



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**JUDUL**

**MODIFIKASI PLAT PENYERAP KALOR MATAHARI  
DAN ALAT PENDUKUNGNYA UNTUK PROSES PENGERINGAN  
“PLAT GALVANIS DAN PLAT SENG GELOMBANG”**

**TUGAS AKHIR**

**ARI SURYANTO    L0E 009017**

**GUNTUR ADITYA    L0E 009002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2012**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : .....  
NIM : .....  
Tanda Tangan :

Tanggal : DESEMBER 2012



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS TEKNIK**

**TUGAS PROYEK AKHIR**

**No. : / V / PA / DIII TM / 2012**

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

Nama : .....

NIM : .....

Judul Proyek Akhir :

**“MODIFIKASI PLAT PENYERAP KALOR MATAHARI  
DAN ALAT PENDUKUNGNYA UNTUK PROSES PENGERINGAN”**

Isi Tugas :

1. Memodifikasi ruang pengumpul kalor.
2. Memodifikasi ruang pengering.
3. Analisa unjuk kerja alat pengering yang menggunakan tenaga pengumpul kalor matahari.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini, dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Ketua PSD III Teknik Mesin

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

Semarang, Desember 2012  
Dosen Pembimbing

Seno Darmanto, ST.MT.  
NIP. 197110301998021001

Tembusan :

- Koordinator Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

## **HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul : "Modifikasi Plat Penyerap Kalor Matahari Dan Alat Pendukungnya Untuk Proses Pengeringan" yang telah disusun oleh :

Nama : .....  
NIM : .....  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :  
Hari : .....  
Tanggal : .....

Semarang, Desember 2012

Mengetahui,

Ketua PSD III Teknik Mesin  
FT Universitas Diponegoro

Dosen Pembimbing

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

Seno Darmanto, ST.MT.  
NIP. 197110301998021001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : .....  
NIM : .....  
Jurusan/Program Studi : DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir :

### **MODIFIKASI PLAT PENYERAP KALOR MATAHARI DAN ALAT PENDUKUNGNYA UNTUK PROSES PENGERINGAN**

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.**

#### **TIM PENGUJI**

		Ttd.
Pembimbing	: Seno Darmanto, ST.MT	( ..... )
Penguji	: Seno Darmanto, ST.MT	( ..... )
Penguji	: Ir. H. Murni, MT.	( ..... )
Penguji	: Ir. Rahmat	( ..... )

Semarang, Desember 2012  
Ketua PSD III Teknik Mesin

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : .....  
NIM : .....  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

### **MODIFIKASI PLAT PENYERAP KALOR MATAHARI DAN ALAT PENDUKUNGNYA UNTUK PROSES PENGERINGAN**

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Semarang  
Pada Tanggal : Desember 2012  
Yang menyatakan,

( ..... )

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Doa restu ibu adalah yang nomor satu.
2. Play To Win.
3. Ikhtiar, Do'a, dan Tawakal

Persembahan :

1. Allah SWT, atas rahmat, karunia serta hidayah-Nya yang senantiasa luar biasa bagi penulis.
2. Ayah dan Ibu tercinta, atas segala pengorbanan yang tak terkira jasanya karena telah memberikan dukungan, semangat, dan do'a yang tulus ikhlas agar penulis dapat mencapai cita – cita dan menjadi kebanggaan serta membahagiakan orang tua.
3. Almamater yang selalu penulis banggakan.
4. Bapak Ir. Sutomo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
5. Bapak Seno Darmanto, ST.MT., selaku Dosen Wali sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis.
6. Bapak/Ibu Dosen yang telah senantiasa memberikan ilmu kepada penulis.
7. Para Teknisi yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir.
8. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat.
9. Keluarga Besar Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari pihak-pihak yang terkait, untuk itu perkenankanlah penulis untuk berterima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, MS., selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Sutomo, M.Si., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Seno Darmanto, ST., MT., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan.
5. Bapak dan ibu tercinta, dan segenap keluarga tersayang yang selalu mendukung. Terima kasih atas segala do'a dan kasih sayang yang tak pernah berhenti, motivator nomor satu dan inspirator terbesar dalam menjalani hidup.
6. Teman-teman tercinta angkatan 2009 PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, Desember 2012

