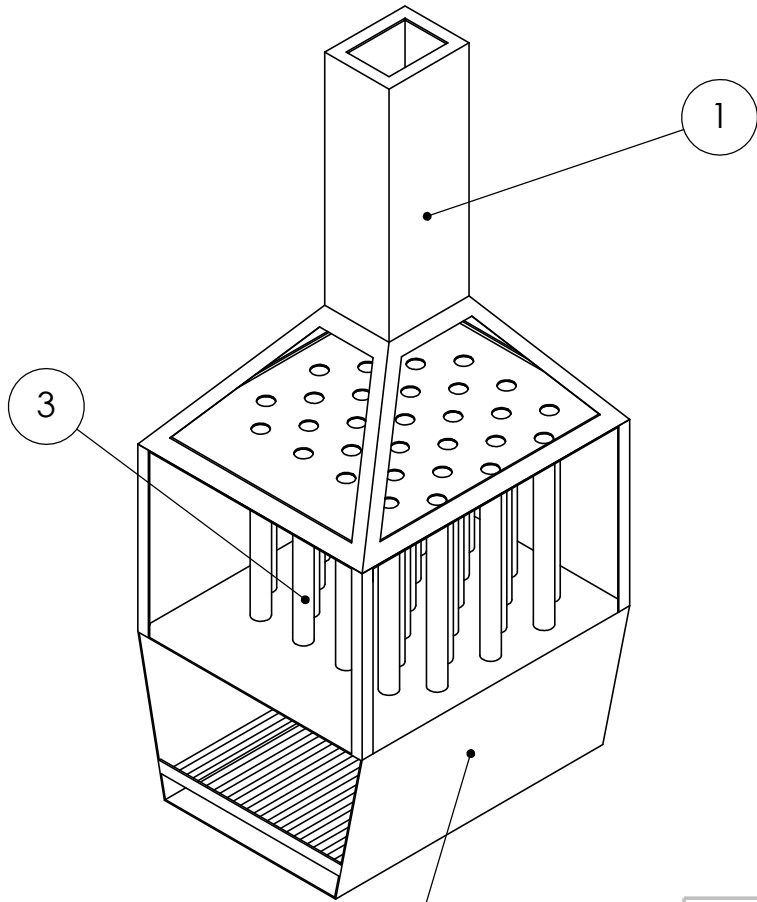
5

4

3

2

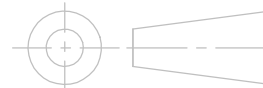
1



2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

TUNGKU ASSY

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING KOPI

DWG NO.

MPK-02-TUNGKU-00

A4

SCALE: 1:20

SHEET 3 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

5

4

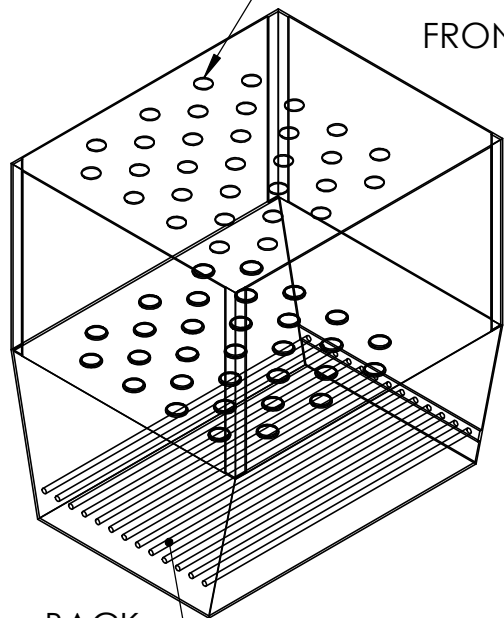
3

2

1

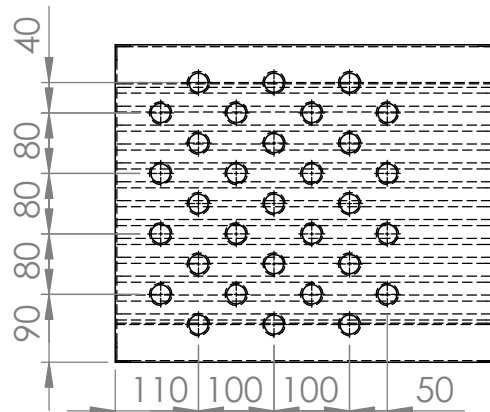
LUBANG UNTUK PIPA

FRONT

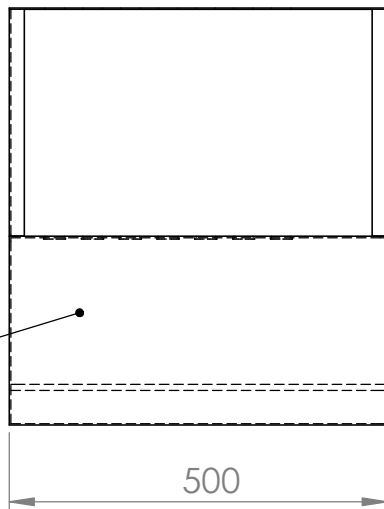


BACK

BAJA 8 MM

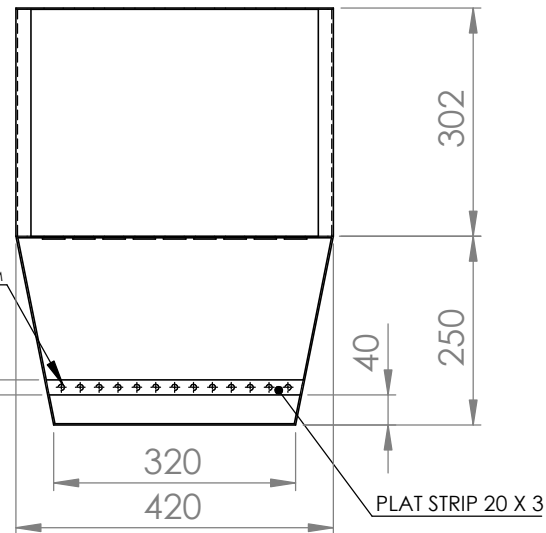


BAHAN PLAT BAJA 2 MM



JARAK ANTAR BESI 25 MM

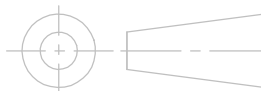
20



PLAT STRIP 20 X 3

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING KOPI

DWG NO.

