

SKRIPSI

PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA PANAS TERHADAP TINGKAT KEKERINGAN KUNYIT



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GUSTI NGURAH MADE ARI WIJAYA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

SKRIPSI

PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA PANAS TERHADAP TINGKAT KEKERINGAN KUNYIT



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GUSTI NGURAH MADE ARI WIJAYA
NIM. 2115234009

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi laju aliran udara panas terhadap tingkat kekeringan Kunyit menggunakan mesin pengering berbasis sistem refrigerasi. Kunyit merupakan salah satu tanaman rempah dengan nilai ekonomi dan manfaat kesehatan yang tinggi, namun kadar air yang tinggi setelah panen (80–82%) membuatnya mudah rusak. Pengeringan menjadi langkah penting untuk menurunkan kadar air hingga batas standar 6-10% agar produk lebih awet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju aliran udara panas terhadap tingkat kekeringan kunyit menggunakan mesin pengering berbasis sistem refrigerasi dua siklus, yaitu pompa kalor dan sistem pendinginan. Proses pengeringan dilakukan dengan variasi laju aliran udara panas 0,060 m³/s, 0,110 m³/s, dan 0,212 m³/s pada suhu 46–48°C selama 5 jam. Sampel kunyit seberat total 2100 gram dibagi ke dalam enam rak dengan berat masing-masing 350 gram. Pengukuran massa dilakukan secara berkala dengan sensor load cell, sedangkan kadar air dianalisis menggunakan metode gravimetri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju aliran udara memiliki pengaruh signifikan terhadap percepatan proses pengeringan kunyit dan penurunan massa kunyit. Pada laju aliran udara 0,060 m³/s, massa akhir masih tinggi yaitu 545,514 gram, menandakan pengeringan belum optimal. Peningkatan laju aliran udara menjadi 0,110 m³/s menurunkan massa akhir hingga 466,806 gram, menunjukkan efisiensi yang lebih baik. Laju aliran udara yang tertinggi, yaitu 0,212 m³/s, menghasilkan massa akhir 437,690 gram dengan kadar air terendah, membuktikan bahwa laju aliran udara berbanding lurus dengan efektivitas pengeringan. Dengan demikian, semakin tinggi laju aliran udara panas, semakin efisien proses perpindahan panas dan massa dalam sistem pengeringan, sehingga menghasilkan kunyit kering sesuai standar mutu. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa laju aliran udara 0,212 m³/s paling direkomendasikan untuk proses pengeringan kunyit berkelanjutan.

Kata Kunci: kunyit, laju aliran udara panas, pengeringan, kadar air, pompa kalor

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of variations in the flow rate of hot air on the dryness level of turmeric using a drying machine based on a refrigeration system with a temperature of Turmeric is one of the spice plants with high economic value and health benefits, but the high water content after harvest (80-82%) makes it easily damaged. Drying is an important step to reduce the water content to the standard limit of 6-10% so that the product lasts longer. This study aims to determine the effect of the flow rate of hot air on the dryness level of turmeric using a drying machine based on a two-cycle refrigeration system, namely a heat pump and a cooling system. The drying process was carried out with variations in the flow rate of hot air of 0.060 m³/s, 0.110 m³/s, and 0.212 m³/s at a temperature of 46-48 °C for 5 hours. Turmeric samples weighing a total of 2100 grams were divided into six racks with a weight of 350 grams each. Mass measurements were carried out periodically with a load cell sensor, while water content was analyzed using the gravimetric method

The results of the study showed that the air flow rate had a significant effect on the acceleration of the turmeric drying process and the reduction in turmeric mass. At an air flow rate of 0.060 m³/s, the final mass was still high at 545.514 grams, indicating that drying was not optimal. Increasing the air flow rate to 0.110 m³/s reduced the final mass to 466.806 grams, indicating better efficiency. The highest air flow rate, which was 0.212 m³/s, produced a final mass of 437.690 grams with the lowest water content, proving that the air flow rate was directly proportional to the drying effectiveness. Thus, the higher the hot air flow rate, the more efficient the heat and mass transfer process in the drying system, resulting in dried turmeric that met quality standards. The conclusion of this study confirms that an air flow rate of 0.212 m³/s is the most recommended for the turmeric drying process using a heat pump machine. This research is expected to be a reference in the development of efficient, economical, and

Keywords: turmeric, hot air flow rate, drying, moisture content, heat pum

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pengesahan oleh Pembimbing	ii
Persetujuan Dosen Penguji	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Bagi Penulis	4
1.5.2 Bagi Mahasiswa	4
1.5.3 Bagi Politeknik Negri Bali	5
1.5.4 Bagi masyarakat.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Kunyit	6
2.2 Kandungan yang terdapat pada kunyit	6
2.3 Kadar Air Kunyit	7
2.4 Standarisasi Pengeringan Kunyit	8
2.5 Persentase Kadar Air Kunyit	9
2.6 Sistem Refrigerasi	9
2.7 Metode Pengeringan	11
2.8 Pompa Kalor	12

2.9 Siklus Kompresi Uap	13
2.10 Komponen Utama Siklus Kompresi Uap	14
2.10.1 Kompresor	15
2.10.2 Kondensor	15
2.10.3 Katup Ekspansi	16
2.10.4 Evaporator	17
2.11 Komponen Pendukung	18
2.11.1 Elemen pemanas atau <i>air heater</i>	19
2.11.2 <i>Fan</i> motor	20
2.11.3 <i>Thermostat</i>	20
2.11.4 <i>Hygrostat</i>	21
2.11.5 <i>Overload Motor Protector</i>	21
2.11.6 <i>Start Relay</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Alur Penelitian	27
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.4 Penentuan Sumber Data	28
3.5 Sumber Daya Penelitian	29
3.6 Instrumen Penelitian	30
3.7 Prosedur Penelitian	33
3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan	34
BAB IV	36
4.1 Hasil penelitian	36
4.1.1 Variasi laju aliran udara panas	37
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Hasil data masa awal dan masa akhir kunyit	38
4.2.2 Hasil kadar air kunyi.....	41
4.3 Hasil pengujian pengeringan kunyit.....	44
4.3.1 Grafik masa kunyi.....	44
BAB V	55