Penulis



## **ABSTRAKSI**

### **MODIFIKASI PLAT PENYERAP KALOR MATAHARI DAN ALAT PENDUKUNGNYA UNTUK PROSES PENGERINGAN**

*Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah menganalisa secara eksperimen pengumpul (collector) kalor matahari sebagai media transfer kalor/energi yang digunakan untuk proses pengeringan jahe atau bahan pangan lain. Analisa pengumpul (collector) kalor matahari dilakukan dengan memodifikasi plat yakni meningkatkan/menambah luas penampang dan seleksi bahan plat agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Perhitungan berdasarkan energi matahari yang dapat diserap dan energi yang digunakan untuk pengeringan. Hasil yang dapat dicapai dari 3,45m<sup>2</sup> plat galvanis yaitu dapat menyerap kalor matahari sebesar 233,945 Watt. Sedangkan efisiensi pengeringan terhadap kalor yang diserap oleh plat mencapai 70,59%. Laju aliran udara berpengaruh terhadap proses pengeringan.*

*Kata kunci : Kolektor kalor matahari, pengeringan bahan pangan, plat galvanis.*

## **ABSTRACT**

### **MODIFICATION OF SOLAR HEAT ABSORBER PLATE AND SUPPORT TOOLS FOR DRYING PROCESS**

*Objectives to be achieved in the final project is to analyze experimentally solar heat collector as the heat transfer medium / energy used for drying ginger or other foodstuffs. Analysis of solar heat collector plate is done by modifying the boost / additional area and the selection of plate material in order to get maximum results. Calculations based on solar energy that can be absorbed and the energy used for drying. Results that can be achieved from 3.45 m<sup>2</sup> galvanis plate that can absorb 233,945 Watts of solar heat. While the drying efficiency of the heat is absorbed by the plate reaches 70,59%. Air flow rate affects the drying process.*

*Keywords : solar heat collectors, drying food, galvanis plate.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR.....	
HALAMAN PERSETUJUAN .....	
HALAMAN PENGESAHAN .....	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	
KATA PENGANTAR.....	
ABSTRAKSI.....	
ABSTRACK.....	
DAFTAR ISI .....	
BAB I PENDAHULUAN .....	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	
1.2 Alasan Pemilihan Judul .....	
1.3 Tujuan .....	
1.4 Manfaat .....	
1.5 Pembatasan Masalah.....	
1.6 Metode Penulisan.....	
1.7 Sistematika Penulisan .....	
BAB II LANDASAN TEORI.....	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	
2.2 Pengeringan Jahe .....	
2.3 Teori.....	
BAB III DESAIN DAN METODOLOGI PENGAMBILAN DATA.....	
3.1 Desain dan Perancangan Alat Pengering.....	
3.2 Pembuatan Komponen Mesin Kolektor Matahari .....	
3.3 Proses Pemasangan Komponen Mesin Kolektor .....	
3.4 Sistem Sirkulasi Aliran Udara .....	
3.5 Metodologi Pengambilan data .....	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
4.1 Data Hasil Pengujian .....	
4.2 Analisa Data Hasil Pengujian .....	
4.3 Perhitungan pada Plat Gavani .....	
4.4 Hasil Pehitungan Efisiensi Alat .....	
BAB V PENUTUP .....	
5.1 Kesimpulan.....	
5.2 Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Energi yang bersumber dari minyak bumi mempunyai kecenderungan peningkatan konsumsi dan harga sehubungan dengan permintaan masyarakat dunia (terutama industri) yang meningkat. Peningkatan konsumsi energi cair (terutama minyak bumi) bagi industri ternyata tidak sebanding dengan penyediaan bahan bakar yang diturunkan dari minyak bumi tersebut meliputi bensin, minyak tanah, solar, minyak diesel dan residu. Penyediaan bahan bakar cair yang tidak sebanding dengan permintaan menyebabkan kenaikan harga minyak secara drastis. Harga minyak mentah dunia terus mengalami peningkatan karena krisis minyak tersebut.

Diversifikasi energi (bahan bakar) menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan energi setiap negara di dunia termasuk Indonesia. Kajian dan analisa diversifikasi energi terbaru dapat bersumber dari angin, air, panas bumi, matahari, minyak nabati dan hewani serta hidrogen. Kebijakan diversifikasi energi di Indonesia sebenarnya sudah diatur melalui Garis Besar Haluan Negara (GBHN) semasa era orde baru. Pelaksanaan kebijakan diversifikasi energi tersebut di level teknis baru-baru ini mulai ditingkatkan.