MPK-02-TUNGKU-02

A4

SCALE:1:20

SHEET 4 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

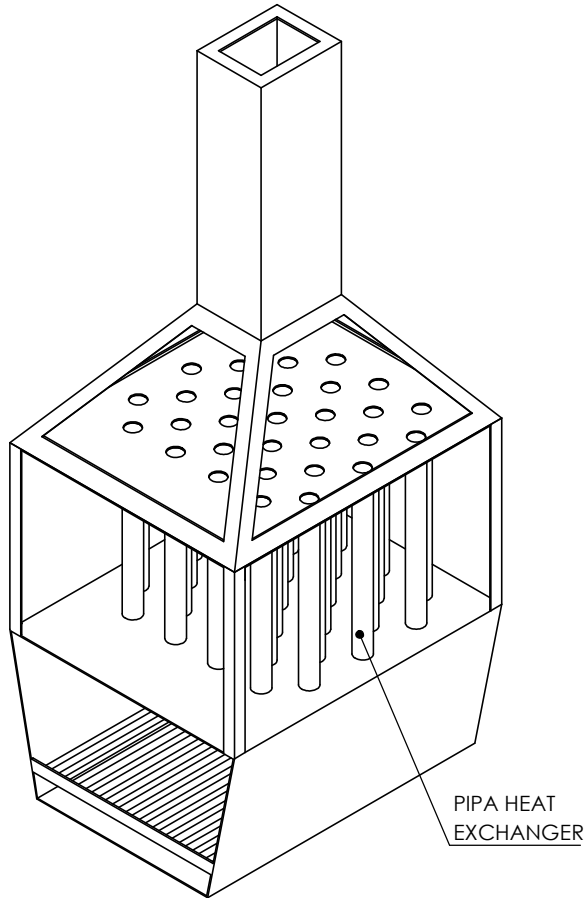
5

4

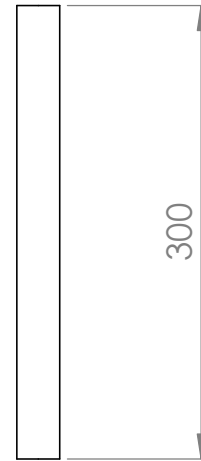
3

2

1



PIPA 1 INCH



PIPA HEAT EXCHANGER

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN FUAD I.M.		SIGNATURE		DATE		TITLE: <b>MESIN PENGERING KOPI</b>			
CHK'D C. SOOLANY									
APPV'D									
MFG									
Q.A									
				MATERIAL:		DWG NO. MPK-02-TUNGKU-03		A4	
				WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 5 OF 18	

6

5

4

3

2

1

6

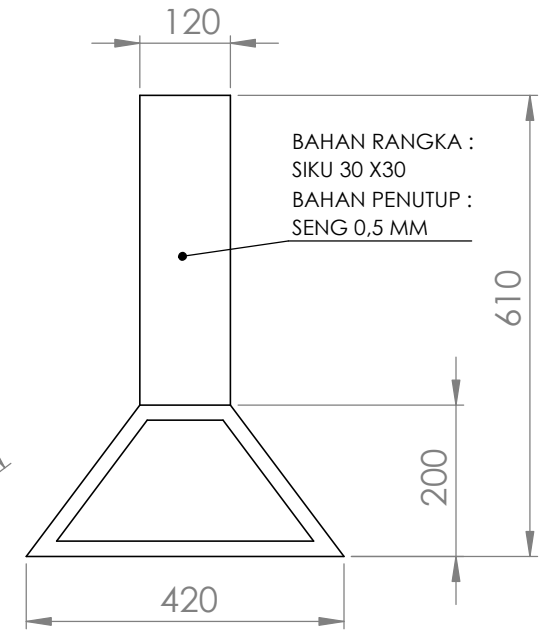
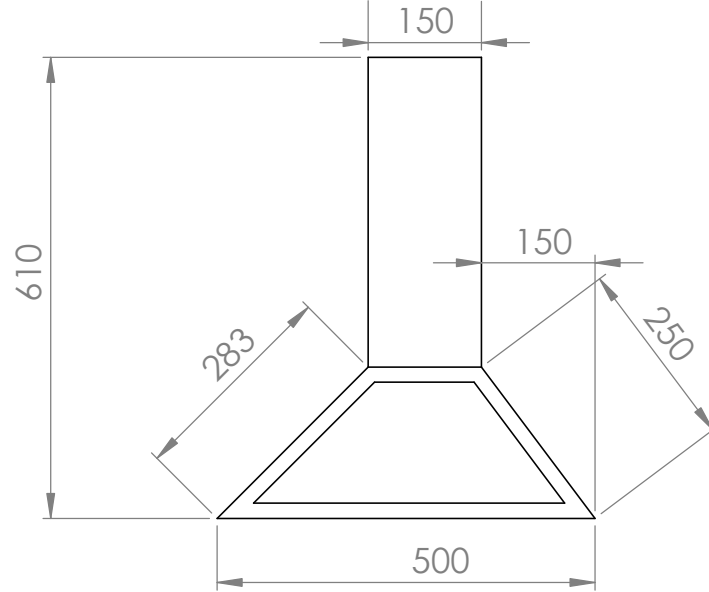
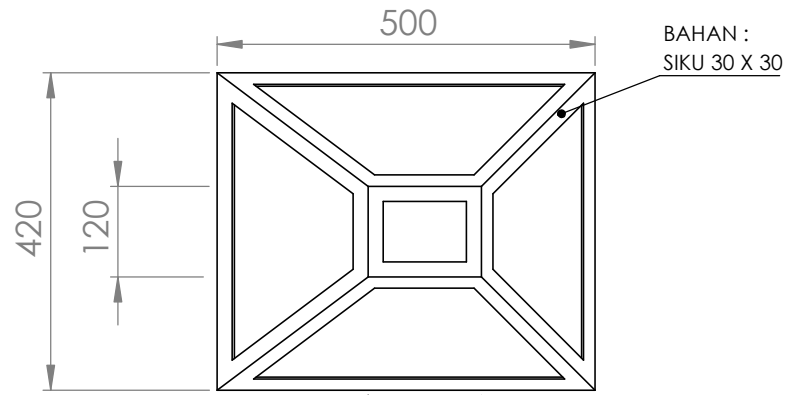
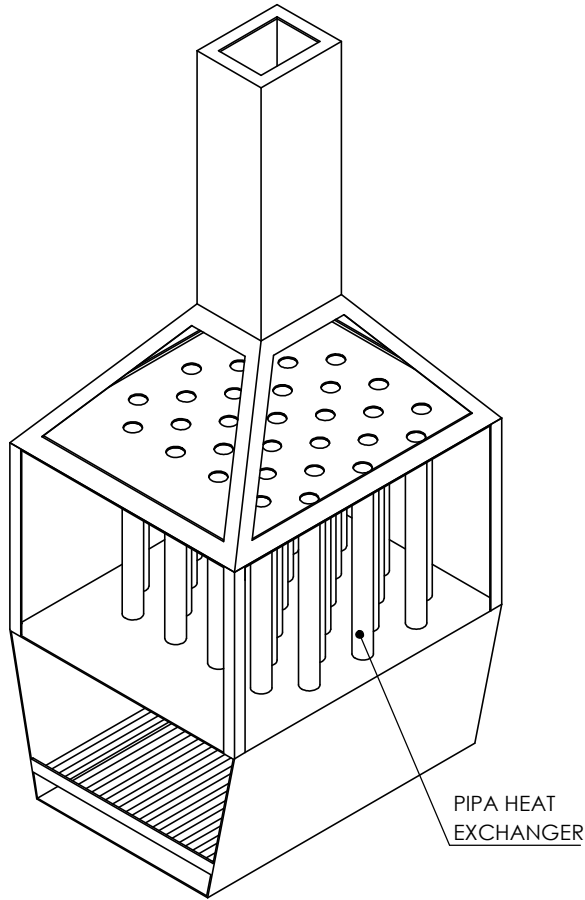
5