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi dalam kunyit.....	7
Tabel 2.2 Standar mutu beberapa simpliasi kunyit.....	8
Tabel 2.3 Pengaplikasian sistem refrigeras	11
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan.....	28
Tabel 4.1 Laju aliran udara.....	37
Tabel 4.2 Rak 1 pengujian 5 jam.....	38
Tabel 4.3 Rak 2 pengujian 5 jam.....	39
Tabel 4.4 Rak 3 pengujian 5 jam.....	39
Tabel 4.5 Rak 4 pengujian 5 jam.....	40
Tabel 4.6 Rak 5 pengujian 5 jam.....	40
Tabel 4.7 Rak 6 pengujian 5 jam.....	41
Tabel 4.8 Persentase kadar air kunyit yang menguap.....	43
Tabel 4.9 Kadar air kunyit rak 2.....	43
Tabel 4.10 Kadar air kunyit rak 3.....	43
Tabel 4.11 Kadar air kunyit rak 4.....	43
Tabel 4.12 Kadar air kunyit rak 5.....	43
Tabel 4.13 Kadar air kunyit rak 6.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kunyit.....	6
Gambar 2.2 Skema aliran udara mesin pompa kalor.....	12
Gambar 2.3 Siklus kompresi uap.....	13
Gambar 2.4 Diagram Ph.....	13
Gambar 2.5 Kompresor hermetik.....	15
Gambar 2.6 Kondensor berpendingin udara (<i>air-cooled condenser</i>).....	16
Gambar 2.7 Katup Ekspansi.....	17
Gambar 2.8 <i>Finned tube</i> evaporator.....	18
Gambar 2.9 Elemen pemanas atau <i>air heater</i>	19
Gambar 2.10 <i>Fan</i> motor kondensor.....	20
Gambar 2.11 <i>Fan</i> motor evaporator.....	20
Gambar 2.12 <i>Thermostat</i>	21
Gambar 2.13 Hygrostat.....	21
Gambar 2.14 <i>Overload motor protector</i>	21
Gambar 2.15 <i>Start relay</i>	22
Gambar 3.1 Visualisasi 3D alat pengering kunyit.....	23
Gambar 3.2 Visualisasi 3D Tampak Depan dan Tampak Belakang Mesin Pengering Kunyit.....	24
Gambar 3.3 Penempatan komponen-komponen pada mesin sistem dehumidifikasi dan refrige.....	24
Gambar 3.4 Aliran udara dan penempatan alat ukur pada mesin sistem dehumidifikasi dan refrigerasi.....	25
Gambar 3.5 Alur Penelitian.....	27
Gambar 3.6 Sensor Berat <i>Load Cell</i>	30
Gambar 3.7 Arduino Nano.....	31
Gambar 3.8 Modul HX711.....	32

Gambar 3.9 Moisture meter.....	33
Gambar 3.10 Timbangan.....	33
Gambar 3.11 <i>Stopwatch</i>	33
Gambar 4.1 Proses pengeringan kinyit.....	36
Gambar 4.2 Grafik masa kunyit rak 1.....	44
Gambar 4.3 Grafik masa kunyit rak 2.....	45
Gambar 4.4 Grafik masa kunyit rak 3.....	46
Gambar 4.5 Grafik masa kunyit rak 4.....	47
Gambar 4.6 Grafik masa kunyit rak 5.....	48
Gambar 4.7 Grafik masa kunyit rak 6.....	49
Gambar 4.8 Grafik laju aliran udara 0,060m ³ /s.....	50
Gambar 4.9 Grafik laju aliran udara 0,011.....	51
Gambar 4.10 Grafik laju aliran udara 0,212.....	51
Gambar 4.11 Grafik masa keseruruhan.....	52
Gambar 4.12 Grafik kadar air yang menguap.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan dudukan <i>loadcell</i>	61
Lampiran 1 Proses kalibrasi <i>loadcell</i>	61
Lampiran 2 Instalasi panel <i>loadcell</i>	62
Lampiran 2 Proses pengambilan data massa kunyit per rak	62
Lampiran 3 Ruangan kabin mesin pengering <i>heat pump</i>	63
Lampiran 3 Proses pemotongan kunyit segar	62
Lampiran 3 Kunyit yang sudah dipotong	63
Lampiran 4 Proses penaruhan kunyit di rak mesin pengering	64
Lampiran 4 Proses memasukan kunyit kedalam kabin mesin pengering	64
Lampiran 4 Proses pengeringan kunyit	64
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 1	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 2	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 3	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 4	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 5	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 6	65
Lampiran 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan keseluruhan	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengeringan merupakan tahapan penting dalam pengolahan kunyit karena bahan kunyit segar mengandung kadar air tinggi, sekitar 80–82,5%, yang menyebabkan cepat rusak dan membusuk apabila tidak segera diawetkan. Dengan pengeringan, kadar air diturunkan hingga standar (5–8%) sehingga kunyit lebih awet, tidak mudah berjamur, serta kualitas warna dan kandungan kurkuminnya tetap terjaga. Salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan pengeringan adalah laju aliran udara panas. Udara panas berfungsi sebagai media untuk membawa energi panas sekaligus mengangkut uap air yang dilepaskan dari bahan. Semakin tinggi laju aliran udara, semakin besar volume udara kering yang bersirkulasi melewati permukaan kunyit, sehingga gradien kelembaban antara permukaan bahan dan udara meningkat. Hal ini mempercepat proses penguapan air bebas maupun air terikat di dalam jaringan kunyit. Sebaliknya, apabila laju udara rendah, udara cepat jenuh oleh uap air sehingga kemampuan mengeringkan berkurang, menyebabkan proses pengeringan lebih lama dan hasilnya kurang optimal

