

SKRIPSI

PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI MESIN *VACUUM DRYING*

PADA SUHU KAMAR (25°C) DENGAN KEVAKUMAN 0,03 ATM



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

Disusun Oleh :

IMAM WAHYUDIN

1502617031

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar

Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Perhitungan Efisiensi Energi Mesin *Vacuum Drying* Pada Suhu Kamar (25°C) Dengan Kevakuman 0,03 Atm
Penyusun : Imam Wahyudin
NIM : 1502617031
Pembimbing I : Pratomo Setyadi, S.T.,M.T
Pembimbing II : Catur Setyawan Kusumohadi, M.T.,Ph.D
Tanggal Ujian : 14 Juli 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Pratomo Setyadi, S.T.,M.T

NIP. 198102222006041001

Pembimbing II,

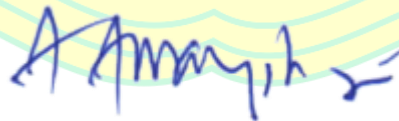


Catur Setyawan Kusumohadi, M.T.,Ph.D

NIP. 197102232006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D

NIP. 197110162008122001


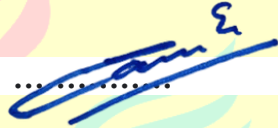
LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : **Perhitungan Efisiensi Energi Mesin *Vacuum Drying* Pada Suhu Kamar
(25°C) Dengan Kevakuman 0,03 Atm**

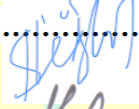
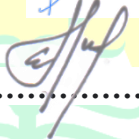

Nama : Imam Wahyudin

NIM : 1502617031

Telah diperiksa dan disetujui oleh:


NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Pratomo Setyadi, S.T.,M.T</u> NIP. 198102222006041001 (Dosen Pembimbing I)		22 Juli 2021
<u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T.,Ph.D</u> NIP. 197102232006041001 (Dosen Pembimbing II)		26 Juli 2021

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Drs. Sirojudin, M.T</u> NIP. 196010271990031003 (Ketua Penguji)		19 Juli 2021
<u>Dr. Eko Arif Saefudin, M.T</u> NIP. 198310132008121002 (Sekretaris Sidang)		23 Juli 2021
<u>Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T</u> NIP. 198105052008121002 (Dosen Ahli)		22 Juli 2021

Tanggal Lulus : 14 Juli 2021

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin


Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D
NIP. 197110162008122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 22 Juni 2021

Yang membuat pernyataan



Imam Wahyudin

1502617031



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : IMAM WAHYUDIN
NIM : 1502617031
Fakultas/Prodi : TEKNIK / PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
Alamat email : imamwahyudin1198@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI MESIN *VACUUM DRYING* PADA SUHU KAMAR
(25°C) DENGAN KEVAKUMAN 0,03 ATM

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

Penulis

(
Imam Wahyudin
)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan yang berjudul “Perhitungan Efisiensi Energi Mesin *Vacuum Drying* Pada Suhu Kamar (25°) Dengan Kevakuman 0,03 ATM”. Pembuatan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendukung baik berupa doa, moral, dan materil, sehingga membuat saya sampai sejauh ini.
2. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D., selaku Kordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penelitian dan penulisan skripsi.
4. Dr. Catur Setyawan Kusomohadi, M.T., Selaku Dosen Pembimbing sekaligus Pembimbing Akademik selama proses perkuliahan.
5. Serta seluruh rekan rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, khususnya angkatan 2015 dan 2017

Pada akhirnya, masih terdapat banyak kekurangan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini. Saran serta kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Harapan penulis semoga penulisan dapat bermanfaat untuk penulis sendiri dan pada umumnya pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 22 Juni 2021