4

3

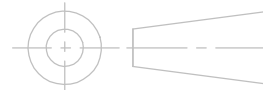
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING  
KOPI

DWG NO.

MPK-02-TUNGKU-01

A4

SCALE:1:20

SHEET 6 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

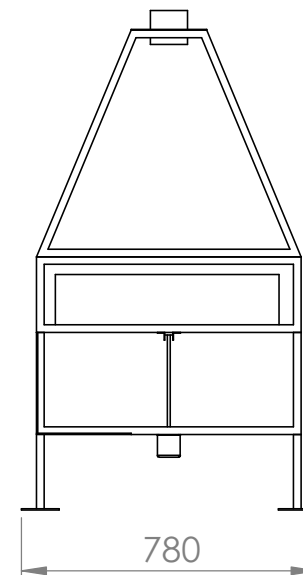
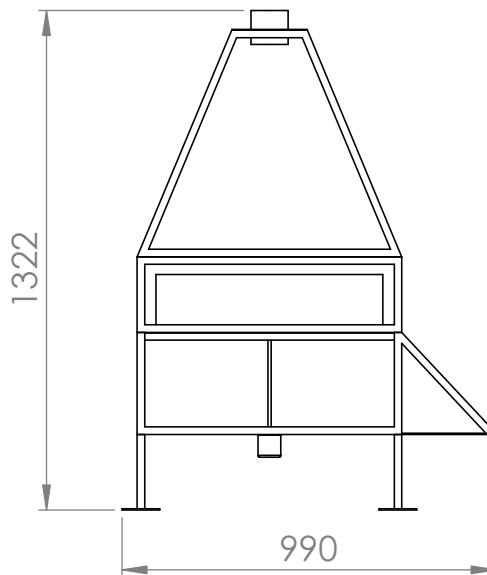
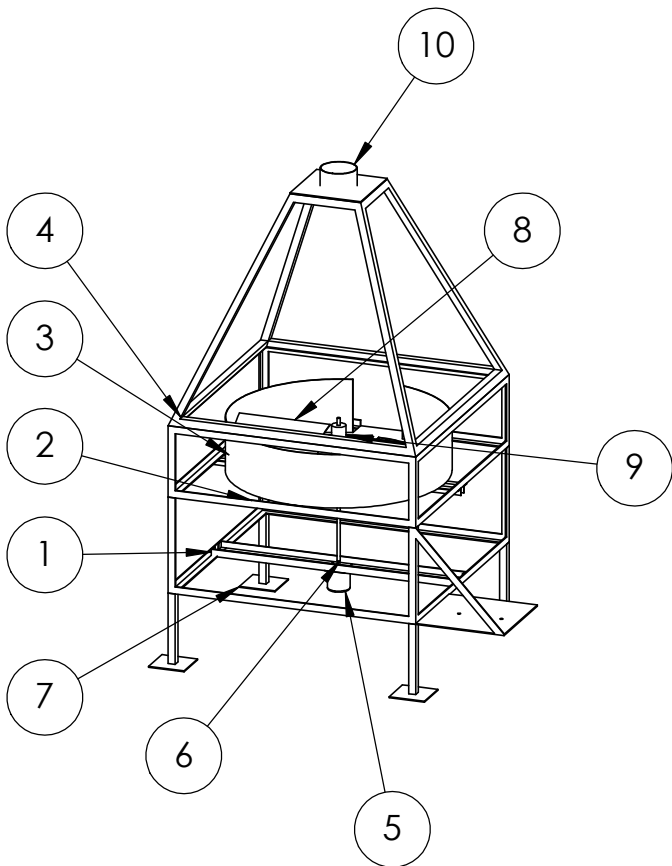
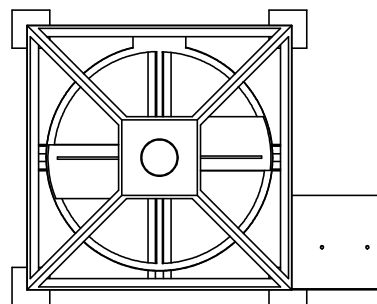
5

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
							TITLE: <b>MESIN PENGERING KOPI</b>				
DRAWN FUAD I.M.			SIGNATURE		DATE				DWG NO. MPK-03-PENGERING-00		
CHK'D C. SOOLANY									A4		
APPV'D									SCALE: 1:20		
MFG									SHEET 7 OF 18		
Q.A							MATERIAL:				
							WEIGHT:				

