

**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING PUTU KACANG
KAPASITAS 16 KG**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3)
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang**

OLEH :

EDI KURNIYAWAN	341 07 008
RIZKY TAUFIQ ISMAIL	341 07 024
SADLI ANSARI SAMSUDDIN	341 07 031

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2010**

HALAMAN JUDUL

Yang bertanda tangan di bawah ini dosen pembimbing Proyek Akhir (PA) menerangkan bahwa:

Edi Kurniyawan	341 07 008
Rizky Taufiq Ismail	341 07 024
Sadli Ansari Samsuddin	341 07 031

Dengan judul
“Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang Kapasitas 16 Kg”

Telah memenuhi persyaratan untuk mengikuti ujian akhir pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2010

Disahkan oleh :

Pembimbing I



Muh. Tekad, ST., MT.
NIP : 19650824 199003 1 003

Pembimbing II



Ir. Syaharuddin Rasvid, MT
NIP : 19680105 199403 1 001

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan

Judul : **RANCANG BANGUN ALAT PENERING PUTU
KACANG KAPASITAS 16 KG**

Nama/Stambuk : **Edi Kurniyawan 341 07 008**
Rizky Taufiq Ismail 341 07 024
Sadli Ansari Samsuddin 341 07 031

Program Studi : Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Desember 2010

Mengesahkan:

Pembimbing I



Muh. Tekad, ST., MT.
NIP : 19650824 199003 1 003

Pembimbing II



Ir. Syaharuddin Rasvid, MT.
NIP : 19680105 199403 1 001

Mengetahui:

**a.n. Direktur,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang**



Muh. Tekad, ST., MT.
NIP : 19650824 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Dengan ini menyatakan bahwa,

Nama/Stambuk : **Edi Kurniyawan** 341 07 008
 Rizky Taufiq Ismail 341 07 024
 Sadli Ansari Samsuddin 341 07 031

Program Studi : Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Dengan Judul : **RANCANG BANGUN ALAT PENERING PUTU
KACANG KAPASITAS 16 KG**

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada hari Selasa, 9
November 2010 dan menerima dengan baik hasil Laporan Tugas Akhir tersebut.

Susunan Tim Penguji

NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
ABDUL KADIR MUHAMMAD, ST., M.Eng.	KETUA	
YAN KONDO, ST.	SEKRETARIS	
Ir. MUAS M, MT.	ANGGOTA	
Ir. ANWAR M, MT.	ANGGOTA	
MUH. TEKAD, ST., MT.	PEMBIMBING I	
Ir. SYAHARUDDIN RASYID, MT.	PEMBIMBING II	

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, yang memberikan kesehatan dan keselamatan serta rezeki-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir dengan judul **Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang Kapasitas 16 Kg.**

Laporan proyek akhir ini, merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selain itu, laporan ini merupakan tolak ukur keberhasilan Mahasiswa menyelesaikan proyek tugas akhir yang telah dibuat.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan, motivasi, dan bimbingan dari berbagai pihak, dan selayaknya pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada :

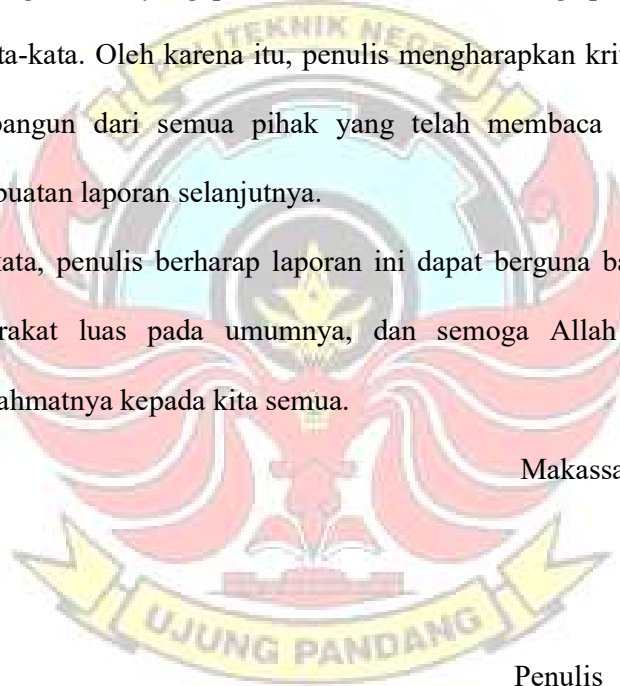
1. Ayah dan ibu tercinta, penulis persembahkan karya ini sebagai rasa hormat dan sayang sepanjang masa atas jerih payah dan tanggung jawab dalam mendidik penulis. Doa kami semoga karya ini memberikan kebanggaan serta kebahagiaan bagi ayah dan ibu serta saudara-saudara penulis tercinta.
2. Bapak Dr. Pirman, M.Si. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Muh. Tekad, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pembimbing I proyek akhir kami.
4. Bapak Abram Tangkemanda, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T., selaku pembimbing II proyek akhir kami.
6. Segenap instruktur, staff, serta teknisi Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membantu dan memberikan pelayanan selama pengerjaan Tugas Akhir.

7. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Prog. Studi Teknik Mesin angkatan 2007 khususnya rekan PA penulis, terima kasih atas kerja samanya yang solid.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Semoga Tuhan membalas segala budi baik kalian.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, baik dari segi penggunaan maupun penyusunan kata-kata. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak yang telah membaca laporan ini untuk perbaikan pembuatan laporan selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat berguna baik bagi kami dan kepada masyarakat luas pada umumnya, dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmatnya kepada kita semua.

Makassar, November 2010



Penulis

DAFTAR ISI

Hal.

SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Konsep Dasar Pengawetan Makanan	6
B. Konsep Dasar Pengeringan.....	7
C. Komponen Alat Pengering Putu Kacang	11
D. Prinsip Kerja Alat Pengering Putu Kacang	11
E. Dasar-dasar Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	17
A. Alat dan Bahan	17
B. Langkah Kerja	17

C. Langkah Pengujian	31
D. Teknik Analisi Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Hasil	33
B. Pembahasan	38
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	47



DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar. 3.1. Diagram alir proses pembuatan	18
Gambar. 3.2. Sketsa bahan dasar material.....	19
Gambar. 3.2. Talang.....	20
Gambar. 3.3. Dudukan talang	21
Gambar. 3.4. Tiang dudukan talang	22
Gambar. 3.5. Pelat Penghantar.....	23
Gambar. 3.6. Dinding bagian dalam	24
Gambar. 3.7. Bilik bagian atas dan bawah	25
Gambar. 3.8. Dinding bagian luar.....	26
Gambar. 3.9. Dinding luar bagian atas.....	27
Gambar. 3.10. Dinding luar bagian depan.....	27
Gambar. 3.11. Daun pintu.....	28
Gambar. 3.13. Dudukan/kaki.....	30
Gambar. 3.14. Konstruksi dinding dalam.....	30
Gambar. 4.1. Alat Pengering Putu Kacang kapasitas 16 kg	33
Gambar. 4.2. Perbandingan tekstur putu kacang	40
Gambar. 4.3. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temp.50 ^o C.	40
Gambar. 4.4. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temp.50 ^o C	41
Gambar. 4.5. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temp.60 ^o C.	41
Gambar. 4.6. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temp.60 ^o C	42
Gambar. 4.7. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temp.70 ^o C.	42
Gambar. 4.8. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temp.70 ^o C.....	43

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel. 4.1. Data spesifikasi alat pengering putu kacang	33
Tabel. 4.2. Data Hasil Pengujian Kadar Air di Lab. Kimia.....	34
Tabel. 4.3. Data hasil pengukuran berat sampel dan berat talang+sampel putu kacang.....	35
Tabel. 4.4. Data persentase kadar air putu kacang yang terbang	37
Tabel. 4.5. Data persentase kadar air akhir putu kacang	38



DAFTAR LAMPIRAN

		Hal.
Lampiran	1	Dokumentasi Hasil Rancang Bangun.....48
Lampiran	2	Hasil Pengujian di Lab. Kimia50
Lampiran	3	Tabel Harga Tekukan54
Lampiran	4	Gambar Kerja55



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kue tradisional tak pernah lekang dimakan zaman. Walaupun dewasa ini kue *modern* yang lebih legit dengan tampilan menggiurkan banyak bermunculan. Biasanya jenis kue tradisional disajikan dalam hajatan pernikahan, akikah, dan acara lainnya. Kue-kue itu memang wajib dijadikan suguhan buat para tamu undangan. Selain itu, rasanya tidak afdal jika kue-kue tradisional hilang dari sajian sebuah pesta, apalagi pernikahan.

Salah satu jenis kue kering tradisional yang sering dibuat oleh masyarakat Sulawesi Selatan adalah kue putu kacang. Sesuai dengan namanya, kue putu kacang ini terbuat dari bahan dasar kacang hijau yang ditambahkan dengan gula pasir. Kue ini mempunyai keistimewaan tersendiri karena dapat bertahan selama berbulan-bulan tanpa diberi bahan pengawet. Bentuk dari kue ini adalah segi empat panjang dan elips, serta berwarna putih. Ukuran kue ini adalah 7 x 3 x 1,5 cm (segi empat panjang) dan 4 x 3 x 1,5 cm (bentuk elips).

Kacang hijau merupakan bahan dasar dalam pembuatan kue putu kacang. Dan Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil kacang hijau. Total produksi kacang hijau di Sulawesi Selatan adalah 28.554 ton dari luas panen 23.490 hektar (BPS Provinsi Sulawesi Selatan, Agustus 2008).

Penjualan kacang hijau sekarang ini berkisar Rp.10.000/kg dan gula pasir Rp.13.000/kg. Setelah 40 kg kacang hijau dan 20 kg gula pasir diolah menjadi kue putu kacang, maka dihasilkan 3000 biji putu kacang yang berkisar 300 bungkus, isi 10 buah/bungkus. Harga jual putu kacang berkisar Rp.10.000/bungkus (SUPERMARKET MALL PANAKUKANG, Juni 2010). Dengan bahan dasar kacang hijau dan gula pasir yang masih bisa dijangkau ini ternyata setelah diolah menjadi kue putu kacang harganya melambung cukup mahal setelah masuk ke toko-toko kue dan supermarket.

Untuk membuat kue putu kacang, terlebih dahulu kacang hijau dikeluarkan kulit arinya dengan cara direndam selama 1 malam. Jika kulit ari sudah dipisahkan kemudian kacang hijau digiling lalu disangrai sampai matang. Bahan kacang hijau yang sudah disangrai kemudian dicampur dengan gula pasir halus dan air secukupnya. Maksud pencampuran ini adalah agar kue putu kacang terasa manis dan memiliki gaya ikat satu sama lain sehingga kue putu kacang tidak mudah patah setelah dicetak. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan khusus yang terbuat dari kayu berbentuk balok persegi panjang dengan cara ditekan hingga rapat. Kemudian cetakan dibalik lalu di pukul-pukul hingga kue putu kacang terlepas dari cetakan dan tahap selanjutnya adalah kue putu kacang dikeringkan.

Berdasarkan hasil wawancara kami dengan salah satu industri pembuatan kue putu kacang di kabupaten Gowa diperoleh informasi bahwa untuk membuat kue putu kacang sebanyak 30 kg (4000 biji) dibutuhkan waktu selama 5 hari. Yang mana 2 sampai 3 hari digunakan untuk proses pengeringan. Proses pengeringan selama 2-3 hari ini akan memperlambat proses produksi.

Proses pengeringan yang dilakukan oleh industri rumah tangga selama ini adalah dengan mengandalkan panas sinar matahari. Kekurangan yang nampak pada proses ini adalah waktu yang dibutuhkan cukup lama dan tingkat kekeringan pada kue tidak merata sehingga kue ini tidak bertahan lama. Hal ini ditandai dengan tumbuhnya jamur pada kue setelah disimpan selama sebulan. Menurut Marsetio (2008), tumbuhnya jamur pada makanan disebabkan oleh masih tingginya kandungan air pada bahan makanan. Semakin tinggi kandungan air suatu bahan pangan, semakin cepat pula bahan pangan mengalami kerusakan atau penurunan mutu. Kandungan air dari bahan yang sudah dikeringkan bervariasi bergantung dari produk yang ingin dihasilkan. Untuk produk makanan mengandung sekitar 5% air.