Potensi energi matahari cukup besar di Indonesia. Faktor potensi energi matahari dipengaruhi oleh letak/posisi daerah, musim (hujan /kemarau), waktu (jam). Letak Indonesia di jalur garis khatulistiwa memberikan potensi pancaran matahari secara penuh di seluruh daratan Indonesia. Selanjutnya berkenaan dengan musim, Indonesia hanya mempunyai 2 musim yakni hujan dan kemarau dimana dengan rentang waktu musim kemarau lebih lama dari pada musim hujan akan memberikan potensi energi matahari lebih besar. Pengaturan media transfer kalor/energi surya akan mencapai maksimal pada kondisi pancaran sinar matahari tegak lurus dengan media transfer/penyerap kalor/energi. Kondisi maksimal ini dicapai pada jam/saat matahari tepat di atas media transfer kalor/energi.

Pengembangan potensi matahari menjadi sumber energi (pemanas, penerangan dan pembangkit listrik) bagi industri dan rumah tangga mulai berkembang di Indonesia. Ada beberapa kendala pengembangan energi matahari menjadi energi bermanfaat meliputi teknologi, bahan, biaya dan kebijakan. Aplikasi energi matahari untuk pemanas mulai banyak diterapkan untuk keperluan industri dan rumah tangga. Masalah yang dihadapi dalam aplikasi energi matahari sebagai pemanas meliputi tingkat kepercayaan, kontrol temperatur udara dan laju aliran udara. Tingkat kepercayaan energi matahari dalam aplikasinya dipengaruhi oleh cuaca daerah yang tidak konstan.

Transfer energi matahari untuk proses pemanasan dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Proses pemanasan dengan energi matahari secara langsung dilakukan dengan cara penjemuran. Metode pemanasan yang dilakukan di udara terbuka ini relatif kurang baik untuk produk makanan dan obat.

### **1.2 Alasan Pemilihan Judul**

Kelebihan alat pengering dengan tenaga matahari yaitu diantaranya tidak memerlukan tempat yang luas, tidak membutuhkan tenaga kerja banyak, tidak membutuhkan bahan bakar, lebih higienis dan waktu pengeringan lebih pendek dibandingkan dengan pengeringan secara konvensional serta berbagai kekurangan yang telah dikemukakan dalam latar belakang masalah. Namun pada alat yang sudah ada masih didapati kekurangan-kekurangan yang dapat menurunkan efisiensi dari alat tersebut. Berdasarkan pada kelebihan, kekurangan, dan faktor lain yang terdapat pada alat

penangkap kalor maka kami mengambil judul tugas akhir “Modifikasi Plat Penyerap Kalor Matahari Dan Alat Pendukungnya Untuk Proses Pengeringan”.

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam proyek akhir ini adalah meningkatkan efisiensi dari alat pengumpul kalor yang sudah ada dan menganalisa secara eksperimen pengumpul (*collector*) matahari sebagai media transfer kalor/energi untuk proses pengeringan jahe atau bahan pangan lain. Kajian dan analisa secara eksperimen meliputi:

1. Memodifikasi peralatan untuk meningkatkan efisiensi dari alat.
2. Analisa faktor-faktor yang dapat meningkatkan efisiensi alat.
3. Analisa unjuk kerja pengumpul matahari untuk proses pengeringan.
4. Analisa sifat fisik bahan baku jamu.

Analisa unjuk kerja pengumpul matahari diukur dari dimensi pengumpul, temperatur kerja, kelembaban dan waktu kerja. Sedangkan analisa sifat fisik bahan baku jamu dapat dilihat dari warna dan diukur dari kadar air.

### 1.4 Manfaat

Penelitian potensi energi matahari untuk proses pengeringan bahan diharapkan bisa menjadi salah satu solusi untuk mengatasi krisis bahan bakar (energi). Penelitian kolektor matahari untuk proses pengeringan akan memberikan data nyata/riil terhadap teknologi (*process*) transfer energi matahari menjadi energi panas secara terukur menurut rekayasa teknik. Tolak ukur secara teknik didasarkan pada standar dimensi pengumpul, temperatur kerja, kelembaban dan waktu kerja.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Lingkup materi pada Tugas Akhir ini difokuskan pada:

- Rancang bangun ruang pengering dan perbaikan/modifikasi mesin kolektor.
- Bahan sampel yang dikeringkan adalah jahe.
- Lingkup modifikasi meliputi: bahan dan luasan plat penangkap kalor, perbaikan ruang pengering untuk mengurangi *losses*.
- Uji unjuk kerja peralatan dengan mengukur temperatur dan kelembaban di ruang pengering.
- Analisa perhitungan meliputi: energi yang dibutuhkan untuk proses pengeringan, kerugian-kerugian pada mesin kolektor, kadar air pada jahe.