6

5

4

3

2

1

6

5

4

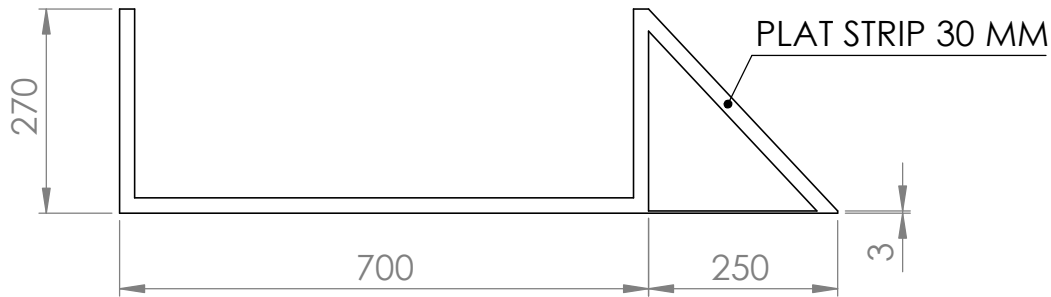
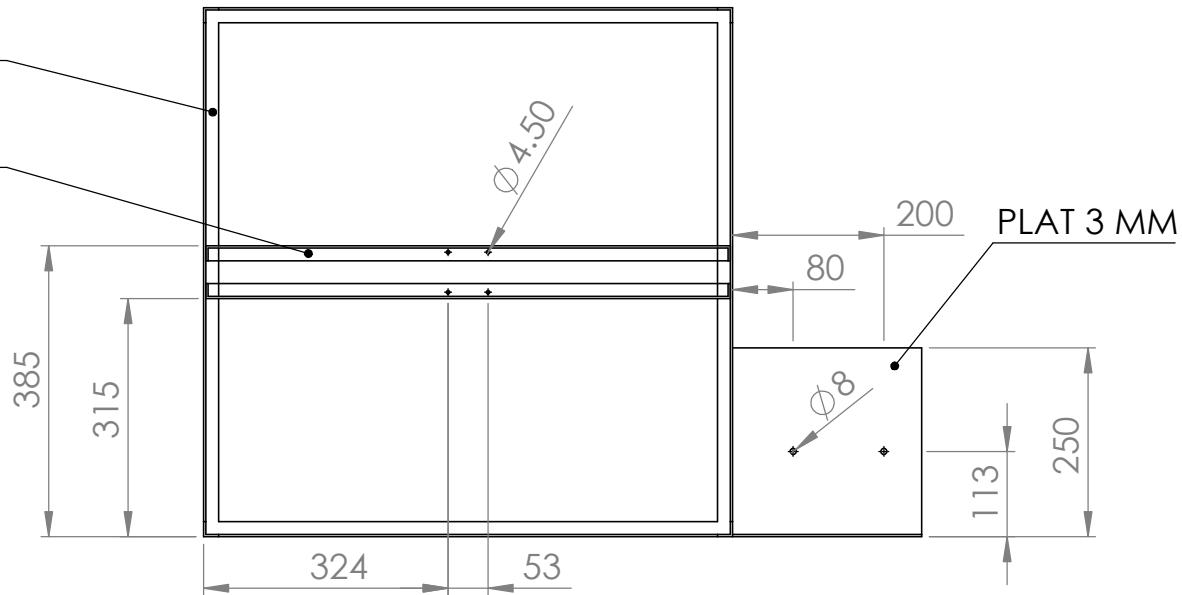
3

2

1

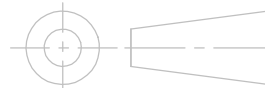
BESI SIKU  
30 X 30

BESI SIKU  
30 X 30



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	FUAD I.M.		
CHK'D	C. SOOLANY		
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MESIN PENGERING  
KOPI

MATERIAL:

DWG NO.

MPK-03-PENGERING-01

A4

WEIGHT:

SCALE: 1:20

SHEET 8 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

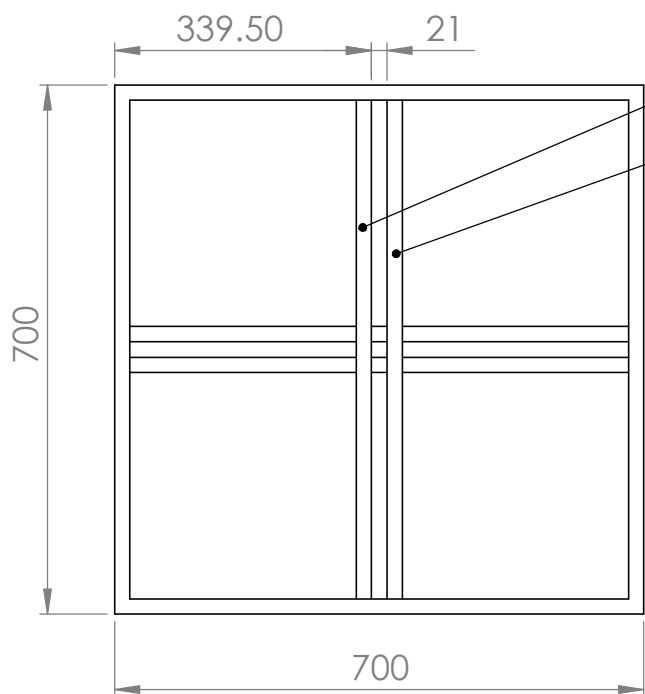
5

4

3

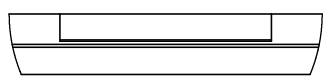
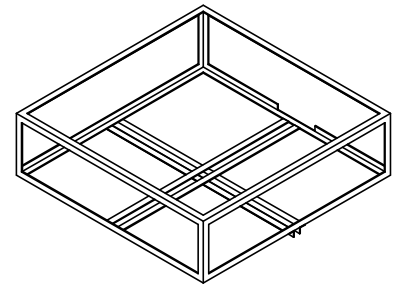
2