Kendala lain yang timbul jika mengandalkan panas matahari adalah jika masuk musim penghujan. Industri rumah tangga akan kesulitan untuk mengeringkan kue putu kacang sehingga menyebabkan proses pengeringan sering tertunda. Proses pengeringan yang tertunda ini akan menyebabkan kerusakan pada makanan.

Wadah yang digunakan untuk menjemur kue putu kacang adalah wadah terbuka. Proses pengeringan dengan wadah terbuka memiliki beberapa kelemahan antara lain debu dapat menempel pada kue yang dibawa oleh angin, serangga seperti lalat dapat hinggap sehingga kue yang dikeringkan dengan wadah terbuka tidak higienis.

Berdasarkan permasalahan di atas, kami akan merancang dan membuat alat pengering dengan menggunakan pemanas listrik. Alat pengering pemanas listrik ini mempunyai beberapa kelebihan karena tidak bergantung pada cuaca, kapasitas pengeringan dapat diatur dan aman

terhadap gangguan. Keunggulan dari alat yang akan dibuat adalah suhu waktu pengeringan dapat dikontrol secara otomatis.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana meningkatkan kapasitas produksi kue putu kacang.
- Bagaimana menurunkan kandungan air pada putu kacang sampai 5 %.
- Bagaimana menentukan suhu dan waktu pengering yang optimal.

C. Tujuan & Manfaat

Tujuan yang hendak dicapai dalam rancang bangun alat pengering putu kacang ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan kapasitas produksi kue putu kacang.
2. Untuk menurunkan kandungan air pada putu kacang sampai 5 %.
3. Untuk menentukan suhu dan waktu pengering yang optimal.

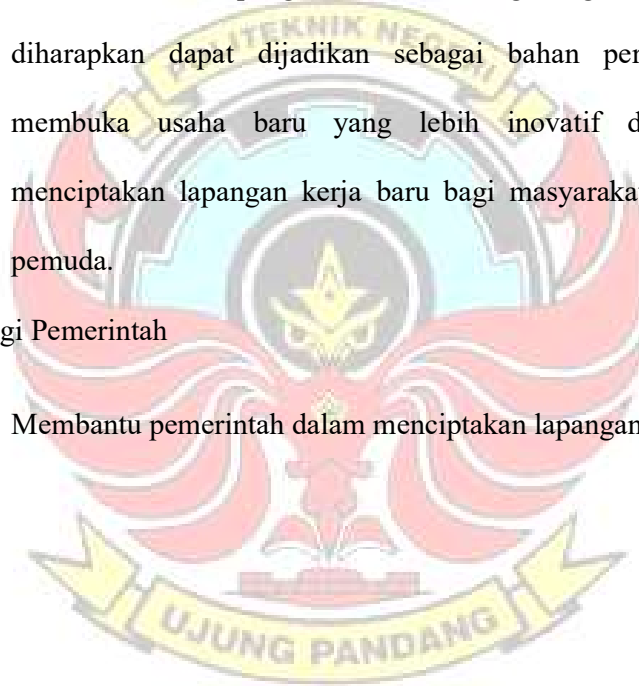
Manfaat dari mesin pengering putu kacang ini adalah:

1. Bagi Mahasiswa
 - Untuk memberikan wawasan luas serta sebagai syarat dalam kelulusan.
 - Untuk mengembangkan kreativitas dan sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat dengan menciptakan alternatif peluang usaha kue kering.
2. Bagi Masyarakat

- Mempermudah proses pengeringan dan meningkatkan ekonomi penjualan pengusaha putu kacang, karena pengguna alat pengering tetap bisa menghasilkan kue, walaupun tidak dapat melakukan penjemuran dengan sinar matahari.
- Dengan alat pengering ini, suhu dan waktu pengeringan dapat dikendalikan sehingga waktu pengeringan jauh lebih cepat. Selain itu kualitas dan higienitas pengolahan dapat terjamin.
- Pemanfaatan dan pengolahan kue kering dengan alat pengering ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk membuka usaha baru yang lebih inovatif dan kreatif serta menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat, khususnya bagi pemuda.

3. Bagi Pemerintah

- Membantu pemerintah dalam menciptakan lapangan kerja baru.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar Pengawetan Makanan

Menurut Anonimous (2001), bahan pangan atau makanan jika dibiarkan di udara terbuka pada suhu kamar akan mengalami kerusakan atau bahkan kebusukan. Kerusakan atau kebusukan bahan pangan atau makanan dapat berlangsung cepat atau lambat tergantung dari jenis bahan pangan atau makanan yang bersangkutan dan kondisi lingkungan dimana bahan pangan atau makanan diletakkan.

Bahan pangan nabati seperti biji-bijian dan kacang-kacangan yang sudah dikeringkan adalah kelompok bahan pangan yang sifatnya relatif awet pada suhu kamar. Dengan kadar air 14% atau kurang umumnya bahan pangan ini dapat disimpan dalam keadaan segar dan kering cukup lama di dalam tempat penyimpanan yang juga kering. Sebagai contoh, gabah, beras, kedelai, jagung dan biji-bijian serta kacang-kacangan lainnya dalam keadaan kering dapat disimpan beberapa bulan di dalam gudang yang kering.

Beberapa faktor dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bahan pangan, antara lain yang terpenting adalah sebagai berikut; 1. Pertumbuhan dan aktivitas mikroba, 2. Aktivitas enzim yang terdapat dalam bahan pangan, 3. Aktivitas serangga, parasit dan binatang pengerat, 4. Kandungan air dalam bahan pangan, 5. Suhu, baik suhu tinggi maupun rendah, 6. Udara, khususnya oksigen, 7. Sinar, 8. Waktu penyimpan.

Kondisi pertumbuhan yang baik pada mikroba umumnya mengandung sekitar 80% air. Air ini diperoleh dari bahan pangan tempat tumbuhnya. Jika

air yang terdapat dalam bahan pangan tersebut dihilangkan maka tidak ada lagi air yang dapat digunakan untuk tumbuhnya sehingga mikroba tidak dapat tumbuh dan berkembang biak. Bakteri dan jamur umumnya membutuhkan air relatif lebih banyak untuk pertumbuhannya. Demikian pentingnya kebutuhan air untuk pertumbuhan bagi mikroba, maka menurunkan kadar air bahan pangan dengan cara pengeringan merupakan metode pengawetan yang efektif terhadap serangan mikroba. Pengeringan pangan ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya dengan penjemuran di bawah sinar matahari atau dengan pengeringan buatan menggunakan alat pengering.

B. Konsep Dasar Pengeringan

Teknologi pemrosesan bahan pangan terus berkembang dari waktu ke waktu. Perkembangan teknologi ini didorong oleh kebutuhan pangan manusia yang terus meningkat yang diakibatkan oleh semakin meningkatnya jumlah penduduk dunia. Pada saat yang sama, luas lahan penghasil bahan pangan makin menyempit. Hal tersebut menyebabkan dibutuhkan teknologi-teknologi pemrosesan pangan yang mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produk makanan; salah satunya adalah teknologi pengeringan bahan makanan.

Pengeringan adalah suatu peristiwa perpindahan massa dan energi yang terjadi dalam pemisahan cairan atau kelembaban dari suatu bahan sampai batas kandungan air yang ditentukan dengan menggunakan gas sebagai fluida sumber panas dan penerima uap cairan (Rohman, 2008).

Pengeringan makanan memiliki dua tujuan utama. Tujuan pertama adalah sebagai sarana pengawetan makanan. Mikroorganisme yang mengakibatkan kerusakan makanan tidak dapat berkembang dan bertahan

hidup pada lingkungan dengan kadar air yang rendah. Selain itu, banyak enzim yang mengakibatkan perubahan kimia pada makanan tidak dapat berfungsi tanpa kehadiran air (Rohman, 2008). Tujuan kedua adalah untuk meminimalkan biaya distribusi bahan makanan karena makanan yang telah dikeringkan akan memiliki berat yang lebih rendah dan ukuran yang lebih kecil.

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.

Dalam beberapa kasus, air dihilangkan secara mekanik dari material padat dengan cara di-*press*, sentrifugasi dan lain sebagainya. Cara ini lebih murah dibandingkan pengeringan dengan menggunakan panas. Kandungan air dari bahan yang sudah dikeringkan bervariasi bergantung dari produk yang ingin dihasilkan. Garam kering mengandung 0.5% air, batu bara mengandung 4% air dan produk makanan mengandung sekitar 5% air. Biasanya pengeringan merupakan proses akhir sebelum pengemasan dan membuat beberapa benda lebih mudah untuk ditangani (Rohman, 2008).

Menurut Millati dkk., (1998), "Pengeringan merupakan salah satu cara memperpanjang daya simpan (pengawetan) bahan pangan yaitu dengan menghilangkan sebagian kandungan air dari bahan sampai kandungan air tertentu, sehingga perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim terhambat atau terhenti".

Menurut Fatori Rizal dkk., (2005), tujuan utama proses pengeringan adalah untuk menurunkan kadar air bahan hingga mencapai kadar air yang aman untuk penyimpanan, tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas bahan tersebut. Proses pengeringan ini dapat dilakukan baik dalam waktu lama pada suhu udara pengering yang rendah (pengering dengan tenaga matahari secara langsung) atau dalam waktu yang lebih singkat dengan udara bersuhu tinggi. Waktu pengeringan yang terlalu lama, dapat menyebabkan kualitas bahan menurun.

Pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan buatan. Pengeringan langsung dengan matahari mempunyai beberapa kelemahan terutama tergantung pada sinar matahari, temperatur sulit dikontrol dan terbuka. Sedangkan pengeringan buatan mempunyai beberapa kelebihan karena tidak bergantung pada cuaca, kapasitas pengeringan dapat diatur dan aman terhadap gangguan.

Proses pengeringan adalah proses penguapan kandungan air suatu bahan untuk menurunkan kadar air bahan menjadi lebih rendah dari kadar air semula. Untuk mengeringkan suatu produk dengan baik diperlukan udara yang mempunyai suhu tinggi, tidak lembab dan penghembusan udara terus-menerus dalam jumlah besar. Pada waktu hari cerah, biasanya suhu udara tinggi, kelembaban rendah dan kering sehingga benda-benda menjadi cepat kering. Sebaliknya pada waktu hujan (cuaca mendung) suhu udara rendah, kelembaban tinggi, udara mengandung banyak uap air sehingga pengeringan berlangsung lama dan sulit (H. Murniaty dan Gowa Mihra, 1994).

Proses pengeringan dapat berjalan dengan baik bila tekanan uap air bahan lebih besar daripada tekanan uap air udara sekitar, untuk memperbesar kemampuan udara menguapkan air dari bahan dapat dilakukan dengan pemanasan udara (Agus Riyadi dkk., 2006). Proses pengeringan berfungsi untuk, mengambil uap sekitar tempat penguapan, Sebagai zat sumber pembakaran, sebagai penghantar panas ke dalam bahan yang dikeringkan dan sebagai tempat pembuangan uap yang telah diambil dari tempat pengeringan.

Sifat-sifat udara pengeringan meliputi suhu udara pengering, volume spesifik udara, kelembaban udara, dan tekanan parsial uap air (Agus Riyadi dkk., 2006). Semakin tinggi suhu dan kecepatan volumetrik udara pengering maka semakin cepat proses pengeringan berlangsung. Dengan semakin tinggi suhu udara pengering berarti semakin besar jumlah panas yang dikandung udara sehingga semakin banyak massa air bahan yang diuapkan.

Pada proses pengeringan harus diperhatikan suhu udara pengering, semakin besar perbedaan suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat (Agus Riyadi dkk., 2006). Pengeringan yang menggunakan suhu tinggi dalam waktu singkat lebih kecil kemungkinan merusak bahan daripada pengeringan dengan suhu rendah dalam waktu yang lama. Jadi bahan yang dikeringkan dalam oven selama empat jam mutunya akan lebih baik daripada dikeringkan dengan matahari selama dua hari.

C. Komponen Alat Pengering Putu Kacang

Alat pengering putu kacang mempunyai komponen relatif sama dengan komponen alat pengering lainnya.

Adapun komponen-komponen utama alat pengering dikemukakan berikut ini. “1) Ruang pengering, 2) tray, 3) heater, 4) plat pemindah panas, 5) cerobong, 6) alat setting suhu, 7) kabel listrik ke PLN, 8) sudu pembuang sisa uap, 9) ruang heater” (Salwoko. dkk, 2004).