### 1.6 Metode Penulisan

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini metode yang digunakan diantaranya adalah :

#### a. Metode *Observasi* / Eksperimen

Metode *observasi* / eksperimen yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis mengadakan pengamatan dan pengujian secara langsung alat yang sudah dibuat, sehingga memperjelas penulis dalam penulisan laporan karena mengetahui *variabel-variabel* pada media yang diamati.

#### b. Metode *Interview*

Metode *interview* merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara wawancara langsung dengan orang atau sumber yang berkepentingan.

#### c. Metode *Literature*

Metode *literature* yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis membaca dan mempelajari bahan-bahan penunjang laporan baik dari buku maupun jurnal ilmiah.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, alasan pemilihan judul, tujuan, manfaat, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang tinjauan pustaka dan dasar-dasar teori.

### **BAB III DESAIN DAN METODOLOGI PENGAMBILAN DATA**

Berisi tentang desain alat, pembuatan komponen kolektor, perakitan komponen dan metodologi pengambilan data alat tersebut.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang hasil data pengujian yang diperoleh dan analisa perhitungan dari data tersebut.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Proses Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air dari suatu bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat. Proses pengeringan ini dipengaruhi oleh suhu, tekanan, kelembaban udara lingkungan, kecepatan aliran udara pengering, kandungan air yang diinginkan, energi pengering, dan kapasitas pengering. Pengeringan yang terlampaui cepat dapat merusak bahan, oleh karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air di dalam bahan yang menuju permukaan bahan tersebut. Adanya pengeringan cepat menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan, selanjutnya air di dalam bahan tersebut tidak dapat lagi menguap karena terhambat.

Di sisi lain, operasional pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan. Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas (baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya).

##### 2.1.2 Radiasi Surya

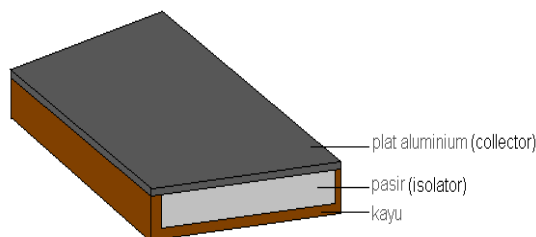
Radiasi surya merupakan satu bentuk radiasi termal yang mempunyai distribusi panjang gelombang yang khusus. Intensitasnya sangat bergantung dari kondisi atmosfer, waktu dalam setahun, sudut timpa (*angle of incidence*) sinar matahari di permukaan bumi. Pada batas luar atmosfer, radiasi surya total ialah  $1395 \text{ W/m}^2$  bilamana bumi berada pada jarak rata-ratanya dari matahari. Angka ini disebut konstanta surya (*solar constant*), dan mungkin akan berubah bila data eksperimental yang lebih teliti sudah ada.

Tidak seluruh energi yang disebut dalam konstanta surya mencapai permukaan bumi, karena terdapat absorpsi yang kuat dari karbondioksida dan uap air di atmosfer. Radiasi surya yang menimpa permukaan bumi juga bergantung dari kadar debu dan zat pencemar lainnya dalam atmosfer. Energi surya yang maksimum akan mencapai permukaan bumi bilamana berkas sinar itu langsung menimpa permukaan bumi karena :

1. Terdapat bidang pandang yang lebih luas terhadap fluks surya yang datang.
2. Berkas sinar surya menempuh jarak yang lebih pendek di atmosfer sehingga mengalami absorpsi lebih sedikit daripada jika sudut timpanya miring.

##### 2.1.3 Jenis Kolektor

Bahan kolektor pada dasarnya merupakan bahan yang mempunyai kemampuan menyerap kalor. Bahan logam yang mempunyai kemampuan menyerap kalor adalah logam aluminium berwarna hitam. Dalam hal ini logam yang dipakai adalah plat aluminium yang dicat hitam dan dibawahnya terdapat pasir sebagai penyimpan kalor.