1

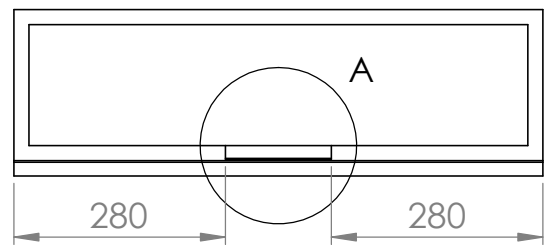
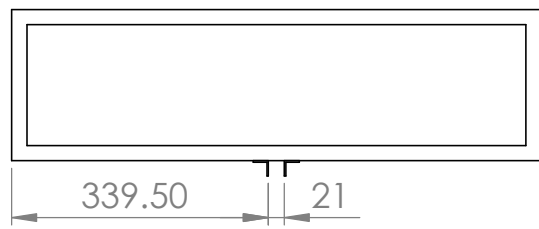
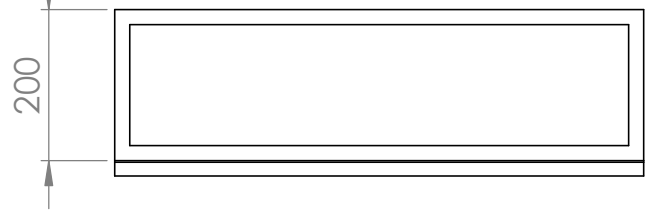


BESI STRIP 30 MM  
 BESI STRIP 30 MM

BAHAN :  
 SIKU 30 X 30  
 (KEC DIJELASKAN DI GAMBAR)



DETAIL A  
 SCALE 1 : 5



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE: <b>MESIN PENGERING KOPI</b>			
CHK'D		FUAD I.M.									
APPV'D		C. SOOLANY									
MFG											
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.		A4	
								MPK-02-PENGERING-02			
						WEIGHT:		SCALE:1:20		SHEET 9 OF 18	

6

5

4

3

2

1



6

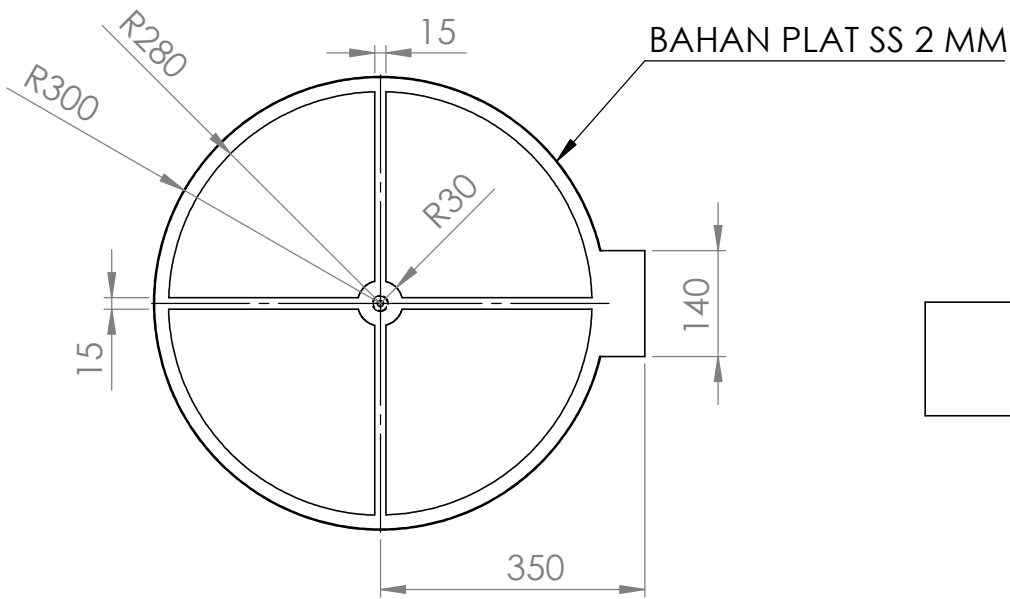
5

4

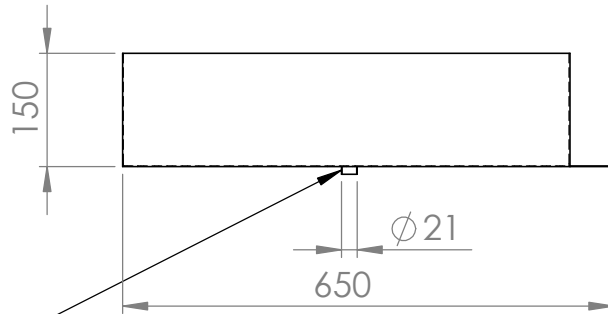
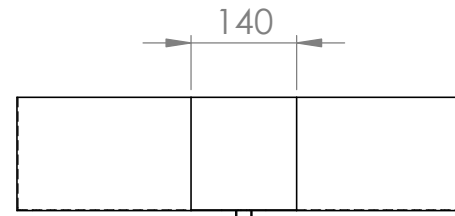
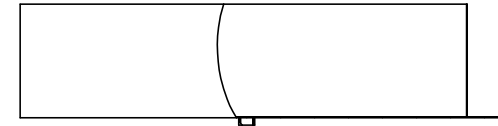
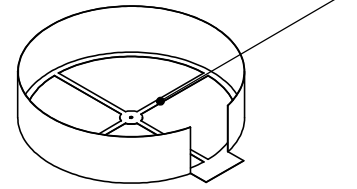
3

2

1



ALAS WIRE MESH 4 X 0.6



BEARING TIPE 698

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D		FUAD I.M.						MESIN PENGERING KOPI			
APPV'D		C. SOOLANY									
MFG								DWG NO.		A4	
Q.A						MATERIAL:		MPK-02-PENGERING-03			
						WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 10 OF 18	