Komponen-komponen di atas merupakan komponen utama pada alat pengering. Tapi tidak menutup kemungkinan akan mengalami penambahan sesuai dengan rancangan yang diinginkan.

D. Prinsip Kerja Alat Pengering Putu Kacang

Alat pengering putu kacang memiliki prinsip kerja yang cukup sederhana, yaitu memanfaatkan prinsip perpindahan panas. Sebagai contoh, seperti yang dikutip dalam Koran Jakarta (2009) yang membahas prinsip mesin pengering ikan teri yaitu:

“Prinsip kerja mesin pengering adalah menghisap udara ke mesin pengering yang dilakukan oleh kipas penghisap (blower). Selanjutnya, udara tersebut dihembuskan ke dalam kotak pemanas (heater) dengan bantuan sumber energi panas yang berasal dari gas. Temperatur udara yang melewati kotak pemanas menjadi udara panas dan selanjutnya masuk ke ruang pengering untuk mengeringkan ikan pada rak-rak ikan. Apabila temperatur ruang pengering mencapai suhu yang ditetapkan, aliran gas secara otomatis akan terputus. Sebaliknya, apabila suhu turun, aliran gas terhubung kembali ke kotak pemanas. Mesin pengering dipasang karet (seal) di sekeliling permukaan pintu guna meminimalisasi kebocoran udara. Sirkulasi udara diatur dengan memasang kipas hisap pada cerobongnya untuk mempercepat atau mendorong udara yang mengandung uap air keluar dari ruang pengeringan”.

Selain itu adapun prinsip kerja dari alat pengering diungkapkan di bawah ini.

1. Udara panas dipompakan ke dalam ruang pengering. Aliran udara diatur oleh klep pengarah. Bila suhu tertentu diruang pengering tercapai, aliran listrik ke filamen dan pompa akan terputus, dan kipas hisap akan bekerja. Sebaliknya jika suhu tertentu tidak tercapai, aliran listrik ke kipas hisap terputus, sedangkan aliran listrik ke pompa dan filamen akan tersambung.
2. Kipas hisap akan mengeluarkan udara dalam jumlah yang lebih banyak dari udara panas yang dimasukkan, akibatnya tekanan udara turun secara terkendali. Renahnya tekanan udara ini akan mempercepat penguapan air dari bahan.
3. Konveksi terjadi ketika uap panas naik atau uap berputar di dalam ruangan tertutup seperti oven. Panas uap ini akan memanaskan bagian luar makanan dan diteruskan sampai bagian dalam makanan tersebut.(Hasbullah, 2000).

Berdasarkan beberapa pernyataan di atas maka dapat disimpulkan bahwa prinsip alat pengering putu kacang merupakan proses pengurangan kadar air pada kue sampai batas tertentu sehingga dapat mengurangi proses perusakan. Dimana dalam prosesnya putu kacang yang masih basah diletakkan ke dalam talang/rak pengering, kemudian mesin pengering dinyalakan. Alat ini dilengkapi dengan elemen pemanas listrik (heater) yang bekerja menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan dikonveksikan pada talang tempat tersimpannya kue putu kacang tersebut. Putu kacang tersebut nantinya akan menyerap panas sehingga terjadi proses pengeringan sampai kadar airnya berkurang. Alat ini juga dilengkapi dengan timer atau pengontrol waktu, sehingga dapat diatur jangka waktu pengeringan dari putu kacang tersebut.

E. Dasar-Dasar Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang

Rancang bangun alat pengering putu kacang bertujuan untuk meningkatkan kualitas putu kacang serta mengefisienkan waktu pengeringan yang biasanya dilakukan dengan cara tradisional yaitu dengan memanfaatkan

panas dari sinar matahari, namun dengan menggunakan alat pengering putu kacang ini masyarakat akan lebih terbantu untuk mendapatkan putu kacang yang berkualitas dengan proses pengeringan yang cepat, yang biasanya sulit dilakukan oleh pembuat putu kacang pada saat musim hujan, terlebih adanya gangguan dari unsur-unsur lain pada saat melakukan penjemuran di ruang terbuka ditambah lagi dengan waktu pengeringan secara tradisional memakan waktu yang cukup lama sehingga akan sangat berpengaruh terhadap kapasitas produksi.

Alat pengering putu kacang memanfaatkan prinsip perpindahan panas. Menurut Kreith dalam Fatori Rizal dkk., (2005), "Perpindahan panas adalah perpindahan energi dari satu daerah ke daerah lain sebagai akibat dari adanya perbedaan suhu antara kedua daerah tersebut. Dan dapat juga diartikan sebagai peristiwa berpindahnya energi dari suatu benda atau material ke benda yang lain, yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu diantara kedua benda atau material tersebut".

Perpindahan panas menurut J.P. Holman (1994) "Perpindahan kalor atau alih bahan (heat transfer) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material". Pada umumnya, perpindahan panas dikenal atas tiga jenis, yaitu konduksi (hantaran) adalah perpindahan kalor tanpa diikuti berpindahnya atom, molekul, partikel, materi yang ada di dalam zat tersebut. Konveksi (rambatan) adalah proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat itu. Dan radiasi (pancaran) adalah perpindahan kalor dari permukaan semua benda dalam bentuk gelombang elektromagnetik (gelombang yang merambat melalui zat perantara/medium).

Besarnya kadar air yang terbang di dalam bahan yang dikeringkan dapat diketahui dengan menggunakan rumus atau persamaan berikut (Sugiono, 1985).

$$KA_T = \frac{W_o - W_1}{W_o} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

KA_T = Prosentase kadar air yang terbang (%).

W_o = Berat awal bahan (gram).

W_1 = Berat akhir bahan (gram).

Sedangkan besarnya kadar air akhir di dalam bahan dapat diketahui dengan menggunakan rumus atau persamaan berikut ini (Sugiono, 1985):

$$KA = KA_A - KA_T \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

KA = Prosentase kadar air akhir (%).

KA_A = Prosentase kadar air awal (%).

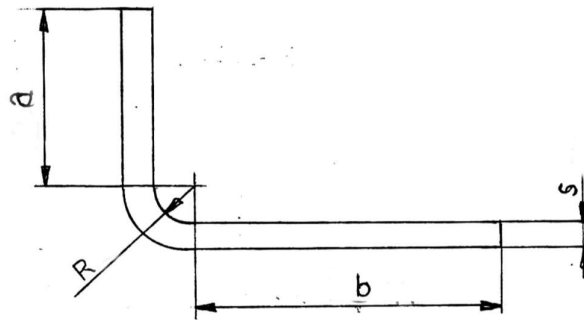
KA_T = Prosentase kadar air yang terbang (%).

Prosentase kadar air awal (KA_A) di dalam bahan dapat diketahui dengan melakukan pengujian kadar air putu kacang yang masih basah di laboratorium kimia.

Untuk mengurangi kadar air pada bahan dengan baik diperlukan udara yang mempunyai suhu tinggi dan tidak lembab. Proses ini membutuhkan perpindahan panas karena bahan hanya dapat dikeringkan dengan mengevaporasikan uap air dari permukaannya.

Selain rumus-rumus di atas, persamaan yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu perhitungan bending. Perhitungan bending dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain:

✚ Metode kelonggaran tekukan



$$L = a + b + B \implies \text{dimana } B = \frac{\alpha \cdot \pi}{180} \left(r_1 + \frac{s \cdot k}{2} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

L = Ukuran jadi

a = b = Panjang pelat yang tidak dipengaruhi pembendingan

B = Panjang kurva

α = Sudut tekan

r_1 = Radius dalam

s = Tebal material

k = konstanta, lokasi sumbu netral

= 0,33 jika $r_1 < 2s$

= 0,5 jika $r_1 > 2s$

Metode Faktor Koreksi “x”

Metode ini lebih mendekati keakuratan dibandingkan dengan metoda sebelumnya karena nilai konstanta tekukan X diambil berdasarkan pengalaman dan hasil percobaan yang pernah dilakukan.

$$L = a + b - x \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana nilai x, dapat dilihat pada tabel DIN (Lampiran).



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses desain alat pengering putu kacang adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat yang digunakan adalah mesin pemotong plat, mesin bending plat, mesin las listrik, gergaji tangan, mesin bor tangan, mesin gerinda, tang, palu, obeng, alat ukur (meteran, mistar baja, jangka sorong, dan penyiku), ragum, tang rivet, alat keselamatan kerja, timbangan elektrik, dan alat pengukur suhu.
2. Bahan yang digunakan dalam rancang bangun ini ada dua bagian yaitu;
 - a). Bahan untuk membuat mesin pengering, dan b). Bahan untuk pengujian. adalah.
 - a. Bahan untuk alat pengering terdiri dari; pelat aluminium, pelat stainless steel, pelat baja, besi siku, paku rivet, elektrode las, kabel listrik, stop kontak, alat kontrol waktu (timer), thermostat, kompor listrik, engsel pintu, gabus, dan pengunci pintu.
 - b. Bahan untuk pengujian terdiri dari; kue putu kacang (1200 biji).

B. Langkah Kerja

Kegiatan rancang bangun alat pengering putu kacang ini akan dilakukan di Bengkel Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan waktu pembuatan selama 5 bulan. Ada beberapa tahapan dalam proses pembuatan alat pengering putu kacang ini, yaitu tahap pembuatan dan tahap perakitan.

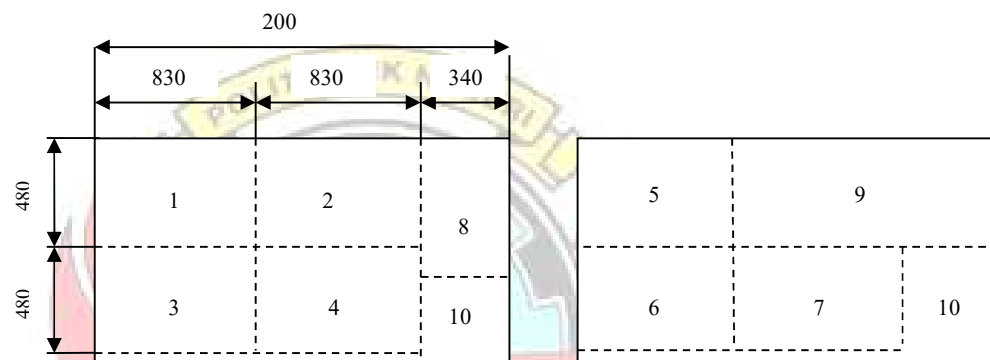
Adapun proses langkah kerja dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir proses rancang bangun alat pengering putu kacang kapasitas 16 kg

1. Tahap Pembuatan

Kapasitas yang diinginkan pada alat pengering putu kacang ini yaitu 16 kg. Dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomi bahan maka kami menggunakan 2 buah pelat stainless steel dengan ukuran masing-masing 200 x 100 mm, yang rencananya akan menghasilkan 7 buah talang, 4 tiang dudukan talang, 1 pelat penghantar panas, dan 14 buah dudukan talang. Dengan sketsa sebagai berikut:



Gambar 3.2. Sketsa bahan dasar material

- Ket:
- 1-7 : bentangan talang.
 - 8 : bentangan tiang dudukan talang.
 - 9 : bentangan pelat penghantar.
 - 10 : bentangan dudukan talang.

Analisa perhitungannya sebagai berikut:

Untuk memperoleh kapasitas alatnya maka ukuran talang yang digunakan 790 x 440 mm, jika diasumsikan ukuran putu kacang 70 x 30 mm, maka 1 talang dapat memuat sekitar ± 187 biji putu kacang. Jadi, kapasitas alat pengering ini yaitu 7 talang x 187 biji = 1309 biji (jika berat rata-rata 1 biji putu kacang 12,7 gr) maka setara dengan ± 16 kg sesuai dengan kapasitas yang diinginkan.

