



**PENGARUH PUTARAN *ROTARY DRYER* DAN WAKTU PROSES  
TERHADAP LAJU PENGERINGAN DAUN TEH HIJAU**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Rizki Romadhon**  
**131910101093**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**PENGARUH PUTARAN *ROTARY DRYER* DAN WAKTU PROSES  
TERHADAP LAJU PENGERINGAN DAUN TEH HIJAU**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana

Oleh  
**Rizki Romadhon**  
**131910101093**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT dengan ikhlas dan kerendahan hati, saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT atas segala berkat, rahmat, serta hidayah-nya, serta kepada junjungan kita Nabi Muhammad SWT.
2. Kedua orang tua saya yakni Annur Khamin dan Umi Hanik dan adik saya Nadiyahatul Maghfiroh yang telah memberikan dan mengajarkan segalanya serta menemani saya hingga saat ini
3. Bapak Ir. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan bapak Ir. Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota atas segala bimbingan dan masukan selama saya mengerjakan tugas akhir, serta ibu Ir. Rika Dwi Hidayatul Qoryah, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama dan bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji anggota yang senantiasa membantu memberi saran atas tugas akhir saya
4. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta pengalaman baik di dalam maupun diluar kegiatan perkuliahan.
5. Keluarga besar Teknik Mesin angkatan 2013 yang senantiasa menjadi sahabat, teman, dan saudara.
6. Keluarga seperjuangan rotary dryer ( Zimi bagus, Wicaksono, dan Tobi haqiqi ) yang telah memberikan tenaga dan waktunya untuk membantu penelitian in.
7. Evanrizqi Aditya Kusumah yang telah membantu terselesainya skripsi ini.
8. Keluarga kosan gatot yang selalu memberikan semangat dan motivasi yang tiada henti.

**MOTTO**

Semakin kau peduli bagaimana dirimu terlihat di hadapan Allah, semakin kau tak peduli bagaimana dirimu terlihat di hadapan manusia.

(Yasmin Mogahed)

Dunia ini ibarat bayangan. Kalau kau berusaha menangkapnya, ia akan lari. Tapi kalau kau membelakanginya, ia tak punya pilihan selain mengikutimu.

(Ibnu Qayyim Al Jauziyyah)

Jika kau pernah berfikir aku menjadi terlalu yakin pada kemampuanku sendiri, tolong bisikan 'Nobury' di telingaku dan aku akan sangat berterima kasih

kepadamu

(Sherlock Holmes)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Romadhon

NIM : 131910101093

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Putaran *Rotary Dryer* dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2020

Yang menyatakan,

(Rizki Romadhon)

131910101093

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Putaran *Rotary Dryer* dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Kamis, 23 Januari 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.  
NIP 196812071995121002

Ir. Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 196812051997021002

Penguji

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Rika Dwi Hidayatul Q, S.T., M.T.  
NRP 760014642

Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP 197409011999031002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP 197008261997021001

## RINGKASAN

**Pengaruh Putaran *Rotary Dryer* Dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau**; Rizki Romadhon, 131910101093; 2020: 36 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Produksi daun teh hijau di Indonesia sangat tinggi, teh menjadi kebutuhan pokok masyarakat dunia di lihat dari budi daya minum teh. Untuk memenuhi permintaan konsumen agar tidak hanya industri besar yang mensuplai teh, diharapkan petani lokal dapat memproduksi sendiri teh hasil panen. Keterbatasan yang ada pada petani lokal untuk memproduksi teh yang kualitasnya sama dengan industri besar maka di ciptakan alat pengeringan teh. Alat ini diciptakan agar bisa memproduksi teh yang optimal dengan dana seminim mungkin. Apabila teh yang di produksi oleh petani berkualitas baik maka teh hijau dapat dieskpor sebagai lawan saing industri besar dan meraup keuntungan sebanyak-banyaknya.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengeringkan bahan baku daun teh hijau menggunakan mesin rotary dryer. Proses pengeringan dilakukan dengan variasi waktu 45; 60; 75 menit dengan variasi putaran 10; 15; 25 rpm. Setelah itu dilakukan proses penimbangan.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengeringan tertinggi didapat pada variasi putaran mesin 15 rpm dan 25 rpm dengan selang waktu proses pengeringan 75 menit dengan kadar air basis kering 94,81% bk. Laju pengeringan tertinggi terjadi pada putaran 10 rpm dengan selang waktu pengeringan 45 menit menghasilkan perpindahan massa uap air sebesar 0.45 kg/jam. Konsumsi energi tertinggi terjadi pada variasi putaran 25 rpm dengan variasi waktu 1,25 jam sebesar 0,293 kWh. Konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada variasi waktu 75 menit sebesar 166,67 gram.

## SUMMARY

**Effect of Rotary Dryer Rotation and Processing Time on the Drying Rate of Green Tea Leaves;** Rizki Romadhon, 131910101093; 2020: 36 pages; Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember.

The production of green tea leaves in Indonesia is very high, tea has become a staple for the world's people, viewed from the cultivation of drinking tea. To meet consumer demand so that not only large industries that supply tea, local farmers are expected to be able to produce their own tea yields. The limitations that exist on local farmers to produce tea whose quality is the same as that of a large industry has created a tea drying device. This tool was created in order to produce optimal tea with minimal funds. If the tea produced by farmers is of good quality, green tea can be exported as opposed to big industrial competitiveness and make the most profit.

This research was conducted by drying the raw materials of green tea leaves using a rotary dryer machine. The drying process is carried out in 45 time variations; 60; 75 minutes with 10 round variations; 15; 25 rpm. After that the weighing process is carried out.

The conclusion from this study showed that the highest drying results were obtained at a variation of engine speed of 15 rpm and 25 rpm with an interval of 75 minutes drying process with a dry base water content of 94.81% bk. The highest drying rate occurs at 10 rpm with an interval of 45 minutes drying time resulting in a mass transfer of water vapor of 0.45 kg / hour. The highest energy consumption occurs at 25 rpm rotation variation with 1.25 hour time variation of 0.293 kWh. The highest fuel consumption occurred in the 75 minute time variation of 166.67 grams.

## PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Putaran *Rotary Dryer* dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Hari Arbiantara, S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Ir. Salahudin Junus S.T., M.T. selaku ketua prodi S1 Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
3. Bapak Ir. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Bapak Ir. Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota;
5. Ibu Ir. Rika Dwi Hidayatul Qoryah, ST., M.T. selaku Dosen Penguji Utama;
6. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota;
7. Ayah, Ibu, dan adik yang telah memberikan dukungan;
8. Seluruh warga Teknik Universitas Jember yang telah memberikan motivasi dan semangat;
9. Teman-teman “Kosan Gatot” yang telah membagikan pengalaman, cerita, semangat, kebersamaan serta menemani dan membantu segala aspek dalam terselesaikannya skripsi ini.

Jember, 23 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
MOTO .....	iv
PERNYATAAN.....	v
RINGKASAN .....	vi
<i>SUMMARY</i> .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.2 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Teh Hijau .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Mesin Pengering Daun Teh .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 <i>Batch Rotary Dryer</i> .....	5
2.2.2 <i>Rotary Dryer</i> .....	6
<b>2.3 Proses Peningkatan.....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Teori Pengeringan .....	8
2.3.2 Kadar Air .....	10
2.3.3 Pengertian Laju Pengeringan.....	11
2.3.4 Konsumsi Energi .....	11
2.3.5 Konsumsi Bahan Bakar .....	11

2.3.6 Psikrometri .....	12
<b>2.4 Termologi Penguapan.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Hipotesa .....</b>	<b>14</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Metode Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Waktu Penelitian.....	15
3.2.2 Mesin pengering sistem <i>rotary</i> .....	15
<b>3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Mesin pengering sistem <i>rotary</i> .....	15
3.3.2 Bahan penelitian .....	16
3.3.3 Pencatatan waktu .....	16
3.3.4 Pengambilan data suhu, kelembaban, massa, daya, dan putaran .....	17
<b>3.4 Variabel Penelitian .....</b>	<b>20</b>
3.4.1 Variabel Bebas .....	20
3.4.2 Variabel Terikat .....	20
3.4.3 Variabel Kontrol .....	20
<b>3.5 Pengamatan yang Dilakukan.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6 Tabel Pengambilan Data .....</b>	<b>22</b>
<b>3.7 Tahap Penelitian dan Pengujian .....</b>	<b>23</b>
3.7.1 Tahap menimbang daun teh hijau dan tabung gas LPG. ....	23
3.7.2 Tahap mencatat waktu proses .....	23
3.7.3 Tahap mengukur suhu, kelembaban, putaran mesin, dan daya .....	23
3.7.4 Tahap penentuan kadar air total dalam sampel.....	23
3.7.5 Tahap penentuan laju pengeringan .....	23
3.7.6 Tahap penentuan konsumsi energi.....	24
3.7.7 Tahap penentuan konsumsi bahan bakar .....	24
<b>3.8 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>

<b>4.1 Data Hasil Penelitian .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Analisa Data .....</b>	<b>26</b>
4.2.1 Pengaruh Putaran dan Waktu Proses terhadap Kadar Air .....	26
4.2.2 Pengaruh Putaran dan Waktu Proses terhadap Laju Pengerinan .....	29
4.2.3 Pengaruh Putaran dan Waktu Proses terhadap Konsumsi Energi .....	31
4.2.4 Pengaruh Putaran dan Waktu Proses terhadap Konsumsi Bahan bakar .....	33
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