Berbagai metode pengeringan telah dikembangkan, mulai dari pengeringan tradisional menggunakan sinar matahari langsung hingga metode modern berbasis teknologi. Metode pengeringan konvensional seperti penjemuran sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga kurang efisien dan berisiko terhadap kualitas produk. Sebaliknya, metode modern seperti penggunaan solar tunnel dryer, pengering berbasis listrik, sistem pompa kalor (heat pump), serta sistem refrigerasi memberikan kontrol yang lebih baik terhadap suhu dan kelembapan. Salah satu faktor penting dalam pengeringan menggunakan mesin adalah laju aliran udara panas. Udara panas berperan membawa uap air dari permukaan bahan menuju lingkungan pengering. Semakin optimal laju aliran udara panas, semakin cepat uap air berpindah sehingga proses pengeringan berlangsung lebih efektif

Proses pengeringan kunyit pada dasarnya merupakan mekanisme perpindahan massa dan perpindahan panas yang berlangsung secara simultan. Pada proses ini, air yang berada di dalam jaringan kunyit harus berpindah dari bagian dalam menuju permukaan, kemudian menguap ke udara pengering. Laju perpindahan air tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah laju aliran udara panas di ruang pengering. Udara panas berfungsi sebagai media pembawa uap air. Semakin cepat aliran udara panas melewati permukaan kunyit, semakin cepat pula uap air yang telah terbentuk di permukaan bahan terbawa keluar dari ruang pengering. Hal ini akan menjaga perbedaan kelembaban relatif antara permukaan kunyit dengan udara pengering tetap tinggi. Perbedaan kelembaban inilah yang menjadi “gaya pendorong” utama terjadinya difusi air dari dalam jaringan kunyit ke permukaan. Dengan demikian, laju aliran udara panas yang lebih tinggi cenderung meningkatkan laju pengeringan karena mempercepat proses pelepasan air. Selain itu, aliran udara panas juga mempengaruhi perpindahan panas ke dalam bahan. Saat udara panas bergerak melewati permukaan kunyit, energi panas ditransfer ke bahan sehingga suhu permukaan naik dan mendorong air di bagian dalam rimpang bergerak ke permukaan. Jika laju aliran udara rendah, panas yang ditransfer akan terakumulasi di permukaan bahan dan proses penguapan air berjalan lebih lambat. Sebaliknya, dengan laju aliran udara yang lebih tinggi, distribusi panas lebih merata dan efisiensi penguapan meningkat. Namun, laju aliran udara yang terlalu tinggi juga dapat menimbulkan masalah. Pada kondisi ini, bagian luar kunyit dapat cepat kering sehingga membentuk lapisan keras (case hardening) yang justru menghambat penguapan air dari bagian dalam. Akibatnya, terjadi ketidakseragaman pengeringan antara lapisan luar dan inti bahan. Oleh karena itu, diperlukan laju aliran udara panas yang optimum agar diperoleh proses pengeringan yang efisien tanpa merusak struktur maupun kualitas kunyit.

Permasalahan utama yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan pengaruh variasi laju aliran udara panas terhadap tingkat kekeringan kunyit. Selama ini, belum banyak penelitian yang secara spesifik membandingkan efektivitas laju aliran udara berbeda terhadap perubahan kadar air kunyit dalam sistem pengering modern berbasis pompa kalor. Oleh karena itu,

menentukan laju aliran udara panas yang paling efektif untuk mempercepat proses pengeringan kunyit tanpa menurunkan kualitasnya. Dengan mengetahui pengaruh laju aliran udara panas terhadap tingkat kekeringan kunyit, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan efisiensi proses pengeringan, penghematan energi, serta menghasilkan produk kunyit kering dengan mutu yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa pernyataan yang telah di buat dengan ditemuka pada latar belakang rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh laju aliran udara panas pada proses pengeringan kunyit pada total massa produk?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Sempel kunyit yang digunakan adalah kunyit segar dengan ukuran dan irisan 1-2mm,
2. Proses pengeringan dilakukan menggunakan alat pengering dengan aliran udara panas
3. Penelitian ini hanya mengukur laju aliran udara dan berat pada rak 1, rak 2, rak 3, rak 4, rak 5, rak 6.
4. Total massa kunyit sebelum dikeringkan adalah 2100 gram, yang kemudian dibagi menjadi 6 rak dengan masing-masing berat 350 gram dengan temperatur 46°C- 48 °C. dan waktu pengujian selama 5 jam
5. Penelitian ini membahas pengaruh perubahan laju aliran udara terhadap pengurangan kandungan air produk pada mesin pengeringan kunyit

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini, terdiri atas tujuan umum maupun tujuan khusus sebagai berikut :

1.2.1 Tujuan umum

- a) Mengimplementasikan pengetahuan yang diperoleh selama menjalani

perkuliahan dalam bidang Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

- b) Mengembangkan pemahaman ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan dan menerapkannya dalam penyusunan penelitian skripsi
- c) Memenuhi persyaratan akademik yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan pada program studi Teknologi Rekayasa Utilitas di Politeknik Negeri Bali

1.2.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui pengaruh laju aliran udara panas pada proses pengeringan kunyit pada total masa produk.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pengaruh laju aliran udara panas terhadap kelembaban di ruang pengering kunyit sebagai referensi dan sumber belajar untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan. Dengan terlaksananya penelitian ini secara tidak langsung meningkatkan pemahaman penulis terhadap topik permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

1.3.1 Bagi Penulis

Bagi penulis, dengan dilaksanakannya penelitian ini bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini diperoleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka secara tidak langsung menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

1.3.2 Bagi mahasiswa

Manfaat bagi mahasiswa termasuk sebagai sumber referensi dan alat pembelajaran untuk memperluas pemahaman serta membantu dalam penyusunan penelitian skripsi di masa depan, khususnya terkait dengan studi mengenai topik penelitian.