Gambar. 2.1 Pengumpul panas matahari jenis flat

### 2.1.4 Bahan-Bahan yang Memiliki Konduktivitas

Nilai konduktivitas bahan berpengaruh terhadap cepat lambatnya kalor yang mengalir di dalam bahan tersebut. Semakin tinggi nilai konduktivitas suatu bahan, maka semakin cepat pula kalor yang mengalir pada bahan tersebut. Pada umumnya nilai konduktivitas tergantung pada suhu. Nilai konduktivitas berbagai bahan ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Konduktivitas berbagai bahan

Bahan	$k$ (W/m. °C)
<b>Logam</b>	
Perak (murni)	410
Tembaga (murni)	385
Alumunium (murni)	202
Nikel (murni)	93
Besi (murni)	73
Baja carbon, 1% C	43
Timbal (murni)	35
Baja krom-nikel (18% Cr, 8% Ni)	16,3
<b>Bukan Logam</b>	
Kuarsa (sejajar sumbu)	41,6
Magnesit	4,15
Marmar	2,08-2,94
Batu pasir	1,83
Kaca, jendela	0,78
Kayu maple atau ek	0,17
Serbuk gergaji	0,059
Wol kaca	0,038
<b>Zat Cair</b>	
Air raksa	8,21
Air	0,556
Ammonia	0,540
Minyak pelumas, SAE 50	0,147
Freon 12, CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0,073
<b>Gas</b>	
Hidrogen	0,175
Helium	0,141
Udara	0,024
Uap air (jenuh)	0,0206
Karbondioksida	0,0146

## 2.2 Pengeringan Jahe

### 2.2.1 Pengeringan Jahe sebagai Bahan Obat

Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air sampai batas yang terbaik sekitar 8 – 10%, karena pada tingkat kadar air tersebut kemungkinan bahan cukup aman terhadap pencemaran, baik yang disebabkan oleh jamur ataupun insektisida.

Ada berbagai cara pengeringan, yaitu dengan penjemuran langsung, dianginkan ataupun dengan udara panas yang mengalir. Proses pengeringan pada prinsipnya meliputi tahap-tahap pencucian, pengecilan ukuran dan pengeringan. Pada tahap awal, jahe dicuci (kadar air diperkirakan sekitar 85 – 90%), diiris-iris dengan ketebalan 7 – 8 mm. Setelah



dijemur atau kering ketebalan akan menjadi 5 – 6 mm dengan kehilangan berat sekitar 60 – 70% (kadar air sekitar 7 – 12%).

Pada waktu penjemuran, dijaga agar bahan jangan sampai menumpuk. Sedangkan untuk alas penjemuran digunakan anyaman bambu, lantai penjemur atau tikar. Tetapi penjemuran langsung dengan matahari seringkali menyebabkan bahan mudah tercemar dan keadaan cuaca yang tidak menentu akan menyebabkan pembusukan.

### 2.2.2 Karakteristik Jahe

Jahe merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumpun berbatang semu. Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai Cina. Oleh karena itu kedua bangsa ini disebut-sebut sebagai bangsa yang pertama kali memanfaatkan jahe terutama sebagai bahan minuman, bumbu masak dan obat-obatan tradisional.

Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*Zingiberaceae*), se-family dengan temu-temuan lainnya seperti temu lawak (*Cucuma xanthorrhiza*), temu hitam (*Curcuma aeruginosa*), kunyit (*Curcuma domestica*), kencur (*Kaempferia galanga*), lengkuas (*Languas galanga*) dan lain-lain.

Jahe mudah tumbuh di tempat yang terbuka sampai di tempat yang agak ternaung, di tanah padat, kering ataupun gembur, di kebun dan di pekarangan. Dapat tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian lebih dari 900 meter di atas permukaan laut. Dijumpai di negara-negara tropis dan subtropis, antara lain di India, Malaysia, Cina, di negara-negara Mediteranian dan Afrika.

Tabel berikut ini menunjukkan standar perdagangan untuk menentukan mutu jahe.