6

5

4

3

2

1

6

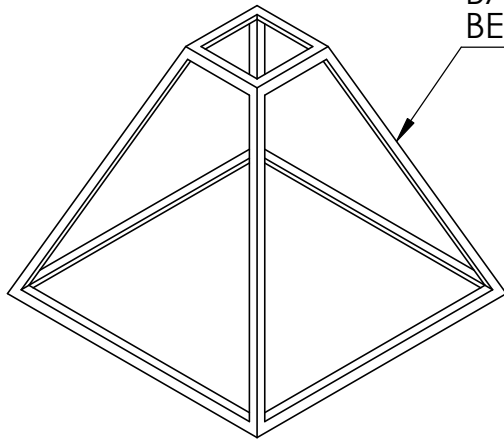
5

4

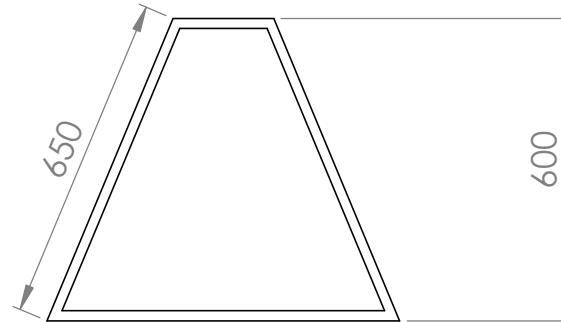
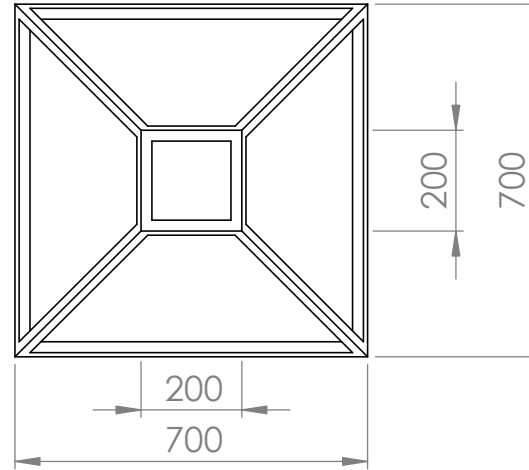
3

2

1



BAHAN :  
BESI SIKU 30 X 30



NOTE : KEEMPAT SISI DITUTUP  
MENGUNAKAN SOLARTUFF 2 MM

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D		FUAD I.M.						MESIN PENGERING KOPI			
APP'VD		C. SOOLANY									
MFG								DWG NO.			
Q.A								MPK-02-PENGERING-04			
								A4			
								SCALE: 1:20			
								SHEET 11 OF 18			

6

5

4

3

2

1



6

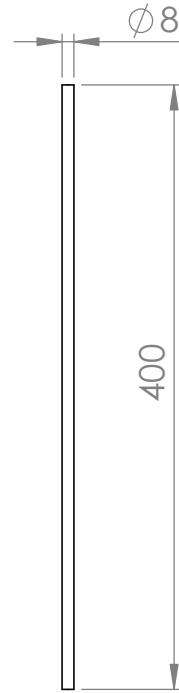
5

4

3

2

1



BAHAN :  
POROS SS PEJAL 8 MM

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE: <b>MESIN PENGERING KOPI</b>				
DRAWN	FUAD I.M.										
CHK'D	C. SOOLANY										
APPV'D											
MFG											
QA					MATERIAL:		DWG NO. MPK-02-PENGERING-06			A4	
					WEIGHT:		SCALE: 1:20			SHEET 13 OF 18	

6

5

4

3

2

1

6

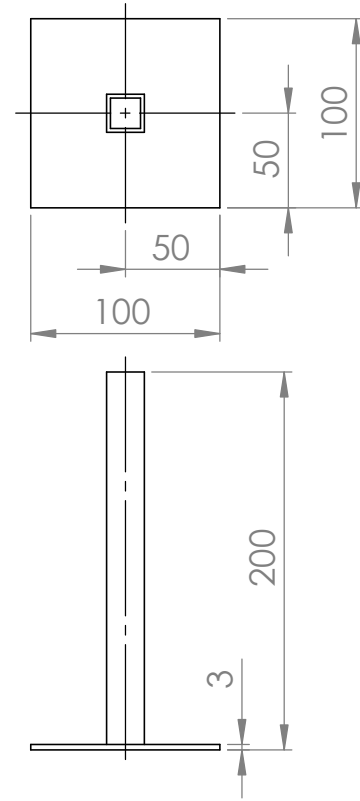
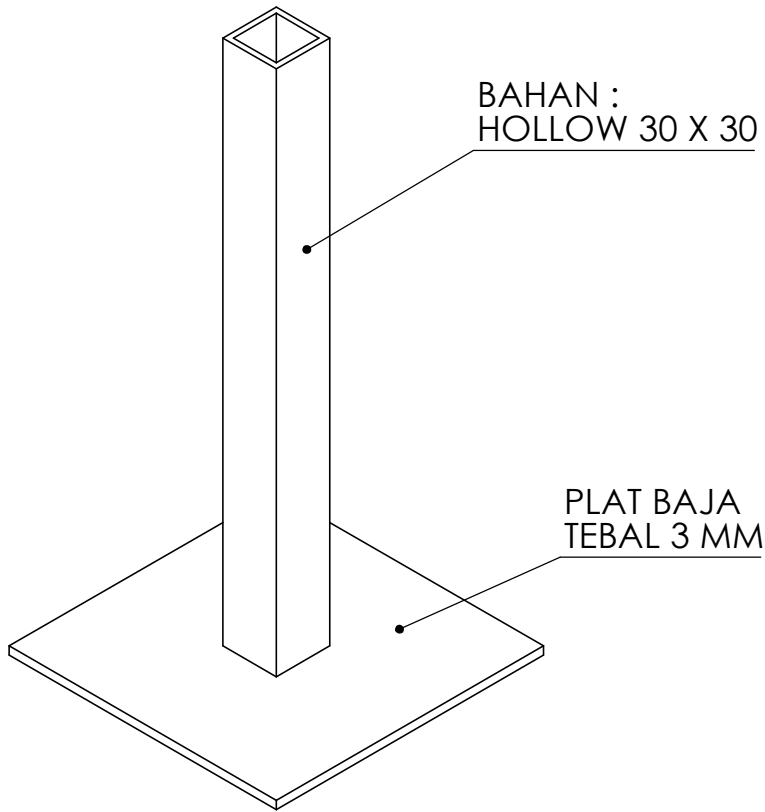
5

4

3

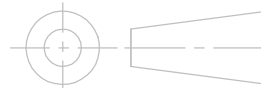
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

# MESIN PENGERING KOPI

DWG NO.

