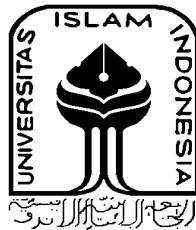


**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENGERING BIBIT  
KACANG PANJANG TIPE *TRAY DRYER* YANG ERGONOMIS  
DENGAN MOBILITAS TINGGI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Yusup Nur Akbar Imami  
No. Mahasiswa : 14525061  
NIRM : 2014070839**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya sudah saya jelaskan sumbernya jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya sanggup menerima hukum atau sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 11 September 2018



Yusup Nur Akbar Imami

14525061

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENERING BIBIT  
KACANG PANJANG TIPE *TRAY DRYER* YANG ERGONOMIS  
DENGAN MOBILITAS TINGGI**

**TUGAS AKHIR**



Yogyakarta, 21 September 2018

البعثة الإسلامية الأندلسية

Pembimbing,

Muhammad Ridwan, S.T.,M.T.

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENERING BIBIT  
KACANG PANJANG TIPE *TRAY DRYER* YANG ERGONOMIS  
DENGAN MOBILITAS TINGGI**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Yusup Nur Akbar Imami  
No. Mahasiswa : 14525061  
NIRM : 2014070839

Tim Penguji

Muhammad Ridwan, S.T., M.T.

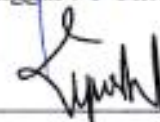
Ketua



Tanggal : 9 Oktober 2018

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I



Tanggal : 3 Oktober 2018

Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

Anggota II



Tanggal : 2 Oktober 2018

Mengetahui

Kepala Jurusan Teknik Mesin



Agus Risdion, S.T., M.Eng.

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Puji Syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wata'ala yang telah melimpahkan rahmat hidayahNya kepada semua mahlukNya. Dengan kekuatan yang engkau berikan dan kasih sayang yang engkau pancarkan, sehingga dapat terselesaikannya Laporan Tugas Akhir yang sederhana ini.*

*Sholawat dan salam kita panjatkan kepada nabi kita Muhammad Shollallahu'alaihi wassalam yang telah membawa agama penyelamat yaitu agama Islam dan sebagai pemberi safa'at pada hari akhir nanti.*

*Dengan ini saya persembahkan karya ini kepada*

*Ayah dan bunda tercinta yang memberikan doa tiada henti-hentinya dan memberikan kasih sayangnya yang tiada terputus oleh waktu. Yang tidak mungkin bisa aku balas dengan apapun.*

*Keluargaku, kakakku serta adik-adikku yang selalu mendukung dan selalu membuat ingin untuk bertemu kembali. Dan selalu memberi masukan yang membuat lebih baik.*

*Dosen-dosenku dan para staff UIN yang selalu memberikan arahan hidup.*

*Sahabatku Teknik Mesin yang selalu memberikan keceriaan, suka dan duka serta menjadi teman debat yang tidak terlupakan.*

## HALAMAN MOTTO

1. *Demi massa*

2. *Sesungguhnya manusia itu benar – banar berada dalam kerugian*

3. *Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran.*

*(2s: Al 'Ashr)*

*"Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambahkan (nimat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".*

*(2s. Ibrahim :7)*

*Rasullullah shallallahu 'alaihi wa sallah Bersabda:*

*"Manfaatkanlah lima perkara sebelum lima perkara*

*Mudamu sebelum tuamu*

*Sehatmu sebelum sakitmu*

*Kaymu sebelum kefakiranmu*

*Luangmu sebelum sibukmu*

*Hidupmu sebelum matimu*

*(#R. Al Hakim)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wa barokatuhu*

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wata'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga dengan izinNya laporan tugas akhir yang berjudul **DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENERING BIBIT KACANG PANJANG TIPE TRAY DRYER YANG ERGONOMIS DENGAN MOBILITAS TINGGI** ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Sholawat serta salam kita haturkan kepada nabi kita Muhammad shallallohu 'alaihi wassaalam yang telah membawa manusia dari jurang kegelapan menuju dunia yang terang benderang seperti hari ini.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib bagi mahasiswa jurusan Teknik Mesin. Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universita Islam Indonesia Yogyakarta.

Dengan bimbingan, dorongan serta dari berbagai pihak, akhirnya Tugas Akhir ini bisa terselesaikan. Pada kesempatan ini penulis dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T.,M.Eng selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing dalam Tugas Akhir
4. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
5. Kedua Orang Tua, kakak, adik serta keluarga yang telah mendukung penuh dan selalu memberikan doa.
6. Bagas Angga Hendrawan teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
7. Bapak Bambang yang telah membantu menyediakan bahan untuk percobaan alat.

8. Semua teman-teman Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala bantuannya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan di Tugas Akhir ini. Segala saran dan kritikan yang membangun sangat akan diharapkan untuk menyempurnakan dikemudian hari. Akhir kata, semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wa barokatuhu*

Yogyakarta, 20 September 2018

Penulis,

Yusup Nur Akbar Imami



## ABSTRAK

Alat pengering bibit tanaman adalah alat yang digunakan untuk mengurangi kadar air yang ada pada bibit. Pada bibit kacang panjang, panas yang diperlukan untuk proses pengeringan adalah antara 40°C-50°C. Untuk saat ini, banyak ditemukan pengering-pengering yang serupa tetapi masih banyak kekurangan di dalamnya, salah satunya adalah harga dari alat itu sendiri dan mobilitas alat. Pemodelan alat menggunakan *software* CAD selanjutnya dianalisis berat alat serta aliran udara yang terjadi. Dipilih model yang teringan dengan bentuk yang efektif dan dari analisa aliran udara ketika dialiri dengan udara berkecepatan 2 m/s. Alat Pengering kacang panjang bentuk *tray dryer* yang mampu mengeringkan 20 kg kacang panjang dalam waktu 13 jam dan bentuk yang dapat dilepas sehingga mempunyai mobilitas tinggi.

**Kata kunci:** Alat Pengering, kacang panjang, pemodelan, *tray dryer*, mobilitas

## ABSTRACT

*Seed dryer is moist decreasing instrument for seeds. Long beans seed needs temperature between 40°C and 50°C to dehydrate feeds. Many feed dryers have been existed, but they have drawbacks inside them. Ones of them have more expensive and immobility. Instrument design uses CAD software, furthermore weight analysis and air flow analysis. Design selecting from effectivity form with low weigh and from air flow analysis when 2 m/s windrate. Long beans dryer has tray dryer type and afford to dry 20 kg long beans within 13 hours and can to separate to parts, so the dryer has high mobility.*

***Keyword: Dryer, long beans, design, tray dryer, mobility***

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak .....	ix
Abstrack.....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Kacang Panjang .....	6
2.2.2 Pengeringan .....	7
2.2.3 Macam Macam Pengering .....	8
2.2.4 Tipe Alat Pengering dengan Rak ( <i>Tray Dryer</i> ).....	13
2.2.5 Mekanisme Pengeringan.....	20
Bab 3.....	22
3.1 Alur Penelitian .....	22
3.2 Observasi .....	23
3.3 Mengidentifikasi Masalah dan Tujuan Perancangan.....	23

3.4	Menentukan Konsep Pengembangan Desain dan Perancangan Alat.....	24
3.4.1	Konsep Ruang Pemanas dan Dinding .....	24
3.4.2	Konsep Saluran Pembagi Udara .....	25
3.4.3	Konsep Heat Exchanger / Pemanas .....	25
3.5	Alat dan Bahan.....	25
3.5.1	Alat .....	26
3.5.2	Bahan .....	26
3.6	Membuat Gambar Desain Alat .....	26
3.6.1	Gambar Desain Rangka Ruang Pengering .....	27
3.6.2	Gambar Desain Saluran Udara .....	28
3.6.3	Gambar Desain Pemanas/ <i>Heat Exchanger</i> .....	30
3.7	Pembuatan Alat.....	31
3.8	Pengujian Alat.....	32
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	33
4.1	Hasil Perancangan.....	33
4.1.1	Hasil Perancangan Ruang Pemanas.....	33
4.1.2	Hasil Perancangan Saluran Udara .....	38
4.1.3	Hasil Perancangan Heat Exchanger/Pemanas .....	42
4.2	Hasil Gambar Perancangan Mesin.....	46
4.3	Hasil Pembuatan Alat .....	47
4.4	Hasil Pengujian Alat .....	50
4.4.1	Hasil Pengujian Mobilitas .....	50
4.4.2	Hasil Pengujian Alat Tanpa Objek .....	50
4.4.3	Hasil Pengujian Alat Menggunakan Kacang Panjang .....	52
4.5	Biaya Investasi Alat .....	55
4.5.1	Biaya Operasional.....	57
4.6	Spesifikasi Alat yang Dihasilkan .....	59
Bab 5	Penutup.....	60
5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya .....	60
	Daftar Pustaka .....	61
	LAMPIRAN 1 .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.1 Hasil Pengujian Alat Pengering Gabah Tipe Rak .....	19
Tabel 4.4.1 Pengujian Kalibrasi Alat Pengering .....	51
Tabel 4.4.2 Presentase Penurunan Kadar Air .....	54
Tabel 4.4.3 Penurunan Berat Kacang Panjang .....	54
Tabel 4.5.1 Biaya Produksi Alat Pengering Kacang Panjang .....	56
Tabel 4.6.1 Spesifikasi Alat Pengering Kacang Panjang .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Alat Pengering ( <i>Tray Dryer</i> ) 1 Pintu .....	5
Gambar 2.1.2 Alat Pengering ( <i>Tray Dryer</i> ) 2 Pintu .....	6
Gambar 2.2.1 Kacang Panjang ( <i>Vigna Sinensis L.</i> ).....	7
Gambar 2.2.2 <i>Rotary Dryer</i> .....	9
Gambar 2.2.3 <i>Screen Conveyor Dryer</i> .....	9
Gambar 2.2.4 <i>Tower Dryer</i> .....	10
Gambar 2.2.5 <i>Screw Conveyor Dryer</i> .....	10
Gambar 2.2.6 <i>Tray Dryer</i> .....	11
Gambar 2.2.7 <i>Spray Dryer</i> .....	12
Gambar 2.2.8 <i>Thin Film Dryer</i> .....	13
Gambar 2.2.9 Pengering Tenaga Surya Konveksi Udara.....	14
Gambar 2.2.10 <i>Tray Dryer</i> untuk Kopra .....	15
Gambar 2.2.11 Alat Pengering Bengkuang Berbahan Bakar LPG.....	17
Gambar 2.2.12 Alat Pengering Gabah Tipe Rak .....	18
Gambar 2.2.13 Alat Pengering Gabah Tipe Batch .....	20
Gambar 3.6.1 Desain Rangka 1 .....	27
Gambar 3.6.2 Desain Rangka 2 .....	28
Gambar 3.6.3 Desain Rangka 3 .....	28
Gambar 3.6.4 Desain Saluran Udara 1 .....	29
Gambar 3.6.5 Desain Saluran Udara 2 .....	29
Gambar 3.6.6 Desain Saluran Udara 3 .....	30
Gambar 3.6.7 Desain Pemanas 1 .....	30
Gambar 3.6.8 Desain Pemanas 2.....	31
Gambar 3.6.9 Desain Pemanas 3 .....	31
Gambar 4.1.1 Bak Mobil <i>Pick Up</i> .....	33
Gambar 4.1.2 Simulasi Tinggi Alat.....	34
Gambar 4.1.3 Dimensi Rangka 1 .....	35
Gambar 4.1.4 Dimensi Rangka 2 .....	35
Gambar 4.1.5 Dimensi Rangka 3 .....	36
Gambar 4.1.6 Polikarbonat.....	37

Gambar 4.1.7 Desain Saluran Pembagi .....	38
Gambar 4.1.8 Desain 1 Saluran Udara .....	38
Gambar 4.1.9 Parameter Desain 1 .....	39
Gambar 4.1.10 Desain 2 Saluran Udara .....	39
Gambar 4.1.11 Parameter Desain 2 .....	40
Gambar 4.1.12 Bentuk dan Simulasi Saluran Pembagi Udara 3 .....	40
Gambar 4.1.13 Parameter Desain 3 .....	41
Gambar 4.1.14 Simulasi Desain Saluran Udara 3 .....	41
Gambar 4.1.15 <i>Heat Exchanger</i> /Pemanas .....	42
Gambar 4.1.16 Desain Heat Exchanger/Pemanas .....	43
Gambar 4.1.17 Simulasi Desain Pemanas 1 dan Parameter .....	43
Gambar 4.1.18 Simulasi Desain Pemanas 2 dan Parameter .....	44
Gambar 4.1.19 Simulasi Desain Pemanas 3 dan Parameter .....	45
Gambar 4.2.1 Bentuk Keseluruhan Alat.....	46
Gambar 4.2.2 Model <i>Heat Exchanger</i> .....	46
Gambar 4.2.3 Bagian dalam Rancangan Pengering .....	47
Gambar 4.3.1 Pembuatan Rangka Ruang Pemanas.....	47
Gambar 4.3.2 Nampan Kacang Panjang.....	48
Gambar 4.3.3 Pemasangan Saluran Pembagi Udara .....	48
Gambar 4.3.4 Dinding Pemanas (kiri) dan Bagian Dalam Pemanas (kanan).....	49
Gambar 4.3.5 Alat Pengering Kacang Panjang .....	49
Gambar 4.4.1 Alat Pengering Diangkut dengan Pick Up.....	50
Gambar 4.4.2 Persiapan Uji Coba Alat Pengering .....	53
Gambar 4.4.3 Hasil Pengeringan Kacang Panjang.....	53

# Bab 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di daerah tropis, daerah yang dilewati garis khatulistiwa. Sehingga Indonesia mempunyai 2 musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Selain itu, Indonesia juga mempunyai tanah yang subur sehingga banyak tanaman yang dapat tumbuh di Indonesia. Penduduk Indonesia sebagian besar adalah petani.

Banyak pertanian terdapat di Indonesia, mulai dari sayur mayur, tanaman untuk industri sampai tanaman bahan pokok pangan, semuanya dikelola oleh petani. Petani Indonesia bergantung dengan musim untuk menentukan pertanian apa yang akan ditanam. Misalnya ketika musim penghujan kebanyakan petani memilih menanam padi, sedangkan ketika musim kemarau mereka menanam palawija.

Salah satu tanaman yang populer di Indonesia adalah kacang panjang, yang dijadikan sayur mayur dan familiar di kalangan ibu rumah tangga. Maka dari itu prospek kacang panjang sangat bagus dalam pertanian. Untuk menunjang itu semua, maka pasokan benih kacang panjang harus terpenuhi sehingga pertanian kacang panjang berjalan lancar.

Proses produksi benih kacang panjang dimulai dengan memanen kacang panjang yang umurnya sudah cukup tua kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Apabila cuaca cukup cerah, maka dalam waktu tiga hari penjemuran, biji kacang panjang sudah cukup kering dan dapat diambil sebagai benih kacang panjang.

Permasalahan yang dihadapi oleh petani kacang panjang adalah apabila pada saat kacang panjang memasuki usia panen pada musim kering namun tiba-tiba hujan turun cukup banyak. Seperti yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir ini, hujan turun cukup sering sepanjang tahun menurut data BPS tahun 2011 sampai 2015 rata-rata hujan pertahun adalah 156 hari. Hal tersebut menyebabkan petani kesulitan untuk mengeringkan benih kacang panjang menggunakan sinar matahari. Apabila kacang panjang telah memasuki masa



panen dan basah terkena air hujan tetapi tidak segera dipanen, akibatnya biji kacang panjang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Biji yang telah tumbuh tidak dapat digunakan sebagai benih.

Oleh karena itu, apabila pada saat masa panen turun hujan cukup banyak, maka petani dengan segera memetik kacang panjang walaupun dalam kondisi basah kemudian mengambil bijinya dengan cepat untuk segera dikeringkan menggunakan kipas angin. Proses pengambilan biji kacang panjang yang basah ini harus dilakukan secara cepat, karena apabila terlambat biji akan tumbuh menjadi tanaman baru sehingga tidak dapat dijadikan benih. Proses pengambilan biji ini dilakukan secara manual sehingga prosesnya lambat dan memerlukan banyak tenaga manusia. Tingkat keberhasilan produksi benih dari kacang panjang basah ini relatif rendah, namun tetap dilakukan oleh petani untuk mengurangi tingkat kerugian.

Berbeda dengan proses pengeringan pada pengolahan hasil panen untuk bahan makanan, proses pengeringan benih tidak boleh mematikan atau mengurangi kualitas benih untuk tumbuh menjadi tanaman baru nantinya. Untuk itu, diperlukan alat untuk proses pengeringan yang cepat untuk mengurangi tingkat kerugian produksi benih kacang panjang apabila pada saat masa panen terjadi hujan.

Bisnis penyewaan pengering bibit di Indonesia masih tergolong sedikit, oleh karena itu bisnis penyewaan alat pengering masih besar peluangnya. Dengan adanya penyewaan alat pengering kacang panjang ini juga dapat membantu para petani, salah satunya petani tidak perlu membuat alatnya tetapi hanya mendatangkan alat untuk menyewanya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana membantu petani dalam mengeringkan hasil panennya ketika datang musim hujan
2. Bagaimana membuat alat pengering dengan biaya yang lebih murah

3. Bagaimana membuat alat pengering yang bisa disewakan

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah antara lain:

1. Pembuatan desain Menggunakan *software Solidwork 2015* dan *Autodesk Inventor 2015*
2. Tidak membahas mengenai *Programing*
3. Desain alat berdasarkan uji simulasi pada *software*.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disajikan maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk membuat alat yang dapat membantu petani untuk mengeringkan hasil panen mereka.
2. Untuk mengurangi biaya pembuatan alat pengering sehingga lebih murah dari pasaran yang ada.
3. Untuk membuat alat pengering yang dapat disewakan.

### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Dari Penelitian ini didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Didapatkan dari perancangan ini didapatkan desain alat yang dapat dijadikan sebagai salah satu solusi permasalahan pada petani dalam proses pengeringan benih dalam kondisi cuaca apapun sehingga didapatkan benih sesuai dengan waktu yang diharapkan.
2. Perancangan ini diharapkan dapat menekan biaya yang dikeluarkan dalam proses pembuatannya.
3. Perancangan ini dapat membuat alat dengan mobilitas tinggi karena alat mudah untuk dipindahkan kemudian dapat disewakan, sehingga menjadi solusi bagi petani dengan modal kecil yang cukup hanya menyewa alat tersebut, selain itu ini juga dapat dijadikan sebagai bisnis penyewaan alat pengering.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada bagian ini dituliskan urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikut adalah ringkasan mengenai isi masing-masing bab:

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

### **2. BAB II DASAR TEORI**

Bagian ini menjelaskan tentang perkembangan terkini topik penelitian yang berupa hasil-hasil yang telah dicapai oleh penelitian sebelumnya yang sejenis, dan teori atau data informasi yang menjadi dasar identifikasi maupun penjelasan yang mendukung penelitian.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menjelaskan tentang Alur perancangan yang didukung oleh diagram alir, serta penjelasan tentang alat dan bahan yang digunakan, konsep desain, metode pengujian produk dan metode pengolahan/analisis hasil pengujian.

### **4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan hasil dari penelitian.

### **5. BAB V PENUTUP**

Bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian.

## Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Pustaka

Alat pengering adalah alat yang dapat membuat suatu objek yang akan dikeringkan mengalami pengurangan kadar air didalamnya. Menurut (Rohman 2008), pengeringan merupakan proses penghilangan sejumlah air dari material. Dalam pengeringan, air dihilangkan dengan prinsip perbedaan kelembaban antara udara pengering dengan bahan makanan yang dikeringkan. Material biasanya dikontakkan dengan udara kering yang kemudian terjadi perpindahan massa air dari material ke udara pengering.