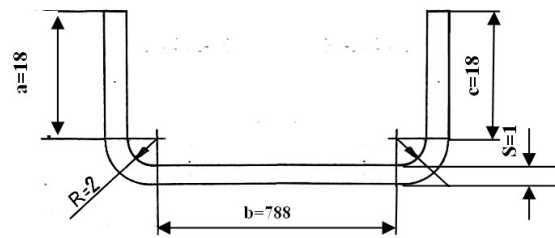
Contoh perhitungan bending pada talang:

Dik: $a=18$; $b=788$; $c=18$

$r_1=2$; $r_2=2$

$s=1$, $k=0,33$ karena $r_1 < 2s$

$\alpha_1=90^\circ$, $\alpha_2=90^\circ$



Dengan menggunakan rumus (2.3) pada metode kelonggaran tekukan:

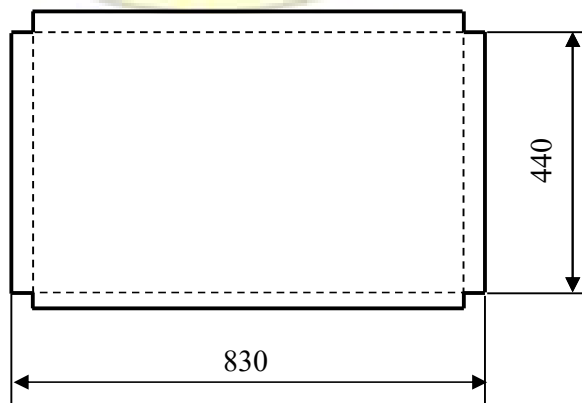
$$L = a + b + B_1 + c + B_2, \text{ dimana } B = \frac{\alpha \cdot \pi}{180^\circ} \left(r_1 + \frac{s \cdot k}{2} \right)$$

$$B_1 = B_2 = \frac{90^\circ \cdot \pi}{180^\circ} \left(2 + \frac{1,0,33}{2} \right) = 3,4$$

Maka, $L=18+788+3,3+18+3,3= 830,6$

Hal yang sama juga diterapkan pada pembuatan komponen lainnya.

a. Talang

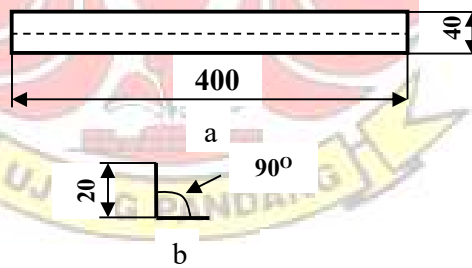


Gambar 3.3. Talang

Tahap pembuatan talang seperti pada gambar 3.3. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat stainless steel tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan talang adalah 830 x 480 mm. Adapun jumlah talangnya yaitu 7 buah.
- Setiap sudut dipotong sepanjang 20 mm dengan menggunakan gergaji tangan.
- Pelat stainless steel ditekuk pada empat sisi dengan mengikuti garis putus-putus. Sudut tekuk pada 3 sisi adalah 90° ke atas dan 1 sisi 90° ke bawah (bagian yang panjangnya 830 mm).

b. Dudukan talang

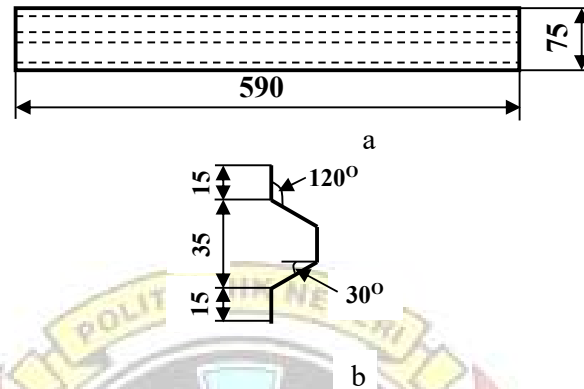


Gambar 3.4. Dudukan talang

Tahap pembuatan dudukan talang seperti pada gambar 3.4. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat stainless steel tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan dudukan talang adalah 400 x 40 mm sebanyak 14 batang.

- Pelat ditekuk 90° dengan lebar 20 mm tepat pada pertengahannya.
- c. Tiang dudukan talang.

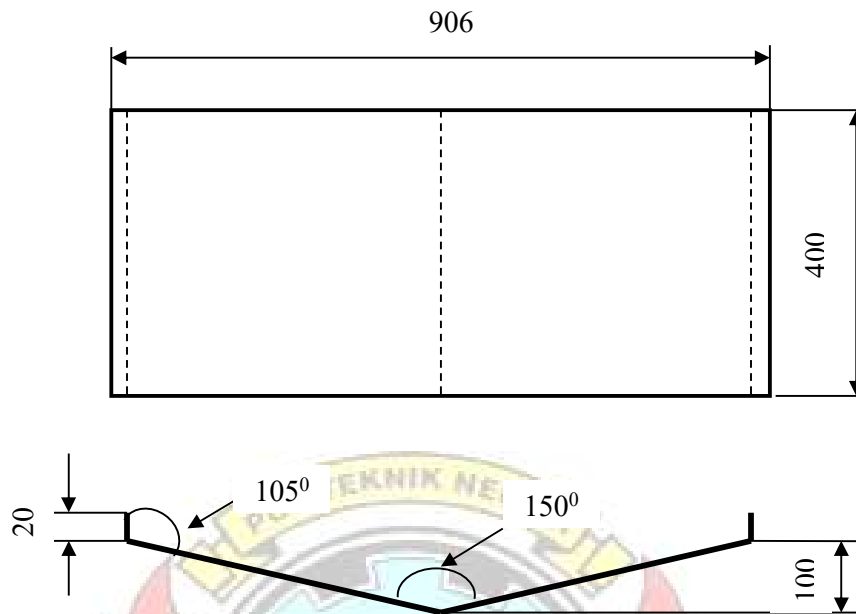


Gambar 3.5. Tiang dudukan talang

Tahap pembuatan tiang dudukan talang seperti pada gambar 3.5. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat stainless steel tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan tiang dudukan talang adalah 590 x 75 mm sebanyak 4 batang.
- Pelat ditekuk 120° dengan lebar 15 mm, kemudian ditekuk lagi dengan arah berlawanan 120° dan lebar 15 mm. Pelat ditekuk lagi dengan arah yang sama 120° dengan lebar 15 mm. Pelat ditekuk lagi dengan arah berlawanan 120° dengan lebar 15 mm (lihat gambar 3.5. (b)).

d. Pelat penghantar

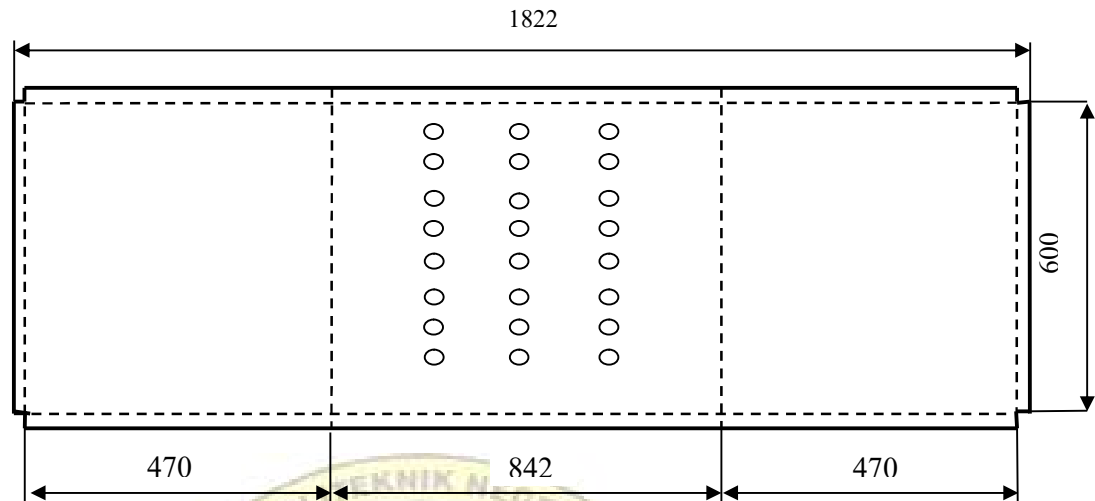


Gambar 3.6. Pelat penghantar

Tahap pembuatan pelat penghantar panas seperti pada gambar 3.6. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat stainless steel tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan tiang dudukan talang adalah 906 x 400 mm.
- Pelat ditekuk 150° tepat pada bagian tengahnya, kemudian ditekuk 105° dengan lebar 20 mm bagian sampingnya (lihat gambar 3.6).

e. Dinding bagian dalam

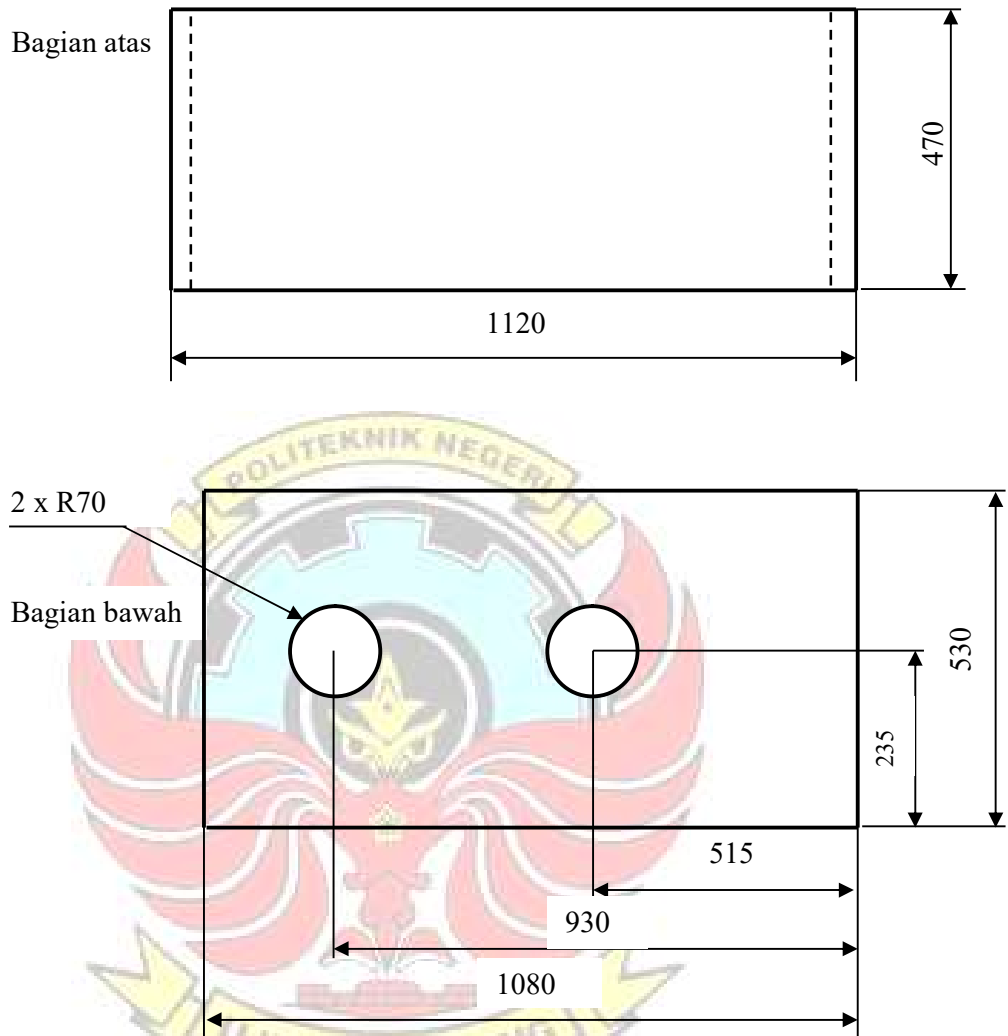


Gambar 3.7. Dinding bagian dalam

Tahap pembuatan dinding bagian dalam seperti pada gambar 3.7. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat aluminium tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan dinding adalah 1822 x 640 mm.
- Setiap sudut dipotong sepanjang 20 mm dengan menggunakan gunting pemotong. Kemudian lubangi bagian tengahnya dengan \varnothing 10mm, jarak antara lubang atas ke bawah yaitu 30 mm dan jarak antara lubang tengah dengan lubang samping yaitu 210 mm (lihat gambar di atas).
- Pelat aluminium di tekuk mengikuti garis putus-putus dengan sudut tekuk adalah 90° sehingga bentuk akhir pada bagian ini adalah berbentuk huruf U.

f. Bilik bagian atas dan bawah



Gambar 3.8. Bilik bagian atas dan bawah

Tahap pembuatan bilik bagian atas dan bawah seperti pada gambar 3.8. adalah sebagai berikut;