Tabel 2.2. Standar mutu jahe kering

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar air, maksimum	12 %
2	Kadar minyak atsiri, maksimum	1,5%
3	Kadar abu, maksimum	8,0%
4	Berjamur/berserangga	Tidak ada
5	Benda asing, maksimum	2,05

Sumber : KADIN-103-1604-13032007.pdf

## 2.3 Teori

### 2.3.1 Perpindahan Massa

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan adalah proses perpindahan panas yang mengakibatkan menguapnya air dari dalam jahe dan proses perpindahan massa dimana sejumlah uap air dari dalam jahe ke udara. Besarnya jahe kering dengan kadar tertentu dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Ir. Suharto, 1991 : 12) :

$$m_{jk} = \frac{(100 - m_1)}{100} \times m_{jb}$$

Keterangan:

$m_{jk}$  = Massa jahe kering (kg)

$m_1$  = Kadar air awal jahe (%)

$m_{jb}$  = Massa jahe basah (kg)

### 2.3.2 Energi Matahari

Energi matahari yang dipancarkan ke suatu permukaan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (J.P. Holman, 1988:421) :

$$Q_{\text{matahari}} = \frac{I}{A}$$

Keterangan :

I = Konstanta surya (1395 W/m<sup>2</sup>) ; (Holman, 421)

Q<sub>matahari</sub> = Energi matahari yang dipancarkan ( W )

A = Luas permukaan penangkap kalor ( m<sup>2</sup> )

### 2.3.3 Perpindahan Panas

#### A. Konduksi

Konduksi adalah proses mengalirnya panas dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam satu media (padat, cair atau gas) atau antara media – media yang berlainan dan bersinggungan secara langsung.

Persamaan dasar perpindahan panas secara konduksi (J.P. Holman, 1988:2):

$$Q_{\text{konduksi}} = -kA \frac{dT}{dx}$$

Keterangan :

Q<sub>konduksi</sub> = Laju perpindahan panas secara konduksi (W)

k = Konduktivitas termal bahan (W/m . K)

A = Luas penampang perpindahan panas (m<sup>2</sup>)

dT = Perubahan suhu (K)

dx = Jarak dalam arah aliran panas (m)

Tanda (-) adalah akibat dari kaidah yang mendefinisikan aliran positif dalam arah temperatur gradien yang negatif.

#### B. Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan energi panas yang terjadi antara permukaan dan fluida yang bergerak. Laju perpindahan panas dengan cara konveksi antara suatu permukaan dengan suatu fluida dapat dihitung dengan menggunakan hukum Newton tentang pendinginan (*Newton Law of Cooling*) (JP. Holman,1988 : 11) :

$$Q_{\text{konveksi}} = h.A.\Delta T$$

Keterangan :

Q<sub>konveksi</sub> = Laju perpindahan panas secara konveksi (W)

A = Luasan perpindahan panas (m<sup>2</sup>)

ΔT = Beda antara suhu permukaan dan suhu fluida lingkungan yang ditentukan (°C)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup> . °C)

#### C. Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah energi panas yang dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik tanpa membutuhkan media. Jika suatu benda hitam tersebut beradiasi ke sebuah penutup yang sepenuhnya mengurung permukaan hitam, maka akan menyerap semua energi radiasi yang datang padanya.

Maka laju perpindahan panas radiasi adalah ( Holman,1988 : 13) :

$$Q_{\text{radiasi}} = \sigma . A . (T_1^4 - T_2^4)$$

Keterangan :

Q<sub>radiasi</sub> = Laju perpindahan panas secara radiasi (W)

- $\sigma$  = Konstanta Stefan Boltzman yang nilainya  $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
- $A$  = Luasan perpindahan panas ( $\text{m}^2$ )
- $T_1$  = Temperatur permukaan benda (K)
- $T_2$  = Temperatur sekitar permukaan benda (K)

### 2.3.4 Energi yang Dibutuhkan untuk Mengeringkan Jahe

Untuk mengetahui energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe ada dua faktor yang harus diketahui yaitu kalor sensibel jahe dan kalor laten jahe. Kalor sensibel adalah kalor yang berguna untuk menaikkan temperatur jahe basah menjadi temperatur jahe pada proses pengeringan tanpa terjadi perubahan fasa. Kalor sensibel dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Totok P, 2002 :25) :

$$Q_s = \frac{m_{jb} \times C_{p_j} \times \Delta T}{t}$$

Keterangan :

- $Q_s$  = Energi kalor untuk menaikkan temperatur jahe (W)
- $C_{p_j}$  = Kalor jenis jahe ( $2,4 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ) ; (Ir.Suharto, 1991: 9)
- $\Delta T$  = Selisih temperatur jahe sebelum dan sesudah pengeringan ( $^\circ\text{C}$ )
- $t$  = Waktu proses pengeringan (s)
- $m_{jb}$  = massa jahe basah (kg)