**DAFTAR GAMBAR**

2.1 Daun teh hijau .....	5
2.2 <i>Batch Rotary Dryer</i> .....	6
2.3 <i>Rotary dryer arus counter curret</i> .....	7
2.4 Kurva laju pengeringan .....	9
2.5 Kurva Psikometri .....	12
3.1 Mesin pengering sistem <i>rotary</i> .....	15
3.2 Daun teh hijau .....	16
3.3 Stopwatch.....	16
3.4 Sensor suhu dan kelembapan DHT 22 .....	17
3.5 Neraca Ukur .....	18
3.6 <i>Tachometer digital</i> .....	18
3.7 <i>Wattmeter digital</i> .....	19
3.8 Diagram alir penelitian.....	25
4.1 Grafik pengaruh putaran dan waktu proses terhadap pengujian kadar air basis basah .....	27
4.2 Grafik pengaruh putaran dan waktu proses terhadap pengujian kadar air basis kering .....	28
4.3 Grafik pengaruh putaran dan waktu proses terhadap pengujian laju pengeringan..	30
4.4 Grafik pengaruh putaran dan waktu proses terhadap pengujian konsumsi energi...	32
4.5 Grafik pengaruh putaran dan waktu proses terhadap pengujian konsumsi bahan bakar .....	33

**DAFTAR TABEL**

3.1 Tabel Spesifikasi Mesin pengering sistem <i>rotary</i> .....	16
3.2 Tabel Spesifikasi <i>stopwatch</i> .....	17
3.3 Tabel Spesifikasi Sensor suhu dan kelembaban DHT 22 .....	17
3.4 Tabel Spesifikasi <i>Tachometer</i> Lutron DT-1236L .....	19
3.5 Tabel Spesifikasi <i>Wattmeter digital</i> .....	19
3.6 Tabel pengambilan data .....	22
4.1 Hasil Rata-rata Pengujian Kadar Air Basis Basah .....	27
4.2 Hasil Rata-rata Pengujian Kadar Air Basis Kering .....	28
4.3 Hasil Rata-rata Pengujian Laju Pengeringan .....	29
4.4 Hasil Rata-rata Pengujian Konsumsi Energi.....	31
4.5 Hasil Rata-rata Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	33

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Teh merupakan minuman yang mengandung kafein, sebuah infusi yang dibuat dengan cara menyeduh daun, pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan dari tanaman ( *Camellia sinensis* ). Minuman ini sudah dikenal sejak berabad-abad lampau. Negara penghasil teh utama ada di Asia seperti China, Sri Lanka, Turki, India, Jepang, Vietnam dan juga Indonesia. Sisanya di Afrika dan Amerika Selatan. Teh termasuk komoditas perkebunan strategis. Konsumsi teh dunia selalu mengalami peningkatan. Bahkan di beberapa Negara seperti China, Jepang, Korea, Thailand, India, Irak, Belanda, Inggris, Jerman, Amerika Serikat minum teh sudah menjadi kebudayaan penting (Risnandar, 2017 ).

Teh hijau hanya tumbuh di 35 negara. Setiap tahunnya, dunia memproduksi rata-rata 4.907.104 ton. Sayangnya, produktivitas perkebunan teh di Indonesia masih rendah dengan rata-rata hanya 50% dari batas ekonomi. Dalam satu dekade terakhir, sebagian besar perkebunan teh mengalami kerugian (Keningar, 2015 ).

Hampir setengah dari produksi teh Indonesia diekspor keluar negeri. Pasar ekspor utamanya adalah Rusia, Inggris, dan Pakistan. Teh Indonesia yang diekspor terutama berasal dari perkebunan-perkebunan besar di negara ini, baik yang dimiliki negara maupun swasta biasanya menghasilkan teh bermutu tinggi atau premium, sementara mayoritas petani kecil lebih berorientasi kepada pasar domestik karena teh yang dihasilkan berkualitas lebih rendah dan karenanya memiliki harga penjualan yang lebih murah. Petani-petani kecil ini, yang kebanyakan menggunakan teknologi lama dan metode-metode pertanian yang sederhana, biasanya tidak memiliki fasilitas pengolahan. Pasar domestik teh tidaklah besar, direfleksikan oleh tingkat konsumsi teh per kapita Indonesia yang rendah. Pada tahun 2014, penduduk Indonesia mengkonsumsi rata-rata 0,32 kilogram teh per orang per hari rata-rata dunia adalah 0,57 kilogram in 2014, sementara Turki jelas merupakan pengonsumsi terbesar dengan 7,54 kilogram. Jadi utuk para petani agar bisa mendapatkan kualitas teh yang baik dan bisa

bersaing dengan perkebunan-perkebunan besar bisa memperhatikan pada proses pemetikan, pelayuan, pengilingan, fermentasi, dan yang terakhir proses pengeringan (Anonim, 2015 ).

Untuk proses pengeringan akan menghentikan proses oksidasi pada saat jumlah zat-zat bernilai yang terkumpul mencapai kadar yang tepat. Suhu 45<sup>o</sup>C-58<sup>o</sup>C yang dipakai pada pengeringan akan mengurangi kandungan air teh menjadi 2-3% membuat tahan disimpan. Beberapa perubahan kimia lain selain aktivitas enzim adalah pembentuk rasa, warna, dan bau spesifik (karena pembentukan karamel dari karbohidrat), walaupun minyak essensial yang sudah terbentuk 75-80% akan hilang (Alif, 2004).

Suhu pengeringan berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen ekstrak daun kering. Semakin tinggi suhu pengeringan, semakin tinggi rendemen ekstrak. Semakin tinggi panas yang digunakan dalam pengeringan, semakin tinggi kerusakan protein, karbohidrat termasuk serat selulosa penyusun dinding sel seperti terdapat dalam daun teh (Alif, 2004). Oleh karena itu pada proses pengeringan sangat penting untuk menjaga kualitas daun teh yang di hasilkan.

Untuk mesin pengering *batch rotary dryer* dikenal juga dengan alat pengering Boll Tea. Alat pengering ini selain berfungsi sebagai pengering, juga berfungsi untuk membentuk dan menggulung partikel-partikel teh menjadi gumpalan yang padat dan bulat atau lonjong, serta sebagai *polishing machine* yang menjadikan partikel teh mengkilap dan berwarna hijau tua atau kehitaman. Pengujian terhadap kinerja alat pengering berputar dan kinetik pengeringan teh hijau telah dilakukan. Teh hijau dikeringkan sebanyak 360 kg setiap pengujian dengan variasi kadar air awal pengeringan 38%, 40%, 42% dan 44% hingga kadar air akhir standar teh hijau 5%. Kecepatan aliran udara 12m/s dan 24m/s, dan temperatur udara pengeringan 100<sup>o</sup>C dan 105<sup>o</sup>C (Yahya, 2015).

Penelitian ini bertujuan mengeringkan daun teh hijau dengan menggunakan mesin pengering sistem *rotary* untuk membantu menghadapi permasalahan produksi daun teh, sehingga produk lebih mempunyai nilai jual. Secara spesifikasi penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu udara pengeringan yang paling efektif untuk mengeringkan daun teh hijau serta

mengetahui performa mesin pengering sistem rotary. Sehingga peneliti mengambil judul “Pengaruh Putaran Rotary Dryer dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau”.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi putaran dan waktu proses, terhadap laju pengeringan daun teh hijau menggunakan mesin sistem *rotary* ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Beberapa batasan yang diterapkan untuk memudahkan analisa penelitian ini antara lain :

1. Alat ukur yang digunakan dianggap terkalibrasi dengan baik.
2. Penelitian hanya dilakukan menggunakan mesin pengeringan sistem *rotary*.

### **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui pengaruh putaran mesin dan waktu proses terhadap laju pengeringan daun teh hijau menggunakan mesin sistem *rotary*.

#### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

1. Bagi petani akan mendapatkan cara pengeringan daun teh hijau dengan lebih mudah dan cepat.
2. Bagi peneliti akan mampu menganalisa performa mesin pengeringan daun teh hijau sistem *rotary*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teh Hijau

Tanaman teh diperkirakan berasal dari daerah pegunungan Himalaya dan daerah-daerah yang berbatasan dengan Republik Rakyat Cina, India, dan Birma. (Spillaine, J.J., 1992). Teh sudah dikenal di Cina sejak abad ke-4 Masehi, teh dimanfaatkan sebagai salah satu komponen tanaman obat. Teh diperkenalkan pertama kali oleh pedagang Belanda sebagai komoditas perdagangan di Eropa pada tahun 1610 Masehi dan menjadi minuman populer di Inggris sejak 1664 Masehi. (Ghani, 2002).

Tanaman teh (*Camellia sinensis*) pertama kali masuk ke Indonesia tahun 1684, berupa biji teh diduga teh *sinensis* yang berasal dari Jepang dan dibawa oleh seorang berkebangsaan Jerman bernama Andreas Cleyer, tanaman tersebut awalnya ditanam sebagai tanaman hias di Batavia. Kemudian F. Valentijn melaporkan pada tahun 1694 ia melihat tanaman teh *camellia sinensis* di halaman rumah gubernur jenderal VOC, Camphuys, di Batavia. (Setyamidjaya, 2000) Abad ke-18 mulai berdiri pabrik-pabrik pengolahan pengemasan teh yang didukung oleh VOC. Kemudian setelah berakhirnya pemerintahan Inggris di nusantara, pemerintah Hindia-Belanda mendirikan Kebun Raya Bogor sebagai kebun botani. Pada tahun 1826 tanaman melengkapi koleksi Kebun Raya, diikuti pada tahun 1827 di Kebun Percobaan Cisarupan, Garut, Jawa Barat (Setyamidjaya, 2000).

Dari sini dicoba penanaman teh dalam skala luas di Wanayasa, Purwakarta dan lereng Gunung Raung, Banyuwangi (Setyamidjaya, 2000). Saat ini Indonesia menjadi salah satu produsen teh terbesar di dunia. Hampir setengah dari produksi teh Indonesia diekspor keluar negeri. Pasar ekspor utamanya adalah Rusia, Inggris, dan Pakistan. Petani kecil kebanyakan tidak memiliki fasilitas pengolahan. Oleh karena itu diperlukan teknologi tepat guna untuk membantu petani meningkatkan kualitas produksi teh.