1.3.3 Bagi Politeknik Negeri Bali

Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai sumber referensi untuk pendidikan di bidang Teknik Mesin di masa depan,

1.3.4 Bagi Masyarakat

Pengaruh perubahan laju aliran udara pada ruang pengering kunyit dapat memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat dan dapat mengoptimalkan penggunaan ruang pengering kunyit untuk mendapatkan hasil pengeringan kunyit yang baik dan meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Hal ini berpotensi menghasilkan produk kunyit dengan kadar air yang lebih rendah dalam jangka waktu yang lebih singkat. Selain itu penerapan laju aliran udara dalam ruang pengering kunyit dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dan ekonomis, mengurangi ketergantungan pada teknologi konvensional yang mungkin lebih mahal atau sulit diakses oleh masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pengaruh laju aliran udara panas pada proses pengeringan dengan heat pump sebagai berikut :

1. Laju aliran udara panas berpengaruh signifikan terhadap proses pengeringan kunyit, di mana semakin tinggi laju aliran udara, semakin cepat proses penguapan air berlangsung sehingga kadar air kunyit menurun lebih optimal. Dengan demikian, laju aliran udara menjadi salah satu faktor penting yang menentukan efektivitas pengeringan.

Masa awal kunyit keseluruhan yaitu 2100 gram dengan menggunakan laju aliran udara $0,060\text{m}^3/\text{s}$ berat total 545,514 gram dan dengan menggunakan laju aliran udara $0,110\text{m}^3/\text{s}$ mendapatkan berat total 466,805gram dan dengan menggunakan laju aliran udara $0,212\text{m}^3/\text{s}$ mendapatkat berat total 437,695gram ,berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan massa akhir kunyit total terendah yaitu dengan pengujian menggunakan laju aliran udara $0,212\text{m}^3/\text{s}$ mendapatkan berat total 437,695gram sedangkan massa akhir kunyit tertinggi yaitu menggunakan $0,060\text{m}^3/\text{s}$ mendapatkan hasil berat total yaitu 545,514 gram. Laju aliran udara $0,212\text{ m}^3/\text{s}$ merupakan kondisi terbaik untuk pengeringan kunyit.

Pada laju alira uadara $0,212\text{m}^3/\text{s}$ ini, proses pengeringan berlangsung lebih efisien dengan kadar air akhir yang lebih rendah dibandingkan pada laju aliran $0,060\text{ m}^3/\text{s}$ maupun $0,110\text{ m}^3/\text{s}$. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara mempercepat penurunan kadar air sehingga hasil pengeringan lebih optimal

5.1 SARAN

Dalam pengujian ini penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penggunaan laju aliran udara $0,212\text{m}^3/\text{s}$ dapat disarankan untuk penggunaan pengeringan dengan mesin *heat pump* karena memberikan hasil yang cukup konsisten dalam mempercepat proses pengeringan.
2. Penggunaan laju aliran udara $0,060\text{m}^3/\text{s}$ dan $0,110\text{m}^3/\text{s}$ tidak disarankan dalam proses pengeringan kunyit dengan mesin *heat pump* dikarenakan laju aliran udara terlalu kecil mengakibatkan proses pengeringan tidak maksimal.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar membesar laju aliran udara agar mendapatkan udara panas yang lebih maksimal.
4. pengeringan dengan mesin *heat pump* karena memberikan hasil yang cukup konsisten dalam mempercepat proses pengeringan.
5. Penggunaan laju aliran udara $0,060\text{m}^3/\text{s}$ dan $0,110\text{m}^3/\text{s}$ tidak disarankan dalam proses pengeringan kunyit dengan mesin *heat pump* dikarenakan laju aliran udara terlalu kecil mengakibatkan proses pengeringan tidak maksimal.
6. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar membesar laju aliran udara agar mendapatkan udara panas yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda And Kusuma Ningrum (2006) *Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave Dan Oven. Undergraduate Thesis, Teknik Kimia Undip.*
- Ahmad Jibril, (2022), *Analisis Efisiensi Kerja Kompresor Pada Mesin Refrigerasi Di Pt. Xyz*
- Anon (2015) *Usaha keperawatan pada gangguan sistem pencernaan*
- Andrayani, W. (2015). *Studi Perancangan Evaporator untuk Pemurnian Larutan. Jurnal Teknik Kimia,*
- Atmaja,(2020). *Pengaruh Temperatur Pemanasan Produk Kunyit Terhadap Kandungan Air. Proyek Akhir. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali*
- Bahtiar (2006) *Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industry Rodhie Saputra Buletin Ipt 1, 8-20,*
- Ben Eriktus, (2016), *Analisa Pemakaian Air Heater Sumber Panas Gas Buang Terhadap Peningkatan Efisiensi Multifuel Boiler*
- Cheppy dan Fatimah. (2007). *Manfaat Kunyit Sebagai Penguat Daya*
- Dicke Joshua (2023): *Lppm Universitas Al Washliyah Medan, Rancang Bangun Switch Control Thermostat Pada Water Heater Kapasitas 10 Liter Dengan Daya 300 Watt*
- Depkes (Departemen Kesehatan). (2008). *Farmakope Herbal Indonesia. Edisi I. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.*
- Dr. Sri Rahayoe, S.Tp., M.P. (2017) *Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian universitas Gadjah Mada, Teknik pengeringan. Tp*
- Ely P. Sitohang (2018) *Teknik Elektro Dan Komputer Vol: 2301-8402 Rancang Bangun Catu Daya Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535*
- Firza Ramadini (2018) *Coding, Sistem Komputer Untan Issn Prototype Alat Pengontrol Dan Pengereng Benih Kedelai Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Website*
- Firman dan Anshar (2019). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Garis Putih Pratama. Politeknik Negeri Ujung Pandang.*