Kalor laten jahe adalah energi yang digunakan untuk mengubah air pada jahe menjadi uap. Kalor laten dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Totok P, 2002 :26):

$$Q_L = \frac{M_w}{t} \times L_H$$

Keterangan :

- $Q_L$  = Energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe (W)
- $M_w$  = Massa air yang diuapkan (kg)
- $t$  = Waktu pengeringan (s)
- $L_H$  = Panas laten jahe ( $\text{kJ/kg}$ )

Jadi besarnya energi yang dibutuhkan untuk memanaskan dan menguapkan air dalam jahe ( $Q_b$ ) adalah :

$$Q_b = Q_s + Q_L$$

### 2.3.5 Kadar Air Akhir Jahe

Untuk menghitung kadar air jahe yang diuapkan, kita bisa menggunakan langkah langkah sebagai berikut (Ir. Suharto, 1991) :

Laju penguapan air jahe ( $m_{sat}^0$ )

$$m_{sat}^0 = m_{udara}^0 \cdot (\omega_2 - \omega_1)$$

Keterangan :

- $m_{sat}^0$  = Laju penguapan air jahe ( $\text{kg/s}$ )
- $m_{udara}^0$  = Laju aliran massa udara ( $\text{kg/s}$ )
- $\omega_1$  = Kelembaban mutlak masuk ruang pengering ( $\text{kg}_{ua}/\text{kg}_{uk}$ )
- $\omega_2$  = Kelembaban mutlak keluar ruang pengering ( $\text{kg}_{ua}/\text{kg}_{uk}$ )

Mencari massa air jahe yang menguap selama waktu tertentu:

$$m_w = m_{sat}^0 \cdot t$$

Keterangan:

$M_w$  = massa air yang menguap ( $kg_{\text{uap air}}$ )

$m_{\text{sat}}$  = laju penguapan air jahe ( $kg/s$ )

$t$  = waktu pengeringan ( $s$ )

Massa jahe setelah pengujian :

$M_{\text{sp}}$  =  $m_{\text{jb}} - m_w$

Keterangan:

$m_{\text{sp}}$  = massa jahe setelah pengeringan ( $kg$ )

$m_{\text{jb}}$  = massa jahe basah ( $kg$ )

$m_w$  = massa air yang menguap ( $kg$ )

Maka, kadar air akhir jahe setelah pengeringan ( $m_2$ ) adalah :

$$M_w = \frac{100 (m_1 - m_2)}{(100 - m_1)(100 - m_2)} \times M_{JK} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

$m_1$  = Kadar air awal jahe (%)

$m_2$  = Kadar air akhir jahe (%)

$M_{jk}$  = Massa akhir jahe ( $kg$ )

### 2.3.6 Efisiensi

#### 1. Efisiensi plat penangkap kalor terhadap energi matahari

Yaitu seberapa besar energi matahari yang ditangkap oleh plat kolektor bila dibandingkan dengan energi maksimal yang dipancarkan matahari :

$$\eta_{\text{plat}} = \frac{Q_{\text{radiasi}}}{Q_{\text{matahari}}} 100\%$$

#### 2. Efisiensi pengeringan terhadap energi yang ditangkap plat pengumpul kalor

Yaitu seberapa besar energi yang digunakan dalam proses pengeringan dibanding energi yang dapat ditangkap oleh plat pengumpul kalor :

$$\eta_{\text{pengeringan}} = \frac{Q_{\text{pengeringan}}}{Q_{\text{radiasi}}} 100\%$$

#### 3. Efisiensi pengeringan terhadap energi matahari

Yaitu seberapa besar energi yang digunakan untuk pengeringan apabila dibandingkan dengan energi maksimal yang dipancarkan oleh matahari:

$$\eta_{\text{matahari}} = \frac{Q_{\text{pengeringan}}}{Q_{\text{matahari}}} 100\%$$

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan modifikasi alat kolektor matahari sebagai pengering hasil pertanian yaitu sebagai berikut :