Gambar 2.1 Daun teh hijau (Dahlia, 2017)

## 2.2 Mesin Pengering Daun Teh

### 2.2.1 *Batch Rotary Dryer*

*Batch rotary dryer* dan dikenal juga dengan alat pengering *Boll Tea*. Alat pengering ini selain berfungsi sebagai pengering, juga berfungsi untuk membentuk dan menggulung partikel- partikel teh menjadi gumpalan yang padat dan bulat atau lonjong, serta sebagai polishing machine yang menjadikan partikel teh mengkilap dan berwarna hijau tua atau kehitaman.

Alat pengering ini beroperasi secara batch atau seri dan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: blower, heat exchanger, dan ruang pengering. Blower digunakan tipe induce draft fan dengan diameter 230 mm, lebar 110 mm dan memiliki sirip melengkung sebanyak 28 sirip, serta memiliki daya sebesar 0,75kW.

Heat exchanger terbuat dari bahan stainless steel, berbentuk kotak dengan ukuran 210 mm x 270 mm x 500 mm, yang didalamnya terdapat elemen pemanas udara listrik sebanyak 15 elemen pemanas listrik. Total daya terpasang pemanas listrik sebesar 22,5kW. Ruang pengering berbentuk *cylinder double cone* dan terbuat dari bahan stainless steel, dengan diameter 1500 mm dan panjang 1770 mm. Pada bagian tengah silinder terdapat pintu untuk mengisi bahan teh yang akan dikeringkan dan pada bagian dalam ruang pengering ini dilengkapi dengan batten yang berfungsi sebagai pembalik teh serta mesh sebagai lubang pemasukan udara panas dan pengeluaran uap basah. Daya penggerak silinder ruang pengering

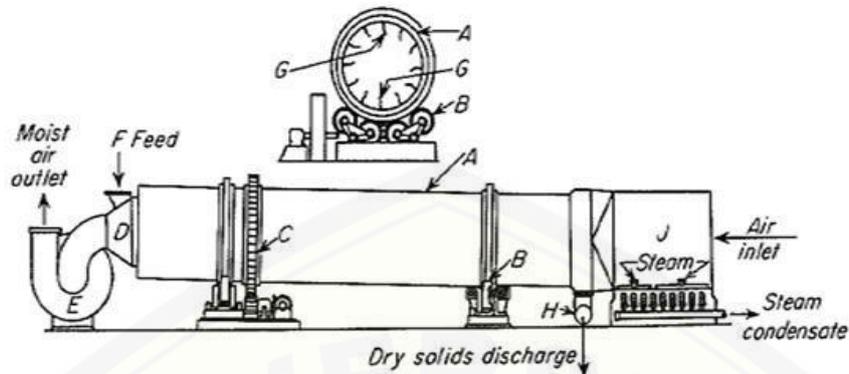
sebesar 1,5kW. Prinsip kerja alat pengering berputar seperti berikut: Udara dari lingkungan ditarik oleh blower dan kemudian dihembuskan kedalam ruang pemanas sehingga mengalami pemanasan secara langsung oleh elemen pemanas listrik. Udara panas yang telah dipanaskan pada ruang pemanas dihembuskan ke dalam ruang pengering untuk proses pengeringan teh.



Gambar 2.2 *Bath Rotari Dryer* ( Yahya,2015 )

### 2.2.2 *Rotary Dryer*

*Rotary dryer* terdiri dari sebuah selongsong berbentuk silinder yang berputar horizontal, atau agak miring ke bawah ke arah luar. Umpan basah masuk dari satu ujung silinder sedangkan bahan kering keluar dari ujung yang satu lagi. Pada waktu selongsong berputar, sayap-sayap yang terdapat di dalam mengangkat zat padat tersebut dan mendorong padatan jatuh melalui bagian dalam selongsong. *Rotary dryer* ada yang dipanaskan dengan kontak langsung gas dengan zat padat, dengan gas panas yang mengalir melalui mantel luar, atau dengan uap yang kondensasi di dalam seperangkat tabung longitudinal yang dipasangkan pada permukaan dalam selongsong. Jenis yang dirancang sedemikian rupa dinamakan *rotary dryer* dengan tabung uap. Dalam *rotary dryer* tipe *direct-indirect* gas panas terlebih dahulu dilewatkan melalui mantel dan kemudian masuk ke dalam selongsong, di mana gas tersebut berada pada kontak dengan zat padat yang dikeringkan.



Gambar 2.3 Rotary dryer arus counter curret (Departemen Teknik Kimia ITB, 2014)

Keterangan Alat:

- a. selongsong pengering
- b. selongsong bantalan rol
- c. roda gigi penggerak
- d. tudung pembuang udara
- e. kipas pembuang
- f. peluncur umpan
- g. sayap-sayap pengangkut
- h. pengeluaran produk
- i. pemanas udara

Contoh rotary dryer adiabatik dengan pemanasan udara berlawanan arah terlihat pada (Gambar 2.5). Selongsong putar A yang terbuat dari baja lembaran didukung oleh 2 pasang rol B dan digerakkan oleh roda gigi dan pinyon C. Pada ujung atas terdapat tabung D yang dihubungkan dengan cerobong oleh kipas E, dan celah F dimana bahan basah dimasukkan dari looper umpan. Sayap-sayap G yang mengangkat bahan tersebut kemudian akan menjatuhkannya sehingga kontak dengan arus udara panas, terpasang pada selongsong. Produk kering keluar dari ujung bawah dan masuk ke dalam screw conveyor H. Tidak jauh dari ujung screw conveyor terdapat pipa dengan permukaan diperluas yang dipanaskan dengan uap yang berfungsi untuk memnaskan udara. Udara bergerak melalui

pengering itu dengan bantuan kipas yang dapat membuang pemanas ke udara sehingga keseluruhan sistem berada dalam beda tekanan positif. Kipas tersebut ada yang ditempatkan di dalam cerobong sehingga menyedot udara melalui pengering dan membuat pengering dalam keadaan sedikit vakum. Hal ini lebih disukai bila bahan itu cenderung menjadi debu jika terlalu panas. Rotary dryer jenis ini banyak digunakan untuk mengeringkan garam, gula, berbagai macam bahan bijian, dan bahan kristal yang harus selalu bersih dan tidak boleh terkenai gas pembakaran yang sangat panas secara langsung. Laju massa yang diperbolehkan untuk gas panas dalam *rotary dryer* tipe *direct contact* bergantung pada karakteristik zat padat yang dikeringkan, umumnya berkisar antara 1950-24400 lb/ft<sup>2</sup> jam untuk partikel kasar. Temperatur gas masuk biasanya adalah 120 sampai 175°C untuk udara yang dipanaskan dengan uap dan 90 sampai 95°C untuk gas pembakaran dari tungku. Diameter pengering berkisar antara 1 sampai 3 m, kecepatan putar selongsong biasanya antara 20 sampai 25 m/menit (Departemen Teknik Kimia ITB, 2014).

## 2.3 Proses Pengeringan

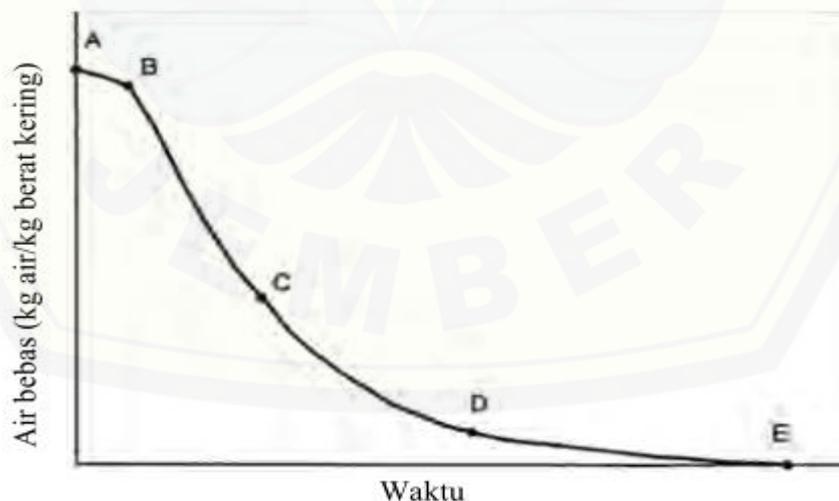
### 2.3.1. Teori Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pemindahan kadar air dari bahan dan produk pertanian untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan tahan lama untuk disimpan. Selama pengeringan tersebut terjadi dua proses yaitu proses perpindahan panas dari udara pengering ke bahan, dan proses pindah massa uap air dari permukaan bahan ke udara sekitar (Goswami, 1986).

Menurut Henderson dan Perry (1976), pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dijaga dari serangan jamur, aktivitas serangga dan enzim. Umumnya media pengering yang digunakan adalah udara. Udara ini berfungsi antara lain untuk membawa panas masuk dalam sistem, untuk menguapkan, dan kemudian membawa uap air keluar dari sistem. Proses pengeluaran air di permukaan bahan dapat terjadi secara alamiah akibat adanya perbedaan tekanan uap antara bahan

dan udara lingkungan di sekitar bahan. Meskipun proses pengeringan terjadi pada tekanan atmosfer, proses pengeringan ini dapat dipercepat dengan memodifikasi kondisi udara lingkungan yaitu dengan pencampuran udara kering dan uap air. Pengondisian udara lingkungan ini dapat dilakukan dengan pemanasan (*heating*) pendinginan (*cooling*), pelembaban (*humidifying*), penghilangan kelembaban (*dehumidifying*) dan pencampuran udara berdasarkan karakteristik fisik yang ditunjukkan dalam diagram psikometri (Goswami, 1986).