Alat pengering yang sudah ada mempunyai harga yang cukup tinggi. Dari pencarian di bursa jual beli alat pengering diketahui bahwa harga yang ditawarkan bervariasi. Harga mulai dari Rp.15.000.000 sampai Rp.25.000.000 dengan jenis pengering seperti Gambar 2.1.1.



Gambar 2.1.1 Alat Pengering (*Tray Dryer*) 1 Pintu



**Gambar 2.1.2 Alat Pengering (*Tray Dryer*) 2 Pintu**

Alat pengering diatas mempunyai kelebihan yaitu bahan yang terbuat dari logam sehingga lebih kuat dan tahan terhadap benturan dan karena bahan tersebut mempunyai titik lebur yang tinggi maka alat tersebut mampu menghasilkan panas diatas 100°C.

Maka dari itu, menekan biaya pembuatan alat pengering dibutuhkan untuk membantu petani kacang panjang mengeringkan hasil panennya ketika dibutuhkan.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Kacang Panjang**

Kacang panjang (*Vigna Sinensis L.*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang sering dijual di pasar tradisional atau swalayan, menempati urutan ke-8 dari 20 jenis sayuran yang dikonsumsi di Indonesia. Kacang panjang merupakan komoditas yang dapat dikembangkan untuk perbaikan gizi keluarga. Tanaman ini berumur pendek, tumbuh baik pada dataran sedang sampai dataran rendah, dapat ditanam di lahan sawah, tegalan atau pekarangan pada setiap musim. Usaha tani kacang panjang dapat diandalkan sebagai usaha agribisnis yang mampu meningkatkan pendapatan petani (Suryadi dkk. 2003)



**Gambar 2.2.1 Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*)**

Dilihat dari hubungan kekerabatannya dalam dunia tumbuhan, kacang panjang dapat disusun klasifikasinya mulai dari *division*, *class*, *ordo*, *familia*, *genus* dan *spesies*. Dari divisi ke spesies merupakan urutan kelompok dari besar ke kecil. Pada kelompok yang lebih besar mempunyai persamaan sifat yang lebih sedikit di antara sesamanya dibandingkan kelompok kecil. Pada klasifikasi yang lebih detail, tingkatan-tingkatan tersebut masih dibagi lebih lanjut menjadi bagian yang lebih kecil lagi, yaitu *sub-spesies*. Susunan klasifikasi kacang panjang secara lengkap adalah sebagai berikut (Haryanto dkk. 2007):

*Divisio : Spermatophyta*

*Class : Angiospermae*

*Subclass : Dicotyledonae*

*Ordo : Rosales*

*Familia : Papilionaceae*

*Genus : Vigna*

*Spesies : Vigna sinensis L*

### **2.2.2 Pengeringan**

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini

kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan (Adawyah 2014)

Tujuan pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah 2014)

Menurut (Momo 2008), terdapat 2 faktor utama yang mempengaruhi pengeringan, yaitu:

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering, di antaranya:
  - a. Suhu  
Semakin tinggi suhu udara maka pengeringan akan semakin cepat
  - b. Kecepatan aliran udara  
Semakin cepat udara maka pengeringan akan semakin cepat
  - c. Kelembaban udara  
Semakin lembab udara, proses pengeringan akan semakin lambat
  - d. Arah aliran udara  
Semakin kecil sudut arah udara terhadap posisi bahan, maka bahan semakin cepat kering.
2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan, diantaranya:
  - a. Ukuran bahan  
Semakin kecil ukuran bahan, pengeringan akan makin cepat
  - b. Kadar air  
Semakin sedikit air yang dikandung, pengeringan akan makin cepat.

Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan pangan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat. (Desrosier 1988)

### **2.2.3 Macam Macam Pengering**

Pemilihan jenis pengeringan yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan pangan yang

dikeringkan, dan biaya produksi atau pertimbangan ekonomi. Beberapa jenis pengeringan telah digunakan secara komersial, dan jenis pengeringan tertentu cocok untuk produk pangan yang lain. Berdasarkan bahan yang akan dipisahkan, *dryer* terdiri dari:

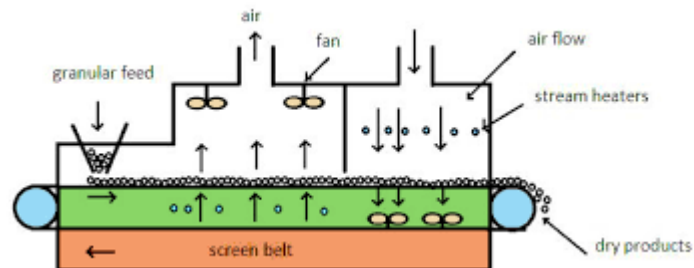
1. Pengering untuk Zat Padat dan Tapal

- a. *Rotary Dryer* (Pengering Putar) Alat pengering ini berbentuk silinder yang bergerak pada porosnya. Silinder ini dihubungkan dengan alat pemutar dan letaknya agak miring. Permukaan dalam silinder dilengkapi dengan penggerak bahan yang berfungsi untuk mengaduk bahan. Udara panas mengalir searah dan dapat pula berlawanan arah jatuhnya bahan kering pada alat pengering, seperti Gambar 2.2.2.



Gambar 2.2.2 Rotary Dryer

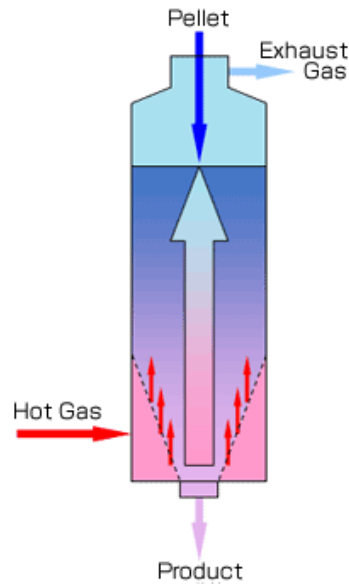
- b. *Screen Conveyor Dryer* lapisan bahan yang akan dikeringkan diangkat perlahan-lahan di atas logam melalui kamar atau terowongan pengering yang mempunyai kipas dan pemanas udara seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.2.3.



Gambar 2.2.3 Screen Conveyor Dryer

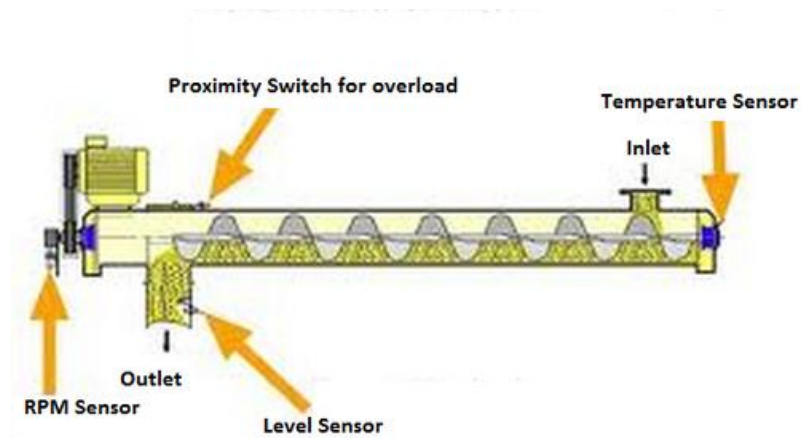


- c. *Tower Dryer* (Pengering Menara) Pengering menara terdiri dari sederetan lapisan bundar yang dipasang bersusun ke atas pada suatu poros tengah yang berputar. Zat padat itu menempuh jalan seperti melalui pengering, sampai keluar sebagian hasil yang kering dari dasar menara (Gambar 2.2.4).



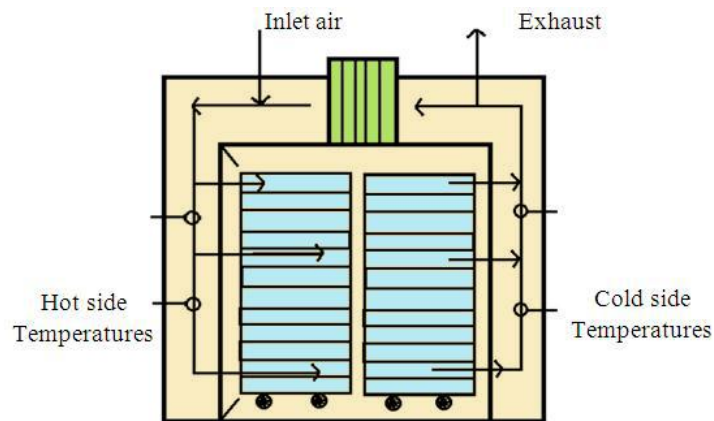
**Gambar 2.2.4** *Tower Dryer*

- d. *Screw Conveyor Dryer* (Pengering Konveyor Sekrup) Pengering konveyor sekrup adalah suatu pengering kontinu kalor tak langsung, yang pada pokoknya terdiri dari sebuah konveyor sekrup horizontal (konveyor dayung) yang terletak di dalam selongsong bermantel berbentuk silinder seperti Gambar 2.2.5.



**Gambar 2.2.5** *Screw Conveyor Dryer*

- e. Alat Pengering Tipe Rak (*Tray Dryer*) *Tray dryer* atau alat pengering tipe rak, mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Beberapa alat pengering jenis ini rak-raknya mempunyai roda sehingga dapat dikeluarkan dari alat pengeringnya seperti pada Gambar 2.2.6.



Gambar 2.2.6 *Tray Dryer*

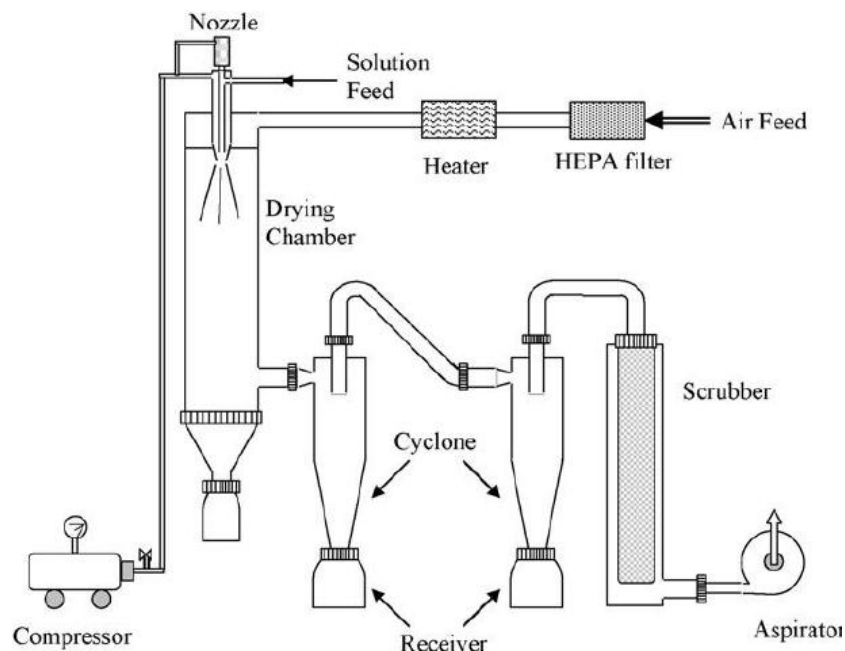
Bahan diletakan di atas rak (*tray*) yang terbuat dari logam yang berlubang. Kegunaan lubang-lubang tersebut untuk mengalirkan udara panas. Ukuran yang digunakan bermacam-macam, ada yang luasnya 200 cm<sup>2</sup> dan ada juga yang 400 cm<sup>2</sup>. Luas rak dan besar lubang-lubang rak tergantung pada bahan yang dikeringkan.

Apabila bahan yang akan dikeringkan berupa butiran halus, maka lubangnya berukuran kecil. Pada alat pengering ini bahan selain ditempatkan langsung pada rak-rak dapat juga ditebarkan pada wadah lainnya misalnya pada baki dan nampan. Kemudian pada baki dan nampan ini disusun diatas rak yang ada di dalam pengering. Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan juga 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 dialurkan diantara 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. Untuk menentukan arah aliran udara panas ini maka letak kipas juga harus disesuaikan (Taib 1988).

## 2. Pengeringan Larutan dan Bubur

- a. *Spray Dyer* (Pengering Semprot) Pada proses pengeringan semprot, cairan disemprotkan melalui *nozel* pada udara panas. Pada *spray dryer*, bahan cair berpartikel kasar (*slurry*) dimasukkan lewat pipa saluran yang berputar dan disemprotkan ke dalam jalur yang berudara bersih, kering, dan panas dalam suatu tempat yang besar, kemudian produk yang telah kering dikumpulkan dalam filter kotak, dan siap untuk dikemas seperti pada Gambar 2.2.7.

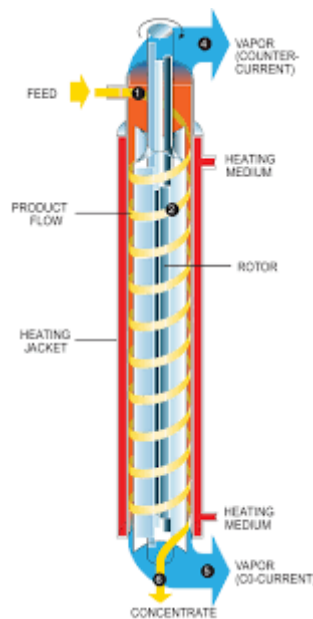


Gambar 2.2.7 *Spray Dryer*

Ada dua tipe pengering semprot, yaitu tipe *horizontal* dan tipe *vertical*. Kontruksi alat pengering semprot secara umum terdiri dari:

- 1) Pemanas dengan satu atau lebih kipas untuk menghasilkan udara panas dengan suhu dan kecepatan tertentu,

- 2) *Atomizer, nozel, atau jet* untuk menghasilkan partikel-partikel cairan dengan ukuran tertentu,
  - 3) *Chamber* atau wadah pengering dimana partikel-partikel kontak dengan udara pengering,
  - 4) Wadah penampung untuk menampung produk yang sudah dikeringkan.
- b. *Thin Film Dryer* (Pengering Film Tipis) Saingan *Spray dryer* dalam beberapa penerapan tertentu adalah pengering film tipis yang dapat menangani zat padat maupun bubuk dan menghasilkan hasil padat yang kering dan bebas mengalir (Gambar 2.2.8). Efisiensi termal pengering film tipis biasanya tinggi dan kehilangan zat padatnya pun kecil. Alat ini relatif lebih mahal dan luas permukaan perpindahan kalornya terbatas (Taib 1988)



Gambar 2.2.8 *Thin Film Dryer*

## 2.2.4 Tipe Alat Pengering dengan Rak (*Tray Dryer*)

### 1. Alat Pengeringan Benih Kacang Panjang (*Vigna Unguiculata*) Tenaga Matahari

(Fatonah 2000) Fatonah menjelaskan, Suhu udara yang dihasilkan alat pengering dipengaruhi oleh kondisi suhu udara lingkungan, arah peletakkan alat

pengering terhadap datangnya sinar matahari, susunan plat hitam pada rak benih, intensitas radiasi surya dan RH lingkungan.

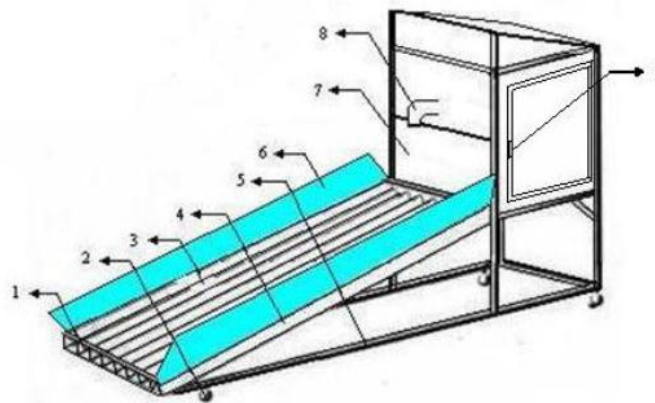
Pengujian tanpa benih, kisaran suhu yang dihasilkan ruang pengering pada prototipe 1 antara 25,9°C-40,7°C dengan rata-rata 32,24°C sedangkan pada prototipe 2 berkisar antara 28,3°C-52,2°C dengan rata-rata 41,39°C

Pengujian alat Pengering dengan benih kacang panjang, suhu selama pengeringan benih kacang panjang pada alat pengering berkisar antara 27,5°C-41,3°C. Penurunan kadar air benih kacang panjang dari 68% bb menjadi 10% selama 16 jam dengan laju pengeringan 3.618% bb/jam

Nilai efisien sistem pengering pada alat pengering sebesar 66% dengan input panas sebesar 235.43 J/s dan panas yang digunakan 165.20 J/s

## 2. Pengering Tenaga Surya Tipe *Tray Dryer*

(Huda dkk.2013) Pengujian alat dilakukan dengan bahan uji biji kopi coklat yang masih basah dengan berat awal 250 gram. Pengujian alat dilakukan dengan 2 cara, menggunakan tambahan *glaswoll* dan tanpa *glaswoll*. Lama waktu pengeringan adalah 5 hari yaitu pukul 10:00-2:00 atau 4 jam per hari.



**Gambar 2.2.9 Pengering Tenaga Surya Konveksi Udara**

Keterangan:

1. Rongga Udara
2. Roda Kursi
3. Plat Seng
4. Kayu Lapis

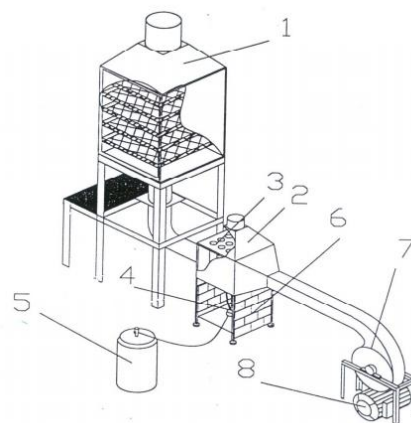
5. Kayu
6. Cermin
7. Kayu
8. Cerobong
9. Pintu

Hasil pengeringan menggunakan tambahan *glaswoll*, dari 250 gram menjadi 97 gram dengan rata-rata pengurangan berat 30,6 gram atau rata-rata pengurangan 7.65 gram/jam.

Hasil pengeringan tanpa tambahan *glaswoll*, dari 250 gram menjadi 102 gram dengan rata-rata pengurangan berat 29,6 gram per hari atau 7,4 gram/jam.