## MPK-02-PENGERING-07

A4

SCALE: 1:20

SHEET 14 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

5

4

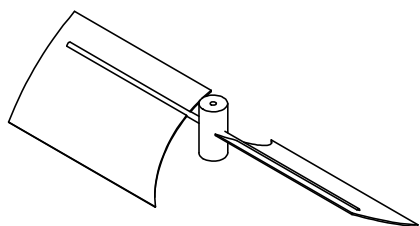
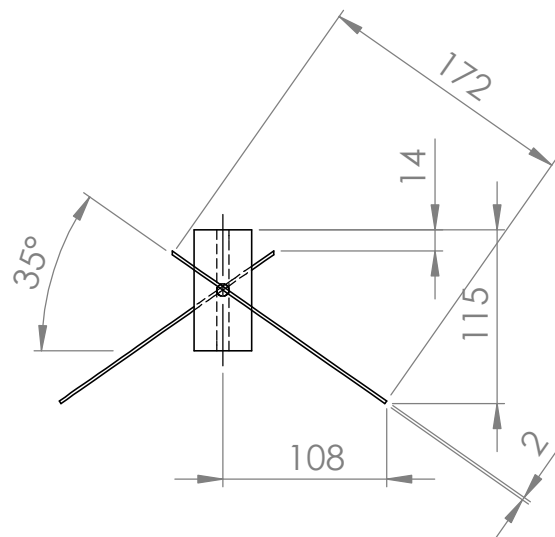
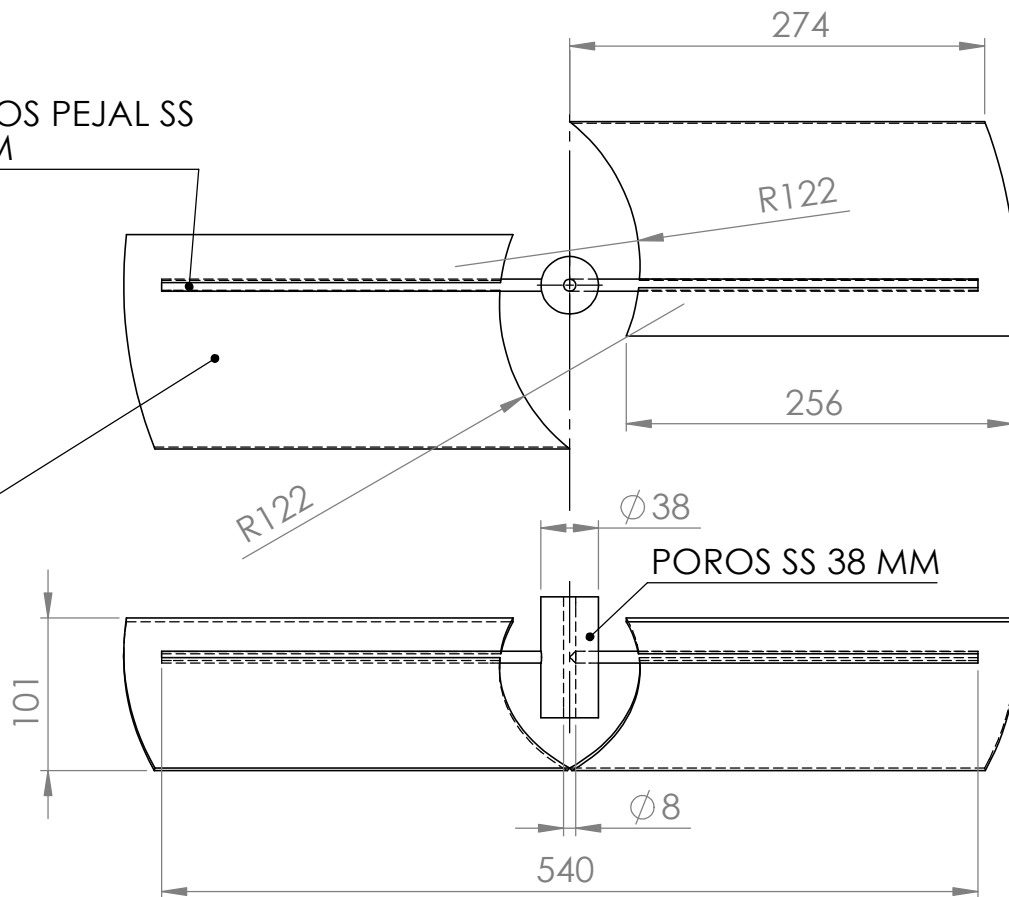
3

2

1

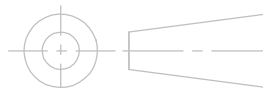
POROS PEJAL SS  
8 MM

PLAT SS  
2 MM



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING  
KOPI

DWG NO.

MPK-02-PENGERING-08-09

A4

SCALE:1:20

SHEET 15 OF 18

6

5

4

3

2

1

6

5

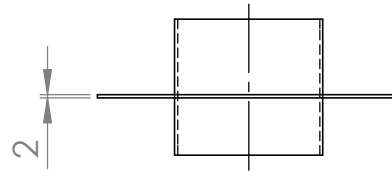
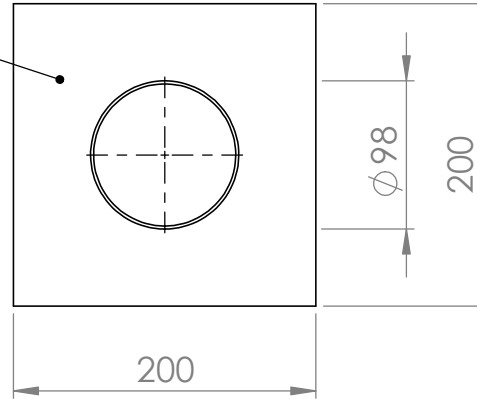
4

3

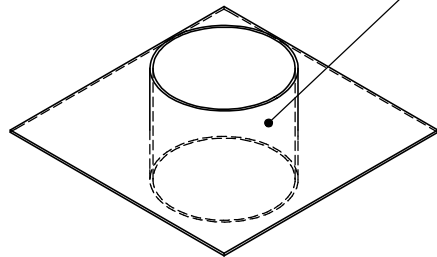
2

1

PLAT BESI  
2 MM



EXHAUST FAN  
4 INCH



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN	FUAD I.M.	SIGNATURE	DATE			TITLE: <b>MESIN PENGERING KOPI</b>			
CHK'D	C. SOOLANY								
APPV'D									
MFG									
Q.A									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
				WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 16 OF 18	
						MPK-02-PENGERING-10			