Proses pengeringan menurut Henderson dan Perry (1976) terdiri dari dua periode yaitu periode pengeringan dengan laju tetap atau konstan dan periode dengan laju menurun. Periode pengeringan dengan laju tetap merupakan periode perpindahan massa air yang berasal dari permukaan bahan. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan bahan dengan udara pengering. Proses ini akan terus berlangsung sampai air bebas pada permukaan telah hilang. Sedangkan pengeringan dengan laju menurun akan berlangsung setelah pengeringan laju konstan selesai. Kadar air diantara kedua periode tersebut disebut dengan kadar air kritis. Pengeringan dengan laju menurun akan berhenti hingga tercapai kadar air kesetimbangan. Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air terendah yang dapat dicapai pada suhu dan kelembaban tertentu.



Gambar 2.4 Kurva laju pengeringan (Henderson dan Perry, 1976)

Tahap A – B, tahap ini merupakan periode pemanasan *warming up period*, terjadi selama kondisi permukaan bahan menuju keseimbangan dengan udara pengering. Pada periode ini tidak banyak terjadi perubahan kadar air dari bahan yang akan dikeringkan. Tahap B – C, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan tetap *constant rate period*. Selama periode ini permukaan bahan tetap jenuh dengan air karena pergerakan air dalam bahan menuju permukaan seimbang dengan penguapan air dari permukaan bahan. Titik C adalah titik kadar air kritis *critical moisture content*. Titik kadar air terendah di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan. Tahap C – E, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan menurun *falling rate period*, periode ini terdiri dari dua bagian yaitu periode laju pengeringan menurun pertama *first falling rate period* dan periode laju pengeringan menurun kedua *second falling rate period*. Di dalam periode laju pengeringan menurun terdapat dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan penguapan air dari permukaan bahan (Hall, 1980).

### 2.3.2 Kadar Air

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Metode pengukuran kadar air bahan ada dua yaitu kadar air basis basah (*wet basis*) dan kadar air basis kering (*dry basis*) (Henderson dan Perry, 1976). Kadar air basis basah adalah perbandingan antara berat air dalam bahan pangan dengan berat bahan total. Kadar air basis kering adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat keringnya padatan.

$$m = \frac{W_t - W_k}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$M = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

m = kadar air basis basah (% bb)

M = kadar air basis kering (% bk)

Wt = berat bahan total (gram)

$W_k$  = berat bahan kering (gram)

$W_a$  = berat air (gram)

### 2.3.3 Pengertian Laju Pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Laju pengeringan selama proses pengeringan dinyatakan dengan:

$$md = \frac{w_t - w_k}{t} \dots\dots\dots (4)$$

keterangan:

$md$  = laju pengeringan (kg/jam)

$w_t$  = berat bahan total (kg)

$w_k$  = berat bahan kering (kg)

$t$  = selang waktu (jam)

### 2.3.4 Konsumsi Energi

Konsumsi energi adalah jumlah energi listrik yang digunakan dalam proses pengeringan menggunakan motor listrik dalam setiap satuan waktu. Besarnya konsumsi energi dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$E = Pxt \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

$E$  = konsumsi energi (kWh)

$P$  = jumlah daya yang terpakai oleh alat (kW)

$t$  = waktu (jam)

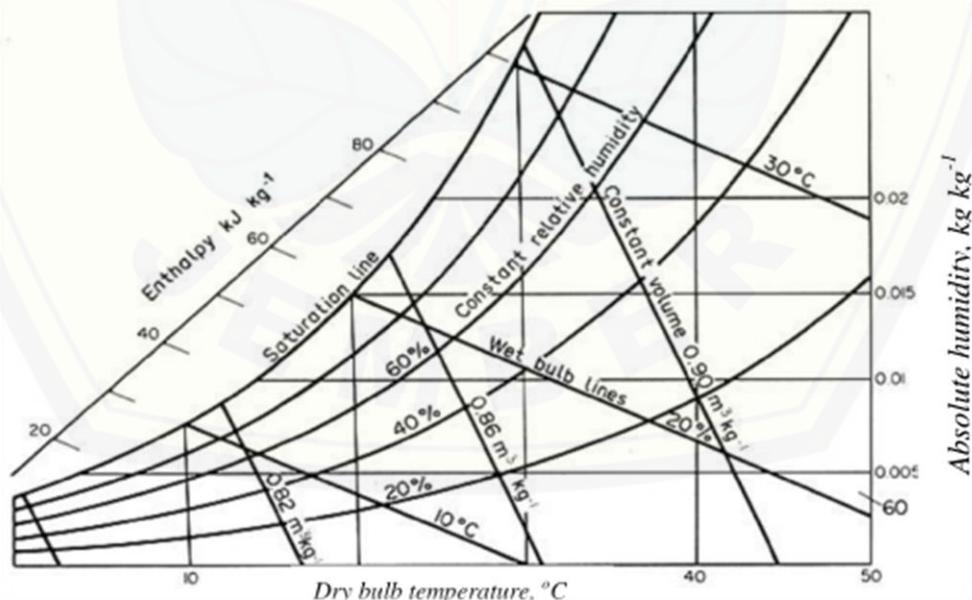
### 2.3.5 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi Bahan Bakar adalah jumlah bahan bakar yang digunakan untuk melakukan suatu proses pembakaran untuk menghasilkan energi dalam satuan waktu pada mesin pengering. Konsumsi bahan bakar diukur sesuai dengan massa LPG yang digunakan dalam proses pengeringan.

### 2.3.6 Psikrometri

Kapasitas penghilangan air oleh udara tergantung pada kelembaban udara dan suhu udara. Studi mengenai hubungan antara udara dengan air yang terkandung didalamnya inilah yang disebut sebagai psikrometri (Earle, 1983).

Grafik kelembaban sebagai fungsi dari suhu pada berbagai derajat kejenuhan merupakan inti dari kurva psikrometri. Proses yang terdiri dari penyerapan dan pelepasan air oleh udara pada suhu ruang, kurva psikrometri sangat berguna untuk menentukan perubahan didalam suhu dan kelembaban. Keistimewaan lain dari kurva psikrometri adalah suhu bola basah *wet bulb temperature*. Ketika termometer dibungkus dengan kaos basah pada bagian ujungnya *bulb* dan ditempatkan pada aliran udara, penguapan air dari kaos akan mendinginkan *bulb* sehingga suhu *bulb* menjadi lebih rendah dari *bulb* kering. Perbedaan suhu ini dikenal sebagai *wet bulb depression* dan ini merupakan fungsi dari kelembaban relatif dari udara. Udara yang lebih lembab akan menyebabkan penguapan lebih rendah, ditunjukkan oleh *wet bulb depression* yang lebih rendah (Toledo,1991).



Gambar 2.5 Kurva Psikrometri (Earle, 1983)

Beberapa hal yang dapat ditentukan dengan menggunakan kurva psikrometri adalah sebagai berikut (Toledo,1991) :

1. Kelembaban (kelembaban mutlak, H), yaitu rasio massa dari air terhadap udara kering didalam campuran
2. Kelembaban relatif (% RH), yaitu rasio dari tekanan parsial dari air di udara dengan tekanan uap air jenuh, dinyatakan dalam persen
3. Suhu bola kering (*Dry bulb temperature*, T db ), yaitu suhu udara yang diukur dengan alat pengukur suhu yang kering
4. Suhu bola basah (*Wet bulb temperature*, T wb ), yaitu suhu udara diukur dengan alat pengukur suhu yang basah, yang memungkinkan terjadinya pendinginan dengan adanya penguapan.
5. Titik embun (*Dew point*), yaitu suhu ketika campuran udara-air mulai mengalami kondensasi. Pada titik embun, udara dalam keadaan jenuh dengan uap air. Titik embun juga merupakan suhu ketika tekanan uap air jenuh sebanding dengan tekanan parsial uap air di udara.

#### 2.4 Termologi Penguapan

Anggap saja massa air, berada dalam bejana di berada suhu ruangan pada tekanan konstan 1 atm yang di rebus maka proses yang terjadi.

1. Proses pemanasan akan menaikkan suhu, yang di sebut pemanasan Sensible. Pada proses ini berlangsung peningkatan suhu pada air dalam bejana dari 27°C hingga tercapai suhu 100°C. Panas sensible adalah proses perpindahan panas pada air yang menyebabkan terjadinya perubahan suhu tanpa adanya perubahan fasa pada air.
2. Pemanasan selanjutnya akan mengakibatkan perubahan fase dari cairan menjadi fase uap. Proses ini berlangsung pada suhu tetap 100°C dan sekaligus terjadi peningkatan volume. Panas yang diperlukan untuk proses ini di sebut panas laten penguapan.
3. Bila air telah menguap seluruhnya, maka pemanasan selanjutnya akan mengakibatkan kenaikan suhu pada proses ini di sebut panas sensible (Syarif, 1991).

## 2.5 Hipotesis

Semakin tinggi putaran mesin *rotary dryer* pada proses pengeringan maka semakin rendah kadar air pada daun teh hijau sehingga laju pengeringan semakin baik. Semakin lama waktu proses pengeringan maka semakin rendah kadar air daun teh hijau.



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental (*experimental research*) yaitu suatu metode pengamatan langsung yang digunakan untuk menganalisa pengaruh waktu dan putaran mesin pengering sistem rotary terhadap laju pengeringan pada proses pengeringan daun teh hijau.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.2.1 Waktu Penelitian

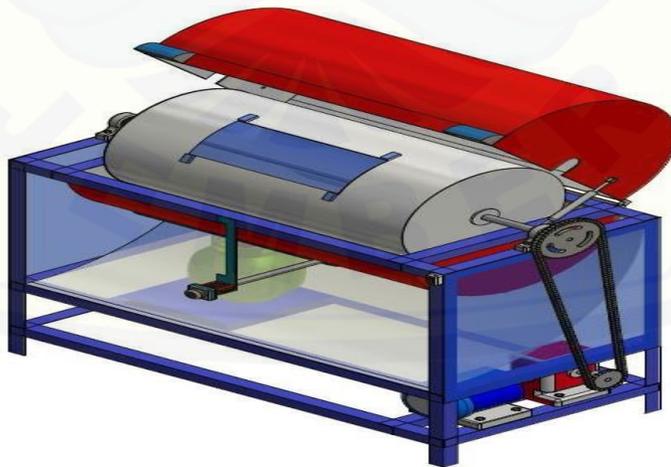
Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2019 – September 2019.