### 3. Alat Pengering Kopra Tipe *Tray Dryer*

(Junaidi dkk. 2011) Menjelaskan, Rumah pengering mempunyai ukuran 100 cm x 100 cm x 150 cm. Di dalam rumah pengering terdapat rak-rak pengering yang dipasang secara horizontal. Dinding rumah pengering terdiri dari dua lapisan. Lapisan dalam terbuat dari seng plat dengan ketebalan 0,5 mm. Sedangkan dinding bagian luar terbuat dari triplek dengan ketebalan 0,4 cm. Dengan model pada Gambar 2.2.10



Keterangan:

1. Ruang Pengering
2. Tungku Pemanas
3. Pipa-pipa baja
4. Kompor Spiral
5. Tabung gas minyak tanah
6. Batu tahan api
7. Blower
8. Motor

**Gambar 2.2.10 Tray Dryer untuk Kopra**

Tungku pemanas terdiri dari pipa elemen penangkap panas terbuat dari tembaga dengan diameter 1,9 cm dan panjang 20 cm dengan jumlah 20 buah dan disusun secara vertical. Jumlah dan diameter yang digunakan akan

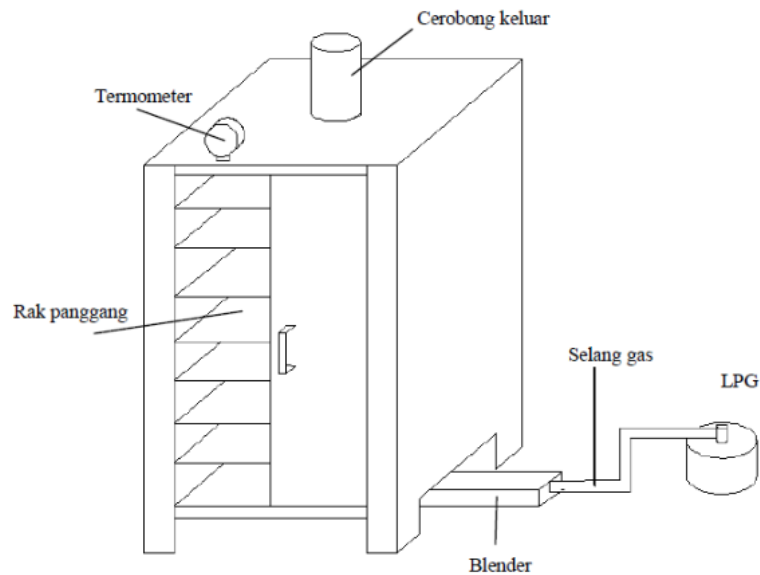
mempengaruhi luas permukaan dinding pipa penangkap panas. Semakin besar luas permukaan dinding penangkap panas maka akan semakin besar panas yang dapat dialirkan ke ruang elemen pemanas. Panas dari ruang elemen pemanas akan disalurkan ke ruangan pengering melalui pipa penyalur udara panas.

Beberapa kekurangan dari alat ini adalah panas yang dihasilkan dari alat pemanas cepat hilang sehingga perlu perbaikan agar pembakaran menjadi lebih efisien.

Dari hasil evaluasi kinerja alat pengering mekanis jenis *tray dryer*, diperoleh suhu rata-rata ruang pengering adalah 65 °C. Waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan kelapa dengan kadar air awal 53,18 % menjadi kopra dengan kadar air 6,84 % adalah selama 14 jam. Kapasitas rata-rata alat untuk mengeringkan kopra adalah 1,06 kg/jam.

#### **4. Alat Pengering Bengkuang Tipe *Tray Dryer* Berbahan Bakar LPG**

(Rahbini dkk. 2016) Perancangan yang akan dilakukan meliputi dimensi atau ukuran- ukuran utama dari alat pengering. Alat pengering ini memiliki ruang bahan pengeringan yang terdiri dari *tray* atau rak untuk meletakkan bahan yang akan dikeringkan, cerobong keluaran untuk mengeluarkan uap panas yang tersisa dari proses pengeringan, termometer sebagai alat pengukur suhu pada ruang pengering yang dilengkapi dengan kontrol panel untuk mengatur suhu pengeringan, ruang bahan bakar yang berupa LPG yang kemudian disalurkan dengan selang gas serta *blower* untuk menghembuskan udara panas ke dalam ruang pengering. Pada alat pengering ini digunakan *double blower* dengan tujuan membentuk pola aliran udara panas yang mampu mendistribusikan suhu secara merata di ruang pengering, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat. Secara terperinci desain dari alat pengering tipe *double blower*



**Gambar 2.2.11 Alat Pengering Bengkuang Berbahan Bakar LPG**

Adapun dimensi dari alat pengering hasil perancangan adalah sebagai berikut :

1. Alat pengering tipe rak

Panjang	: 920 mm
Lebar	: 600 mm
Tinggi	: 1420 mm
Bahan	: plat <i>stainless steel</i> 304 tebal 1.5 mm

2. Rak pengeringan (*tray*)

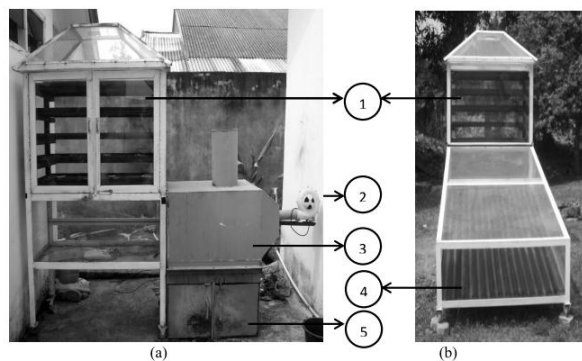
Panjang	: 920 mm
Lebar	: 600 mm
Tebal	: 10 mm
Diameter lubang	: 3 mm
Jumlah	: 7 buah
Bahan	: plat <i>stainless steel</i> 304 tebal 1.5 mm

Hasil pengujian dengan bengkuang 10 kg, berkurang 7,69 kg menjadi 2,31 kg selama 4 jam atau 1,92 kg/jam. Konsumsi LPG yang digunakan untuk mengeringkan 10 kg bengkuang selama 4 jam sebesar 0,484 kg dan konsumsi rata-rata penggunaan LPG perjam sebesar 0.109 kg.



## 5. Alat Pengering Gabah Tipe *Tray Dryer* dengan Energi Surya, Biomassa dan Kombinasi

Alat pengering gabah tipe rak *hybrid* energi surya dan biomassa campuran jerami dan sabut kelapa dirancang dengan sistem bongkar pasang. Pada saat matahari terik, digunakan energi surya dengan cara tungku pembakaran dilepas, lalu kolektor surya dipasang. Pada saat kondisi matahari tidak terik atau musim penghujan.



**Gambar 2.2.12 Alat Pengering Gabah Tipe Rak dengan Energi Surya, Biomassa dan Kombinasi**

Alat pengering gabah sistem bongkar pasang, saat memanfaatkan energi biomassa (a) dan saat memanfaatkan energi surya (b)

Keterangan:

1. Ruang Pengering: berbentuk balok dengan ukuran 120 x 60 x 80 cm, dinding terbuat dari akrilik transparan, tebal 6 mm. Rak pengering berbentuk persegi panjang, terbuat dari bahan anyaman kawat besi yang rapat 5 rak dengan ukuran 120 x 60 cm, dan jarak antara 10 cm
2. *Blower*: berukuran 2,5 inchi; 220 V; 1,6 A; 3000/3600 rpm; 260 Watt. Posisi blower diletakkan di sebelah kanan ruang penukar panas, arah aliran *blower* dari ruang penukar panas ke ruang plenum, dari ruang plenum ke ruang pengering dan keluar dari cerobong ruang pengering.
3. Penukar panas: berbentuk balok yang di dalamnya terdapat pipa-pipa. Jumlah pipa 10 buah terbuat dari silinder besi dengan tebal 4 mm, diameter 3 cm dan panjang 80 cm

4. Plat kolektor: terbuat dari seng bergelombang yang dicat hitam, berukuran 200 x 120 cm, kemiringan 45 °C, penutup kolektor terbuat dari akrilik.
5. Tungku Biomassa: berbentuk balok, ukuran 80 x 60 x 50 cm, terbuat dari plat besi ketebalan 4 mm

**Tabel 2.2.1 Hasil Pengujian Alat Pengering Gabah Tipe Rak**

Parameter	Perlakuan		
	Energi surya	Energi biomassa	Energi kombinasi
Suhu pengering rata-rata (°C)	40,42	33,80	39,98
Kelembaban relatif Pengering rata-rata (%)	41,45	57,00	45,85
Waktu pengering (jam)	7,00	7,00	7,00
Kadar air awal (% bb)	18,00	18,00	18,00
Kadar air akhir (% bb)	14,88	15,57	15,33
Kebutuhan energi pengeringan (kJ)	32.595,32	160.662,15	136.457,76

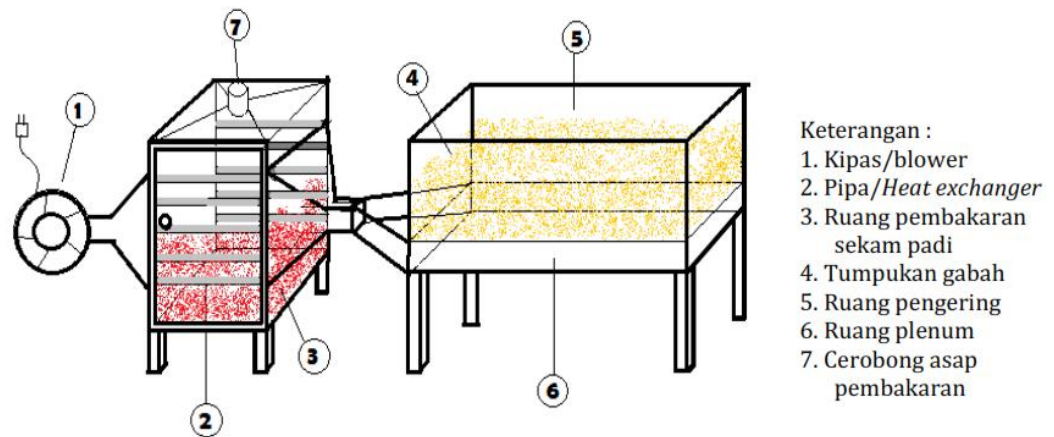
Dari Tabel diatas dapat diketahui Suhu pengeringan rata-rata alat yang telah dibuat untuk mengeringkan gabah dan dapat diketahui laju pengeringan adalah Energi surya

## **6. Alat Pengering Gabah Tipe *Batch* dengan Bahan Bakar Sekam Padi**

(Rezky dkk. 2013)Alat pengering tipe *batch dryer* skala lab (kapasitas 15 kg – 25 kg gabah) dengan bahan bakar sekam padi seperti pada Gambar 2.2.13. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu tebal tumpukan 15,3 cm, tebal tumpukan 20,3 cm, dan tebal tumpukan 25,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu pengeringan dan kadar air untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebesar 34,78°C dan 13,97%; 34,20°C dan 13,77%; 37,92°C dan 13,67%. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin singkat waktu pengeringan dan semakin rendah tumpukan gabah akan semakin singkat proses pengeringan.

Bahan bakar sekam padi untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebanyak: 12 kg, 14 kg, dan 16 kg. Lama pengeringan untuk ketiga

urutan perlakuan tersebut masing-masing adalah selama 10 jam, 11,3 jam, dan 12 jam. Efisiensi pengeringan untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebesar 3,05%, 3,41%, dan 3,63%. Massa 1 kg sekam padi dapat mengeringkan 1,35 kg gabah basah.



Gambar 2.2.13 Alat Pengering Gabah Tipe Batch

### 2.2.5 Mekanisme Pengeringan

Ketika benda basah dikeringkan secara termal, ada dua proses yang berlangsung secara simultan, yaitu: (Rohman 2008)

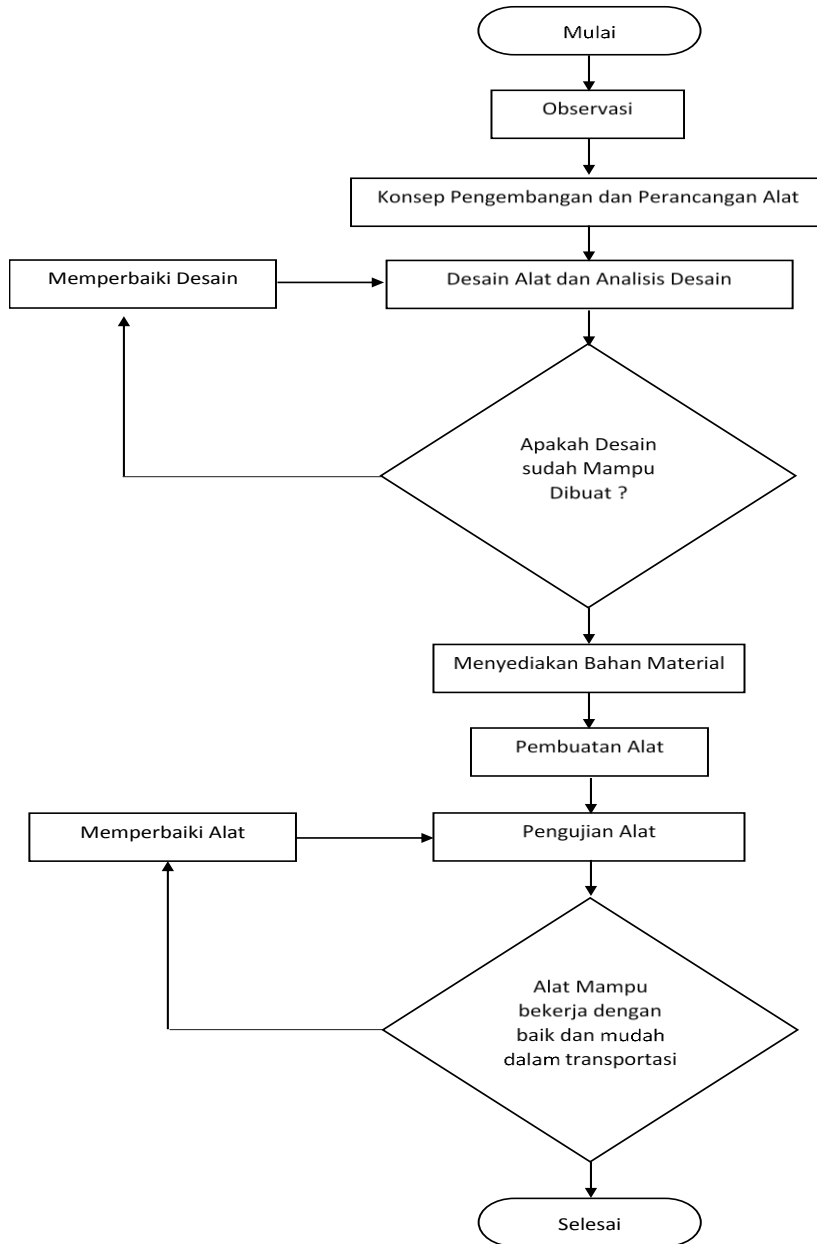
1. Perpindahan energi dari lingkungan untuk menguapkan air yang terdapat di permukaan benda padat. Perpindahan energi dari lingkungan ini dapat berlangsung secara konduksi, konveksi, radiasi, atau kombinasi dari ketiganya. Proses ini dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, laju dan arah aliran udara, bentuk fisik padatan, luas permukaan kontak dengan udara dan tekanan. Proses ini merupakan proses penting selama tahap awal pengeringan ketika air tidak terikat dihilangkan. Penguapan yang terjadi pada permukaan padatan dikendalikan oleh peristiwa difusi uap dari permukaan padatan ke lingkungan melalui lapisan film tipis udara.
2. Perpindahan massa air yang terdapat di dalam benda ke permukaan. Ketika terjadi penguapan pada permukaan padatan, terjadi perbedaan temperatur sehingga air mengalir dari bagian dalam benda padat menuju ke permukaan benda padat. Struktur benda padat tersebut akan menentukan mekanisme

aliran internal air. Beberapa mekanisme aliran internal air yang dapat berlangsung diantaranya adalah:

- a. Difusi, pergerakan ini terjadi bila kandungan air pada padatan berada di bawah titik jenuh atmosferik dan padatan dengan cairan di dalam sistem bersifat *mutually soluble*. Contoh: pengeringan tepung, kertas, kayu, tekstil dan sebagainya.
- b. *Capillary flow*, cairan bergerak mengikuti gaya gravitasi dan kapilaritas. Pergerakan ini terjadi bila *equilibrium moisture content* berada di atas titik jenuh atmosferik. Contoh pada pengeringan tanah dan pasir. Proses pengeringan dilakukan dengan melalui dua periode yaitu periode konstan dan periode kecepatan penurunan. Periode kecepatan konstan seringkali disebut sebagai periode awal, dimana kecepatannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan perpindahan massa dan panas.

Bab 3  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Alur Penelitian**



### **3.2 Observasi**

Sebelum membuat produk telah dilakukan observasi untuk mendapatkan dasar dari perancangan, baik dari literatur maupun dari survey ke bengkel dan tempat produksi bibit kacang panjang. Dari studi literatur didapatkan alat pengering yang sebelumnya telah dikaji dan dirancang. Sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dan bahan kajian dari proses penelitian ini.

Dari survey ke bengkel dan tempat produksi didapatkan pengetahuan tentang proses pembuatan alat dan bagaimana proses pengeringan dari bibit yang masih ada di petani sampai pada pembungkusan yang siap dijual.

### **3.3 Mengidentifikasi Masalah dan Tujuan Perancangan**

Dari hasil observasi yang telah dilakukan dapat diketahui tujuan dari pembuatan alat pengering kacang panjang adalah untuk membantu petani dalam proses pengeringan bibit kacang panjang dengan harga yang murah. Alat ini diharapkan dapat digunakan oleh petani yang berada di daerah terpencil sekalipun dengan membuat alat yang mudah untuk dibawa.

Berdasarkan identifikasi masalah di atas diperlukan beberapa langkah analisis untuk memperjelas tugas perancangan alat pengering kacang panjang. Adapun langkah analisis dijelaskan sebagai berikut :

#### **1. Spesifikasi Alat**

Spesifikasi alat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

##### **a. Harga pembuatan**

Harga pembuatan alat dipengaruhi dari beberapa komponen mulai dari jenis material sampai banyaknya bahan yang dibutuhkan. Untuk itu perlu adanya pemilihan bahan serta desain bentuk yang efisien tetapi tidak mengurangi kekuatan dari alat.

##### **b. Kemampuan alat untuk mengeringkan kacang panjang**

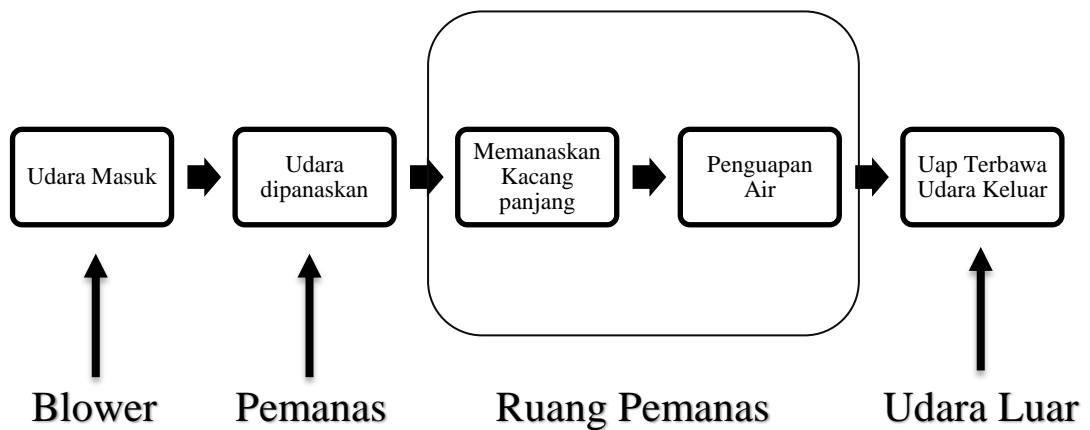
Pengukuran keberhasilan pengeringan kacang panjang ditandai dengan kulit kacang panjang yang mengering dan mudah untuk memisahkan antar kulit dan biji kacang panjang.

#### **2. Target Keunggulan Produk**

##### **a. Material alat yang mudah didapat.**

- b. Pembuatan dan perawatan mudah
- c. Penggunaan alat sederhana, mudah praktis dan aman
- d. Mudah dibawa dengan kriteria dapat dipisah ke beberapa bagian dan dapat diangkat dengan kendaraan roda 4.
- e. Mampu mengeringkan kacang panjang dan siap diambil bijinya.