Untuk bagian atas:

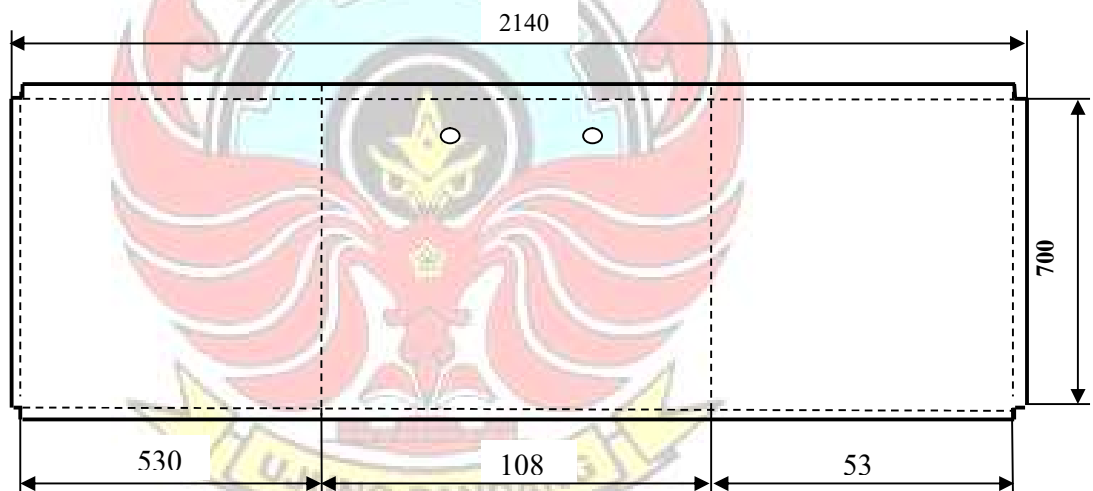
- Bahan pelat aluminium tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan bilik adalah 1120 x 470 mm.

- Pelat aluminium ditekuk dengan mengikuti garis putus-putus dengan lebar 20 mm. Sudut tekuk adalah 90° .

Untuk bagian bawah:

- Bahan pelat aluminium tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan bilik adalah 1080 x 530 mm.
- Kemudian pelat dilubangi dengan diameter 140 mm sesuai dengan jarak sketsa di atas, sebagai tempat elemen pemanas.

g. Dinding bagian luar



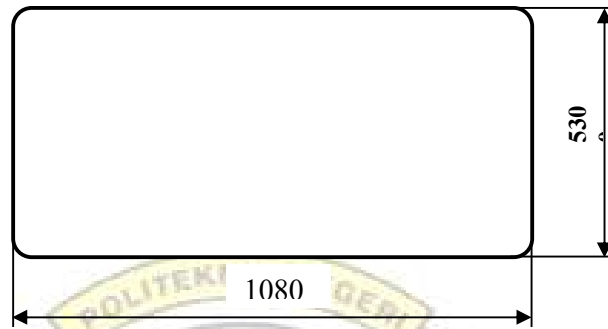
Gambar 3.9. Dinding bagian luar

Tahap pembuatan dinding bagian luar (samping dan belakang) seperti pada gambar 3.8. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat baja tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan dinding luar adalah 2140 x 700 mm. Beri 2 buah lubang pada bagian tengah dengan \varnothing 10 mm, jaraknya dari atas pelat yaitu 30 mm.

- Pelat baja di tekuk mengikuti garis putus-putus dengan sudut tekuk adalah 90° sehingga bentuk akhir pada bagian ini adalah berbentuk huruf U.

h. Dinding luar bagian atas

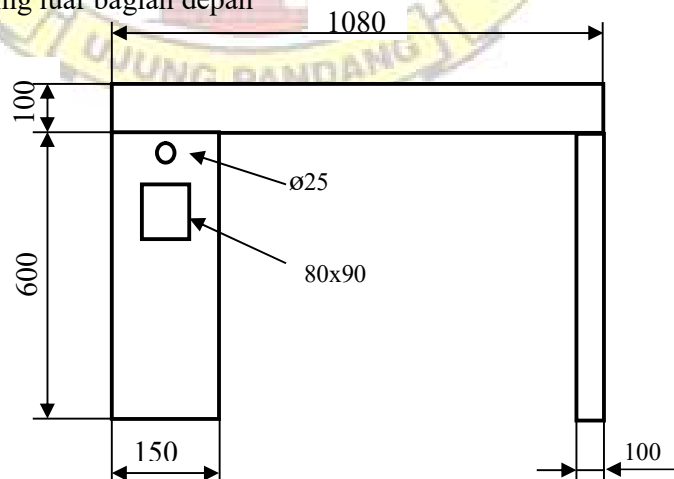


Gambar 3.10. Dinding luar bagian atas

Tahap pembuatan dinding luar bagian atas seperti pada gambar 3.9. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat baja tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan dinding luar adalah 1080 x 530 mm bentuknya seperti gambar di atas.

i. Dinding luar bagian depan



Gambar 3.11. Dinding luar bagian depan

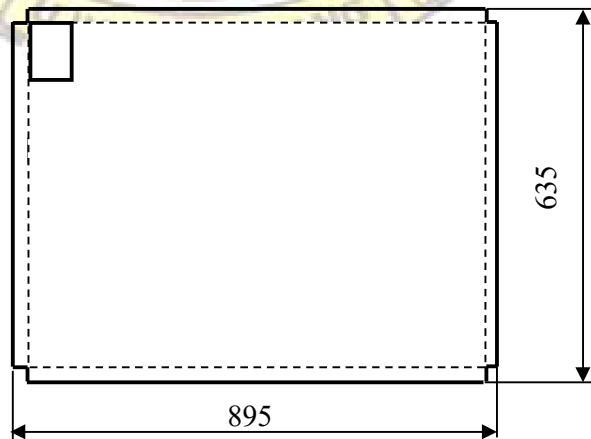
Tahap pembuatan dinding luar bagian depan seperti pada gambar 3.11. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat aluminium tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan dinding luar bagian depan adalah 1080 x 100 mm, 600 x 150 mm, dan 600 x 100 mm.
- Pelat yang berukuran 600 x 150 mm dibuat lubang dengan ukuran 80x90 mm dengan jarak dari atas 100 mm dan lubang berukuran $\varnothing 25$ mm dengan 30 mm dari lubang bawah.

j. Daun pintu

Tahap pembuatan daun pintu seperti pada gambar 3.12. adalah sebagai berikut;

- Bahan pelat aluminium dan plat baja tebal 1 mm dipotong dengan menggunakan mesin pemotong. Ukuran bahan daun pintu yang dipotong adalah 895 x 635 mm masing-masing 1 lembar.
- Setiap sudut dipotong sepanjang 15 mm dengan menggunakan gunting pemotong.



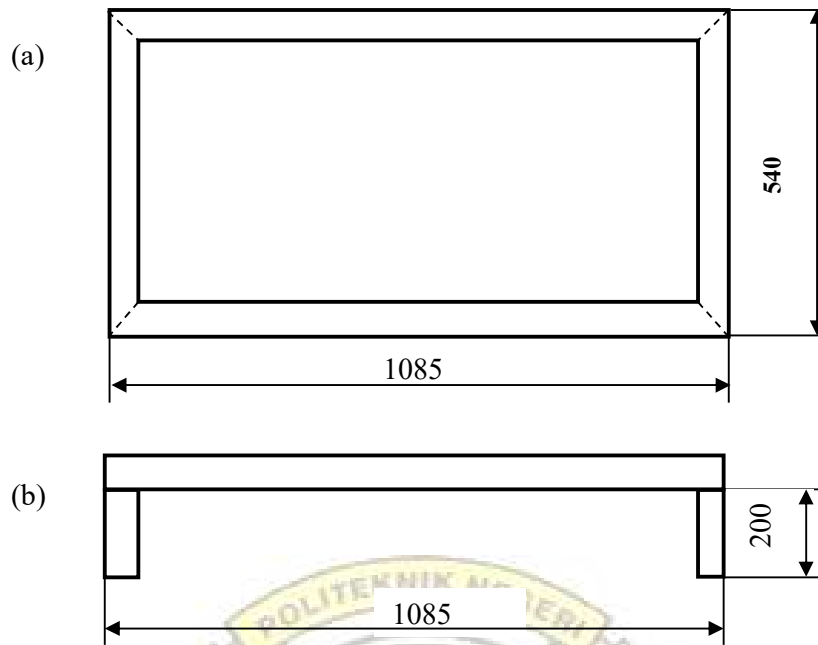
Gambar 3.12. Daun pintu

- Kedua pelat ditekuk pada empat sisi dengan mengikuti garis putus-putus. Sudut tekuk adalah 90° .
- Kedua lembar pelat yang telah ditekuk disatukan sedemikian sehingga membentuk ruang. Ruang ini diisi dengan gabus sebagai isolator penahan panas.
- Buat lubang pada sudut daun pintu dengan ukuran 40×25 mm sebagai tempat pengunci.

k. Dudukan/kaki

Tahap pembuatan dudukan seperti pada gambar 3.13. adalah sebagai berikut;

- Bahan besi siku 30×30 dipotong dengan menggunakan mesin gergaji. Ukuran bahan dudukan yang dipotong adalah 1085 mm sebanyak 2 batang dan 540 mm sebanyak 2 batang.
- Pada kedua ujung batang dipotong gergaji dengan ukuran $3 \times 45^{\circ}$.
- Kemudian keempat batang besi tersebut disambung dengan cara dilas.
- Potong lagi besi siku 30×30 sepanjang 200 mm sebanyak 4 batang, lalu dihubungkan pada setiap sudut dari bagian yang sudah disambung sebelumnya.

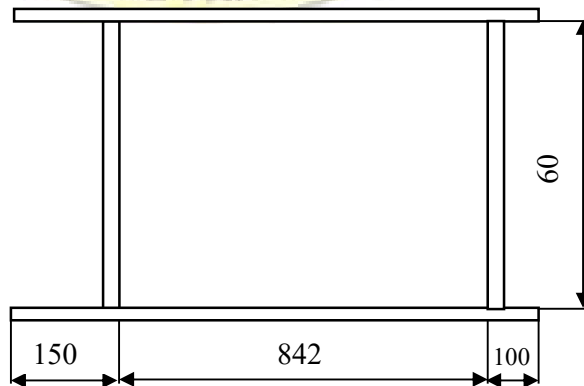


Gambar 3.13. Dudukan/kaki (a. Tampak atas, b. Tampak depan)

2. Tahap Perakitan

Setelah pembuatan seluruh komponen telah dibuat, kemudian dilanjutkan dengan tahap perakitan. Adapun tahap-tahap perakitan adalah sebagai berikut;

- a) Dinding dalam dihubungkan dengan bilik atas dan bawah dengan cara dikeling (lihat gambar 3.14).



Gambar 3.14. Konstruksi dinding dalam

- b) Tiang dudukan talang sebanyak 4 batang dipasang pada dinding bagian kanan dan kiri dengan cara dikeling.
- c) Kemudian dudukan talang sebanyak 14 batang dipasang pada tiang dudukan talang dengan jarak antar dudukan talang 50 mm dengan cara dikeling.
- d) Hasil perakitan ini kemudian dipasang dinding bagian luar yang akan menutupi bagian kiri, kanan, dan belakang. Pada bagian dalam dinding bagian luar diberi gabus sebagai isolator penahan panas.
- e) Selanjutnya dinding luar bagian atas dipasang.
- f) Instalasi kontrol dipasang pada dinding luar bagian depan dan sistem pemanas dipasang pada bagian bawah.
- g) Selanjutnya dinding luar bagian depan lainnya dan daun pintu dipasang. Setelah proses perakitan selesai, maka alat pengering ini diletakkan di atas dudukan/kaki.

C. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian pada alat pengering putu kacang adalah sebagai berikut;

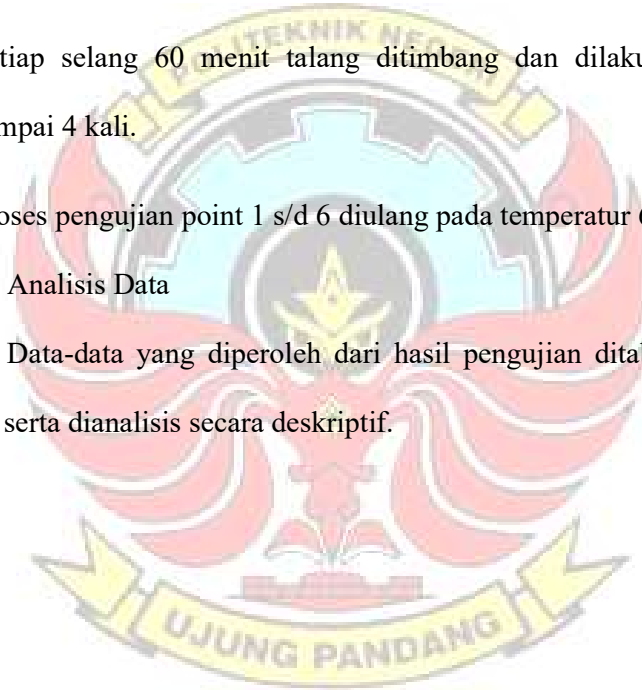
Langkah-langkah pengujian pada alat pengering putu kacang adalah sebagai berikut;

1. Alat pengering disambungkan ke sumber listrik, jika arus sudah masuk lampu indikator akan menyala. Putar thermostatnya pada temperatur 50°C tunggu beberapa saat hingga mencapai suhu 50°C sebagai pemanasan awal (perhatikan waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan awal).

2. Talang ditimbang satu demi satu dan dicatat berat masing-masing talang (talang 1 s/d 7).
3. Kue putu kacang diletakkan pada masing-masing talang sebanyak 170 biji.
4. Talang ditimbang kembali dan dicatat berat masing-masing talang (talang 1 s/d 7) kemudian dihitung selisih antara talang yang sudah terisi dan talang kosong untuk mendapatkan berat sampel.
5. Talang dimasukkan ke dalam alat pengering dengan urutan dari atas ke bawah dan nomor urut dari 1 s/d 7.
6. Setiap selang 60 menit talang ditimbang dan dilakukan pengulangan sampai 4 kali.
7. Proses pengujian point 1 s/d 6 diulang pada temperatur 60 °C dan 70°C.

D. Tahap Analisis Data

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian ditabelkan dan dibuat grafik serta dianalisis secara deskriptif.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil Pembuatan

Setelah dilakukan proses rancang bangun alat pengering putu kacang, maka diperoleh alat pengering putu kacang seperti terlihat pada Gambar 4.1. Prinsip kerja alat ini adalah elemen pemanas yang terletak di bawah menyalurkan panas ke samping dan ke atas melalui pelat distribusi, selanjutnya uap air keluar melalui lubang yang terletak di bagian belakang.



Gambar 4.1 Alat Pengering Putu Kacang kapasitas 16 kg.

Data spesifikasi alat pengering putu kacang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data spesifikasi alat pengering putu kacang

Daya	=	1200 Watt		
Tegangan	=	220 Volt		
Kontrol Temperatur	=	0 s/d 250°C		
Temperatur Pengeringan	=	50	60	70
Waktu Pengeringan	=	3 jam	4 jam	5 jam

Kapasitas	=	1309 biji
-----------	---	-----------

2. Hasil Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini ada 2 tahap yaitu pengujian kadar air pada sampel putu kacang di Lab. Kimia dan pengukuran kadar air pada alat pengering. Adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kadar Air di Lab. Kimia.

Uraian	Berat (gram)	
	Basah	Kering
Berat sampel	2.0017	2.0009
Berat sampel + petridisk kosong	40.5780	46.6419
Berat sampel kering + petridisk kosong	40.3270	46.4953
Berat air yang diuapkan	0.2510	0.1466

Analisis perhitungan di lab. kimia:

$$\begin{aligned}
 KA &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\
 &= \frac{2,0017 - (2,0017 - 0,2510)}{2,0017} \times 100\% \\
 &= \frac{2,0017 - 1,7507}{2,0017} \times 100\% \\
 &= 0,12539 \times 100\% \\
 &= 12,54 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

KA = Prosentase kadar air (%).

a = Berat awal sampel (gram).

b = Berat akhir sampel yang telah dipanaskan (gram).

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka diperoleh persentase kadar air putu kacang sebelum dikeringkan (basah) adalah 12,54% dan persentase kadar air putu kacang yang dikeringkan dengan panas matahari selama 2 hari adalah 7,33%. Kadar air 12,54% ini nantinya digunakan pada persamaan 2.2 sebagai prosentase kadar air awal.

Untuk menghitung persentase kadar air yang terbang, maka dilakukan proses pengukuran berat sampel dan berat talang+sampel setiap 1 jam. Data yang diperoleh pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran berat sampel dan berat talang+sampel putu kacang.

Temp. ($^{\circ}C$)	No. Rak	Berat Sampel (gram)	Berat Talang + Sampel (gram)				
			Waktu (jam)				
			0	1	2	3	4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
50	1	2424.2	5264.2	5284.6	5220.0	5192.8	5114.6
	2	2410.6	5223.4	5213.2	5107.8	5087.4	5056.8
	3	2383.4	5288	5243.8	5179.2	5131.6	5067.0
	4	2471.8	5250.6	5257.4	5203.0	5158.8	5094.2
	5	2397	5267.6	5250.6	5189.4	5138.4	5080.6
	6	2427.6	5216.6	5175.8	5084.0	5029.6	5012.6
	7	2417.4	5257.4	5206.4	5118.0	5084.0	5070.4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
60	1	2390.2	5230.2	5209.8	5155.4	5084.0	5060.2
	2	2471.8	5311.8	5291.4	5230.2	5192.8	5138.4
	3	2397	5237	5230.2	5128.2	5077.2	5050.0

	4	2403.8	5243.8	5206.4	5118.0	5073.8	5056.8
	5	2393.6	5233.6	5141.8	5063.6	5056.8	5046.6
	6	2424.2	5264.2	5240.4	5172.4	5111.2	5073.8
	7	2400.4	5240.4	5220	5138.4	5080.6	5050.0
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
70	1	2352.8	5192.8	5175.8	5141.8	5056.8	5009.2
	2	2356.2	5196.2	5175.8	5138.4	5039.8	5005.8
	3	2366.4	5206.4	5175.8	5141.8	5046.6	5012.6
	4	2349.4	5189.4	5148.6	5084.0	5019.4	4992.2
	5	2363	5203	5155.4	5060.2	5026.2	5002.4
	6	2352.8	5192.8	5138.4	5043.2	5009.2	4985.4
	7	2359.6	5199.6	5114.6	5019.4	5002.4	4985.4

Data di atas merupakan hasil pengambilan data sewaktu pengujian melalui proses pengukuran berat sampel dan berat sampel+talang. Adapun waktu pemanasan awal untuk mencapai temperaturnya yaitu temperature 50°C memerlukan waktu 18 menit, temperature 60°C memerlukan waktu 19 menit, dan temperature 70°C memerlukan waktu 21 menit.

Dengan menggunakan persamaan 2.1, maka diperoleh persentase kadar air yang diupkan seperti terlihat pada Tabel 4.4, berikut contoh perhitungannya.

Contoh perhitungan pada temperature 50°C rak 1 pada jam 1 :

$$\begin{aligned}
 KA_T &= \frac{W_o - W_1}{W_o} \times 100\% \\
 &= \frac{2424,2 - 2427,6}{2424,2} \times 100\% \\
 &= \frac{3,4}{2424,2} \times 100\% \\
 &= 0,14\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Data persentase kadar air putu kacang yang terbang.

Temp. (°C)	No. Rak	Persentase Kadar Air yang terbang (%)			
		Waktu (jam)			
		1	2	3	4
50	1	0.14	1.88	3.03	6.36
	2	0.29	2.02	3.90	6.65
	3	0.43	4.91	5.78	7.08
	4	0.87	3.47	5.06	7.37
	5	0.29	4.62	6.79	7.95
	6	0.72	3.32	5.49	7.95
	7	2.17	5.92	7.37	7.95
	Rata-rata	0.58	3.74	5.35	7.33
60	1	0.87	3.18	6.21	7.23
	2	0.87	3.47	5.06	7.37
	3	0.29	4.62	6.79	7.95
	4	1.59	5.35	7.23	7.95
	5	1.90	4.23	7.51	7.95
	6	1.01	3.90	6.50	8.09
	7	0.87	4.34	6.79	8.09
	Rata-rata	1.34	4.58	6.59	7.80
70	1	0.72	2.17	5.78	7.80
	2	0.87	2.46	6.65	8.09
	3	1.30	2.75	6.79	8.24
	4	1.73	4.48	7.23	8.38
	5	2.02	6.07	7.51	8.53
	6	2.31	6.36	7.80	8.82
	7	3.61	7.66	8.38	9.10
	Rata-rata	1.80	4.56	7.16	8.42

Dengan menggunakan persamaan 2.2, maka diperoleh kadar akhir dari putu kacang dengan asumsi kadar air putu kacang sebelum dikeringkan adalah 12,54%. Hasil perhitungan kadar akhir putu kacang dapat dilihat pada Tabel 4.5, berikut contoh perhitungannya.

Contoh perhitungan pada rak 1 pada jam 1 :

$$KA = KA_A - KA_T$$

$$= 12,54\% - 0,14\%$$

$$= 12,68\%$$

Tabel 4.5 Data persentase kadar air akhir putu kacang.

Temp. (°C)	No. Rak	Persentase Kadar Air Awal (%)	Persentase Kadar Air Akhir			
			Waktu (jam)			
			1	2	3	4
50	1	12.54	12.68%	10.66%	9.51%	6.18%
	2		12.83%	10.52%	8.64%	5.89%
	3		12.11%	7.63%	6.76%	5.46%
	4		11.67%	9.07%	7.48%	5.17%
	5		12.25%	7.92%	5.75%	4.59%
	6		11.82%	9.22%	7.05%	4.59%
	7		10.37%	6.62%	5.17%	4.59%
		Rata-rata	11.96%	8.80%	7.19%	5.21%
60	1	12.54	11.67%	9.36%	6.33%	5.31%
	2		11.67%	9.07%	7.48%	5.17%
	3		12.25%	7.92%	5.75%	4.59%
	4		10.95%	7.19%	5.31%	4.59%
	5		8.64%	5.31%	5.03%	4.59%
	6		11.53%	8.64%	6.04%	4.45%
	7		11.67%	8.20%	5.75%	4.45%
		Rata-rata	11.20%	7.96%	5.95%	4.74%
70	1	12.54	11.82%	10.37%	6.76%	4.74%
	2		11.67%	10.08%	5.89%	4.45%
	3		11.24%	9.79%	5.75%	4.30%
	4		10.81%	8.06%	5.31%	4.16%
	5		10.52%	6.47%	5.03%	4.01%
	6		10.23%	6.18%	4.74%	3.72%
	7		8.93%	4.88%	4.16%	3.44%
		Rata-rata	10.74%	7.98%	5.38%	4.12%

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pembuatan alat pengering putu kacang telah diperoleh suatu alat pengering putu kacang yang dapat dioperasikan tanpa tergantung dengan panas sinar matahari. Dengan kapasitas 1309 biji dan daya

maksimum 1200 Watt, alat ini dapat mengeringkan putu kacang selama 3 s/d 4 jam dengan kadar air akhir sampai 4% hal ini telah dibuktikan di lab kimia dengan kadar air akhir mencapai 3,94%. Jadi, dari data tersebut diperoleh peningkatan kapasitas produksi dengan menggunakan alat pengering putu kacang dibanding dengan menggunakan proses tradisional yang menggunakan panas sinar matahari yang berkisar 4000 biji/2-3 hari dengan kadar air akhir sampai 7,33%. Biaya operasional alat pengering ini relatif lebih murah. Jika diasumsikan biaya listrik 1 Kwh adalah Rp.600, maka biaya operasional selama 4 jam adalah $4 \times 1,2 \text{ Kw} \times \text{Rp.600,-}$ adalah Rp.2880,-