Imam Wahyudin

1502617031

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Pengerinan	5
2.1.1 Faktor Pengerinan.....	6
2.1.2 Mekanisme Pengerinan	7
2.1.3 Laju Pengerinan.....	7
2.1.4 Karakteristik Air	9
2.1.4.1 Fase Air	10
2.2 Penguapan Vakum.....	11
2.3 Mesin Pengerin Vakum	11
2.4 Pompa Vakum	12
2.5 <i>Microcontroller Board / Arduino Uno</i>	13

2.6 Sensor BME 280.....	13
2.7 <i>Power Meter</i>	14
2.8 Efisiensi Energi Alat Pengering Vakum.....	14
2.8.1 Energi Input (Q_{in})	15
2.8.2 Energi Output (Q_{out})	16
2.9 Yakult	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	20
3.4.1 Uraian Diagram Alur Penelitian.....	21
3.5 Skema Pengujian Alat Pengering Vakum	23
3.6 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	24
3.7 Teknik Analisis Data	26
3.8 Variabel Tetap	30
3.9 Variabel Bebas.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Kalibrasi Sensor BME 280	31
4.2 Data Hasil Pengujian	32
4.3 Menghitung Efisiensi Energi Alat Pengering Vakum.....	33
4.3.1 Kadar Air Bahan.....	33
4.3.2 Beban Uap Air.....	33
4.3.3 Laju Pengeringan.....	34
4.3.4 Hasil Perhitungan Efisiensi	35
4.4 Analisis dan Pembahasan	40
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

LAMPIRAN..... 45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP 68



ABSTRAK

IMAM WAHYUDIN, PRATOMO SETYADI, S.T.,M.T., CATUR SETYAWAN KUSUMOHADI, M.T.,Ph.D.,2021 Perhitungan Efisiensi Energi Mesin *Vacuum Drying* Pada Suhu Kamar (25°C) Dengan Kevakuman 0,03 atm. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Jakarta.

Pengeringan vakum merupakan metode pengeringan untuk mengeluarkan kandungan air dari bahan yang dikeringkan dengan cara menurunkan tekanan parsial uap air dari udara di dalam ruang pengering. Untuk melakukan proses pengeringan dengan metode tersebut diperlukan alat khusus dan membutuhkan biaya yang tinggi. Saat ini sedang dikembangkan mesin *vacuum drying* dengan pengoperasian yang mudah dan dengan biaya yang ekonomis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar energi yang digunakan mesin *vacuum drying* dan melakukan perhitungan efisiensi energinya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu melakukan percobaan pada mesin *vacuum drying* sebanyak 5 kali percobaan untuk mengeringkan spesimen yakult dari volume 8 ml hingga 0,8 ml pada suhu kamar (25°C) dengan kondisi ruangan vakum 0,03 atm. Parameter pengujian yang diukur pada penelitian ini adalah suhu pengeringan, tekanan, kelembaban udara, kadar air bahan, dan energi listrik yang digunakan untuk mengoperasikan mesin *vacuum drying*. Berdasarkan perhitungan data yang didapatkan dari hasil 5 kali percobaan, diperoleh rata-rata energi listrik yang digunakan alat pengering vakum yaitu sebesar 3754,49 kJ dan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan kandungan air dari volume 8 ml hingga 0,8 ml yaitu sebesar 173,604 kJ dengan waktu 314 menit. Dari perbandingan energi input dan output tersebut, diperoleh rata-rata nilai efisiensi energi mesin *vacuum drying* sebesar 4,62 %.

Kata kunci : Pengeringan Vakum, Mesin *Vacuum Drying*, Efisiensi Energi

ABSTRACT

IMAM WAHYUDIN, PRATOMO SETYADI, S.T.,M.T., CATUR SETYAWAN KUSUMOHADI, M.T.,Ph.D., 2021 Energy Efficiency Calculation of Vacuum Drying Machine at Room Temperature (25°C) With Vacuum 0.03 atm. Mechanical Engineering Education Study Program. Faculty of Engineering. State University of Jakarta.