#### 3.2.2 Tempat Penelitian

Penelitian analisa pengaruh suhu dan putaran mesin pengering sistem *rotary* terhadap laju pengeringan pada proses pengeringan dilakukan di LAB. Konversi Energi, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Mesin pengering sistem *rotary*



Gambar 3.1 Mesin pengering sistem *rotary*

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin pengering sistem *rotary*

Fitur	Spesifikasi
Motor listrik	¼ HP dan 1460 rpm
Rantai	Tipe 428
Bantalan	Tipe 6005ZZ
Gearbox reducer	1 : 60
Gear	Primer 45T, Sekunder 17T, 35T dan 46T
Kapasitas pengeringan	3 Kg

### 3.3.2 Bahan penelitian

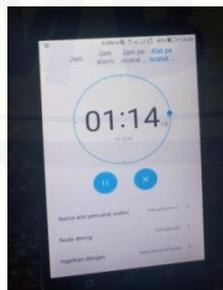
Bahan yang digunakan yaitu daun teh hijau 1 kg setiap proses pengeringan.



Gambar 3.2 Daun teh hijau

### 3.3.3 Pencatatan waktu

Alat pencatat yang digunakan adalah stopwatch.



Gambar 3.3 stopwatch

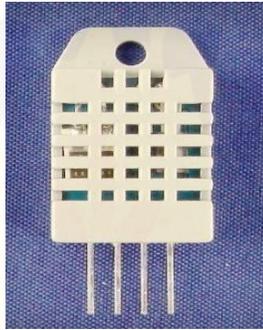
Table 3.2 Spesifikasi stopwatch

Fitur	Spesifikasi
Tipe	Samsung J7+
Layar	5 Inchi

### 3.3.4 Pengambilan data suhu, kelembaban, massa, daya, dan putaran.

Alat yang digunakan adalah:

- 1) Sensor suhu dan kelembaban DHT22



Gambar 3.4 Sensor suhu dan kelembaban DHT 22

Tabel 3.3 Spesifikasi Sensor suhu dan kelembaban DHT 22

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH and temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +-2%RH(Max +-5%RH) and temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH and temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH and temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s

Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	14x18x5.5mm

2) Neraca ukur



Gambar 3.5 Timbangan digital kapasitas 10 Kg

3) *Tachometer digital*



Gambar 3.6 *Tachometer digital*

Tabel 3.4 Spesifikasi *Tachometer Lutron DT-1236L*

Fitur	Spesifikasi
Jarak untuk foto putaran rotasi (m)	2
Jarak untuk tachometer kontak (m)	1
Display	Terbalik otomatis
Foto putaran rotasi	10 – 99999 RPM
Tachometer putaran rotasi	0,5 – 19999 RPM
Satuan kecepatan	m/menit dan kaki/menit
Ukuran	215 x 67 x 38 mm

4) *Wattmeter digital*Gambar 3.7 *Wattmeter digital*Tabel 3.5 Spesifikasi *Wattmeter digital*

Fitur	Spesifikasi
Range tegangan	110V – 220V
Tegangan kerja	80 - 260VAC
Nilai daya	20A/4500W
Frekuensi kerja	45-65 hz
Ukuran	90x50x25 mm

### 3.4 Variabel Penelitian

#### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi, yaitu faktor yang diukur, divariasikan atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Waktu = Proses pengambilan data dilakukan setiap 45 menit, 60 menit dan 75menit
- b. Putaran Motor listrik = Putaran yaitu 10 rpm, 15 rpm dan 20 rpm

#### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diobservasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas, yaitu faktor yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai dengan yang diperkenalkan oleh peneliti. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Massa daun teh hijau dan LPG
- b. Suhu dalam tabung
- c. Kelembaban dalam tabung pengeringan
- d. Konsumsi energi
- e. Laju konsumsi bahan bakar LPG.

#### 3.4.3 Variabel Kontrol

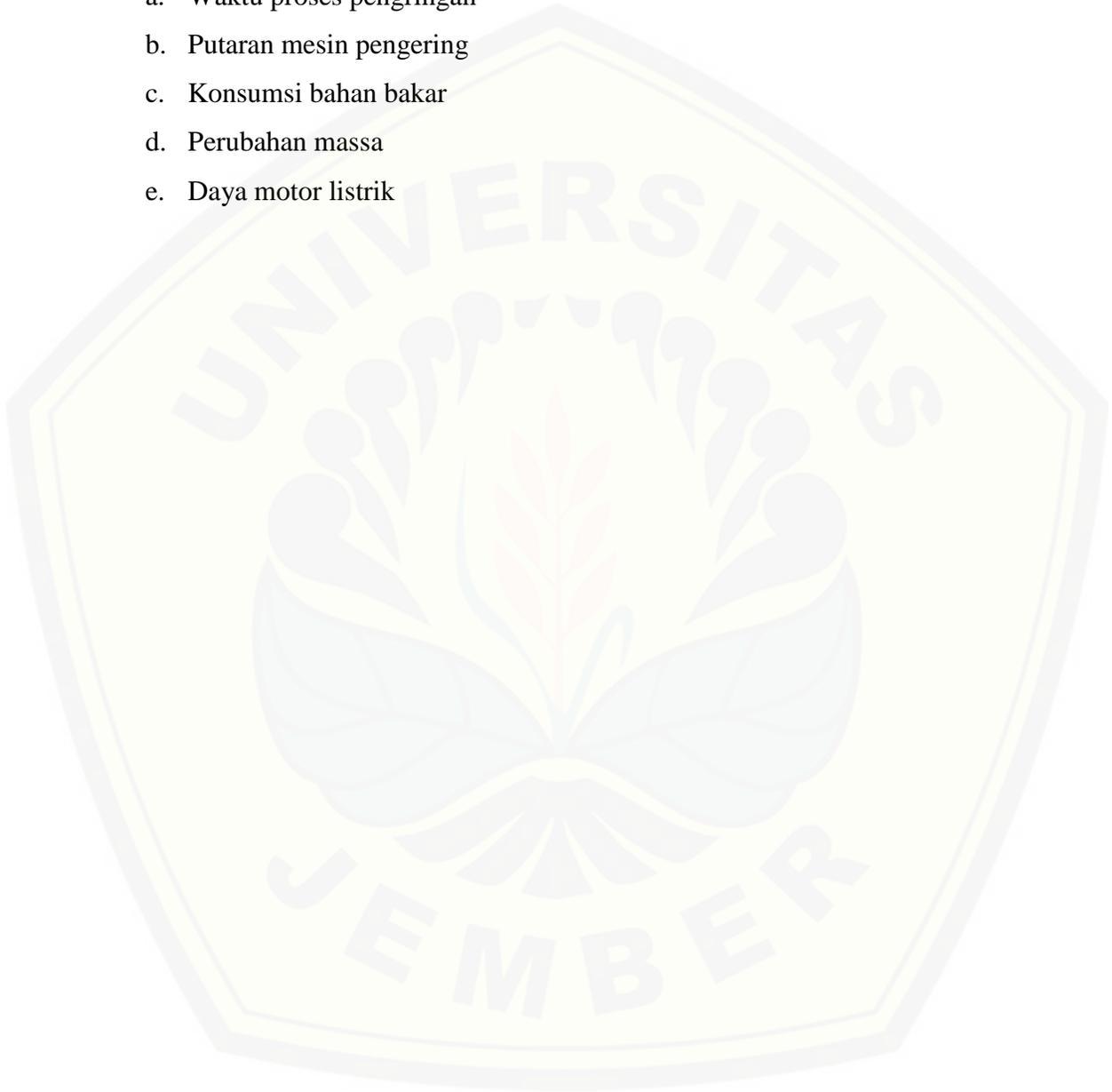
Adapun variabel kontrol dari penelitian ini merupakan variabel yang menyamakan persepsi mengenai penelitian ini yaitu:

- a. Laju aliran gas = Untuk menstabilkan nyala api
- b. Daya motor = Untuk menstabilkan putaran motor listrik
- c. Suhu = Suhu dalam tabung di jaga 60°C – 70°C

### **3.5 Pengamatan yang Dilakukan**

Pada penelitian ini yang diamati adalah:

- a. Waktu proses pengeringan
- b. Putaran mesin pengering
- c. Konsumsi bahan bakar
- d. Perubahan massa
- e. Daya motor listrik



**Tabel 3.6 Pengambilan data**

t (menit)	Percobaan	T (°C)	Wt (g)	WK (g)	m tabung p (g)	W' (watt)	W (watt)	kelembaban
45	1	60-70						
	2	60-70						
	3	60-70						
	rata-rata	60-70						
60	1	60-70						
	2	60-70						
	3	60-70						
	rata-rata	60-70						
75	1	60-70						
	2	60-70						
	3	60-70						
	rata-rata	60-70						

Keterangan:

1. Pengambilan data dilakukan tiap variasi putaran
2. Pengaturan suhu dalam tabung dilakukan dengan mengatur nyala api.

### 3.7 Tahap Penelitian dan Pengujian

Penelitian ini adalah untuk menganalisa pengeringan daun teh hijau dengan mesin pengering sistem rotary di LAB. Konversi Energi, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember. Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

#### 3.7.1 Tahap menimbang daun teh hijau dan tabung gas LPG.

Tahap menimbang daun teh hijau dan tabung gas LPG dilakukan untuk mengetahui massa awal, saat proses dan akhir proses pengeringan daun teh hijau. Tahap ini dilakukan dengan cara menimbang daun teh hijau dan tabung gas LPG setiap variasi waktu, dengan neraca ukur kapasitas 10 Kg (lihat gambar 3.5).