- Farmakope (2017) *Standar Mutu Simplisia Rimpang Kunyit (Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, 2017)*
- Ferila (2017) *Pemanfaatan kandungan kunyit (curcuma domestica) sebagai obat dalam perstrktif islam*
- Humaniora (2011), *Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin Titi Indahyani*
- Hanafi, (2006). *Mencari & Memperbaiki Kerusakan Lemari Es. Edisi 6. PT Kawan Pustaka. Jakarta-Indonesia*
- Handoko (2007). *Merawat & Memperbaiki AC. Edisi 1. PT Kawan Pustaka. Jakarta-Indonesia.*
- Jumadi (2022) *Sains Dan Teknologi Pengaruh Penggunaan Katup Ekspansi Jenis Kapiler Dan Termostatik Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Hibrida Menggunakan Refrigeran R 22*
- Johan Wyanautra, (2018) *Sistem Akuntansi Penggajian Pada Cv.Bakung Abadi Express Pekanbaru Ilmu Komputer Dan Bisnis*
- Kusbiantoro D.(2018) *Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat.*
- Liu,e.a.(2006).pengertian. [https:// www . researchgate . net / publication / 285583233_iu_et_al_2006_GRL_LakeQinghai_Late_Holocene_records](https://www.researchgate.net/publication/285583233_iu_et_al_2006_GRL_LakeQinghai_Late_Holocene_records). Diakses pada tanggal 21 Agustus 2024.
- M Luthfi Firdaus Artikel Ilmiah, 2012 *Studi Perbandingan Berbagai Adsorben Sintetis Dan Alami Untuk Mengikat Logam Berat Ilmiah,*
- Muhamad Ali (2023) *Kahfi Nasution Prototype Sistem Penimbangan Otomatis Pada Model Kernel Bulk Berbasis Arduino Uno*
- Narjisul Ummah (2016) *Penentuan Konstanta Laju Pengeringan Bawang Merah (Allium Ascalonicum L.) Iris Menggunakan Tunnel Dehydrator.*
- Rahmawati, Munggali, Iemaaniah (2023) *Pendampingan Penanaman Tanaman Kunyit (Curcuma Domestica Val) Menggunakan Polybag Di Desa Sukadana Lombok Tengah*
- Rachmat Aulia (2021) *Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan Fan Dan Dht11 Berbasis Arduino*

- Rokindo Jaya Mandiri.(2020). *Perbedaan jenis compressor dan fungsinya pada sistem pendingin*.<https://www.rokindojayamandiri.com/blog post/perbedaanjenis -compressor-dan-fungsinya-pada-sistem-pendingin/>. Diakses tanggal 12 Februari 2024.
- Suprajogi (2017) *Pengaruh Penambahan Sari Kunyit (Curcuma domestica Val.) terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Instan*
- Sanjaya (2018) "*Aplikasi Alat Penetas Telur Kontrol Suhu Dan Kelembaban Di Desa*".
- Sefilra Andalucia (2023) *Operasi Dan Troubleshooting Gas Compressor Di Stasiun Kompresor Gas (Skg) Lembak Pt Pertamina Hulu Rokan Region 1*
- Sanjaya (2018) "*Aplikasi Alat Penetas Telur Kontrol Suhu Dan Kelembaban Di Desa*".
- Suamir dan Sumantra, (2016). *Materi Pelatihan HVAC*.
- Suprihatin et. al., (2020) *Senyawa pada Serbuk Rimpang Kunyit (Curcuma domestica val) yang Berpotensi sebagai Antioksidan*
- Utami Dewi (2013) *Pengaruh Kecepatan Dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan Pada Sistem Ventilasi Alamiah* .
- Widodo dan Hassan (2008) *Pengaruh variasi beban pendingin terhadap unjuk kerja domestik refrigerator dengan separation condense*
- Winarto, 2004. *Khasiat dan Manfaat Kunyit*. Jakarta: Argo Media Pustaka.
- Winarno, F.G. (1992). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta. PT. Gramedia. Pustaka Utama. Jakarta
- Yusuf Bahtiar. (2015). *Mengenal komponen utama sistem*.
<https://panduanrefrigerasi.blogspot.com/2015/01/mengenal-komponen-utama sistem.html>. Diakses tanggal 31 Januari 2024.
- Zuli Arifiyanto,(2014) *Penggunaan Media Stop Watch Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar*
penggunaan Stopwatch Untuk Meningkatkan Hasil Matematika Pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar.

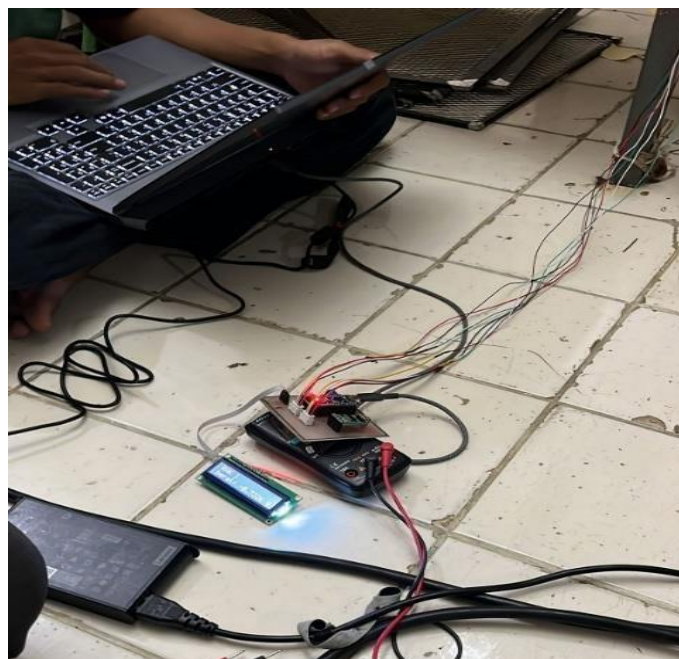
Zakaria, 2017. *Pemodelan Pengeringan Kunyit (Curcuma Domestica Val.) Berbasis Machine Vision Dengan Menggunakan Artificial Neural Network. Jurnal Teknologi Pertanian.*