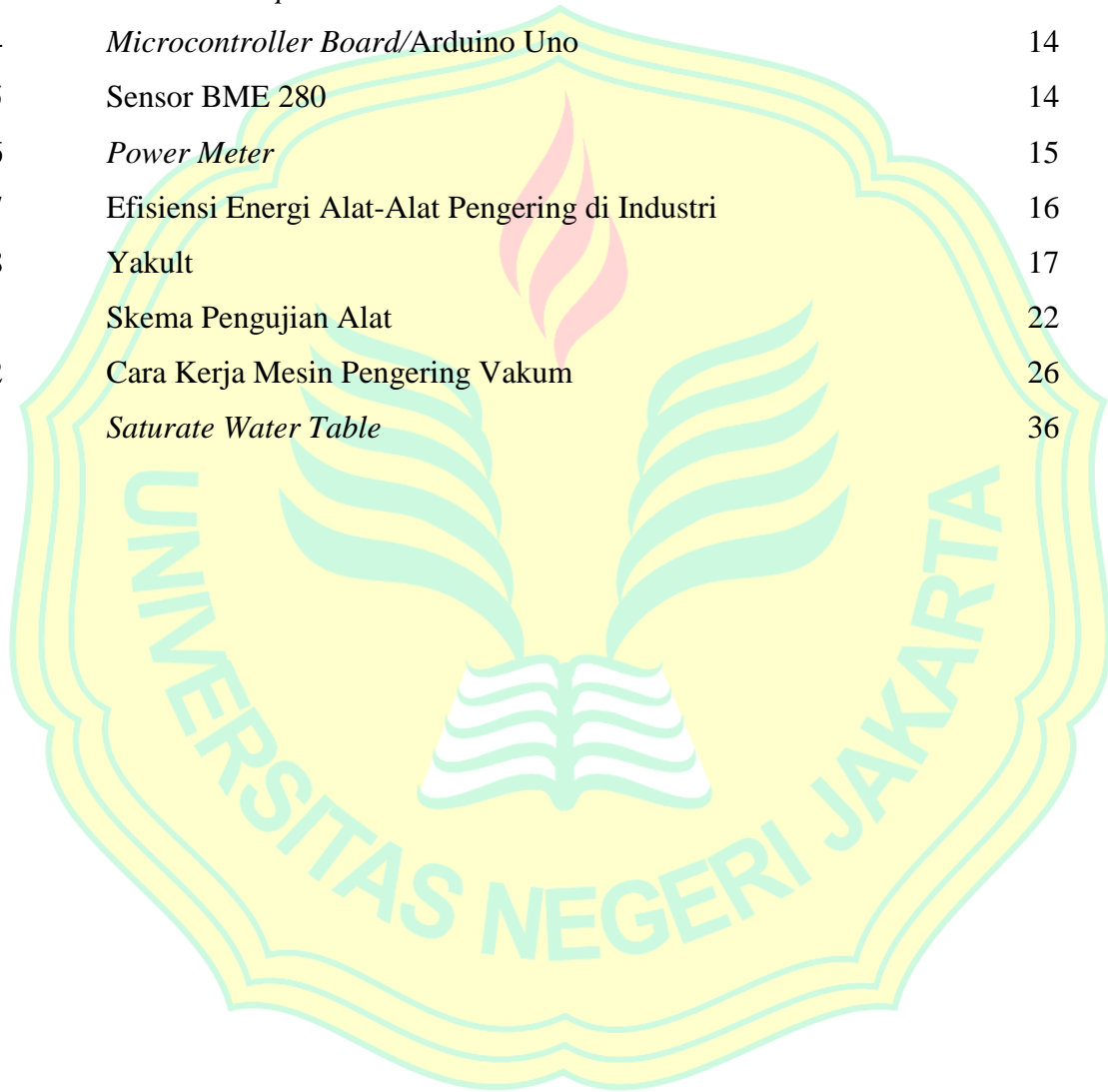
Vacuum drying is a drying method to remove the moisture content of the material being dried by lowering the partial pressure of water vapor from the air in the drying chamber. To carry out the drying process with this method, special tools are needed and require high costs. Currently being developed a vacuum drying machine with easy operation and economical cost.