### 3.4 Menentukan Konsep Pengembangan Desain dan Perancangan Alat



Konsep perancangan alat adalah seperti diagram diatas. Udara dialirkan dengan paksa menuju alat pemanas. Udara dipanaskan menggunakan pemanas, kemudian udara panas masuk ke dalam ruangan untuk memanaskan kacang panjang yang berada di dalam, karena dialiri udara panas suhu pada kacang panjang berangsur-angsur naik, sehingga kandungan air di dalam kacang panjang akan menguap dan kemudian uap terbawa oleh udara keluar dari ruang pemanas.

#### 3.4.1 Konsep Ruang Pemanas dan Dinding

Ruang pemanas merupakan tempat peletakkan kacang panjang yang akan dikeringkan. Desain ruang pemanas memiliki kriteria:

1. Rangka ringan, dengan tidak mengurangi kekuatan rangka

2. Kapasitas kacang panjang 20 kg
3. Mobilitas tinggi (mudah diangkut dengan alat transportasi dan mudah dipindah-pindah)
4. Bahan dinding tahan terhadap suhu maksimal 60°C
5. Bahan dinding ringan dan kuat

### **3.4.2 Konsep Saluran Pembagi Udara**

Saluran pembagi udara berguna untuk mendistribusikan udara panas pada setiap raknya secara merata. Kriteria saluran pembagi udara adalah:

1. Mudah dibuat
2. Distribusi udara merata pada setiap raknya

### **3.4.3 Konsep Heat Exchanger / Pemanas**

Alat penukar panas yang dapat digunakan untuk memanfaatkan atau mengambil panas dari suatu fluida yang dapat dipindahkan ke fluida lain. Dalam alat pengering ini proses yang terjadi adalah memanaskan udara yang kemudian digunakan untuk mengeringkan kacang panjang.

Pada proses ini udara dipanaskan dengan cara konveksi dari alat pemanas ke udara yang dihembuskan. Perpindahan kalor dari alat pemanas ke udara inilah yang disebut perpindahan panas secara konveksi. Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. (Kreith 1994)

## **3.5 Alat dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat pengering adalah sebagai berikut:



### **3.5.1 Alat**

Alat yang diperlukan untuk membuat alat pengering kacang panjang adalah sebagai berikut:

1. Alat Las
2. Mesin Grinda
3. Bor
4. Alat Penekuk Plat
5. Kompor
6. Tabung gas
7. Regulator Gas
8. Blower 2.5 inch 150 watt

### **3.5.2 Bahan**

Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat alat pengering kacang panjang adalah sebagai berikut:

1. Besi 4x4
2. Besi 2x4
3. Besi L 2x2
4. Besi L 2.5x2.5
5. Besi bulat Pejal
6. Polikarbonat
7. Roda Meja 6 buah
8. Pipa besi 2,5 inch
9. Plat Besi 1,2 mm
10. Selang gas

### **3.6 Membuat Gambar Desain Alat**

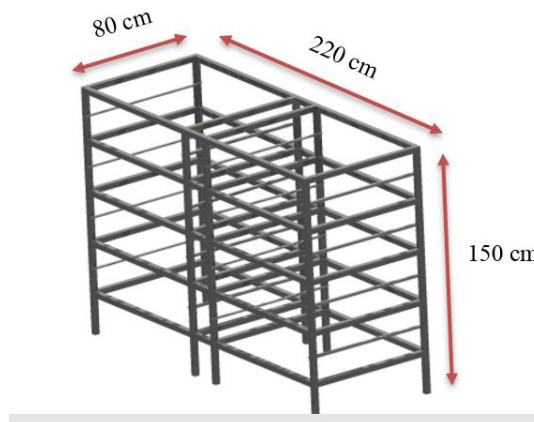
Pembuatan desain alat pengering kacang panjang ini menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* dan *Solidwork 2015*. Dalam penelitian ini dibuat beberapa desain yang mana akan dipilih yang terbaik dan memenuhi

kriteria desain alat yang dibutuhkan. Berikut adalah tahapan proses desain dari *part* rangka ruang pemanas, saluran pembagi udara dan alat pemanas.

### 3.6.1 Gambar Desain Rangka Ruang Pengering

#### 1. Desain Rangka 1

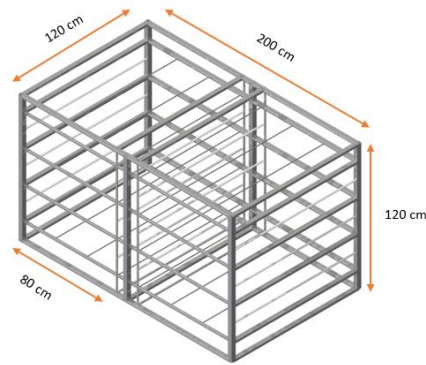
Desain pertama rangka ini adalah berbentuk persegi panjang dengan setiap rangkanya menggunakan besi 4cmx4cm dengan ketebalan 1.4 mm. Terdapat kaki-kaki pada bawahnya sehingga rangka diperuntukan sebagai alat pengering yang diam dan tidak berpindah-pindah. Konsep rangka ini adalah untuk menunjang kekuatan rangka yang digunakan untuk menopang berat dari kacang panjang. Tampak pada Gambar 3.6.1



Gambar 3.6.1 Desain Rangka 1

#### 2. Desain Rangka 2

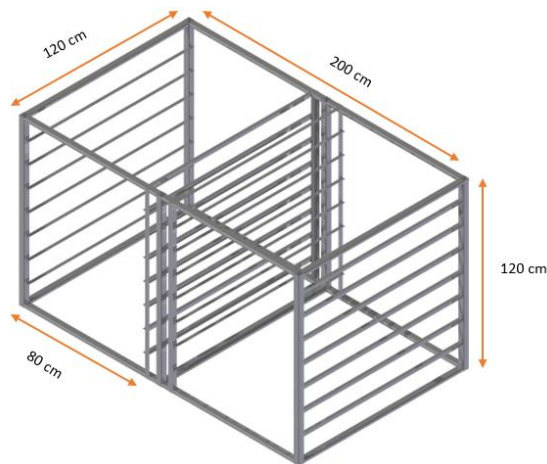
Desain rangka ke-2 ini menggunakan variasi bentuk besi untuk menekan berat dari rangka. Tempat peletakkan nampan kacang panjang menggunakan besi bulat pejal dengan ukuran 8' sehingga nampan diletakkan diatas rak. Rangka ini didesain dengan memberikan dudukan roda pada bawahnya sehingga memudahkan alat untuk berpindah-pindah. Seperti pada Gambar 3.6.2.



Gambar 3.6.2 Desain Rangka 2

### 3. Desain Rangka 3

Desain rangka ke-3 ini menghilangkan rak-raknya dan menjadikan nampan sebagai tempat peletakkan kacang dan sekaligus sebagai raknya. Dengan adanya dudukan untuk roda maka akan lebih *movable*. Terlihat pada Gambar 3.6.3



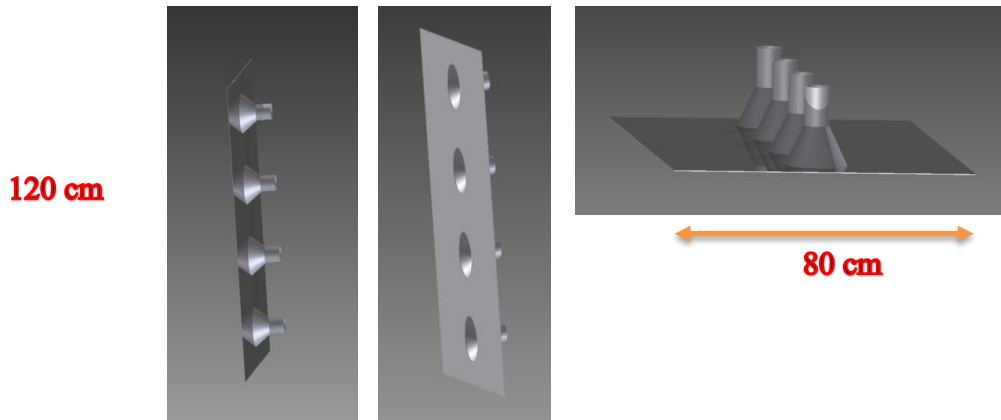
Gambar 3.6.3 Desain Rangka 3

## 3.6.2 Gambar Desain Saluran Udara

### 1. Desain Saluran Udara 1

Desain saluran seperti berbentuk lingkaran yang mengerucut/mengecil dibagian ujung lainnya. Setiap rak terdapat 1 saluran dan karena ada 4 rak pada sisinya maka dibutuhkan 4 saluran pada sisi alat pengering. Terlihat pada Gambar 3.6.4

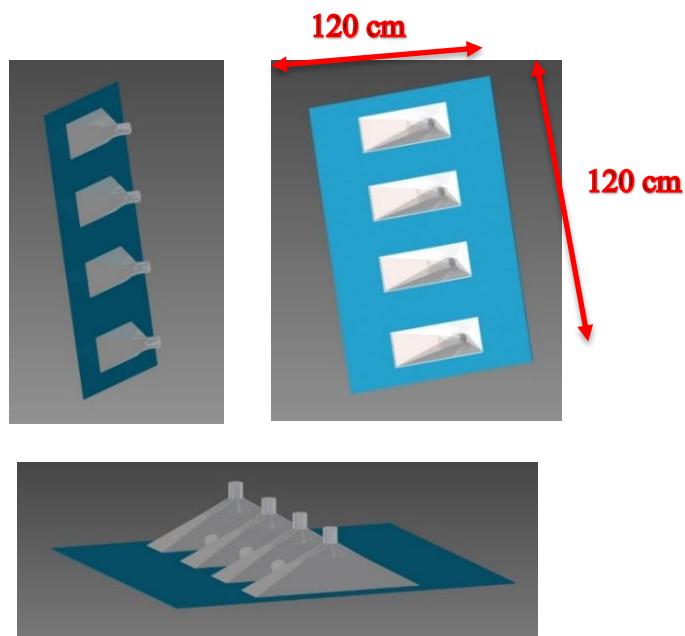




Gambar 3.6.4 Desain Saluran Udara 1

## 2. Desain Saluran Udara 2

Desain kedua ini berbentuk persegi panjang yang mengerucut/mengecil pada sisi yang lain, seperti pada Gambar 3.6.5 Desain ini adalah pengembangan dari desain yang sebelumnya berbentuk lingkaran. Desain ini membutuhkan 4 pipa untuk mengalirkan udara pada setiap salurannya. Pembagian udara terjadi pada pipa yang akan dicabang menjadi 4 saluran.

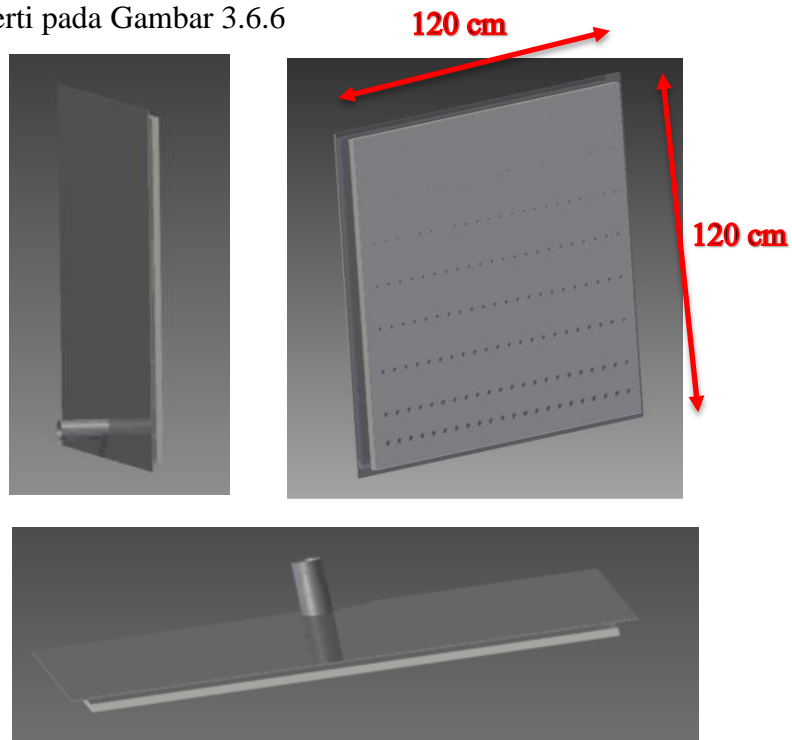


Gambar 3.6.5 Desain Saluran Udara 2

## 3. Desain Saluran Udara 3

Desain ketiga ini berbeda dengan sebelumnya. Pada dua desain sebelumnya pembagian udara di setiap rak dibagi pada pipa menuju saluran

pembagi, namun pada desain ketiga ini pembagian pada setiap rak sudah terbagi di dalam saluran pembagi ini, sehingga butuh 1 pipa saja yang masuk ke saluran pembagi. Seperti pada Gambar 3.6.6

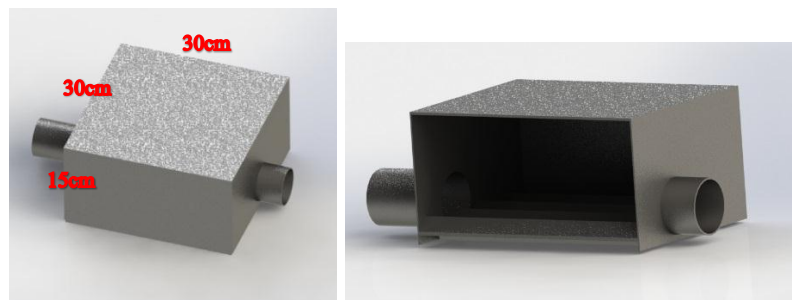


Gambar 3.6.6 Desain Saluran Udara 3

### 3.6.3 Gambar Desain Pemanas/*Heat Exchanger*

#### 1. Desain Pemanas 1

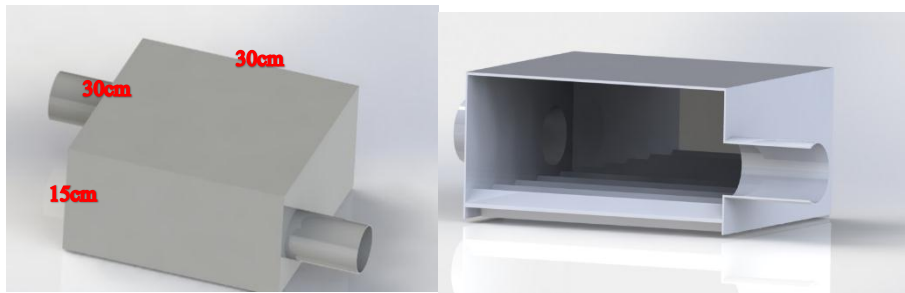
Desain awal membuat pemanas yang berbentuk persegi panjang. Pipa masuk dan pipa keluar sejajar sehingga arah udara masuk dan keluar juga sejajar. Seperti pada Gambar 3.6.7



Gambar 3.6.7 Desain Pemanas 1

#### 2. Desain Pemanas 2

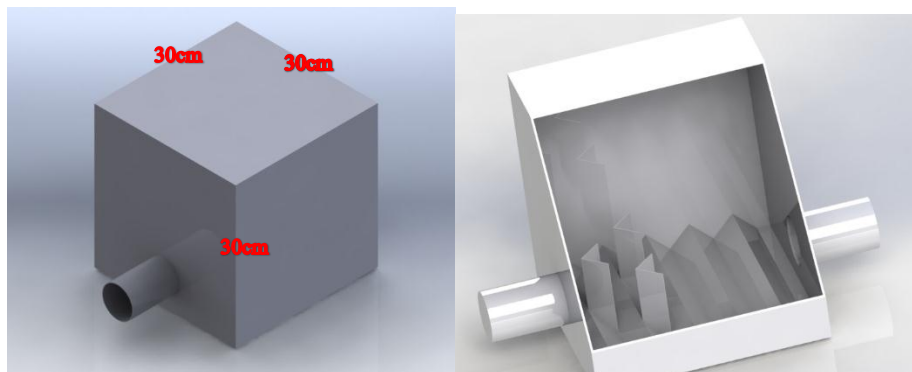
Bentuk dengan pipa masuk tidak sejajar seperti pada gambar dibawah.  
Seperti pada Gambar 3.6.8



Gambar 3.6.8 Desain Pemanas 2

### 3. Desain Pemanas 3

Desain pemanas ke-3 adalah desain pengembangan dari desain ke-2 agar udara mengisi ruang dengan lebih merata. Dengan ditambahkan 3 besi penahan yang diharapkan akan memutar lebih lama udara yang dihembuskan. Seperti pada Gambar 3.6.9



Gambar 3.6.9 Desain Pemanas 3

### 3.7 Pembuatan Alat

Setelah alat dan bahan tersedia tahap selanjutnya adalah pembuatan alat. Proses pembuatan melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Pembuatan *Part* Alat Pengering Kacang Panjang

Part dari alat pengering adalah bagian utama dari alat pengering seperti rangka ruang pemanas, saluran pemanas dan *heat exchanger*/pemanas.

2. Pembuatan Komponen Pendukung

Komponen pendukung pada alat adalah pegangan untuk mempermudah mobilitas, dudukan tempat roda, alat penyambung antar *part*.

### 3. Proses *Assembly*

Setelah komponen utama dan pendukung telah selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah penggabungan antar *part* sehingga menjadi satu-kesatuan dan siap untuk dioperasikan.

## 3.8 Pengujian Alat

Untuk mengetahui keberhasilan suatu produk maka diperlukan pengujian. Dari produk ini ada beberapa pengujian antara lain:

1. Pengujian desain rancangan dengan menggunakan simulasi *software Inventor 2015 dan Solidwork 2015*. Pengujian meliputi pengujian berat dan pengujian aliran udara yang terjadi pada model desain.
2. Pengujian alat pengering kacang panjang dengan mobilitas tinggi, mudah untuk dibawa.
3. Pengujian alat pengering yang sudah dibuat dengan menggunakan kacang panjang sebagai objek ujinya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan dan biaya yang dibutuhkan untuk proses pengeringan kacang panjang.

## Bab 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Perancangan

Perancangan dan pemodelan alat pengering kacang panjang didapatkan dari simulasi dengan *software Inventor 2015 dan Solidwork 2015*. Pemilihan model didapat dengan mempertimbangkan hasil simulasi yang dekat dengan kriteria yang dibutuhkan. Berikut adalah penjelasan dari hasil perancangan yang dilakukan:

#### 4.1.1 Hasil Perancangan Ruang Pemanas

Ukuran yang menjadi dasar perancangan dari alat pengering adalah mengenai mobilitas serta kenyamanan pengoprasian. Mobilitas alat pengering untuk memudahkan membawa alat pengering. Untuk hal ini mobiltas ditandai dengan kemudahan diangkut oleh kendaraan namun dapat memuat kacang panjang dalam jumlah yang cukup banyak.



Gambar 4.1.1 Bak Mobil *Pick Up*

Pada gambar pick up terlihat ukurannya adalah 220 cm x 148 cm. ukuran ini yang menjadi batas dari ukuran alat agar alat dapat dibawa dengan pickup.