1. Cuaca mempengaruhi kinerja alat kolektor matahari sebagai alat pengering. Karena yang digunakan adalah energi dari matahari.
2. Luas penampang dan jenis bahan plat penangkap kalor berpengaruh terhadap besarnya energi yang diserap dari matahari.
3. Laju aliran udara pada alat kolektor matahari berpengaruh terhadap proses pengeringan yang terjadi di ruang pengering.
4. Plat penangkap kalor dengan bahan alumunium lebih efektif jika dibandingkan dengan bahan galvanis.
5. Kondisi fisik dari jahe mengalami perubahan, yaitu warna jahe setelah proses pengeringan cenderung lebih pucat jika dibandingkan dengan jahe sebelum proses pengeringan.
6. Kondisi permukaan jahe lebih bersih jika dibandingkan dengan jahe hasil pengeringan secara alami (dijemur secara langsung di bawah terik sinar matahari).
7. Efisiensi pengeringan pada plat alumunium setelah dimodifikasi mencapai 61,41%.
8. Penurunan kadar air jahe terbanyak setelah proses pengeringan terjadi pada plat alumunium setelah dimodifikasi, yaitu sebesar 8,42%.
9. Setelah dilakukan modifikasi bahan dan luasan plat penangkap kalor, plat alumunium memiliki tingkat efisiensi plat tertinggi jika dibandingkan dengan efisiensi plat alumunium sebelum dimodifikasi ataupun dengan efisiensi plat galvanis. Yaitu sebesar 69.1%.
10. Plat Seng gelombang memiliki tingkat efisiensi plat lebih tinggi jika dibandingkan dengan plat galvanis. Yaitu sebesar 58,44%.
11. Plat galvanis memiliki tingkat efisiensi pengeringan lebih tinggi dibanding dengan plat seng gelombang. Yaitu sebesar 70,59%.
12. Pada penggunaan bahan plat yang sama, luas penampang plat penangkap kalor berpengaruh terhadap panas dan energi matahari yang ditangkap.
13. Pada penggunaan bahan plat yang berbeda, dengan dimensi yang sama, besarnya kalor atau energi matahari yang diserap dipengaruhi oleh sifat dari masing-masing bahan.
14. Tinggi rendahnya temperatur di ruang pengering dipengaruhi oleh temperatur di ruang pengumpul. Semakin tinggi temperatur di ruang pengumpul, maka semakin tinggi pula temperatur di ruang pengering.
15. Selain karena faktor internal alat,, faktor cuaca juga mempengaruhi kinerja alat karena yang digunakan adalah energi dari matahari.

## 5.2. SARAN

1. Sebaiknya konstruksi alat yang digunakan dibuat permanen, karena apabila dibuat bongkar pasang (*knok-down*) jika sudah dirangkai banyak didapat rongga rongga udara yang menyebabkan kebocoran.
2. Pada saluran udara yang kembali keatas dipasang separator (pemisah uap air terhadap udara) untuk menangkap uap air sehingga saat udara sisa pengeringan masuk kembali ke ruang penangkap kalor tidak dalam keadaan basah.
3. Konstruksi dan dalam alat agar dibuat serapat mungkin untuk menghindari kebocoran pada sistem sirkulasi udaranya.
4. Pemberian lapisan bahan isolator yang memadai pada dinding alat agar panas yang sudah ditangkap di dalam alat tidak cepat merambat keluar.
5. Bahan tembus cahaya yang digunakan sebaiknya yang memiliki daya muai yang kecil sebab saat digunakan untuk mengeringkan tidak mengalami penggelembungan yang dapat menyebabkan bahan pecah
6. Saat mengeringkan jahe sebaiknya jahe diiris sehingga mempermudah proses penguapan karena bidang penguapan lebih besar, dan hasil pengeringan akan lebih maksimal
7. Penempatan instrumen alat ukur sebaiknya diperhatikan secara seksama agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat.
8. Sebaiknya konstruksi alat penangkap kalor yang digunakan dibuat permanen, sehingga dapat mengurangi kerugian-kerugian akibat kebocoran.
9. Saat mengeringkan jahe sebaiknya ukurannya diperkecil atau diiris sehingga mempermudah proses penguapan, dan hasil pengeringan akan lebih maksimal.
10. Pada saluran udara yang kembali keatas dipasang separator untuk menangkap uap air, sehingga saat udara sisa pengeringan masuk kembali ke ruang penangkap kalor tidak dalam keadaan basah.
11. Bahan tembus cahaya (akrilik) yang digunakan sebaiknya tidak terlalu tebal, agar tidak menghalangi pancaran matahari yang menuju ke plat penangkap kalor, sehingga plat penangkap kalor dapat menyerap panas dengan maksimal.
12. Pada dinding-dinding sebaiknya diberi isolator yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan kalor.



Alat pengering kolektor matahari