The purpose of this study was to determine how much energy the vacuum drying machine uses and calculate its energy efficiency. The method used in this study is an experimental method, namely experimenting on a vacuum drying machine 5 times to dry yakult specimens from a volume of 8 ml to 0.8 ml at room temperature (25°C) with a vacuum of 0.03 atm. The test parameters measured in this study were drying temperature, pressure, humidity, moisture content of the material, and the electrical energy used to operate the vacuum drying machine. Based on the calculation of the data obtained from the results of 5 experiments, the average electrical energy used by the vacuum dryer is 3754.49 kJ and the energy required to evaporate the water content from a volume of 8 ml to 0.8 ml is 173.604 kJ with a time of 314 minutes. From the comparison of the input and output energy, the average value of the energy efficiency of the vacuum drying machine is 4.62%.

Keywords : *Vacuum Drying, Vacuum Drying Machine, Energy Efficiency*

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Kurva Laju Pengeringan	9
2.2	Diagram Fase Air	10
2.3	<i>Vacuum Pump</i>	13
2.4	<i>Microcontroller Board/Arduino Uno</i>	14
2.5	Sensor BME 280	14
2.6	<i>Power Meter</i>	15
2.7	Efisiensi Energi Alat-Alat Pengering di Industri	16
2.8	Yakult	17
3.1	Skema Pengujian Alat	22
3.2	Cara Kerja Mesin Pengering Vakum	26
4.1	<i>Saturate Water Table</i>	36



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Data Waktu Proses Pengeringan	31
4.2	Data Hasil Perhitungan Laju Pengeringan	33
4.3	Data Hasil Perhitungan Energi Input (Q_{in})	35
4.4	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Energi Alat Pengering Vakum	37



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Dokumentasi Pengujian Alat Pengering Vakum	46
1.1	Bahan Uji	46
1.2	Penimbangan Bahan Uji	47
1.3	Bahan Uji Setelah Dikeringkan	48
1.4	Penimbangan Bahan Uji	49
1.5	Pengukuran Daya Listrik <i>Vacuum Pump</i>	50
1.6	Pengukuran Daya Listrik Kipas Pendingin	51
2	Data Sensor BME 280	52
2.1	Tabel Lampiran Data Percobaan Pertama	52
2.2	Tabel Lampiran Data Percobaan ke-2	53
2.3	Tabel Lampiran Data Percobaan ke-3	54
2.4	Tabel Lampiran Data Percobaan ke-4	55
2.5	Tabel Lampiran Data Percobaan ke-5	56
3	Alat Pengering Vakum	57
3.1	Set Alat Pengering Vakum	57
3.2	Desain Instalasi Mesin <i>Vacuum Drying</i>	57
4	Sensor BME 280	58
4.1	Gambar Sensor BME 280	58
5	Arduino Uno	59
5.1	Gambar Arduino Uno	59
6	<i>Power Meter</i>	61
6.1	Gambar <i>Power Meter</i>	61
7	Timbangan Digital	62
7.1	Gambar Timbangan Digital	62

8	Pompa Vakum	63
8.1	Gambar Pompa Vakum	63
9	Kipas Pendingin	64
9.1	Gambar Kipas Pendingin	64
10	Yakult	65
10.1	Gambar Yakult	65
11	Kalibrasi Alat Penelitian	66
11.1	Kalibrasi Sensor BME 280 (Suhu dan Kelembaban)	66
11.2	Perbandingan Pembacaan Tekanan oleh Sensor dan <i>Pressure Gauge</i>	67
11.3	Kalibrasi Timbangan Digital	68