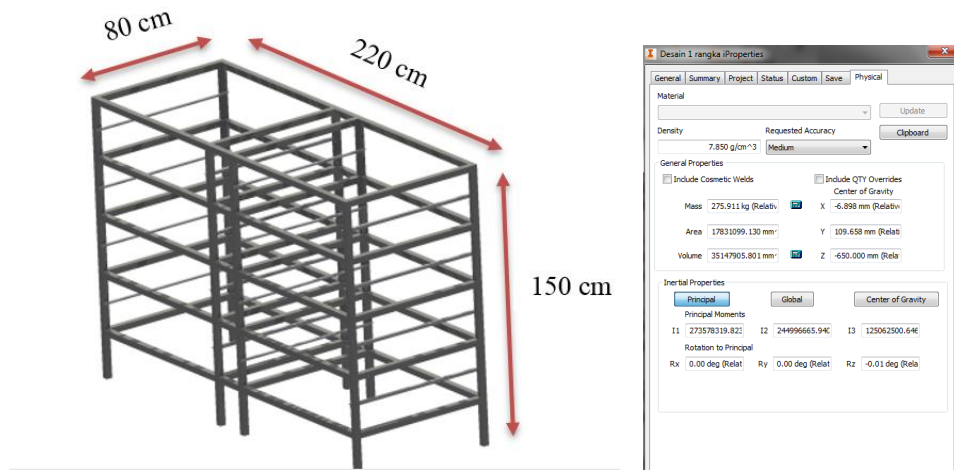
Ukuran kacang panjang, kacang panjang mempunyai panjang 50-80 cm dan ketika disejajarkan dengan maka untuk 1 kg kacang panjang membutuhkan luas 45cm x 80 cm, angka 80 cm ini yang dijadikan sebagai lebar alat. Karena tinggi rata-rata orang Indonesia adalah 170 cm, maka tinggi alat yang digunakan adalah 120 cm yang bertujuan untuk mempermudah pengoperasian alat pengering dan memudahkan untuk memasukkan kacang panjang ke ruang pemanas. 120 cm memudahkan pengukuran ketika pembuatan. Pembuatan setiap rak berjarak 30 cm diantara rak terdapat penyekat yang berguna untuk menghalangi udara naik terlalu cepat dan kacang panjang belum teraliri oleh udara sepenuhnya.



**Gambar 4.1.2 Simulasi Tinggi Alat**

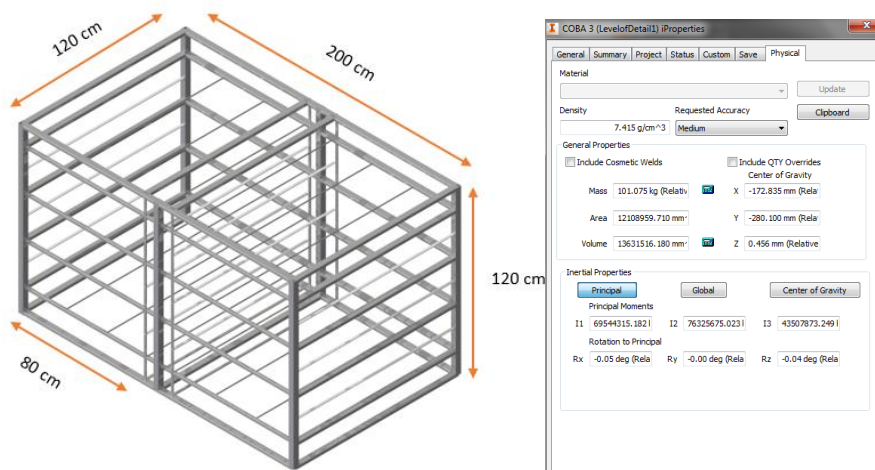
Kemampuan alat yang diinginkan adalah dapat memuat kacang panjang dengan berat 20 kg. Jarak dari setiap rak adalah 30 cm sehingga pembuatan rak adalah sebanyak 4 tingkat. Karena panjang dari kacang panjang yang digunakan

maksimal 80 cm maka dibuat setiap tingkat ada 2 rak yang bersebelahan. Sehingga jumlah keseluruhan dari rak adalah 8 rak dan mempunyai luas 80 cm x 120 cm.



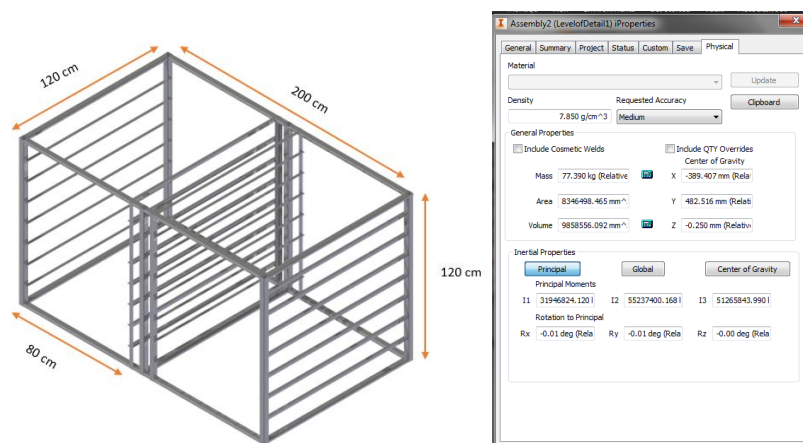
**Gambar 4.1.3 Dimensi Rangka 1**

Pada Gambar 4.1.3 mempunyai desain dengan ukuran panjang 220 cm lebar 80 cm dan tinggi 150 cm. Ini membuat ukuran rak setiap tingkat adalah 100 cm x 80 cm, sehingga daya tampung setiap raknya hanya 2,2 kg, terdapat 8 rak pada alat pengering sehingga jumlah yang dapat ditampung hanya 17,8 kg. Daya tampung pada desain ke-1 belum memenuhi kriteria tujuan yaitu 20 kg dan berat dari rangka adalah 275,911 kg sehingga perlu ada perbaikan desain.



**Gambar 4.1.4 Dimensi Rangka 2**

Setelah dilakukan perbaikan maka dapat dilihat pada Gambar 4.1.4, desain dirubah dimensinya dengan tujuan untuk menambah jumlah muatan yang dapat ditampung, dimensinya adalah 200 cm x 120 cm x 120 cm. Perubahan ini dilakukan dengan cara memutar bentuk peletakkan kacang panjang secara horizontal sehingga untuk dapat memuat 2,5 kg butuh ukuran 80 cm x 120 cm pada setiap raknya maka ditambahkan lebar rangka menjadi 120 cm dan panjang 200 cm, tingginya pun dikurangi menjadi 120 cm karena tidak menggunakan kaki tetapi diganti dengan menggunakan roda sebagai kaki ruang pengeringnya. Ruang rak ini total mampu menampung 20 kg kacang panjang. Namun bentuk rangka masih terlalu banyak menggunakan besi dan berat yang tercatat adalah 101,075 kg, sehingga masih belum memenuhi kriteria tentang bahan murah. Maka perlu adanya perubahan yang dilakukan untuk mengurangi biaya bahan serta berat dari alat tersebut tetapi tidak meninggalkan faktor kekuatannya.



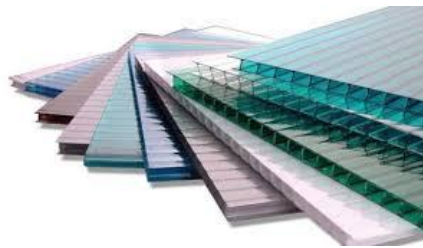
**Gambar 4.1.5 Dimensi Rangka 3**

Pada desain ke-3 seperti pada Gambar 4.1.5 pengurangan bahan dengan menghilangkan rangkaian besi yang membuat rak dan berat dari rangka menjadi 77,390 kg. Hal ini diantisipasi dengan memperkuat nampan, nampan sendiri digunakan sebagai tempat peletakkan kacang panjang sekaligus sebagai raknya. Dengan demikian, metode nampan ini dapat memudahkan memasukkan kacang panjang, dan meringankan alat ketika akan dipindahkan karena nampan terpisah dari rangka ruang pengering.

Dari hasil tersebut didapatkan desain rangka 3 adalah desain yang dapat menjawab kriteria yang dibutuhkan yaitu dengan muatan 20 kg, berat rangka yang cukup, dan menggunakan sedikit bahan besi.

Bahan dinding yang digunakan harus kuat tetapi tetap ringan dan tahan terhadap panas. Polikarbonat adalah salah satu bahan dengan kategori tersebut. Keunggulan Polikarbonat, yaitu:

1. Jernih
2. Ringan ( $\rho = 1,2 \text{ gr/cm}^3$ )
3. Kuat dan tahan terhadap bentur.
4. Titik lebur  $185^\circ\text{C}$



**Gambar 4.1.6 Polikarbonat**

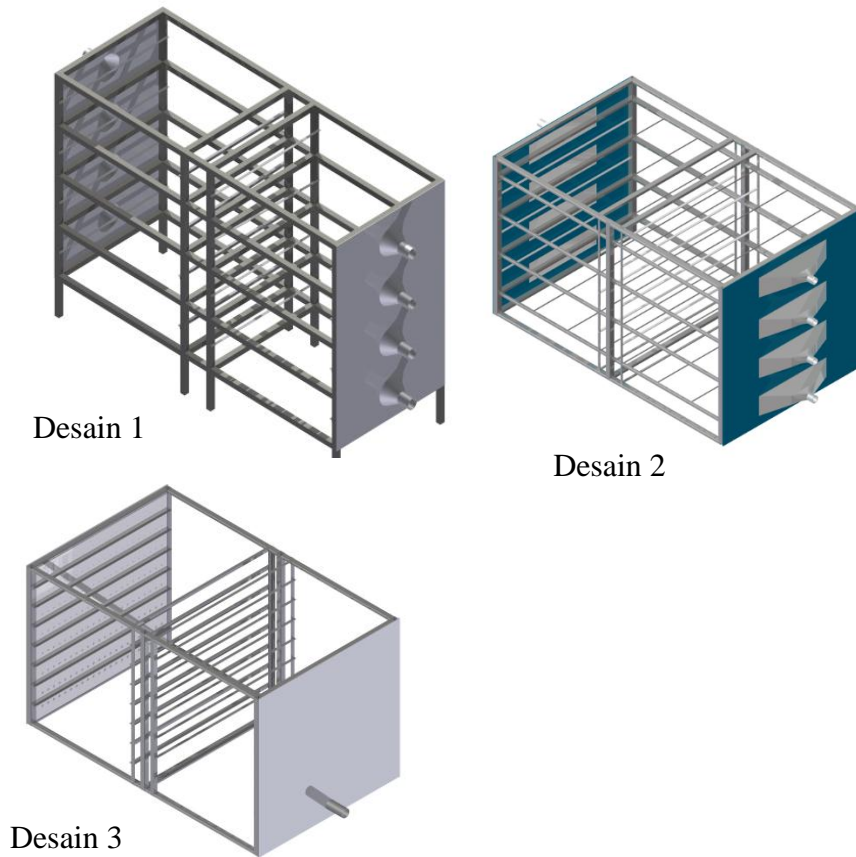
Keunggulan ini juga dimiliki oleh jenis plastik lain, tapi hanya polikarbonat yang mengandung kombinasi dari semua keunggulan tersebut, sehingga memungkinkan aplikasi polikarbonat dengan mengedepankan dua atau lebih keunggulan sekaligus dan tidak ada jenis plastik lain yang lebih terjangkau untuk kombinasi seperti ini. (Brydson 1982)

Dari hasil wawancara dengan pegawai PT Bumi Pusaka, mengatakan bahwa untuk menjaga agar daya kecambah tetap bagus suhu pengeringan tidak boleh lebih dari  $50^\circ\text{C}$ . Jika suhu berlebih dapat mematikan daya kecambah kacang panjang dan membuat benih tidak tumbuh. Maka dari itu menjaga suhu pengeringan dibawah  $50^\circ\text{C}$  sangat penting.

Dari kajian diatas dapat disimpulkan bahwa suhu pengeringan tidak boleh lebih dari  $50^\circ\text{C}$  sehingga pemilihan bahan dapat ditentukan. Disamping itu bahan yang digunakan untuk keseluruhan bagian alat tidak harus terbuat dari logam, salah satu fungsinya untuk menekan biaya pembuatan alat pengering kacang panjang.

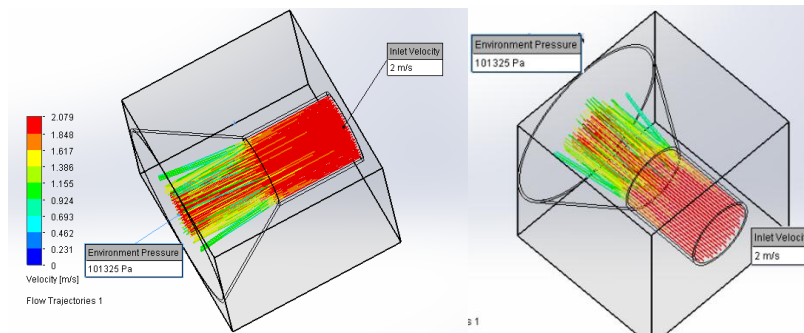
## 4.1.2 Hasil Perancangan Saluran Udara

Saluran pembagi udara adalah saluran yang mendistribusikan udara panas keseluruhan tingkat, sehingga panas yang dihasilkan dari pemanas tersebar merata dan proses pengeringan merata. Berikut adalah desain saluran udara yang telah dibuat:



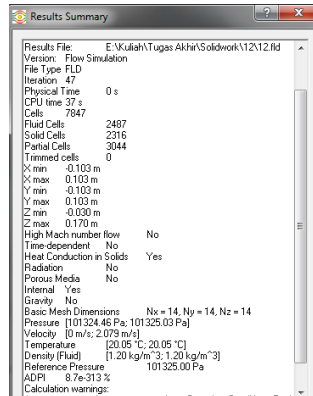
**Gambar 4.1.7 Desain Saluran Pembagi**

Berikut simulasi model desain yang telah dibuat menggunakan *software Solidwork 2015*



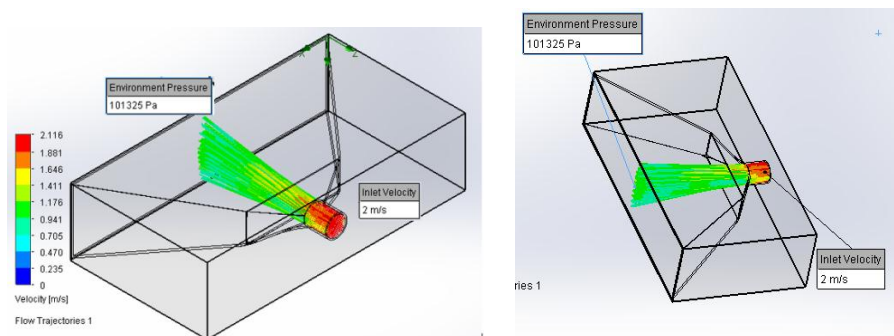
**Gambar 4.1.8 Desain 1 Saluran Udara**

Setelah desain ke-1 saluran udara disimulasi menggunakan kacang panjang dengan udara berkecepatan 2 m/s pada kondisi normal seperti pada Gambar 4.1.9



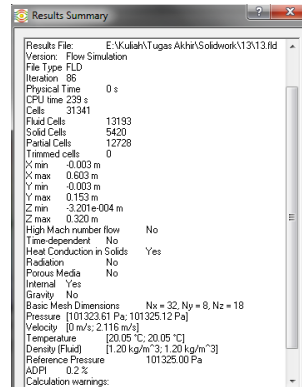
Gambar 4.1.9 Parameter Desain 1

Diperoleh hasil seperti Gambar 4.1.8. Dari gambar tersebut dapat diketahui pola penyebaran udara yang terjadi. Udara dengan kecepatan 2 m/s yang dihembuskan dari sisi yang lebih kecil nampak tidak terjadi penyebaran yang signifikan. Dengan ditandai gerakan udara yang lurus walaupun sisi yang lain dibuat melebar dari sisi masuknya udara. Hal ini yang melandasi untuk mengembangkan lagi desain ke bentuk selanjutnya. Desain ke-1 dengan bentuk lingkaran di tengah rak maka untuk mendistribusikan udara, desain ke-2 dibuat melebar ke samping agar udara merata ke seluruh ruangan rak.



Gambar 4.1.10 Desain 2 Saluran Udara

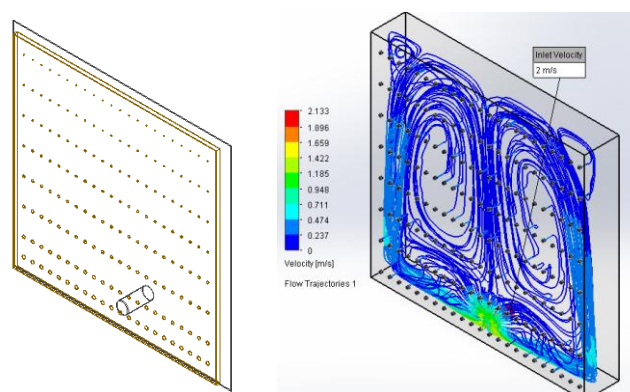
Dari hasil simulasi dengan Solidwork 2015 diatas desain ke-2 Gambar 4.1.10, saluran udara dilewati udara dengan kecepatan 2 m/s pada kondisi normal seperti Gambar 4.1.11.



**Gambar 4.1.11 Parameter Desain 2**

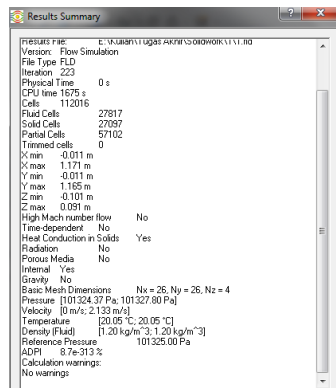
Aliran udara membentuk arah lurus dan mulai menyebar pada ujungnya, aliran ini menyebar kearah samping. Penyebarannya tidak merata dan cenderung berkumpul ditengah tidak memenuhi bentuk dari saluran udara. Dari aliran udara yang hanya menuju kesatu arah ini membuat penyebaran udara pada ruang pengering kurang. Perlu ada pengembangan lain agar penyebaran udara didalam ruang pengering dapat merata, karena desain ke-2 belum mendistribusikan udara secara merata maka pada desain ke-3 membuat sebuah kotak perputaran udara yang digunakan untuk membagi udara ke setiap sudut, sehingga udara dapat terbagi merata.

Desain ke-3 lebih sederhana dan membutuhkan tempat yang sedikit, bentuknya pun tidak rumit sehingga dapat menghemat bahan serta biaya pembuatan saluran udara.



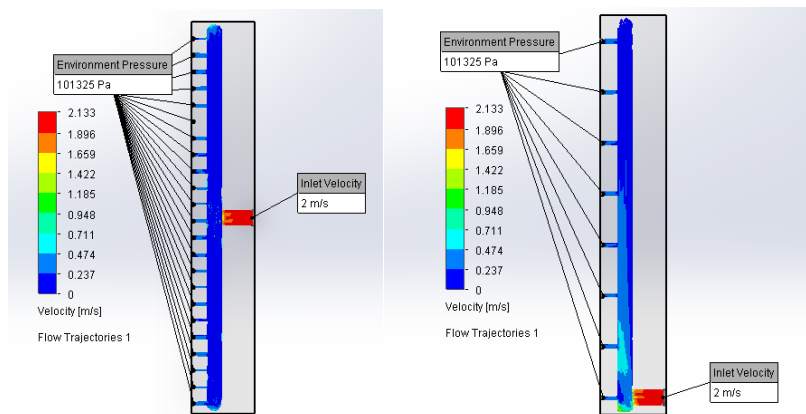
**Gambar 4.1.12 Bentuk dan Simulasi Saluran Pembagi Udara 3**

Dari simulasi didapatkan hasil dengan kecepatan udara 2 m/s pada kondisi udara normal seperti pada Gambar 4.1.13.