#### 3.7.2 Tahap mencatat waktu proses

Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu berlangsungnya proses pengeringan. Tahap ini dilakukan dengan alat ukur stopwatch (lihat gambar 3.3) sesuai variasi waktu proses pengeringan.

#### 3.7.3 Tahap mengukur suhu, kelembaban, putaran mesin, dan daya

Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui suhu, kelembaban, putaran mesin, tegangan dan arus awal, saat proses dan akhir proses pengeringan daun teh hijau dengan menggunakan alat ukur Sensor DHT22, Tachometer infrared, Wattmeter. Dengan demikian data suhu, kelembaban, putaran mesin, dan daya dapat dicatat dan dianalisa.

#### 3.7.4 Tahap penentuan kadar air total dalam sampel

$$\text{Kadar air total} = \frac{\text{massa sampel basah} - \text{massa sampel kering}}{\text{massa sampel basah}}$$

#### 3.7.5 Tahap penentuan laju pengeringan

$$\text{Laju pengeringan} = \frac{\text{massa sampel basah} - \text{massa sampel kering}}{\text{waktu}}$$

3.7.6 Tahap penentuan konsumsi energi

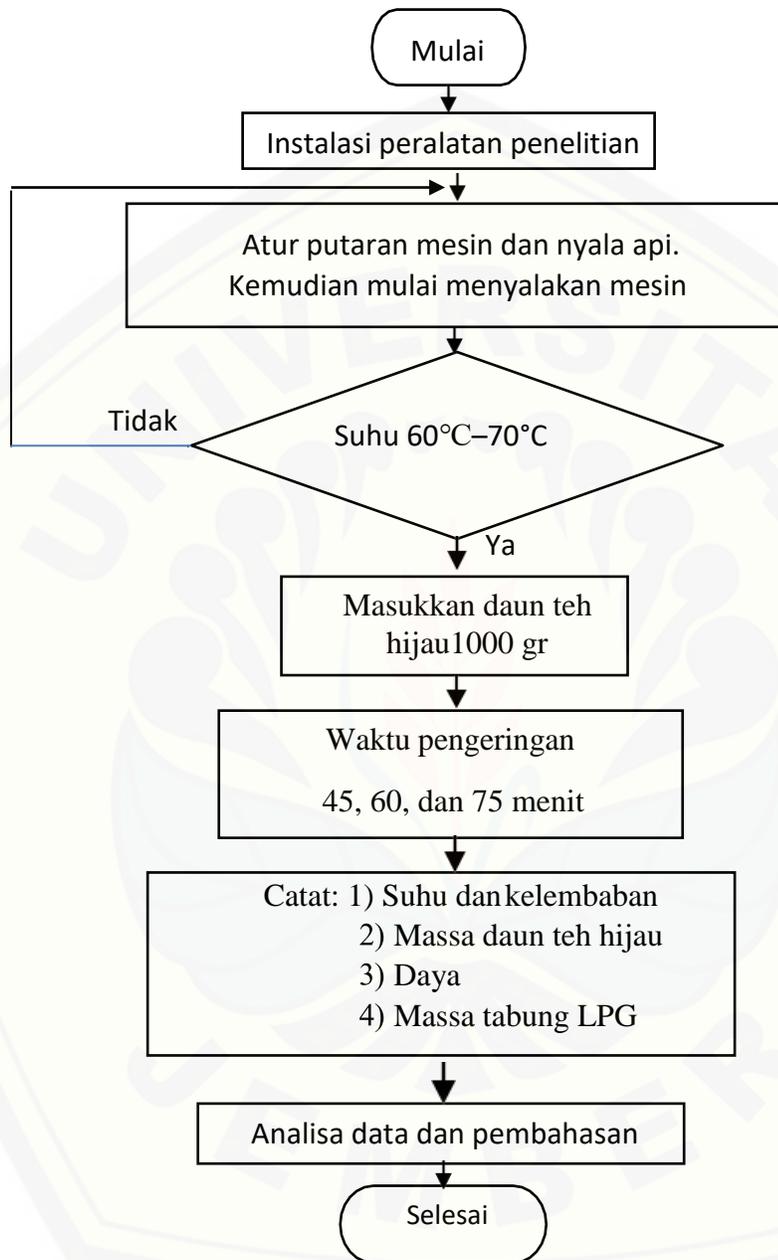
konsumsi energi = daya x waktu

3.7.7 Tahap penentuan konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar = massa tabung awal - massa tabung akhir proses



### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Proses pengeringan daun teh hijau dengan menggunakan mesin *rotary dryer* dipengaruhi oleh putaran dan waktu proses pengeringan. Daun teh hijau dianggap kering dengan presentase 95%bk dari total bahan baku yang di keringkan. Hasil pengeringan tertinggi didapat pada variasi putaran mesin 15 rpm dan 25 rpm dengan selang waktu proses pengeringan 75 menit dengan kadar air basis kering 94,81%bk. Putaran dan waktu proses pengeringan sangat berpengaruh karena menjaga kestabilan perpindahan panas pada bahan baku agar tetap terjadi secara merata di dalam silinder .

Laju pengeringan daun teh hijau tertinggi terjadi pada putaran 10 rpm dengan selang waktu pengeringan 45 menit menghasilkan perpindahan massa uap air sebesar 0.45 kg/jam. Besar laju pengeringan dipengaruhi oleh kesetimbangan antara massa bahan baku dengan selang waktu proses yang digunakan.

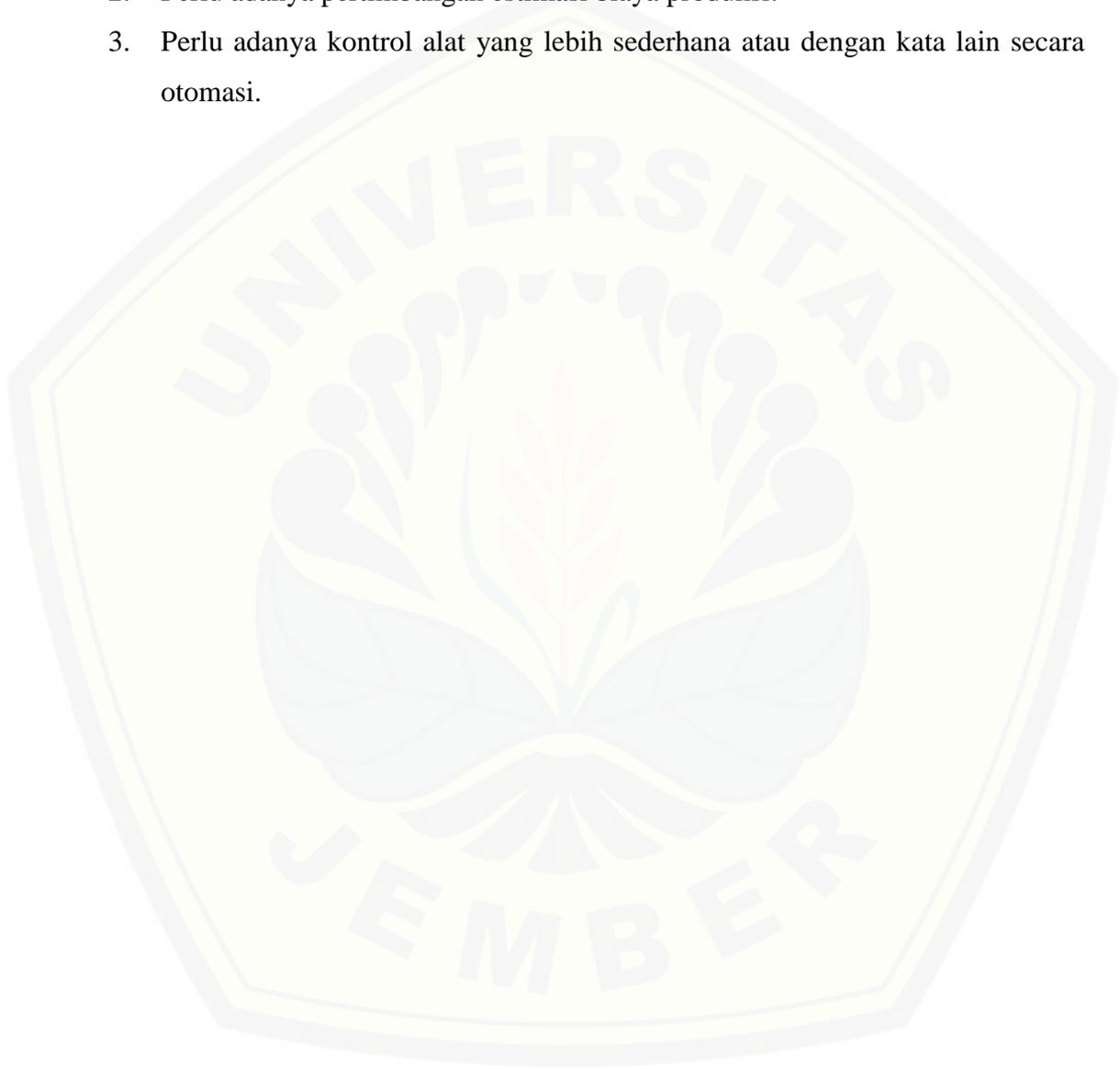
Konsumsi energi tertinggi terjadi pada variasi putaran 25 rpm dengan variasi waktu 75 menit sebesar 0,293 kWh. Daya dan waktu proses pengeringan sangat mempengaruhi konsumsi energi. Massa bahan baku yang digunakan pada saat proses pengeringan mempengaruhi besarnya daya yang digunakan oleh mesin *rotary dryer*. Semakin besar massa bahan baku yang digunakan maka semakin besar daya yang dibutuhkan oleh motor listrik. Semakin lama waktu proses maka akan semakin besar konsumsi energi.