6

5

4

3

2

1

6

5

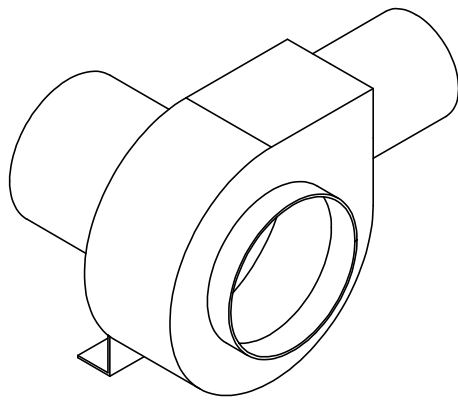
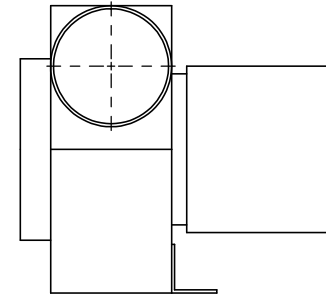
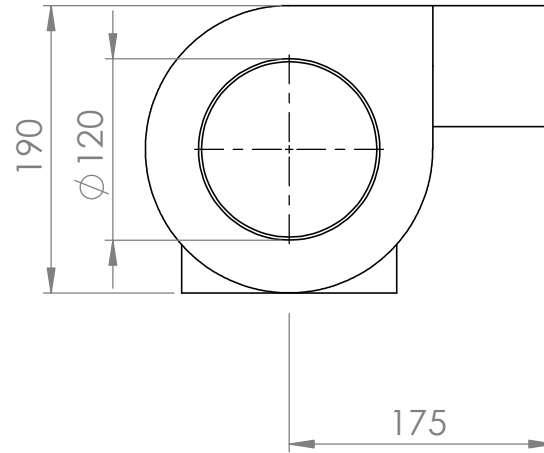
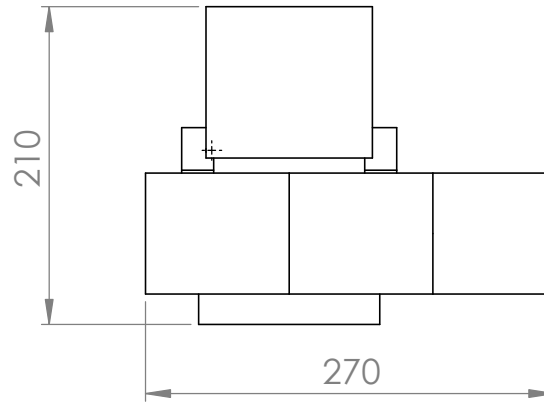
4

3

2

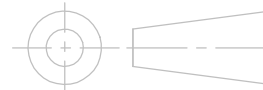
1

SPESIFIKASI :  
 KIPAS SENTRIFUGAL  
 MERK : CKE  
 TIPE : MC-DE M125R



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

MESIN PENGERING  
 KOPI

DWG NO.

MPK-03-CENTR FAN-00

A4

SCALE:1:20

SHEET 17 OF 18

6

5

4

3

2

1



6

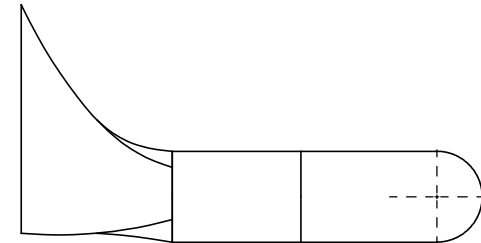
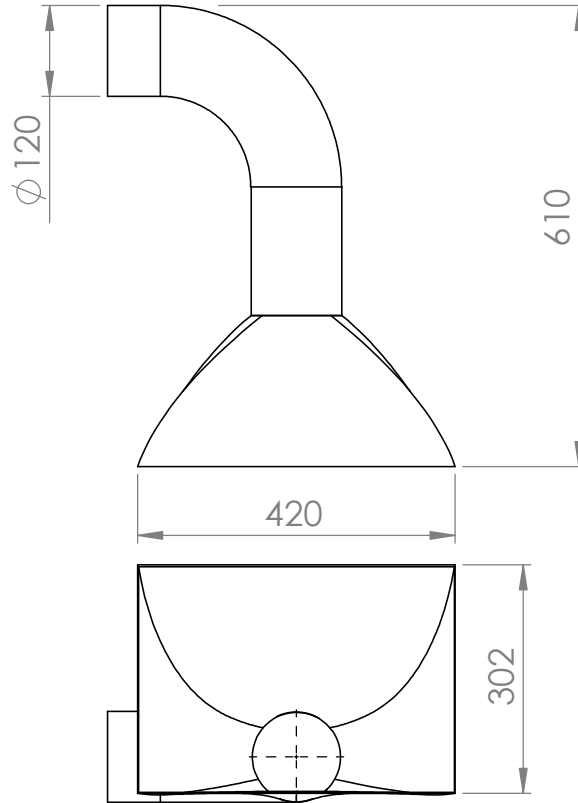
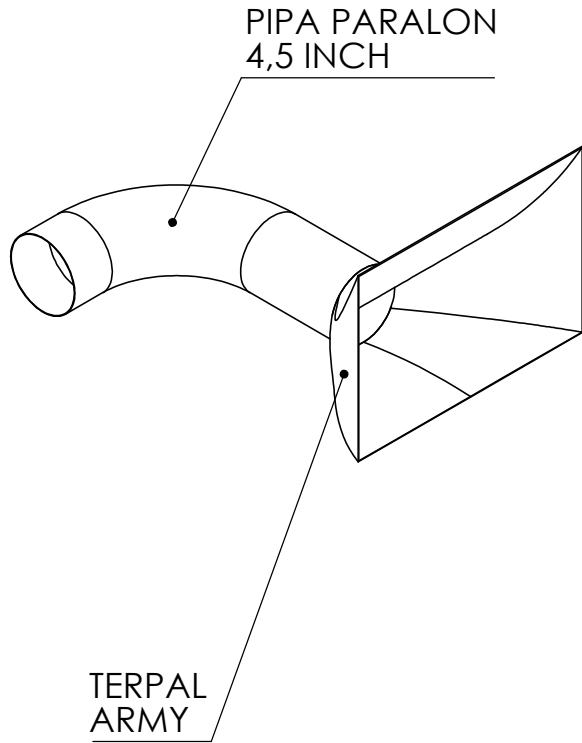
5

4

3

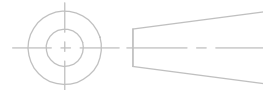
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

PROJECTION



DEBURR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	FUAD I.M.				
CHK'D	C. SOOLANY				
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:  
**MESIN PENGERING  
 KOPI**

DWG NO.  
 MPK-03-CENTR FAN-00

A4

SCALE: 1:20

SHEET 18 OF 18

6

5

4

3

2

1