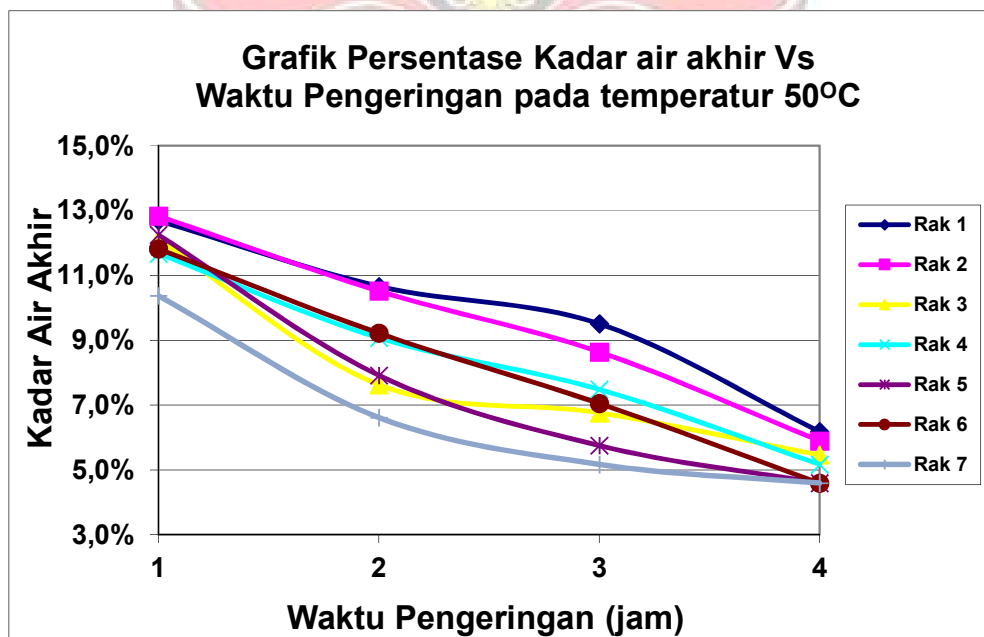
Waktu pengeringan selama 3 s/d 4 jam relatif lebih singkat bila dibandingkan dengan menggunakan panas sinar matahari yang dapat berlangsung sampai 2 hari. Proses pengeringan yang lebih singkat ini tidak menurunkan kualitas dari putu kacang baik dari segi rasa maupun tekstur permukaan putu kacang tidak berubah. Hal ini sudah sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Fatori Rizal (2005), bahwa waktu pengeringan yang terlalu lama *dapat* menyebabkan kualitas bahan menurun.

Rasa dari putu kacang yang dikeringkan dengan alat pengering relatif sama dengan putu kacang yang dikeringkan dengan panas sinar matahari. Hal ini sudah dibuktikan oleh pengusaha yang sering membuat kue putu kacang.

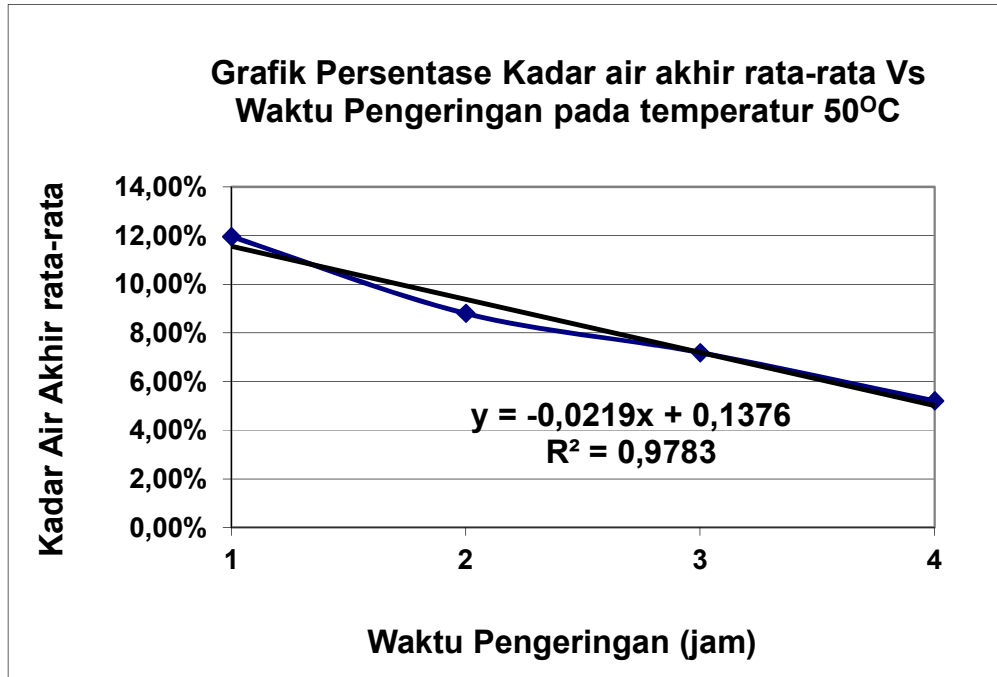


Gambar 4.2. Perbandingan tekstur putu kacang antara alat pengering (bagian atas) dan pengering matahari (bagian bawah).

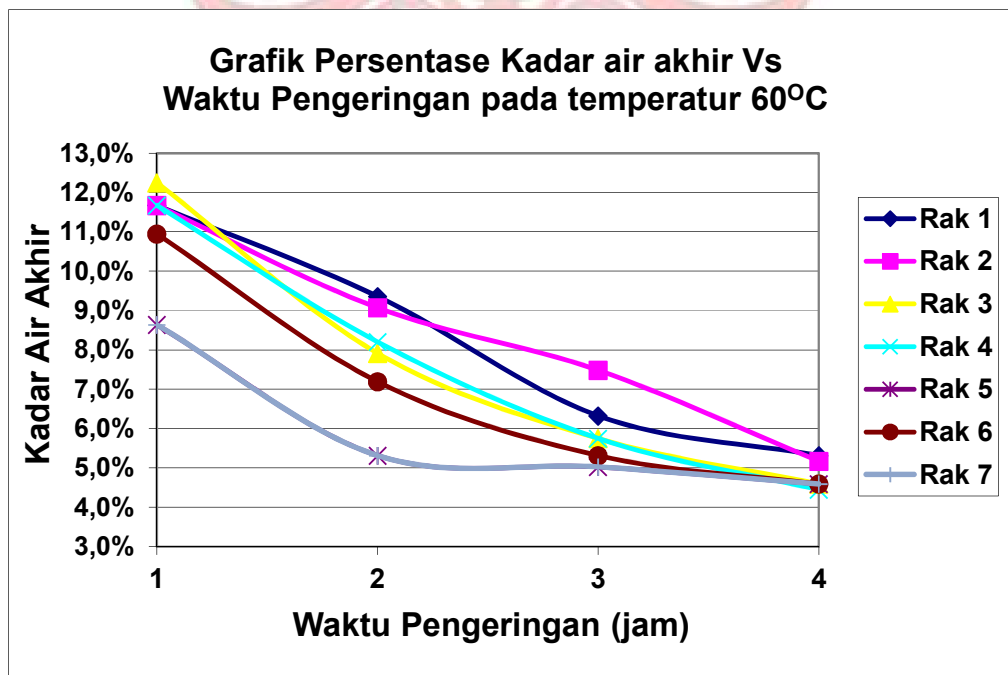
Berdasarkan data hasil pengujian kadar air dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pengeringan, maka kadar air yang terkandung pada putu kacang semakin kecil. Perubahan kadar air pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan 4.8.



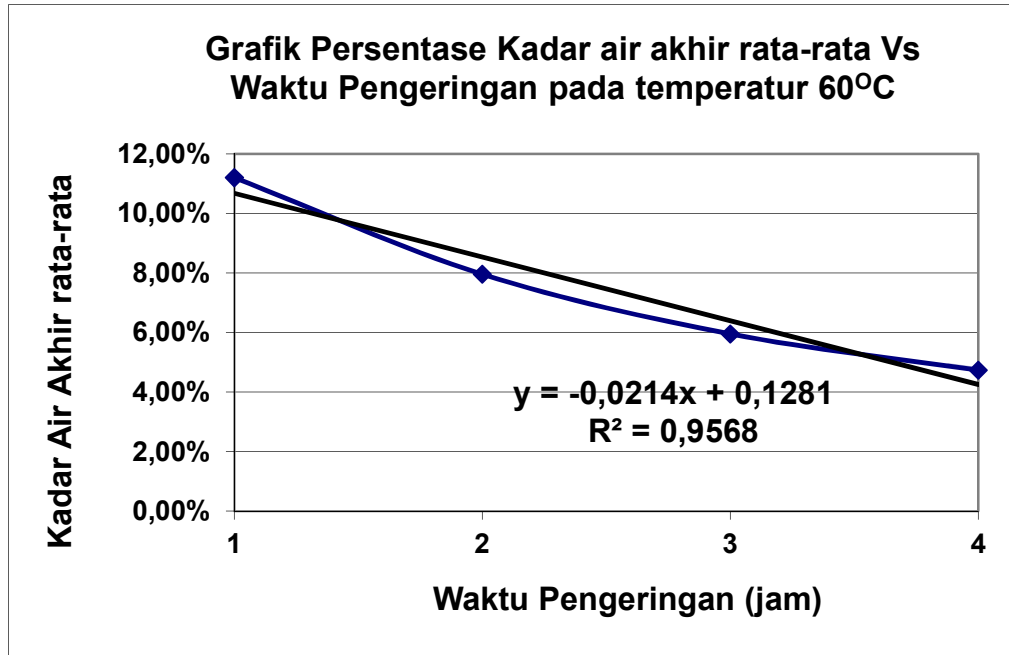
Gambar 4.3. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temperatur 50°C.



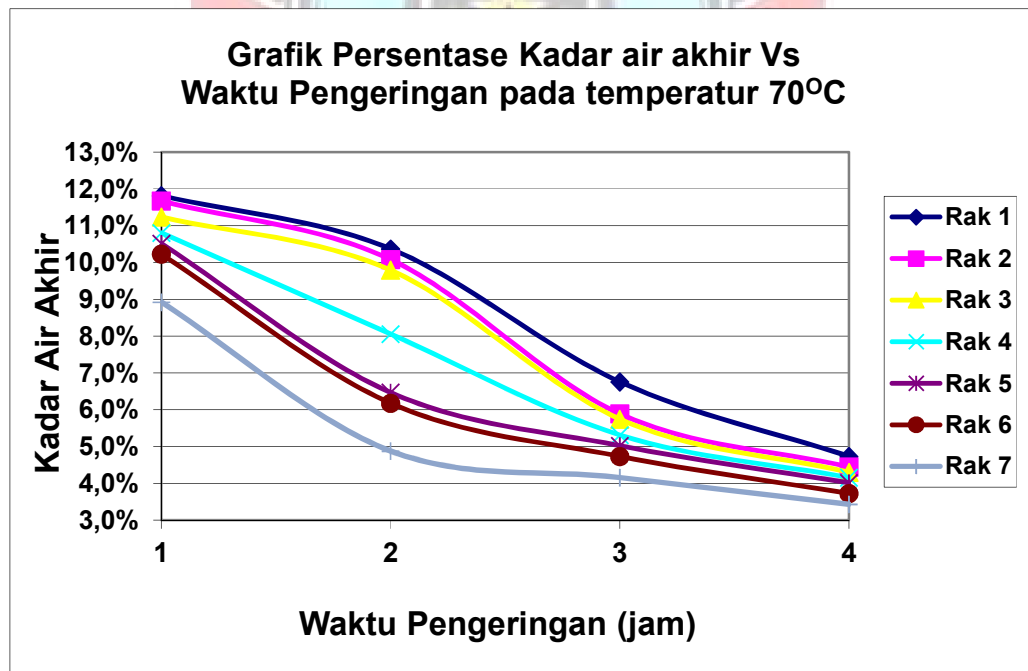
Gambar 4.4. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temperatur 50°C.