Konsumsi bahan bakar rata-rata pada proses pengeringan di pengaruhi oleh lama waktu proses. Konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada variasi waktu 75 menit sebesar 166,67 gram. Semakin lama waktu proses pengeringan membutuhkan semakin besar bahan bakar LPG. Variasi putaran tidak mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan penulis dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Perlu disimulasikan proses pengeringan jumlah daun teh hijau yang seimbang dengan kapasitas mesin *rotary dryer*.
2. Perlu adanya pertimbangan estimasi biaya produksi.
3. Perlu adanya kontrol alat yang lebih sederhana atau dengan kata lain secara otomatis.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 2015. Teh. <https://www.indonesi-investments.com/id/bisnis/komoditas/teh/item240>. [Diakses 19 November 2018]
- Alif, R. 2004. Tanaman Perkebunan Teh *Camelia sinensis* L.. USU-Press, Medan.
- Dahlia, 2017. Manfaat Teh Hijau. <https://halookorea.com/beauty/manfaat-teh-hijau-untuk-kulit-wajah/>. [Diakses 19 November 2018]
- Departemen Teknik Kimia ITB. 2014. Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional I/II. Bogor: Departemen Teknik Kimia ITB.
- Earle, R. L. 1983. Unit Operations in Food Processing 2<sup>nd</sup> Edition. Pergamon Press.Sidney
- Ghani, M.A. 2002. Buku Pintar Mandor Dasar-dasar Budidaya Teh. Penebar Swadaya. Jakarta. 134 hal.
- Goswami, D.Y. 1986. Alternative Energy in Agriculture Vol. I. CRC Press, Inc. USA.
- Henderson, S.M. dan R.L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering 3th Edition. The AVI Publishing Company. Inc., Wesport Connecticut. USA.
- Hall, C. W. 1980. Drying. Handling and Storage of food Grain in Tropical and Subtropical Areas. FAO. Rome.
- Keningar, I. 2015. Potensi Teh Hijau di Indonesia. <https://www.liputan6.com/lifestyle/read/2223380/potensi-teh-hijau-di-indonesia>. [Diaksek 19 November 2018]
- Risnandar, C. 2017. Top 10 negara penghasil teh terbesar. <https://jurnalbumi.com/negara-penghasil-teh>. [Diakses 19 November 2018]
- Syarief, A. M., John K., dan Lilik P. 1992, Penyimpanan Dingin. Bogor: Pusat Pangan dan Gizi ITB.
- Setyamidjaja, D.,2000. Teh Budi Daya dan Pengolahan Pasca Panen.Kanisius, Yogyakarta
- Spillane, J.J., 1992. Komoditi Teh Peranannya Dalam Perekonomian Indonesia. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Toledo, R.T. 1991. Fundamental of Food Engineering. 2<sup>nd</sup> Edition. Chapman and Hall. New York.
- Yahya, M. 2015. Kinerja alat pengering berputar. *Teknik Mesin* 5(1): 34-41

**LAMPIRAN DATA HASIL PENELITIAN**

**Lampiran 4.2.1 Tabel Pengujian Pengeringan Daun Teh Hijau**

Lampiran 1. Tabel hasil pengujian pengeringan pada variasi putaran 10rpm

t (menit)	Percobaan	T (°C)	Wt (g)	WK (g)	m <sub>t</sub> (g)	W (Watt)	W(Watt)
45	1	60-70	1000	670	100	203.1	216.4
	2	60-70	1000	640	100	203.1	216.4
	3	60-70	1000	680	100	203.1	216.4
	rata-rata	60-70	1000	663.3333	100	203.1	216.4
60	1	60-70	1000	590	150	203.1	216.4
	2	60-70	1000	620	100	203.1	216.4
	3	60-70	1000	620	150	203.1	216.4
	rata-rata	60-70	1000	610	133.333333	203.1	216.4
75	1	60-70	1000	560	200	203.1	216.4
	2	60-70	1000	530	100	203.1	216.4
	3	60-70	1000	510	200	203.1	216.4
	rata-rata	60-70	1000	533.3333	166.6666667	203.1	216.4

Lampiran 2. . Tabel hasil pengujian pengeringan pada variasi putaran 15rpm

t (menit)	Percobaan	T (°C)	Wt (g)	WK (g)	m <sub>t</sub> (g)	W' (Watt)	W(Watt)
45	1	60-70	1000	690	100	220	221.7
	2	60-70	1000	680	100	220	221.7
	3	60-70	1000	670	100	220	221.7
	rata-rata	60-70	1000	680	100	220	221.7
60	1	60-70	1000	620	100	220	221.7
	2	60-70	1000	540	150	220	221.7
	3	60-70	1000	610	150	220	221.7
	rata-rata	60-70	1000	590	133.333333	220	221.7
75	1	60-70	1000	520	200	220	221.7
	2	60-70	1000	490	100	220	221.7
	3	60-70	1000	530	200	220	221.7
	rata-rata	60-70	1000	513.3333	166.66667	220	221.7

Lampiran 3. . Tabel hasil pengujian pengeringan pada variasi putaran 25rpm

t (menit)	Percobaan	T (°C)	Wt (g)	WK (g)	M <sub>t</sub> (g)	W' (Watt)	W(Watt)
45	1	60-70	1000	900	100	223.6	234.3
	2	60-70	1000	690	100	223.6	234.3
	3	60-70	1000	730	100	223.6	234.3
	rata-rata	60-70	1000	773.33333	100	223.6	234.3
60	1	60-70	1000	630	100	223.6	234.3
	2	60-70	1000	620	200	223.6	234.3
	3	60-70	1000	580	100	223.6	234.3
	rata-rata	60-70	1000	610	133.33333	223.6	234.3
75	1	60-70	1000	530	100	223.6	234.3
	2	60-70	1000	500	200	223.6	234.3
	3	60-70	1000	510	200	223.6	234.3
	rata-rata	60-70	1000	513.33333	166.66667	223.6	234.3

#### Lampiran 4.2.2 Perhitungan Kadar Air

Lampiran 1. Perhitungan kadar air basis basah

Diketahui rumus dari kadar air basis basah yaitu:

$$m = \frac{Wt - Wk}{Wt} \times 100\%$$

Keterangan:

m = kadar air basis basah (%bb)

Wt = berat total (g)

Wk = berat kering (g)

Contoh perhitungan kadar air basis basah pada variasi waktu 45 menit

$$\begin{aligned}
 1. \text{ 10rpm } m &= \frac{Wt - Wk}{Wt} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 663.33}{1000} \times 100\% \\
 &= 33.67\% \text{bb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ 15rpm } m &= \frac{Wt - Wk}{Wt} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 680}{1000} \times 100\% \\
 &= 32\% \text{bb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ 25rpm } m &= \frac{Wt - Wk}{Wt} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 773.33}{1000} \times 100\% \\
 &= 22.67\% \text{bb}
 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Tabel hasil rata-rata pengujian kadar air basis basah

t (menit)	n (rpm)	Wt (g)	Wk (g)	m (%bb)
45	10	1000	663.3333	33.67%
	15	1000	680	32.00%
	25	1000	773.3333	22.67%
60	10	1000	610	39.00%
	15	1000	590	41.00%
	25	1000	610	39.00%
75	10	1000	533.3333	46.67%
	15	1000	513.3333	48.67%
	25	1000	513.3333	48.67%

Lampiran 3. Perhitungan kadar air basis kering

Diketahui rumus dari kadar air basis kering yaitu:

$$M = \frac{Wa}{Wk} \times 100\%$$

Keterangan:

M = kadar air basis kering (%bk)

Wa = berat air dalam bahan (g)

Wk = berat kering (g)

Contoh perhitungan kadar air basis kering pada variasi waktu 45 menit

$$\begin{aligned}
 1. \text{ 10rpm } M &= \frac{Wa}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{336.67}{663.33} \times 100\% \\
 &= 50.75\% \text{bk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ 15rpm } M &= \frac{Wa}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{320}{680} \times 100\% \\
 &= 47.06\% \text{bk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ 25rpm } M &= \frac{Wa}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{226.67}{773.33} \times 100\% \\
 &= 29.31\% \text{bk}
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Tabel hasil rata-rata pengujian kadar air basis kering

t (menit)	n (rpm)	Wa (g)	Wk (g)	M (%bk)
45	10	336.6667	663.3333	50.75%
	15	320	680	47.06%
	25	226.6667	773.3333	29.31%
60	10	390	610	63.93%
	15	410	590	69.49%
	25	390	610	63.93%
75	10	466.6667	533.3333	87.50%
	15	486.6667	513.3333	94.81%
	25	486.6667	513.3333	94.81%

### Lampiran 4.2.3 Perhitungan Laju Pengeringan

Lampiran 1. Perhitungan laju pengeringan

Diketahui rumus dari laju pengeringan yaitu:

$$md = \frac{Wt - Wf}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

md = laju pengeringan (kg/jam)

wt = berat total dalam bahan (g)

wf = berat bahan setelah pengeringan (g)

t = waktu (jam)

Contoh perhitungan kadar air basis kering pada variasi waktu 45 menit

$$\begin{aligned} 1. \text{ 10rpm } md &= \frac{Wt - Wf}{t} \times 100\% \\ &= \frac{1 - 0.66}{0.75} \times 100\% \\ &= 0.45 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ 15rpm } md &= \frac{Wt - Wf}{t} \times 100\% \\ &= \frac{1 - 0.68}{0.75} \times 100\% \\ &= 0.43 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ 25rpm } md &= \frac{Wt - Wf}{t} \times 100\% \\ &= \frac{1 - 0.77}{0.75} \times 100\% \\ &= 0.3 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Tabel hasil rata-rata pengujian laju pengeringan

t (menit)	n (rpm)	Wt (kg)	Wf (kg)	md (kg/jam)
45	10	1	0.663333	0.448889
	15	1	0.68	0.426667
	25	1	0.773333	0.302222
60	10	1	0.61	0.39
	15	1	0.59	0.41
	25	1	0.61	0.39
75	10	1	0.533333	0.373333
	15	1	0.513333	0.389333
	25	1	0.513333	0.389333