LAMPIRAN

Lampiran 1: Pembuatanudukan *loadcell*



Lampiran 1: Proses kalibrasi *loadcell*



Lampiran 2: Instalasi panel *loadcell*



Lampiran 2: Proses pengambilan data massa kunyit per ra



Lampiran 3: Proses pemotongan kunyit segar



Lampiran 3: Kunyit yang sudah dipotong



Lampiran 3: Proses penaruhan kunyit di rak mesin pengering



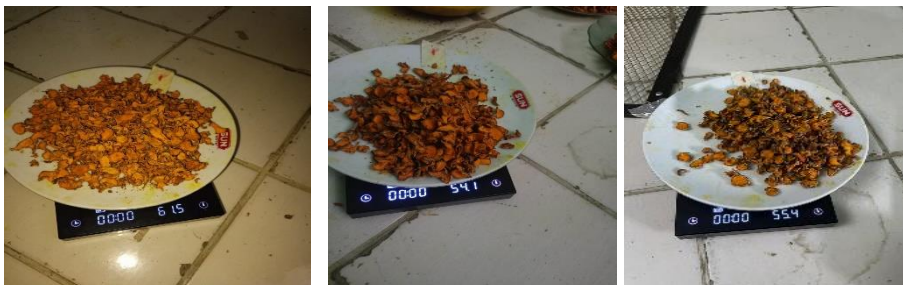
Lampiran 4: Proses memasukan kunyit kedalam kabin mesin pengering



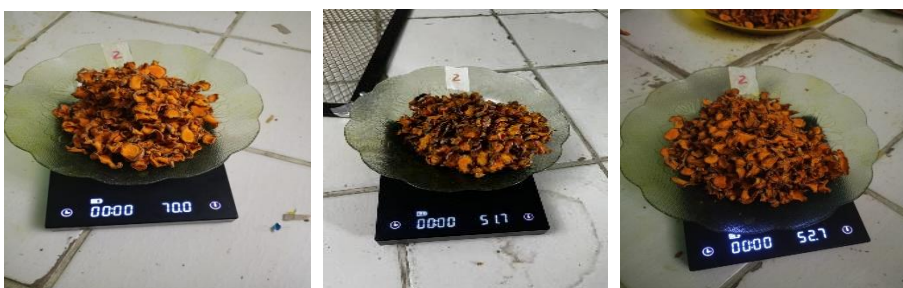
Lampiran 4: Proses pengeringan kunyit



Lampiran. 5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 1



Lampiran.5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 2



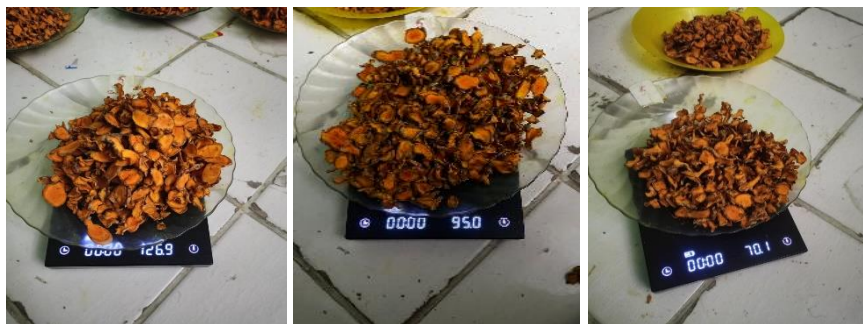
Lampiran.5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 3



Lampiran.5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 4



Lampiran.5 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 5



Lampiran.6 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan rak 6



Lampiran.6 hasil dari kunyit yang telah dikeringkan keseluruhan



Hasil Data masa awal dan masa akhir kunyit

Tabel rak 1 pengujian 5 jam

RAK 1			
RAK 1	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s
0	350,000	350,000	350,000
5	350,754	350,626	355,106
10	350,310	350,918	350,689
15	350,059	349,583	350,656
20	350,842	348,269	350,631
25	350,722	345,663	349,923
30	350,744	340,072	348,509
35	350,815	338,818	347,830
40	350,667	335,422	340,163
45	345,152	330,208	340,329
50	340,566	330,464	336,832
55	335,158	323,189	330,003
60	322,800	324,735	324,053
65	311,847	313,064	320,222
70	300,377	297,058	310,588
75	290,484	306,226	300,710
80	281,157	282,796	290,224
85	275,875	286,533	285,416
90	275,168	278,226	280,995
95	257,886	271,516	275,187
100	243,010	275,314	270,800
105	250,605	260,513	265,806
110	235,422	256,513	260,999
115	231,737	254,775	254,815
120	228,219	251,455	250,361
125	222,658	244,307	244,639
130	215,973	244,165	230,890
135	209,170	239,975	227,748
140	198,417	227,361	220,669
145	191,723	219,872	210,469
150	188,941	210,064	200,659
155	180,650	198,414	190,035

160	176,919	188,193	185,826
165	170,145	180,477	180,961
170	166,043	174,131	170,493
175	160,192	168,107	160,364
180	156,965	159,645	150,957
185	150,755	150,272	148,979
190	145,806	140,999	141,156
195	139,215	130,788	137,143
200	133,742	128,919	130,567
205	129,627	120,033	125,370
210	124,620	113,949	120,550
215	118,607	109,912	110,933
220	110,186	100,042	115,456
225	102,142	90,187	110,178
230	99,551	86,073	105,582
235	94,880	80,102	100,267
240	90,768	76,837	90,244
245	85,612	75,484	90,464
250	79,793	73,986	80,230
255	75,365	70,756	70,133
260	72,474	69,394	60,612
265	70,541	67,021	59,191
270	69,023	65,631	55,026
275	68,354	63,513	55,397
280	66,525	62,681	55,633
285	65,753	60,611	54,843
290	65,581	58,442	52,715
295	62,973	57,165	51,397
300	61,543	56,456	50,079