Gambar 4.1.13 Parameter Desain 3

Udara bergerak keseluruhan penjuror saluran udara. Hanya beberapa yang tidak. Namun untuk keseluruhan dari atas, bawah, samping kanan dan kiri terkena aliran udara, dengan kata lain penyebaran udara baik.



Gambar 4.1.14 Simulasi Desain Saluran Udara 3 Tampak Samping (kanan) dan Atas (kiri)

Untuk membagi agar udara tersebar di rak maka dibuat lubang-lubang di setiap tingkatnya, sehingga udara dapat keluar dari lubang menuju ke ruangan pengering.

Dilihat dari pergerakan udara, udara cenderung bergerak ke atas terlebih dahulu dan sebagian kecil kebawah. Untuk mensiasati agar udara di setiap tingkat



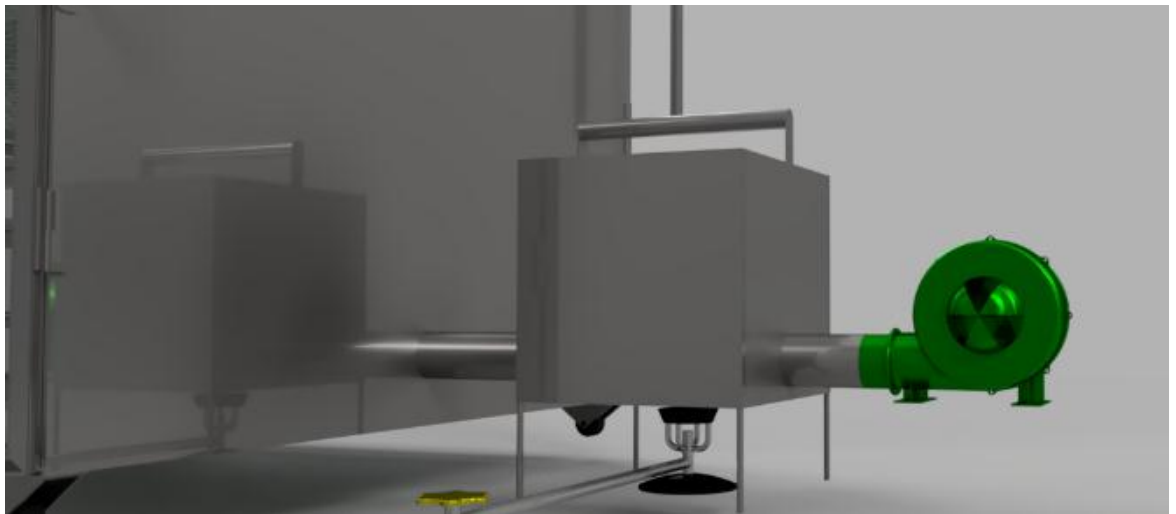
rata maka perlu ada pengaturan ukuran lubang pada setiap tingkatnya agar distribusi udara merata.

Menempatkan lubang yang kecil pada lubang terjauh dan kemudian mulai membesar secara bertahap menuju saluran masuk. Hal ini agar udara dapat berputar dari yang terjauh sampai ke yang terdekat dengan saluran masuk sehingga aliran pun merata keseluruhan tingkatan raknya.

Maka, dari 3 desain yang ada desain yang mempunyai kemampuan untuk menyebarkan aliran udara terbaik adalah pada desain ketiga. Sehingga alat menggunakan desain 3 sebagai saluran pembaginya.

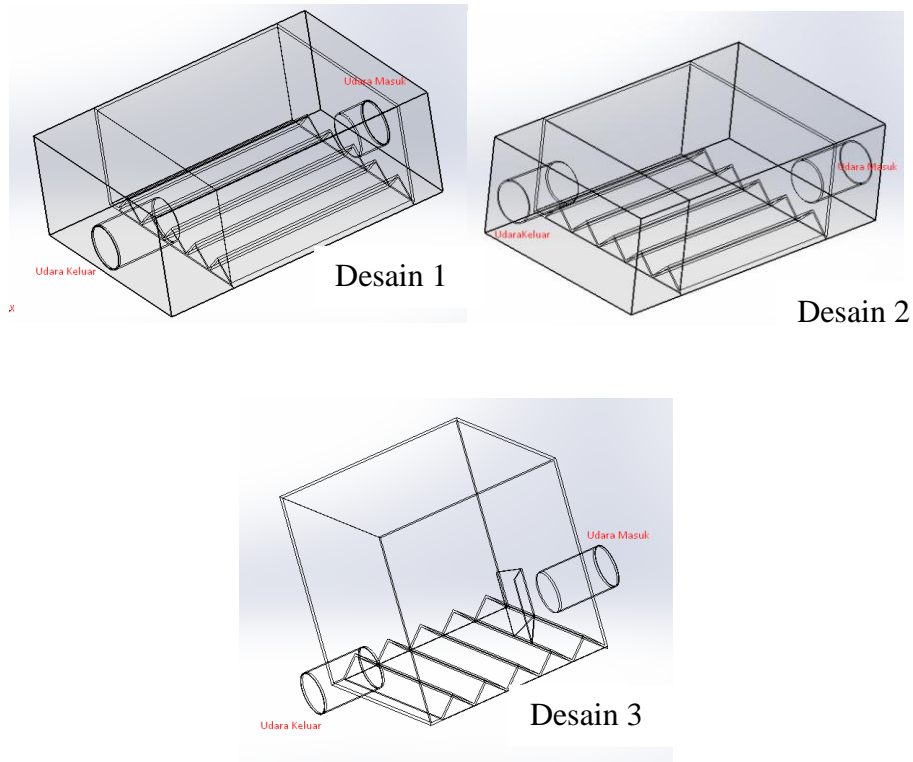
### **4.1.3 Hasil Perancangan Heat Exchanger/Pemanas**

Pemanas adalah alat untuk memanaskan udara yang dihembuskan oleh blower dan dipanasi oleh kompor seperti pada Gambar 4.1.15 .



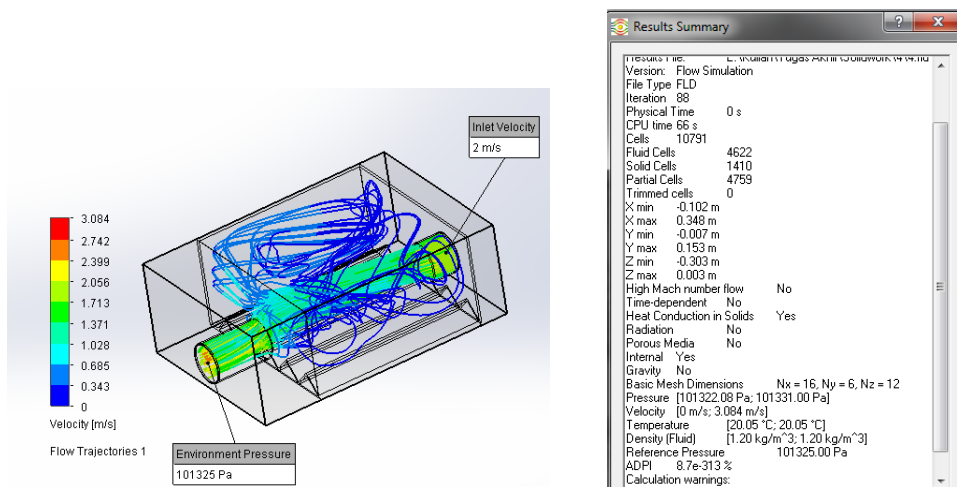
**Gambar 4.1.15 Heat Exchanger/Pemanas**

Ada 3 desain yang telah dibuat dan kemudian dipilih 1 yang dekat dengan kriteria yang dibutuhkan. Desain yang dibutuhkan adalah yang mampu membentuk aliran udara turbulensi terbesar agar aliran konveksi didalam pemanas maksimal. Adapun desain tersebut antara lain:



**Gambar 4.1.16 Desain Heat Exchanger/Pemanas**

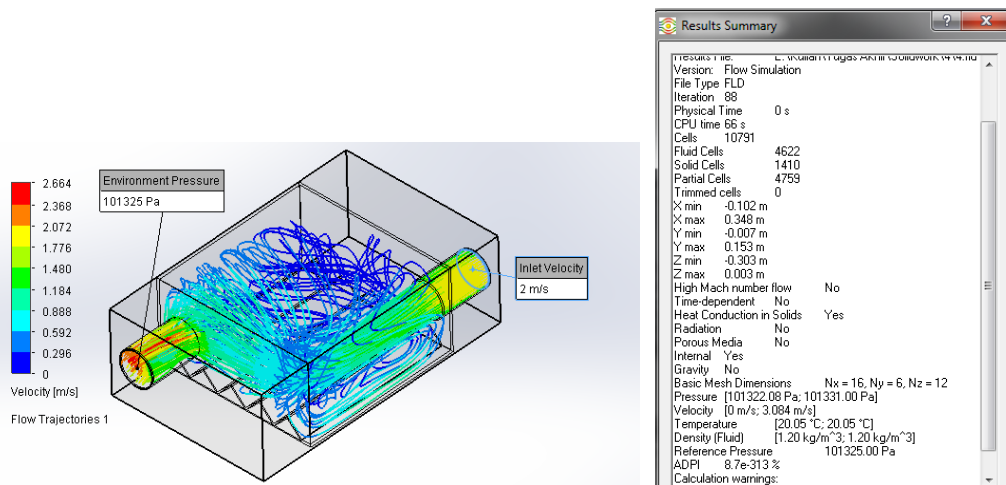
Setelah disimulasikan desain ke-1 dengan dihembuskan udara dengan kecepatan 2 m/s pada kondisi tekanan udara normal, dapat dilihat pada gambar di bawah.



**Gambar 4.1.17 Simulasi Desain Pemanas 1 dan Parameter**

Udara yang berputar di dalam sedikit dari proses pemanasan ditandai dengan warna biru tua yang sedikit dengan nilai 0,343 m/s – 0 m/s dan kecepatan udara tertinggi 3,084 m/s. Untuk hal itu pengembangan selanjutnya adalah bagaimana cara untuk melambatkan aliran udara, sehingga konveksi panas yang terjadi dapat maksimal.

Hasil simulasi desain ke-2 dengan kecepatan udara 2 m/s .didapatkan aliran udara melambat dengan ditandai kecepatan maksimal udara adalah 2,664 m/s lebih kecil dari desain ke-1 yaitu 3,084 m/s. Akan Tetapi arah udara hanya berkumpul di salah satu sudut saja dan udara yang berputar dengan lambat hanya sedikit yang ditandai dengan warna biru tua. Sedangkan seluruh bagian pemanas mendapat panas yang merata sehingga hal tersebut tidak efisien karena konveksi panasnya kurang maksimal. Dapat dilihat pada gambar di bawah.

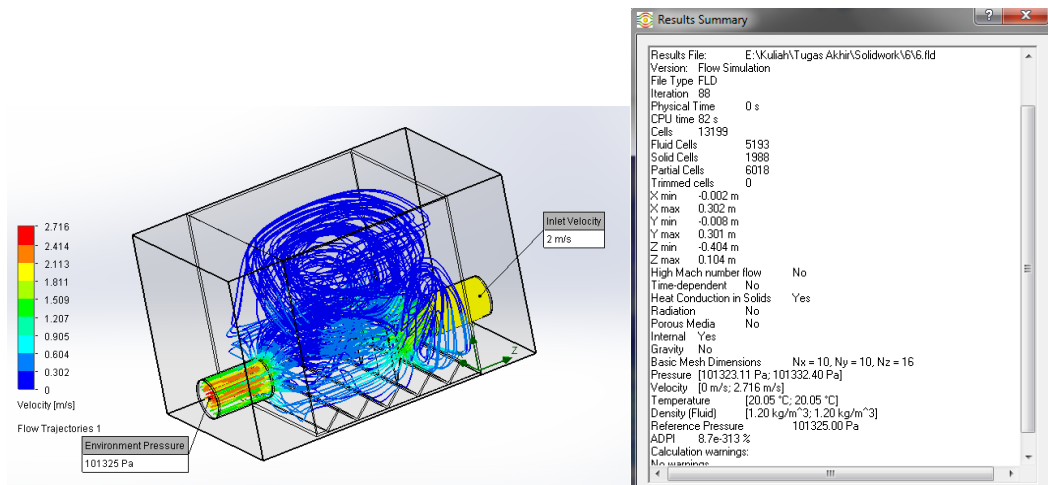


**Gambar 4.1.18 Simulasi Desain Pemanas 2 dan Parameter**

Dari hasil di atas, maka desain ke-2 belum memenuhi kriteria karena aliran kurang merata. Pada desain selanjutnya adalah untuk mengatur udara dapat berputar mengisi ruang pemanas.

Hasil simulasi desain ke-3 dengan udara berkecepatan 2 m/s didapat hasil seperti Gambar 4.1.19. Menambahkan luas permukaan kontak dengan udara dengan cara memperbesar ukuran pemanas dan memberikan penghalang udara agar udara menyebar ke seluruh ruang pemanas.

Dari Gambar 4.1.19 terlihat bahwa udara yang berputar di dalam ruang pemanas banyak ditandai dengan warna biru tua. Dan berkurangnya warna biru muda  $0,905 \text{ m/s} - 0,604 \text{ m/s}$  menandakan udara yang berputar relative lambat.

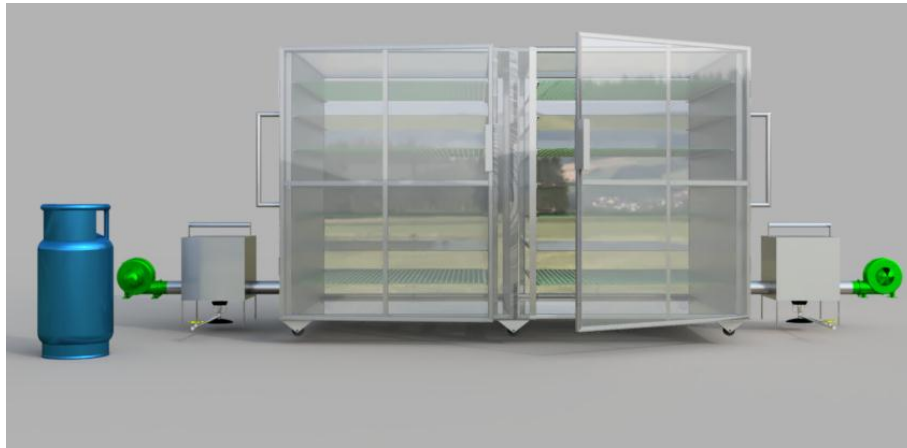


**Gambar 4.1.19 Simulasi Desain Pemanas 3 dan Parameter**

Dari hasil simulasi didapat desain pemanas 3 adalah desain yang terbaik dari desain pemanas sebelumnya, dan dijadikan sebagai model dari pemanas.

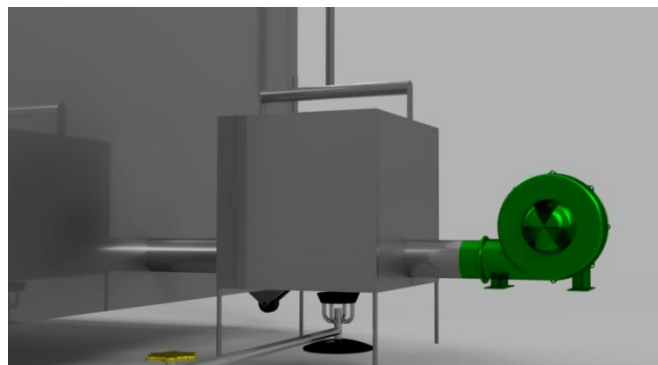
## 4.2 Hasil Gambar Perancangan Mesin

Setelah perancangan dari berbagai part dari ruang pemanas, saluran udara dan pemanas. Maka dapat digabungkan dan menjadi satu model alat pengering kacang panjang, dari desain dan analisis didapat bentuk model keseluruhan alat seperti Gambar 4.2.1



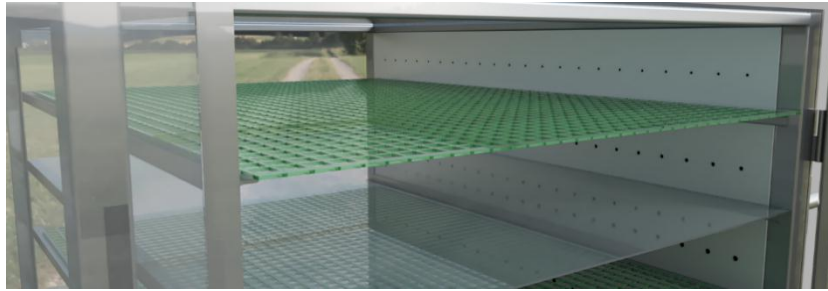
Gambar 4.2.1 Bentuk Keseluruhan Alat

Untuk memudahkan transportasi pada beberapa bagian ditambahkan pegangan. Tambahan pegangannya berada pada sisi ruangan pengering dan pada atas *heat exchanger* seperti pada Gambar 4.2.2



Gambar 4.2.2 Model *Heat Exchanger*

Rancangan *heat exchanger* yang berbentuk kotak, bagian ini dibuat terpisah dari ruang pemanas dan blower sehingga *heat exchanger* dapat dipisahkan dari ruang pemanas dan dapat pula dipisahkan dari *blower*.



**Gambar 4.2.3 Bagian dalam Rancangan Pengering**

Hasil dari pemasangan saluran udara dapat dilihat pada Gambar 4.2.3. Sisi dalam yang berlubang berguna untuk membagi udara panas pada setiap raknya.

### **4.3 Hasil Pembuatan Alat**

Setelah model desain selesai dibuat maka selanjutnya adalah proses pembuatan alat. Proses pembuatan dimulai dengan membuat rangka dari ruang pengering seperti pada Gambar 4.3.1



**Gambar 4.3.1 Pembuatan Rangka Ruang Pemanas**

Pembuatan rangka dilakukan terlebih dahulu, dengan ukuran seperti desain yang sudah dibuat. Pembuatan rangka menggunakan las listrik serta dengan

pemotong besi. Selama pembuatan rangka, dibuat juga nampan sebagai tempat peletakkan kacang panjang.



**Gambar 4.3.2 Nampan Kacang Panjang**

Nampan seperti Gambar 4.3.2 dibuat 8 buah. Dengan bahan besi siku pada sekelilingnya sebagai pengikat jaring-jaring besi dan diberi penopang besi 2 buah untuk menjaga permukaan jaring besi tetap rata. Kemudian setelah rangka dan nampan sudah jadi dilanjutkan dengan proses pembuatan saluran pembagi udara dan pemasangan polikarbonat.



**Gambar 4.3.3 Pemasangan Saluran Pembagi Udara (kiri) dan Dinding Polikarbonat (kanan)**

Pemasangan saluran pembagi udara dan dinding menggunakan paku rifet dan baut, karena lebih praktis dan mudah seperti pada Gambar 4.3.3 untuk

menjaga agar udara di dalam tidak keluar, dipasang perekat spon dan lem antara dinding dan rangka ruang pemanas.

Pembuatan *heat exchanger*/pemanas menggunakan plat besi tebal 1.4 mm. Pembuatan melalui proses penekukkan dan kemudian disatukan dengan las.



**Gambar 4.3.4 Dinding Pemanas (kiri) dan Bagian Dalam Pemanas (kanan)**

Dinding pemanas dibuat dengan alat penekuk sehingga menjadi bentuk persegi dan kemudian disambungkan menggunakan alat las. Seperti Gambar 4.3.4. bagian dalam menggunakan potongan besi siku-siku yang disusun sehingga menjadikan permukaan yang dipanasi menjadi luas dari pada dengan besi yang datar.