#### Lampiran 4.2.4 Perhitungan Konsumsi Energi

Lampiran 1. Perhitungan konsumsi energi

Diketahui rumus dari konsumsi energi yaitu:

$$E = P \times t$$

Keterangan:

E= konsumsi energi (kWh)

P = jumlah daya yang terpakai oleh alat (kW)

t = waktu (jam)

Contoh perhitungan konsumsi energi pada variasi waktu 0,75 jam pada saat kalibrasi

1. **10rpm**  $E = P \times t$

$$= (203,1/1000) \times 0,75$$

$$= 0,152 \text{ kWh}$$

2. **15rpm**  $E = P \times t$

$$= (220/1000) \times 0,75$$

$$= 0,165 \text{ kWh}$$

3. **25rpm**  $E = P \times t$

$$= (223,6/1000) \times 0,75$$

$$= 0,167 \text{ kWh}$$

Contoh perhitungan konsumsi energi pada variasi waktu 0,75 jam

1. **10rpm**  $E = P \times t$

$$= (216,4/1000) \times 0,75$$

$$= 0,162 \text{ kWh}$$

2. **15rpm  $E = P \times t$**

$$= (221,7/1000) \times 0,75$$

$$= 0,166 \text{ kWh}$$

3. **25rpm  $E = P \times t$**

$$= (234,3/1000) \times 0,75$$

$$= 0,176 \text{ kWh}$$

Lampiran 2. Tabel hasil rata-rata pengujian konsumsi energi

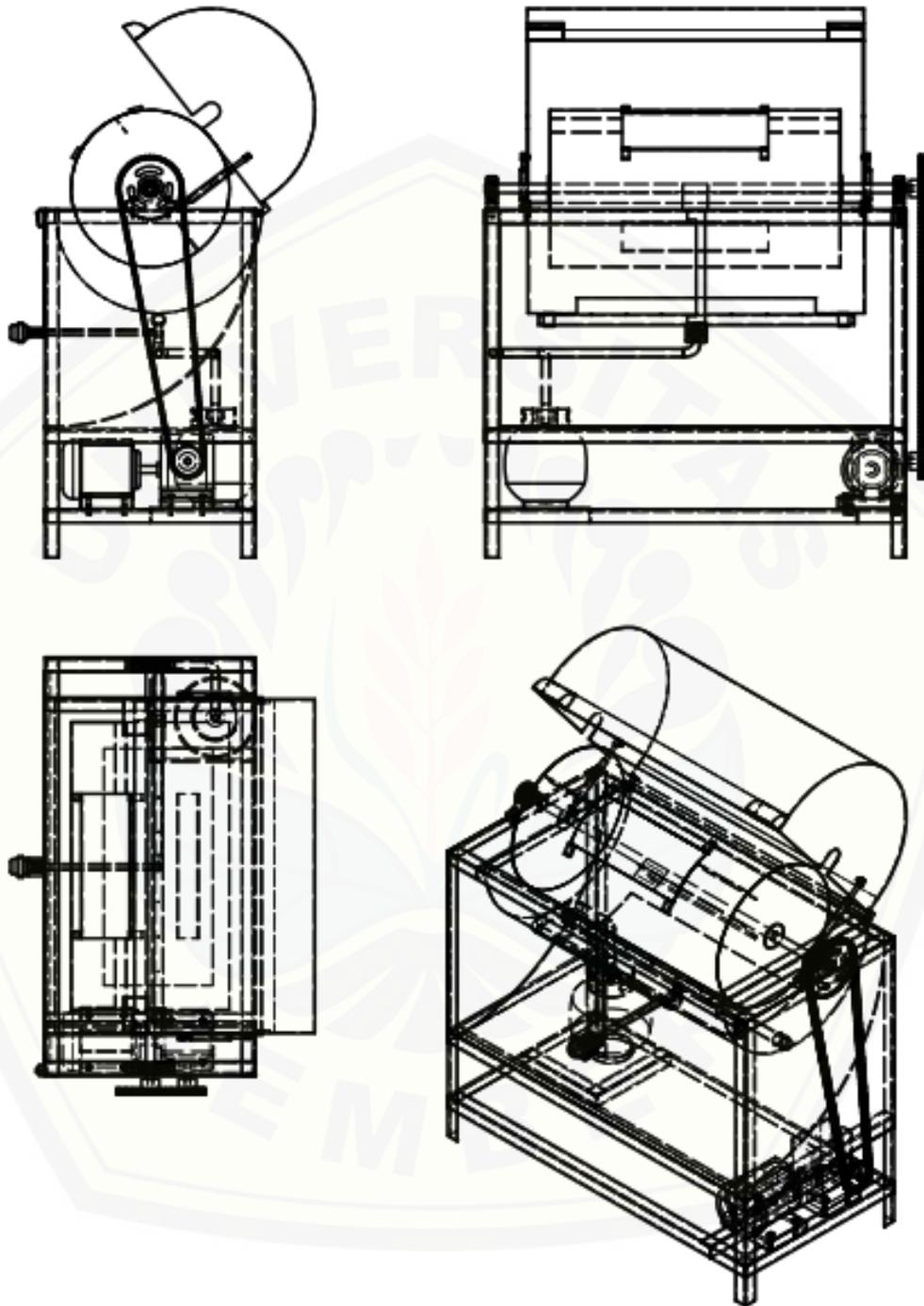
t (menit)	n (rpm)	W' (watt)	W (watt)	E' (kWh)	E (kWh)
45	10	203.1	216.4	0.152325	0.1623
	15	220	221.7	0.165	0.166275
	25	223.6	234.3	0.1677	0.175725
60	10	203.1	216.4	0.2031	0.2164
	15	220	221.7	0.22	0.2217
	25	223.6	234.3	0.2236	0.2343
75	10	203.1	216.4	0.253875	0.2705
	15	220	221.7	0.275	0.277125
	25	223.6	234.3	0.2795	0.292875

**Lampiran 4.2.5 Tabel Pengujian Konsumsi Bahan Bakar**

Lampiran 1. Tabel hasil rata-rata pengujian konsumsi bahan bakar

t (menit)	n (rpm)	m tabung (g)
45	10	100
	15	100
	25	100
60	10	133.33
	15	133.33
	25	133.33
75	10	166.67
	15	166.67
	25	166.67

Lampiran 4.2 Gambar Alat dan Bahan Penelitian



Lampiran 1. Gambar Desain Mesin Rotary Dryer

NO	JUMLAH	NAMA PART	DESKRIPSI
1	2	Bearing	Tipe 6005ZZ
2	1	Cover tabung silinder atas	Tong pertamina
3	1	Tsbung silinder	Aluminium 2mm
4	1	Selang gas	Rinnai 2m
5	1	Tabung gas	LPG 3kg
6	1	Penutup tabung silinder	Aluminium 2mm
7	1	COver tabung silinder bawah	Tong pertamina
8	1	Poros diameter:25,4 panjang:1250mm	S 30 C
9	2	Stik hidrolik	100 N
10	2	Engsel	Engsel pintu
11	1	Sproket besar	428 15-47
12	1	Slider	Plat besi 2 mm
13	2	Cover samping	Plat besi 2 mm
14	1	Rantai	428 SB-104
15	1	Sproket kecil	40 Z-17
16	1	Reducer	Rasio 1:40
17	20	Baut	M10
18	1	Motor listrik	1/4 Hp 1400 rpm
19	1	Rangka mesin	Siku 40x40x3
20	1	Saklar mesin	Philips
21	1	Pengatur gas	Rinnai
22	1	Sensor suhu DHT22	DHT22

Lampiran 2. Tabel Part Mesin Rotary Dryer



Lampiran 3. Gambar Mesin Rotary Dryer



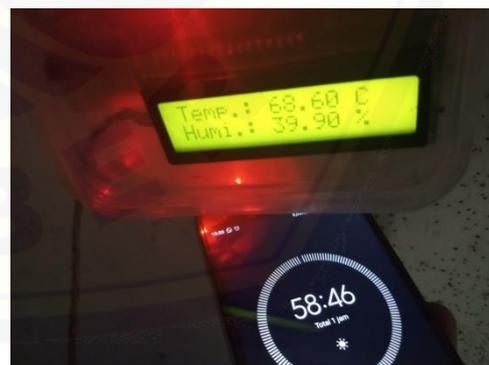
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 4. (A) Gambar Daun Teh Hijau (B) Gambar Nyala Api (C) Gambar Sensor DHT22 (D) Gambar LED Suhu dan Kelembaban



(a)



(b)



(c)

Lampiran 5. (a) Gambar Wattmeter (b) Gambar Timbangan(c) Gambar LPG

**Lampiran 4.2 Gambar Dokumentasi Pengujian**



(a)



(b)

Lampiran 1. Gambar Pengambilan Data Daya dari Alat Ukur Wattmeter



(a)



(a)



(b)

Lampiran 2. (a) Gambar Pengontrolan Putaran Mesin Rotary Dryer menggunakan Tachometer Digital pada 10 rpm (b) Gambar Pengontrolan Putaran Mesin Rotary Dryer menggunakan Tachometer Digital pada 15 rpm (c) Gambar Pengontrolan Putaran Mesin Rotary Dryer menggunakan Tachometer Digital pada 25 rpm



(a)



(b)



(c)

Lapiran 3. (a) Gambar Pengontrolan Waktu menggunakan Stopwatch dengan Variasi Waktu 45 Menit (b) Gambar Pengontrolan Waktu menggunakan Stopwatch dengan Variasi Waktu 60 Menit (c) Gambar Pengontrolan Waktu menggunakan Stopwatch dengan Variasi Waktu 70 Menit



(a)



(b)



(c)

Lampiran 4. (a), (b) dan (c) Gambar Pengukuran Massa Hasil Pengeringan menggunakan Neraca Ukur atau Timbangan