Tabel rak 2 pengujian 5 jam

Waktu	RAK 2		
	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s
0	350,000	350,000	350,000
5	321,539	340,003	340,049
10	310,635	325,641	330,378
15	300,761	310,595	320,041

20	291,872	300,613	310,836
25	282,449	300,113	300,662
30	271,562	300,124	290,684
35	266,675	295,259	280,280
40	250,788	290,877	275,876
45	246,901	282,221	270,472
50	243,014	277,211	266,068
55	239,127	270,816	259,664
60	235,240	267,145	248,260
65	231,353	260,914	245,856
70	227,466	255,426	240,452
75	223,579	252,833	240,048
80	219,692	247,611	240,644
85	215,805	239,721	238,240
90	211,918	230,637	235,836
95	208,031	225,101	230,432
100	204,144	220,647	225,028
105	200,257	215,517	220,624
110	196,370	210,317	217,220
115	192,483	205,773	211,816
120	188,596	201,102	200,412
125	184,709	190,602	190,008
130	180,822	180,233	187,604
135	176,935	179,574	180,200
140	173,048	170,766	173,796
145	169,161	164,393	169,376
150	165,274	155,216	160,569
155	161,387	148,543	153,762
160	157,500	140,817	147,955
165	153,613	145,264	140,148
170	149,726	138,178	135,341
175	145,839	130,534	125,534
180	141,952	120,423	120,727
185	138,065	110,312	115,920
190	134,178	100,201	111,113
195	130,291	95,009	106,306
200	126,404	90,979	101,499
205	122,517	88,868	96,692

210	118,630	85,757	91,885
215	114,743	82,646	87,078
220	110,856	80,535	82,271
225	106,969	75,424	77,464
230	103,082	72,313	76,657
235	99,195	69,202	75,850
240	95,308	66,091	74,043
245	91,421	63,457	73,236
250	91,534	61,578	72,429
255	90,647	59,334	70,622
260	89,760	57,157	68,815
265	88,873	56,124	62,008
270	85,986	55,234	60,201
275	81,099	54,234	58,394
280	79,212	53,334	57,587
285	76,325	51,789	55,780
290	74,438	51,147	53,973
295	71,551	51,134	50,166
300	70,900	51,123	55,359

Tabel 4.4 rak 3 pengujian 5 jam

Waktu	RAK 3		
	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s
0	350,000	350,000	350,000
5	322,214	342,465	350,161
10	311,810	331,087	345,188
15	306,556	320,597	340,356
20	303,088	310,462	330,225
25	296,036	300,534	320,773
30	292,729	290,248	310,348
35	289,344	283,195	309,272
40	283,218	273,166	300,672
45	278,185	262,503	291,020
50	272,297	266,102	290,802
55	262,503	250,643	280,611

60	256,955	240,079	271,486
65	252,092	230,151	267,894
70	246,478	220,546	262,033
75	241,455	210,883	258,892
80	234,431	200,648	255,399
85	230,171	200,901	250,643
90	225,489	195,644	245,603
95	218,968	190,572	240,291
100	209,668	188,379	232,502
105	208,339	179,209	228,802
110	200,677	176,727	220,333
115	196,000	171,135	210,924
120	191,963	168,791	200,696
125	186,143	164,475	200,125
130	181,970	158,268	190,129
135	172,695	156,912	185,469
140	169,966	148,662	180,455
145	165,655	146,835	175,875
150	160,438	140,367	170,650
155	153,523	135,641	160,022
160	150,469	133,644	157,871
165	144,389	127,893	150,266
170	139,409	118,491	140,621
175	134,452	120,074	130,461
180	130,843	123,847	125,569
185	124,826	122,581	120,053
190	121,364	116,558	115,424
195	116,672	114,961	110,147
200	111,339	108,681	100,098
205	107,721	102,888	92,469
210	104,464	103,604	87,826
215	99,274	98,734	83,935
220	95,522	96,067	81,829
225	93,815	94,371	80,659
230	89,683	90,948	80,577
235	88,823	88,324	80,869
240	87,636	82,896	80,613
245	87,084	83,412	80,521

250	87,120	83,549	80,060
255	86,748	82,449	79,995
260	86,864	82,586	78,078
265	86,980	82,038	79,913
270	86,162	81,167	79,082
275	85,336	81,677	78,004
280	85,300	81,185	78,452
285	85,552	80,416	78,376
290	84,774	80,142	77,146
295	83,523	80,435	73,065
300	83,987	80,558	71,931

Tabel 4.5 rak 4 pengujian 5 jam

Waktu	RAK 4		
	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s
0	350,000	350,000	350,000
5	348,106	340,310	349,124
10	355,143	332,747	342,978
15	361,323	321,746	341,742
20	364,715	322,761	340,440
25	360,652	323,287	340,385
30	359,239	322,118	340,263
35	362,546	320,978	339,474
40	356,330	315,697	338,760
45	356,979	309,611	337,160
50	347,508	309,464	335,891
55	347,998	300,676	324,814
60	339,205	295,015	321,585
65	336,130	287,663	309,668
70	330,715	278,133	311,068
75	330,032	266,796	301,473
80	316,612	260,719	286,512
85	315,858	256,259	288,350
90	314,419	255,091	282,561
95	303,667	255,389	280,993
100	294,543	255,417	267,908