Setelah semua part selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah merangkainya menjadi satu seperti pada Gambar 4.3.5



**Gambar 4.3.5 Alat Pengering Kacang Panjang**

Seperti yang terlihat di atas alat pengering kacang panjang menggunakan dua buah blower dengan daya 150 watt masing-masing dengan ukuran lubang 2½



inch. Sedangkan pemanasnya menggunakan panas dari kompor yang dilengkapi dengan tangkai untuk menghemat tempat. Tabung gas menggunakan tabung gas ukuran 12 kg bertujuan agar penggunaan gas lebih lama.

## **4.4 Hasil Pengujian Alat**

### **4.4.1 Hasil Pengujian Mobilitas**

Pengujian alat setelah alat selesai dibuat adalah dengan menguji mobilitasnya. Pengujian dilakukan dengan cara menaikkan alat ke kendaraan pick up, untuk menandakan alat mudah untuk dibawa dan mampu diangkat oleh manusi tanpa bantuan alat seperti pada Gambar 4.4.1



**Gambar 4.4.1 Alat Pengereng Diangkut dengan Pick Up**

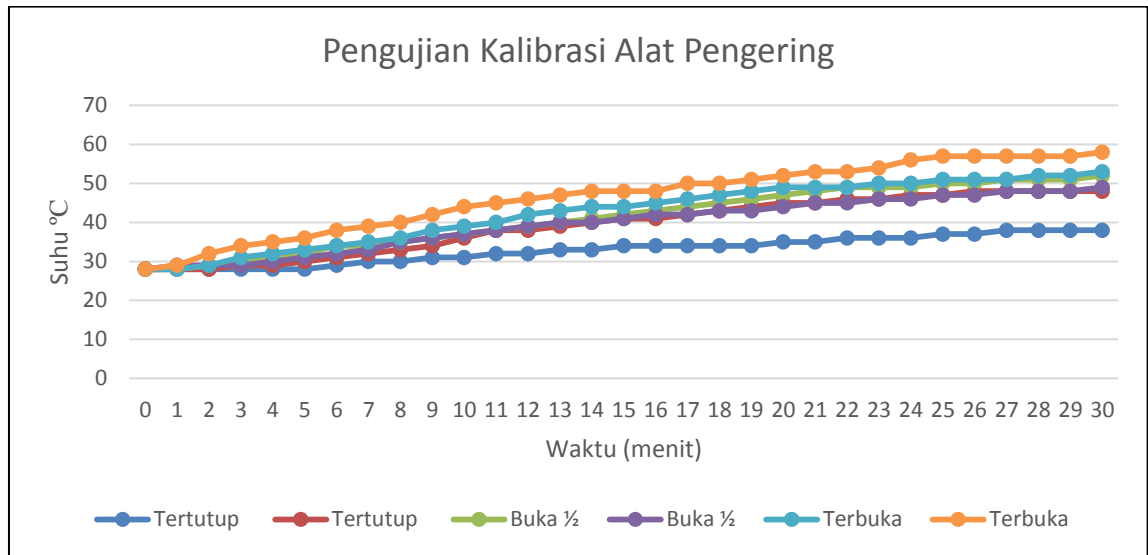
Untuk menaikkan alat pengereng ke atas pick up membutuhkan 4 orang. Setiap orang berada pada sudut alat dan pada sudut tersebut sudah dilengkapi dengan pegangan untuk mempermudah pengangkatan.

### **4.4.2 Hasil Pengujian Alat Tanpa Objek**

Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu yang dicapai tanpa ada objek kacang panjang di dalamnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaturan alat yang terbaik dengan mengatur beberapa bukaan yang terdiri dari *inlet blower*, *exhaust* dan regulator gas. Dari hasil pengujian didapatkan data sebagai berikut:

**Tabel 4.4.1 Pengujian Kalibrasi Alat Pengering**

No	1	2	3	4	5	6	
Kondisi	<i>Blower</i>	Tertutup	Tertutup	Buka ½	Buka ½	Terbuka	Terbuka
	<i>Exhaust</i>	Tertutup	Terbuka	Buka ½	Terbuka	Buka ½	Terbuka
	Regulator Gas	½	½	½	½	½	½
	Suhu Awal	28	28	28	28	28	28
Perubahan Suhu Per Menit(°C)	1	28	28	28	29	28	29
	2	28	28	29	29	29	32
	3	28	29	30	29	31	34
	4	28	29	31	30	32	35
	5	28	30	32	31	33	36
	6	29	31	34	32	34	38
	7	30	32	34	33	35	39
	8	30	33	35	35	36	40
	9	31	34	36	36	38	42
	10	31	36	37	37	39	44
	11	32	38	38	38	40	45
	12	32	38	39	39	42	46
	13	33	39	40	40	43	47
	14	33	40	41	40	44	48
	15	34	41	42	41	44	48
	16	34	41	43	42	45	48
	17	34	42	44	42	46	50
	18	34	43	45	43	47	50
	19	34	44	46	43	48	51
	20	35	45	47	44	49	52
	21	35	45	48	45	49	53
	22	36	46	49	45	49	53
	23	36	46	49	46	50	54
	24	36	47	49	46	50	56
	25	37	47	50	47	51	57
	26	37	48	50	47	51	57
	27	38	48	51	48	51	57
	28	38	48	51	48	52	57
	29	38	48	51	48	52	57
	30	38	48	52	49	53	58



**Grafik 4.4.1 Pengujian Kalibrasi Alat Pengering**

Dari Tabel 4.4.1 di atas diketahui terdapat 6 pengaturan alat pengering yang dilakukan untuk menguji kalibrasi alat pengering. Pengujian dilakukan dengan cara membuka regulator setengah dan variabelnya dengan mengubah bukaan dari *inlet blower* dan *exhaust*. Dari data diperoleh bahwa pengaturan pertama dengan *inlet blower* dan *exhaust* tertutup dalam waktu 30 menit suhu ruang pengering mencapai 38°C sedangkan pada pengaturan keenam didapat dalam waktu 30 menit suhu ruangan pemanas mencapai 58°C. Dengan demikian, dapat disimpulkan jika udara pada alat pengering semakin lancar maka semakin cepat pula ruang pemanas mengalami kenaikan suhu seperti terlihat pada Grafik 4.4.1.

#### **4.4.3 Hasil Pengujian Alat Menggunakan Kacang Panjang sebagai Objek**

Pengujian dilakukan dengan kacang panjang sebagai objek uji. Kacang panjang yang dikeringkan adalah kacang panjang yang sudah tua untuk dijadikan sebagai bibit. Hal itu ditandai dengan warna kulit kacang panjang yang mulai menguning. Kacang panjang dimasukkan ke dalam ruang pengering menggunakan nampan yang telah dibuat, setiap nampan diisi dengan 2,5 kg kacang panjang sehingga total kacang panjang yang diuji adalah 20 kg, seperti pada Gambar 4.4.2



**Gambar 4.4.2** Persiapan Uji Coba Alat Pengering

Menurut wawancara dengan karyawan PT.Bumi Perkasa. Kacang panjang dikatakan kering ditandai dengan cara meremas kacang panjang, bila kacang panjang telah berubah warna dan kulit kering mudah hancur maka dapat dikatakan sudah kering dan dapat dijadikan bibit. Mereka juga menjelaskan bahwa pengeringan tidak boleh lebih dari suhu 50°C karena akan mematikan daya cambah kacang panjang. Selama 13 jam pengeringan dengan suhu rata-rata 50°C didapatkan hasil pengeringan seperti pada Gambar 4.4.3



**Gambar 4.4.3** Hasil Pengeringan Kacang Panjang

Dari hasil yang diperoleh seperti gambar diatas kacang panjang sudah berubah warna dan kulitnya kering mudah dihancurkan, sehingga dapat dikatakan kacang sudah kering.

Proses pengujian dilakukan dengan cara mengatur suhu ruang pemanas pada kisaran 40°C-50°C. Pengecekan berat kacang panjang dilakukan setiap satu jam untuk mengetahui laju penurunan berat kacang panjang selama masa pengeringan. Dari hasil pengujian didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.4.3 pada awal memulai pengeringan berat kacang panjang adalah 20 kg setelah dilakukan proses pengeringan selama 13 jam berat kacang menjadi 2,72 kg.

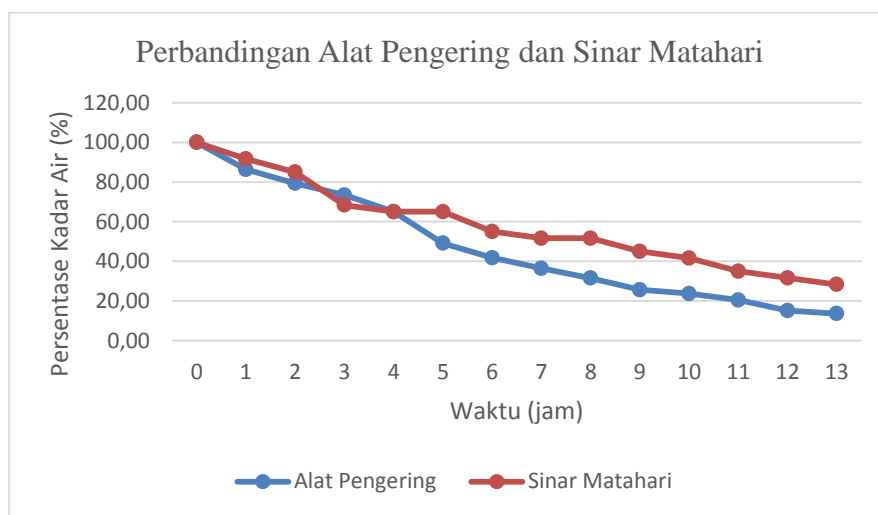
**Tabel 4.4.3 Penurunan Berat Kacang Panjang**

No.	Berat Kacang Panjang (kg)	Penurunan Berat Kacang Panjang Tiap Jam (kg)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	2,5	2,170	1,970	1,920	1,650	1,210	1,140	1,020	0,860	0,670	0,610	0,570	0,380	0,330
Rak 2	2,5	2,190	2,100	1,960	1,740	1,390	1,200	1,040	0,940	0,760	0,700	0,520	0,440	0,390
Rak 3	2,5	2,095	1,945	1,745	1,495	1,115	0,925	0,705	0,595	0,415	0,475	0,375	0,325	0,305
Rak 4	2,5	2,130	1,980	1,730	1,580	1,230	0,940	0,890	0,770	0,640	0,560	0,500	0,340	0,310
Rak 5	2,5	2,160	1,920	1,895	1,675	1,240	1,130	1,010	0,900	0,710	0,650	0,590	0,400	0,360
Rak 6	2,5	2,205	1,970	1,865	1,675	1,240	1,150	1,005	0,850	0,730	0,640	0,570	0,410	0,380
Rak 7	2,5	2,165	2,010	1,795	1,595	1,160	0,920	0,755	0,630	0,500	0,485	0,395	0,365	0,300
Rak 8	2,5	2,150	1,960	1,780	1,590	1,235	0,955	0,875	0,770	0,700	0,615	0,585	0,380	0,345
Matahari	2,5	2,291	2,125	1,708	1,625	1,625	1,375	1,291	1,291	1,125	1,041	0,875	0,791	0,708

**Tabel 4.4.2 Presentase Penurunan Kadar Air**

NO	Presentase Penurunan Kadar Air Tiap Jam (%)													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	100,00	86,80	78,80	76,80	66,00	48,40	45,60	40,80	34,40	26,80	24,40	22,80	15,20	13,20
Rak 2	100,00	87,60	84,00	78,40	69,60	55,60	48,00	41,60	37,60	30,40	28,00	20,80	17,60	15,60
Rak 3	100,00	83,80	77,80	69,80	59,80	44,60	37,00	28,20	23,80	16,60	19,00	15,00	13,00	12,20
Rak 4	100,00	85,20	79,20	69,20	63,20	49,20	37,60	35,60	30,80	25,60	22,40	20,00	13,60	12,40
Rak 5	100,00	86,40	76,80	75,80	67,00	49,60	45,20	40,40	36,00	28,40	26,00	23,60	16,00	14,40
Rak 6	100,00	88,20	78,80	74,60	67,00	49,60	46,00	40,20	34,00	29,20	25,60	22,80	16,40	15,20
Rak 7	100,00	86,60	80,40	71,80	63,80	46,40	36,80	30,20	25,20	20,00	19,40	15,80	14,60	12,00
Rak 8	100,00	86,00	78,40	71,20	63,60	49,40	38,20	35,00	30,80	28,00	24,60	23,40	15,20	13,80
Matahari	100,00	91,64	85,00	68,32	65,00	65,00	55,00	51,64	51,64	45,00	41,64	35,00	31,64	28,32

Selain pengujian alat, pengujian juga dilakukan pada pengeringan menggunakan sinar matahari. Pengeringan menggunakan sinar matahari dilakukan dengan meletakkan kacang panjang dibawah terik matahari dan kemudian diukur perubahan berat pada setiap jamnya terlihat pada Tabel 4.4.2. Dari hasil pengujian penurunan berat kacang panjang pada sinar matahari hasilnya bervariasi/tidak merata hal ini dikarenakan penjemuran dengan sinar matahari tergantung pada cuaca saat penjemuran karena beberapa saat awan dapat menutupi sinar matahari sehingga hasil penguapan dari kacang panjang berkurang terlihat pada Grafik 4.4.2.



Grafik 4.4.2 Perbandingan Alat Pengering dan Sinar Matahari

## 4.5 Biaya Investasi Alat

Untuk mengetahui seberapa besar nilai ekonomis alat pengering maka dilakukan perbandingan antara biaya alat pengering dan harga alat sejenis yang sudah ada dipasaran. Perhitungan biaya pembuatan alat bisa dilihat pada Tabel 4.5.1. Dari perhitungan biaya produksi alat pengering kacang panjang diketahui biaya alat di atas adalah sebesar Rp.7.302.000,-. Harga ini masih lebih murah dibanding dengan alat yang sejenis dipasaran yang memiliki harga Rp.15.000.000 – Rp.25.000.000.

Alat pengering dilakukan dua kali pengerjaan yang pertama adalah pembuatan rangka yang dilakukan di bengkel las dan yang kedua dilakukan oleh sendiri di laboratorium Teknik Mesin UII. Pengerjaan di bengkel menghabiskan biaya Rp.3.300.000, dan sisanya adalah biaya bahan yang dikeluarkan.

**Tabel 4.5.1 Biaya Produksi Alat Pengering Kacang Panjang**

No	Nama Barang	Banyak		Harga Satuan	Jumlah
1	Rak	1	buah	Rp 3.300.000	Rp 3.300.000
2	Besi 8	1	batang	Rp 38.000	Rp 38.000
3	Striming	1	rol	Rp 150.000	Rp 150.000
4	Bendrat	1	ikat	Rp 8.000	Rp 8.000
5	Suzuka Black	1	buah	Rp 25.000	Rp 25.000
6	Roda 3"	1	set	Rp 57.500	Rp 57.500
7	Roda 3" + rem	2	buah	Rp 38.500	Rp 77.000
8	Solite clear	1	roll	Rp 1.365.000	Rp 1.365.000
9	Siku 4x4	1	batang	Rp 71.000	Rp 71.000
10	Plat Bordes 1.2mm	1	lembar	Rp 366.000	Rp 366.000
11	kawat las RD 260 2.0	1	pack	Rp 64.000	Rp 64.000
12	Meteran 3m F	1	buah	Rp 15.000	Rp 15.000
13	Gerinda Potong WD	1	buah	Rp 4.500	Rp 4.500
14	Graji Besi S	1	buah	Rp 15.000	Rp 15.000
15	Roofing	200	buah	Rp 250	Rp 50.000
16	M 8 x 7	12	buah	Rp 1.500	Rp 18.000
17	M 8 x 5	12	buah	Rp 1.000	Rp 12.000
18	Nachi DT Foam	5	buah	Rp 8.500	Rp 42.500
19	Tekuk Plat	10	tekukan	Rp 4.000	Rp 40.000
20	Siku Alumunium 1/2	4	batang	Rp 17.500	Rp 70.000
21	Dexton 5m	1	buah	Rp 17.000	Rp 17.000
22	Klem Selang	4	buah	Rp 5.000	Rp 20.000
23	Selang Dt	5	meter	Rp 40.000	Rp 200.000
24	Regulator W28	1	buah	Rp 97.500	Rp 97.500
25	Triple T	1	buah	Rp 17.500	Rp 17.500
26	Klem	6	buah	Rp 5.000	Rp 30.000
27	Gas 12 KG	1	buah	Rp 145.000	Rp 145.000
28	Kompore Gas	1	buah	Rp 98.000	Rp 98.000
29	Kompore Gas	1	buah	Rp 98.000	Rp 98.000
30	Blower 2.5" Sumura	1	buah	Rp 320.000	Rp 320.000
31	Resin	0,7	kg	Rp 35.000	Rp 24.500
32	Katalis	1	botol	Rp 11.000	Rp 11.000
33	Blower 2.5" Sumura	1	buah	Rp 280.000	Rp 280.000
34	Klem Selang	2	buah	Rp 5.000	Rp 10.000
35	Gas 12 KG	1	buah	Rp 145.000	Rp 145.000
<b>Total Biaya Pembuatan</b>					<b>Rp 7.302.000</b>

Perhitungan biaya pembuatan keseluruhan alat berikut biaya pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- a. Biaya pembuatan rangka adalah Rp.3.300.000
- b. Biaya *Finishing* alat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Anggaran yang keluar} - \text{biaya rangka} &= \text{biaya bahan finishing} \\ \text{Rp. 7.302.000} - \text{Rp. 3.300.000} &= \text{Rp. 4.002.000} \end{aligned}$$

Maka, biaya finishing berikut biaya pembuatan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Bahan finishing} + 25\% \text{ Bahan finishing} &= \text{Total finishing} \\ \text{Rp. 4.002.000} + 25\%(\text{Rp. 4.002.000}) &= \text{Rp. 5.002.500} \end{aligned}$$

Sehingga, total keseluruhan biaya alat pengering kacang panjang adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya rangka} + \text{biaya total finishing} &= \text{total biaya alat} \\ \text{Rp. 3.300.000} + \text{Rp. 5.002.500} &= \text{Rp. 8.302.500} \end{aligned}$$

#### 4.5.1 Biaya Operasional

Biaya yang dibutuhkan untuk pengeringan kacang panjang selama 13 jam adalah sebagai berikut:

##### 1. Biaya Gas LPG

Diketahui:

Berat kosong tabung LPG = 15.1 kg

Berat isi tabung LPG = 27.1kg

Harga Tabung Gas LPG = Rp.145.000

Maka, harga gas LPG per kg adalah:

$$\begin{aligned} \text{Harga gas per kg} &= \frac{\text{Harga gas tabun 12 kg}}{\text{Berat bersih gas}} \\ &= \frac{\text{Rp. 145.000}}{27,1 \text{ kg} - 15,1 \text{ kg}} \\ &= \frac{\text{Rp. 145.000}}{12 \text{ kg}} \\ &= \text{Rp. 12.083 per kg} \end{aligned}$$

Dalam waktu 13 jam alat pengering menghabiskan 7,936 kg Gas LPG



sehingga untuk 13 jam biaya untuk Gas LPG adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya LPG selama 13 jam} &= \text{Gas yang dipakai} \times \text{harga gas per kg} \\ &= 7,936 \text{ kg} \times \text{Rp. 12.083} \\ &= \text{Rp. 95.890} \end{aligned}$$

## 2. Biaya Pemakaian Listrik

Diketahui:

Daya Blower 2,5 inch = 150 watt

Tarif Dasar Listrik = Rp. 1.352 per KWH

Maka, besar daya yang dibutuhkan dalam 13 jam adalah:

$$\begin{aligned} \text{Besar Daya selama 13 jam} &= \text{Daya 2 buah blower} \times 13 \text{ jam} \\ &= 2(150 \text{ watt}) \times 13 \text{ hour} \\ &= 3900 \text{ watt.hour} \\ &= 3,9 \text{ KWH} \end{aligned}$$

Sehingga, biaya listrik yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Listrik} &= \text{Daya selama 13 jam} \times \text{Tarif dasar listrik} \\ &= 3,9 \text{ KWH} \times \text{Rp. 1.352} \\ &= \text{Rp. 5.273} \end{aligned}$$

Total biaya yang dibutuhkan untuk mengeringkan kacang panjang selama 13 jam adalah  $\text{Rp. 95.890} + \text{Rp. 5.273} = \text{Rp. 101.163}$

## 4.6 Spesifikasi Alat yang Dihasilkan

Berdasarkan uraian diatas, produk akhir dari perancangan dan pembuatan **Alat Pengering Bibit Kacang Panjang Tipe Tray Dryer yang Ergonomis dengan Mobilitas Tinggi** mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.6.1 Spesifikasi Alat Pengering Kacang Panjang

No	Spesifikasi	Keterangan / Ukuran
1	Dimensi alat	3849 mm x 1319 mm x 1345 mm
2	Dimensi ruang pengering	2050 mm x 1200 mm x 1210 mm
3	<i>Blower</i>	300 watt
4	<i>Voltage</i>	220 volt
5	Suhu pemanasan	40°C-60°C
6	Kapasitas pengeringan	20 kg
7	Bahan bakar	Gas LPG
8	Pengeringan Kacang Panjang	±13 jam
9	Pengoprasian	Manual

Dari Tabel 4.6.1 Pengeringan membutuhkan waktu 13 jam bila dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari dapat memakan waktu minimal 3 hari atau 21 jam (7 jam efektif setiap harinya).