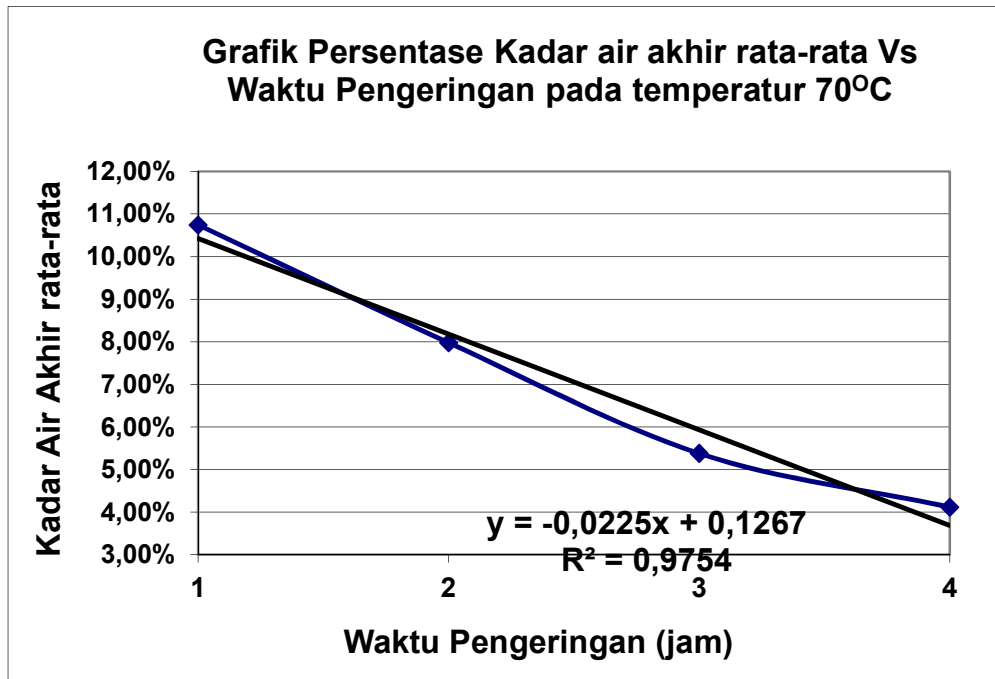
Gambar 4.5. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temperatur 60°C.



Gambar 4.6. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temperatur 60°C.



Gambar 4.7. Perubahan persentase kadar air putu kacang pada temperatur 70°C.



Gambar 4.8. Perubahan persentase kadar air rata-rata pada temperatur 70°C.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada temperatur 50°C, persentase kadar air rata-rata setelah dikeringkan selama 4 jam adalah 5,21%. Dengan menggunakan persamaan regresi $y = -0,021x + 0,137$ (Gambar 4.5), maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air 5% adalah 4,14 jam.

Pada temperatur 60°C, persentase kadar air rata-rata setelah dikeringkan selama 4 jam adalah 4,74%. Dengan menggunakan persamaan regresi $y = -0,021x + 0,128$ (Gambar 4.6), maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air 5% adalah 3,71 jam. Sedangkan pada temperatur 70°C, persentase kadar air rata-rata setelah dikeringkan selama 4 jam adalah 4,12%. Dengan menggunakan persamaan regresi $y = -0,022x + 0,126$ (Gambar 4.8), maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air 5% adalah 3,40 jam..

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah diperoleh suatu alat pengering dengan spesifikasi; Daya listrik 1200 Watt, Temperatur Pengering sampai dengan 250°C, dengan kapasitas 1309 biji.
2. Alat ini dapat mengeringkan kue putu kacang sebanyak 1309 biji dengan kadar air sampai 5% selama 3, 4, dan 5 jam pada temperatur 50, 60, dan 70°C.
3. Suhu dan waktu yang optimal untuk mencapai kadar air 5% adalah pada suhu 70°C dengan waktu pengeringan selama 3,4 jam.
4. Kelebihan alat pengering ini yaitu a) tidak tergantung cuaca, b) kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, c) tidak memerlukan tempat yang luas, d) suhu dan waktu pengeringan dapat dikontrol, dan e) aman terhadap gangguan dari luar seperti debu dan serangga. Sedangkan kekurangan/kendala utama alat pengering ini yaitu hanya dapat difungsikan dengan tenaga listrik.

B. Saran-saran

1. Melihat bahan-bahan yang digunakan lebih mudah, maka pembuatan alat pengering putu kacang untuk industri rumah tangga ini dapat dilakukan di bengkel mekanik yang dikerjakan oleh Mahasiswa.

2. Hasil rancang bangun ini diharapkan dapat ditindak lanjuti untuk disosialisasikan kepada masyarakat melalui penyuluhan dan penerapan ipteks.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2001. Materi Penyuluhan Bagi Perusahaan Makanan Industri Rumah Tangga. Dinas Kesehatan Pemerintah Kabupaten Sleman. Sleman. (<http://www.ilmupangan.com/>) diakses pada tgl. 13 Oktober 2009.
- Badan Pusat Statistik (BPS Provinsi Sulawesi Selatan). Updated: 05-8-2008. Potensi Kacang Hijau di Sulawesi Selatan (Online), (commodityarea.php.htm), diakses 24 Nov 2009).
- Dayanto, Haris dkk. 2006. "Perancangan dan Pembuatan Alat Kue Tradisional Putu Kacang". Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhatara, Jakarta.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura. 2003. Standar Mutu, Produk Tanaman Pangan dan Hortikultura.
- Fatori Rizal, dkk. 2005. Rancang Bangun Alat Pengering Biji-Bijian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi Dan Media Pasir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- H. Murniaty dan Mihra Gowa. 1994. Pengering Gabah Kolektor Matahari. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Hasbullah. 2000. "Teknologi Tepat Guna Untuk Agroindustri Kecil Sumatera Barat". Dalam *Dewan Ilmu Pengetahuan*, Padang: Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- Holman, J.P. 1994. Perpindahan Kalor. Diterjemahkan oleh E. Jasjfi Edisi Ke Enam. Jakarta: Erlangga.
- Millati T., dkk. 1998. Pemanfaatan Alat Pengering Sistem Ganda Untuk Pengolahan Tepung. DP3M. Jakarta.
- Riyadi Agus, dkk. 2006. Perbaikan Desain Alat Pengering Ikan Siap Saji. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Rohman, Saepul. 2008. Teknologi Pengeringan Bahan Makanan. (<http://majarimagazine.com>). Diakses pada tanggal 13 Oktober 2009.
- Supriyanto, Haryadi, A Murdiati, Purnomo Darmadji, Mujimulyatmi. 1999. Peningkatan Produksi Dan Kualitas Pathila Dengan Pengering Buatan terkendali.

L

A

M

P

I

R

A

N



LAMPIRAN 1

Dokumentasi Hasil Rancang Bangun



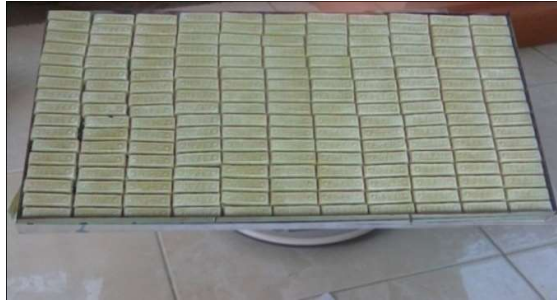
Gambar L.1. Hasil rancang bangun alat pengering putu kacang.



Gambar L.2. Sistem pemanas alat pengering putu kacang.



Gambar L.3. Alat pengatur temperatur pada alat pengering putu kacang.



Gambar L.4. Proses penimbangan talang+sampel.



Gambar L.5. Proses pengujian pada alat pengering putu kacang.





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>



SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Koordinator Hubungan Industry Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan ini menerangkan bahwa :

Nama / Stb : Edi Kurniyawan 341 07 008
 Rizky Taufiq Ismail 341 07 024
 Sadli Ansari Samsuddin 341 07 031

Jurusan : Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Benar , telah melaksanakan penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Kimia Analisis Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang pada tanggal 21 juli 2010 dengan judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang Kapasitas 16 Kg.** Adapun parameter yang dianalisis adalah : Penentuan kadar air dalam sampel kue putu kacang, dengan data terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dan diberikan untuk sebagaimana mestinya.

Makassar, 22 juli 2010

Mengetahui,
Koordinator HI Jurusan Teknik Kimia,



Octovianus SR. Pasanda, ST. MT.

NIP. 19651005 19903 1 001



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>



Data hasil analisis kadar air dalam sampel putu kacang :

Uraian	Berat (gram)	
	Basah	Kering
Berat sampel	2,0017	2,0009
Berat sampel +petridisk kosong	40,5780	46,6419
Berat sampel kering + petridisk kosong	40,3270	46,4953
Berat air yang diuapkan	0,2510	0,1466
Kadar air (%)	12,54	7,33

Makassar, 22 juli 2010

Mengetahui,
Koordinator HI Jurusan Teknik Kimia,



Octovianus SR. Pasanda, ST. MT.
NIP. 19651005 19903 1 001



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id
Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>



SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Koordinator Hubungan Industry Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan ini menerangkan bahwa :

Nama / Stb : Edi Kurniyawan 341 07 008
Rizky Taufiq Ismail 341 07 024
Sadli Ansari Samsuddin 341 07 031

Jurusan : Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Benar , telah melaksanakan penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Kimia Analisis Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang pada tanggal 22 Nov 2010 dengan judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Alat Pengering Putu Kacang Kapasitas 16 Kg**. Adapun parameter yang dianalisis adalah : Penentuan kadar air dalam sampel kue putu kacang, dengan data terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dan diberikan untuk sebagaimana mestinya.

Makassar, 22 November 2010

Mengetahui,
Koordinator HI Jurusan Teknik Kimia,



Octovianus SR. Pasanda, ST. MT.
NIP. 19651005 1903 1 001



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043
E-mail : pnup@poliupg.ac.id
Home Page : <http://www.poliupg.ac.id>



Data hasil analisis kadar air dalam sampel putu kacang :

Uraian	BERAT (Gram)
Berat sampel	2,0005
Berat sampel + petridisk kosong	46,5231
Berat sampel kering + petridisk kosong	46,4442
Berat air yang diuapkan	0,0789
Kadar Air (%)	3,94%

Makassar, 22 November 2010

Mengetahui,
Koordinator HI Jurusan Teknik Kimia,



Octovianus SR. Pasanda, ST. MT.

NIP. 19651005 19903 1 001

LAMPIRAN 3. TABEL HARGA TEKUKAN

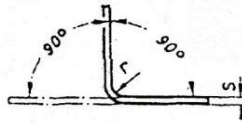


Tabelle 6.

Dicke <i>s</i>	Biegehalbmesser <i>r</i>											
	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
	Ausgleichswert <i>v</i>											
1	-1,92	-1,97	-2,10	-2,23	-2,41	-2,59	-2,97	-3,36	-3,79	-4,65	-5,51	-6,37
1,5	-	-	-2,90	-3,02	-3,18	-3,34	-3,70	-4,07	-4,45	-5,26	-6,11	-6,97
2	-	-	-	-	-3,98	-4,13	-4,46	-4,81	-5,18	-5,94	-6,72	-7,58
2,5	-	-	-	-	-4,80	-4,93	-5,24	-5,57	-5,93	-6,66	-7,42	-8,21
3	-	-	-	-	-	-5,76	-6,04	-6,35	-6,69	-7,40	-8,14	-8,91
3,5	-	-	-	-	-	-	-6,65	-7,15	-7,47	-8,15	-8,88	-9,63
4	-	-	-	-	-	-	-	-7,95	-8,26	-8,92	-9,62	-10,36
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-9,06	-9,69	-10,38	-11,10
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-9,87	-10,48	-11,15	-11,85
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12,08	-12,71	-13,38
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-14,29	-14,93
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-16,51
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tebal 'S'	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	
	Konstanta tekukan 'x'												
R ₁	0,1	0,7	1,2	1,4	2,1	2,8	3,5	4,3	5,1	5,8	6,6	7,4	8,6
	0,5	0,9	1,4	1,6	2,3	3,0	3,7	4,5	5,2	5,9	6,7	7,5	8,9
	1,0	1,2	1,6	1,8	2,5	3,2	3,9	4,7	5,4	6,1	6,9	7,7	8,9
	1,5	1,4	1,8	2,0	2,7	3,4	4,1	4,8	5,5	6,3	7,1	7,9	9,1
	2,0	1,7	2,0	2,3	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,3	8,1	9,3
	2,5	1,9	2,3	2,5	3,1	3,6	4,5	5,2	5,8	6,6	7,5	8,3	9,5
	3,0	2,1	2,5	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,8	7,7	8,5	9,8
	3,5	2,3	2,7	2,9	3,5	4,2	4,9	5,5	6,2	7,0	7,8	8,7	10,0
	4,0	2,5	3,0	3,2	3,7	4,4	5,0	5,7	6,3	7,2	8,0	8,9	10,3
	4,5	2,8	3,2	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,4	8,2	9,1	10,5
5,0	3,0	3,4	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,7	7,8,5	8,4	9,3	10,7	