105	298,196	242,382	264,592
110	287,748	243,517	253,820
115	286,778	235,601	257,772
120	282,350	236,015	250,205
125	275,994	231,039	237,846
130	275,570	224,619	236,954
135	263,268	225,369	230,232
140	260,113	215,263	233,011
145	258,721	217,103	223,710
150	256,098	206,236	218,615
155	245,820	203,018	214,473
160	243,897	201,624	208,701
165	240,571	192,832	207,363
170	230,366	181,114	197,361
175	229,067	176,517	192,601
180	227,681	172,408	186,510
185	216,473	175,964	189,535
190	216,168	173,135	183,604
195	208,593	174,292	172,903
200	201,375	166,464	174,193
205	200,505	159,168	168,301
210	196,618	163,857	165,955
215	186,216	156,922	159,009
220	185,197	154,548	150,324
225	180,425	155,486	142,054
230	170,002	144,631	139,949
235	162,450	146,248	131,027
240	150,609	139,569	125,929
245	145,800	144,481	121,638
250	138,851	134,473	119,085
255	130,389	137,599	110,146
260	125,115	133,803	100,791
265	120,841	128,594	95,821
270	115,976	120,051	90,544
275	110,447	110,554	87,171
280	105,934	100,527	78,359
285	100,296	95,199	69,008
290	98,433	90,871	60,846

295	96,105	85,543	55,104
300	95,370	80,215	52,347

Tabel 4.6 rak 5 pengujian 5 jam

Waktu	RAK 5		
	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s
0	350,000	350,000	350,000
5	330,641	342,656	345,012
10	320,493	335,947	340,907
15	300,629	320,657	335,462
20	299,848	300,133	330,001
25	293,451	285,351	325,288
30	290,454	277,434	320,887
35	285,478	269,514	310,407
40	280,115	251,439	300,851
45	267,281	240,814	290,816
50	259,354	231,903	285,567
55	256,240	225,156	280,296
60	251,471	221,768	275,412
65	244,151	218,588	270,435
70	241,376	211,616	265,217
75	238,632	209,714	260,099
80	233,387	204,055	255,077
85	230,951	200,641	250,113
90	230,149	197,607	245,794
95	224,519	191,644	239,892
100	217,860	190,065	225,149
105	219,672	183,215	220,562
110	214,232	180,526	215,053
115	211,690	177,929	210,503
120	207,192	173,216	205,026
125	202,302	171,042	200,529
130	201,836	165,302	195,327
135	195,070	165,157	190,711
140	193,864	157,983	185,644
145	190,944	154,472	180,466
150	189,512	149,846	175,613

155	184,024	143,842	174,292
160	181,450	144,132	172,436
165	178,524	140,875	165,943
170	172,585	135,744	160,182
175	170,615	130,025	153,180
180	170,436	126,274	145,256
185	163,875	123,017	150,456
190	159,062	120,432	150,992
195	155,826	117,674	148,917
200	150,283	115,912	146,713
205	148,439	108,211	144,919
210	147,333	101,297	140,533
215	137,745	103,591	135,703
220	136,197	103,351	135,181
225	136,849	102,875	133,893
230	131,363	102,158	130,171
235	130,594	101,161	120,873
240	129,379	101,426	115,134
245	129,499	100,195	108,776
250	128,461	100,117	100,909
255	128,393	100,186	97,759
260	127,982	99,304	90,586
265	127,571	99,887	86,140
270	126,027	99,657	84,667
275	126,691	98,387	81,051
280	126,297	98,592	79,227
285	126,336	97,957	77,815
290	125,715	97,257	75,971
295	125,976	97,412	73,893
300	125,121	97,281	75,093

Tabel rak 6 pengujian 5 jam

Waktu	RAK 6		
	Laju aliran udara 0,060m/s	Laju aliran udara 0,110m/s	Laju aliran udara 0,212m/s

0	350,000	350,000	350,000
5	336,467	345,104	350,967
10	339,464	343,795	345,871
15	338,015	340,381	340,753
20	334,923	338,863	340,496
25	326,560	335,976	335,985
30	326,462	330,142	330,142
35	323,665	320,262	320,665
40	319,311	310,369	310,969
45	313,962	300,244	300,062
50	306,906	290,607	299,693
55	306,067	285,283	299,817
60	301,556	270,163	298,829
65	298,843	270,141	290,665
70	295,111	270,232	283,238
75	293,055	268,275	279,005
80	287,908	266,712	271,540
85	286,402	260,970	270,533
90	285,159	255,970	260,063
95	277,928	250,965	250,794
100	270,608	245,937	247,992
105	265,204	240,022	237,901
110	260,248	235,121	220,408
115	255,916	230,562	213,569
120	250,457	225,136	216,071
125	245,026	220,905	208,231
130	240,377	214,389	200,898
135	235,300	210,507	190,859
140	230,026	201,549	180,866
145	230,791	197,952	170,035
150	230,391	192,749	166,863
155	225,748	183,397	150,609
160	220,938	177,715	152,796
165	215,828	171,605	150,693
170	210,704	170,495	147,885
175	200,116	169,766	145,137
180	195,112	168,447	144,944
185	190,421	168,786	140,920

190	185,285	166,875	135,025
195	180,598	165,135	130,027
200	175,290	163,675	125,475
205	170,600	162,117	120,215
210	165,826	160,787	118,843
215	160,941	157,782	115,437
220	155,999	155,832	110,922
225	150,974	153,157	108,288
230	145,085	150,787	106,152
235	140,457	147,554	103,722
240	140,192	146,844	100,866
245	140,613	145,817	100,112
250	135,956	143,986	100,574
255	135,345	141,613	99,761
260	130,616	139,906	99,731
265	130,887	136,012	99,105
270	130,398	134,747	99,941
275	125,439	130,172	98,484
280	120,151	125,206	98,651
285	118,912	120,331	98,769
290	116,563	115,004	98,986
295	114,743	113,978	98,848
300	113,890	112,835	105,731