Penggunaan alat lebih mudah bagi orang awam karena diperuntukkan untuk petani kacang panjang. Desain yang *portable* memudahkan mobilitas alat sehingga dapat dengan mudah menjangkau tempat-tempat terpencil. Mobilitas tinggi ini dapat pula dimanfaatkan sebagai bisnis penyewaan alat pengering, sehingga petani hanya perlu menyewanya dan tidak perlu membeli alat pengering tersebut.

## Bab 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan:

1. Dimensi minimal bak pick up yang dapat membawa alat pengering kacang panjang adalah panjang 2200 mm, lebar 1200 mm dan tinggi 1200 mm. Alat pengering mampu memuat 20 kg kacang panjang dengan berat 2,5 kg pada setiap nampannya yang berukuran 1150 mm x 880 mm. Alat pengering dapat dibongkar sehingga memudahkan untuk mobilitasnya.
2. Biaya yang diperlukan untuk membuat alat pengering kacang panjang ini adalah Rp.8.302.500
3. Alat pengering mampu mengeringkan 20 kg kacang panjang dalam waktu 13 jam dengan biaya oprasional Rp.101.163 dan biaya pengeringan setiap jam adalah Rp.7.782

### 5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Saran untuk penelitian selanjutnya untuk menyempurnakan penelitian yang sudah dilakukan antara lain sebagai berikut:

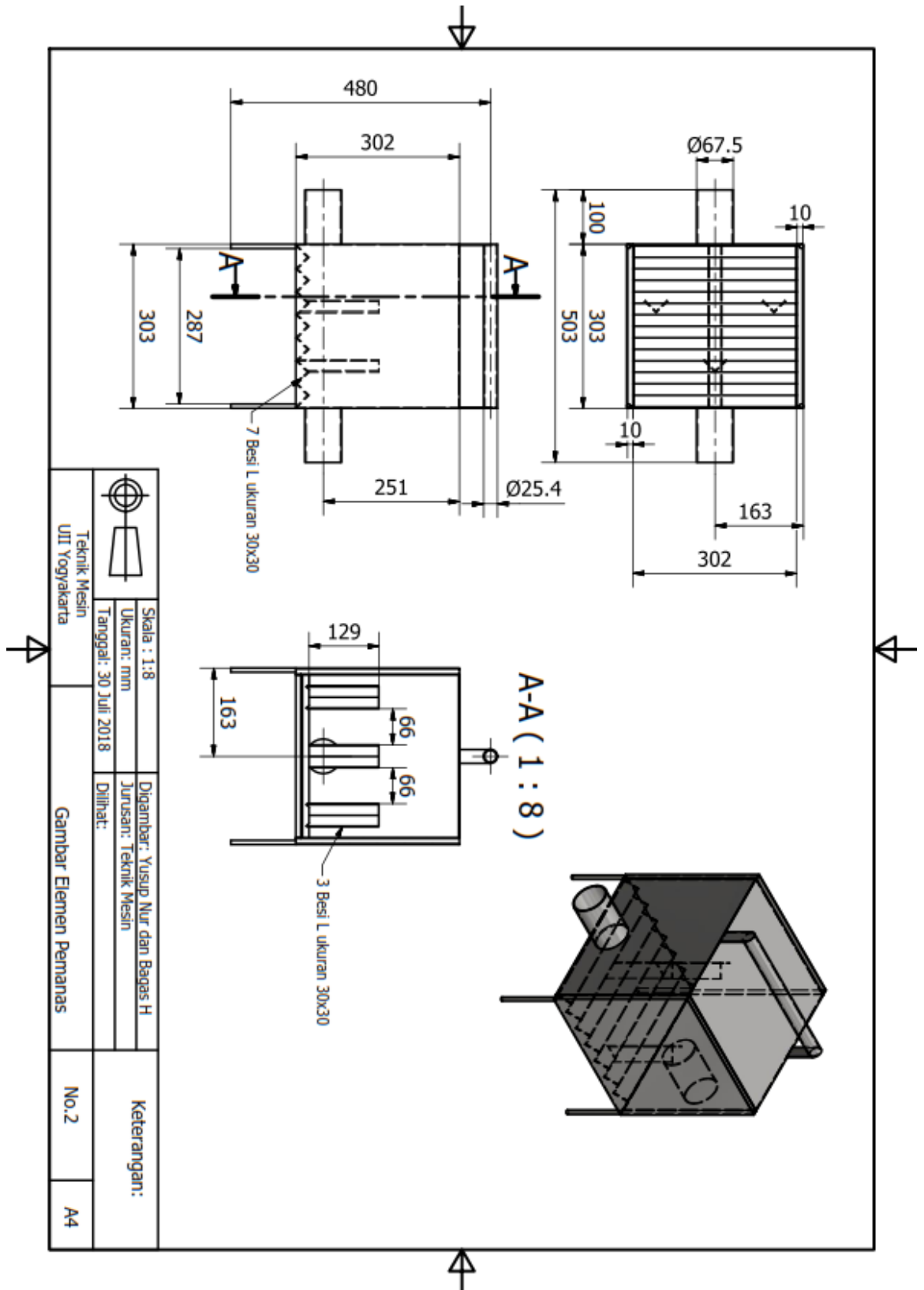
1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan sistem pengoprasian alat sehingga lebih efektif.
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk sistem pembagian udara pada saluran pembagi udara panas.
3. Diperlukan penelitian untuk memasang indikator kelembaban didalam ruang pengering sehingga memudahkan untuk mengetahui kekeringan dari kacang panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, Robiyatul. 2014. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Brydson, J.A. 1982. *Plastic Materials*. 4 ed. 4. London: Butterworth Scientific.
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. III. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Fatonah, Khodratien. 2000. “Studi Pemanfaatan Efek Rumah Kaca dalam Pengeringan Benih Kacang Panjang (*vigna unguiculata*).” Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Haryanto, Eko, Tina Suhartini, dan Estu Rahayu. 2007. *Budidaya Kacang Panjang*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Huda Z, Fahmi, dan Imam Tazi. 2013. “Rancang Bangun Pengering Menggunakan Sistem Aliran Konveksi Udara Dari Kolektor Surya.” *Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim Malang*.
- Junaidi, Bukhari, dan Maimuzar. 2011. “Pengembangan Dan Evaluasi Teknis Alat Pengering Kopra Jenis Tray Dryer.” *Politeknik Negeri Padang*.
- Kreith, Frank. 1994. *Principles of Heat Transfer*. 3 ed. University of Colorado.
- Momo. 2008. *Proses Pengeringan*. <http://jut3x.multiply.com/jou>.
- Rahbini, Heryanto, Basuki Rachmat, dan Erry Ika Rhofita. 2016. “Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Rak Sistem Double Blower.” *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Rezeky Meylani Nainggolan, Sri, Tamrin, Warji, dan Budianto Lanya. 2013. “Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Batch Skala Lab untuk Pengeringan Gabah dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi.” *Universitas Lampung*.

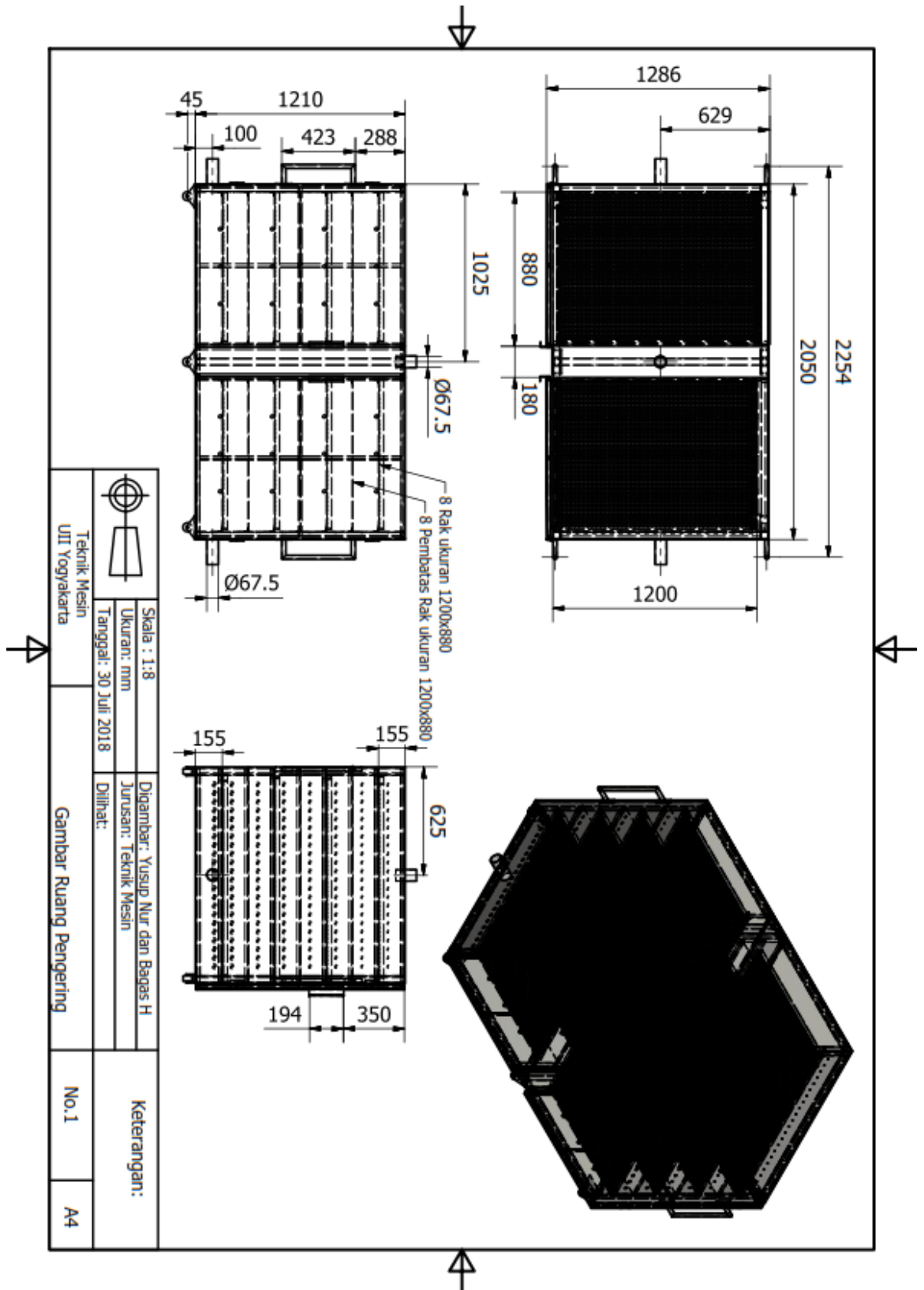
- Rohman, Rohman. 2008. "Teknologi Pengeringan Bahan Makanan." Online. *Majari Magazine* (blog). 2008.
- Suryadi, Luthfy, Kusandriani Y, dan Gunawan. 2003. "Karakteristik dan Deskripsi Plasma Ntfah Kacang Panjang." Dalam *Buletin Plasma Nutfah*, 1:1–10. 9.
- Taib, Gunarif. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta: PT. Mediyatama Sarana Perkasa.

# LAMPIRAN 1 DESAIN *HEAT EXCHANGER*/PEMANAS



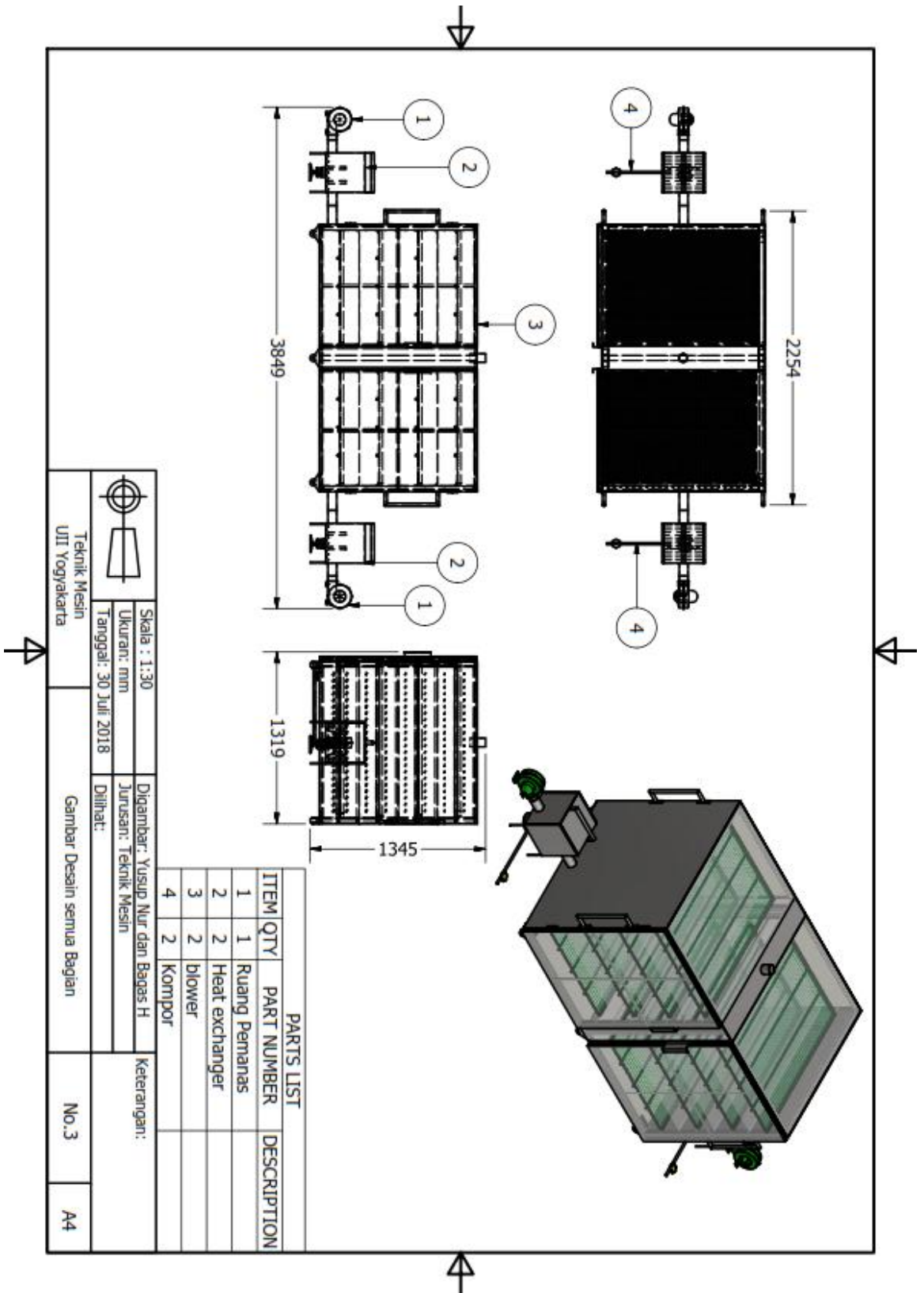
## LAMPIRAN 2

### DESAIN RUANG PEMANAS



### LAMPIRAN 3

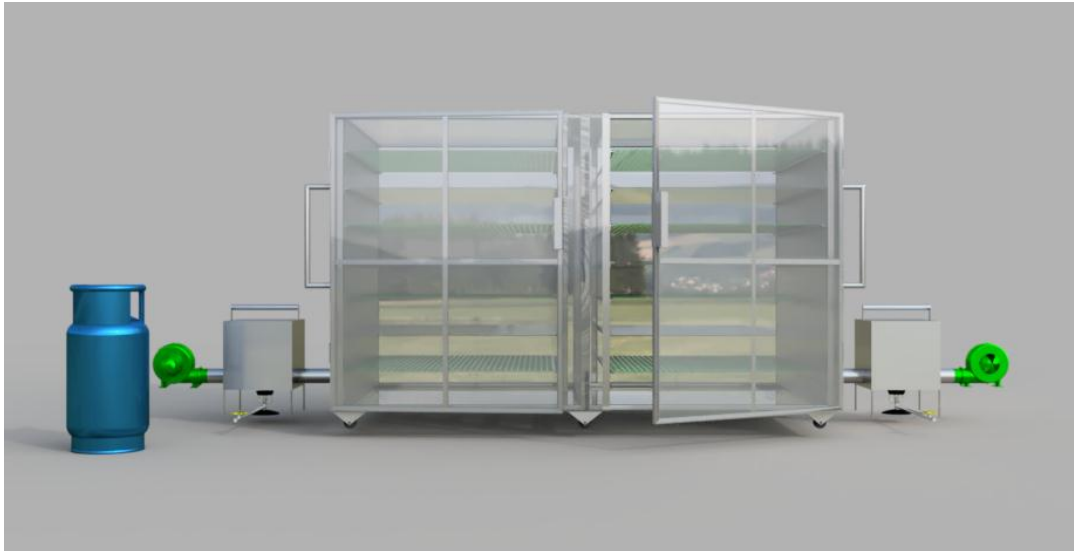
#### DESAIN ALAT PENGERING KESELURUHAN



	Skala : 1:30 Ukuran: mm Tanggal: 30 Juli 2018	Digambar: Yusup Nur dan Bagas H Jurusan: Teknik Mesin Diteliti:			
Teknik Mesin UII Yogyakarta	Gambar Desain semua Bagian	Keterangan:	No.3	A4	No.3 A4



**LAMPIRAN 4**  
**DESAIN JADI ALAT PENGERING KACANG PANJANG**



**LAMPIRAN 5**  
**GAMBAR PRODUK ALAT PENGERING KACANG**  
**PANJANG**

