

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGERING KUNYIT
(*CURCUMA LONGA*) DENGAN MENGGUNAKAN
KOLEKTOR SURYA**

SKRIPSI



DIO ANGGI VALENTINO

NIM. M1A118008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGERING KUNYIT
(*CURCUMA LONGA*) DENGAN MENGGUNAKAN
KOLEKTOR SURYA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian
dalam rangka penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik
Elektro



DIO ANGGI VALENTINO

NIM. M1A118008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

SURAT PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan ini adalah asli. Jika tidak asli saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi,

Yang menyatakan



Anggi Valentino

MIA118008

PENGESAHAN

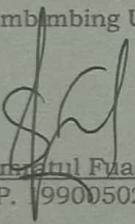
Skripsi dengan judul **"RANCANG BANGUN SISTEM PERNGERING KUNYIT (CURCUMA LONGA) DENGAN MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA"** yang disusun oleh **DIO ANGGI VALENTINO, NIM: M1A118008** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 13 Februari 2023 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji:

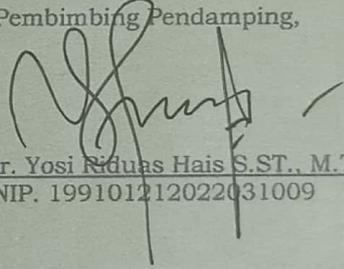
Ketua : Samratul Fuady, S.T., M.T.
Sekertaris : Ir. Yosi Riduas Hais, S.ST., M.T.
Anggota : 1. Nehru, S.Si., M.T.
2. Dasrinal Tessel, S.T., M.T.
3. Ir. Abdul Manab, S.T., M.T.

Disetujui :

Pembimbing Utama,

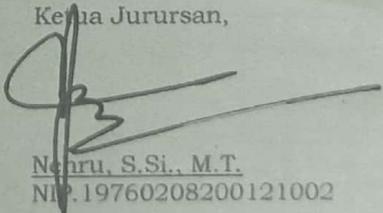

Samratul Fuady, S.T., M.T.
NIP. 199005022019031013

Pembimbing Pendamping,


Ir. Yosi Riduas Hais S.ST., M.T.
NIP. 199101212022031009

Diketahui :

Ketua Jurusan,


Nehru, S.Si., M.T.
NIP. 19760208200121002



RINGKASAN

Kunyit merupakan tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat, yaitu sebagai tumbuhan obat, bahan campur bumbu masakan, zat pewarna, pengawet alami, bahan dasar pembuatan jamu, bahan baku industri makanan serta minuman dan kosmetik. Pada proses pengolahan kunyit dilakukan proses pengeringan, pengeringan yang dilakukan masih menggunakan cara tradisional, yaitu menggunakan bantuan tenaga matahari menjadi sumber panas pengeringan. Oleh karena itu diperlukan alat pengering kunyit, sebab bila masih memakai cara tradisional akan terdapat banyak kendala dalam penjemuran.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengering kunyit dengan menggunakan kolektor surya dan menguji alat pengeringan kunyit dengan menggunakan kolektor surya. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan penelitian berurutan atau *sequential* model. Hasil dari penelitian ini nilai pembacaan sensor DS18B20 mampu mengukur suhu dengan nilai eror sebesar 0,14% dan dua sensor DHT 11 mampu mengukur suhu dengan nilai eror sebesar 3,2% dan 2,25% untuk mengukur kelembaban dengan nilai eror sebesar 1,54% dan 5,88%. Pengujian pengeringan kolektor surya dengan berat kunyit 1 kg selama 8 jam perhari dilakukan selama 3 hari yang menghasilkan penurunan kadar air pada hari pertama sebesar 38,8%, hari kedua sebesar 44,9% dan hari ketiga sebesar 48,6% dengan berat akhir 0,167 kg.

Kata Kunci : kunyit; Kolektor Surya; Pengeringan

SUMMARY

Turmeric is a plant that has many benefits, namely as a medicinal plant, ingredients for cooking spices, coloring agents, natural preservatives, basic ingredients for making herbal medicine, raw materials for the food and beverage industry and cosmetics. In the turmeric processing process, the drying process is carried out, the drying is still carried out using the traditional method, namely using the help of solar energy as a source of drying heat. Therefore a turmeric dryer is needed, because if you still use the traditional method there will be many obstacles in drying.

This study aims to design a turmeric drying system using a solar collector and test the turmeric drying device using a solar collector. The research method used in this research is sequential research or sequential model. The results of this research are that the DS18B20 sensor reading value is able to measure temperature with an error value of 0.14% and two DHT 11 sensors are able to measure temperature with an error value of 3.2% and 2.25% to measure humidity with an error value of 1.54 % and 5.88%. The solar collector drying test with 1 kg of turmeric for 8 hours per day was carried out for 3 days which resulted in a decrease in water content on the first day of 38.8%, the second day of 44.9% and the third day of 48.6% with a final weight of 0.167 kg.

Keywords : turmeric; Solar Collector; Drying

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Ibru pada tanggal 27 Februari 2000. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Suratman dan Ibu Fatimah. Penulis menyelesaikan masa pendidikan dasar di SDN 32/IX Suka Damai pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Muaro Jambi dan lulus pada tahun 2015, dan penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Muaro Jambi dan lulus pada tahun 2018, di tahun yang sama penulis masuk sebagai Mahasiswa Universitas Jambi di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro yang sekarang telah bergabung dengan Fakultas Sains dan Teknologi, Melalui Jalur SBMPTN. Selama menempuh pendidikan penulis mengikuti berbagai kegiatan akademik dan kegiatan non akademik. Penulis juga mengikuti organisasi dilingkungan kampus diantaranya Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro.

PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengering Kunyit (*Curcuma Longa*) Dengan Menggunakan Kolektor Surya” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi serta memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi.

Penulis sangat menyadari bahwa tanpa bimbingan, arahan, bantuan dan do’a dari berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat serta hidayanya sehingga skripsi ini bisa selesai di waktu yang tepat.
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc.,D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi
3. Bapak Nehru, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dan sebagai dosen penguji 1 sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
4. Bapak Ir. Abdul Manab, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro dan dosen penguji 2 sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
5. Bapak Samratul Fuady, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan masukan dan saran.
6. Bapak Ir. Yosi Riduas Hais, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan masukan dan saran.
7. Bapak Dasrinal Tessel, S.T., M.T. selaku dosen penguji 3 sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
8. Bapak dan Ibu dosen yang pernah mengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi.
9. Kedua orang tua saya Bapak Suratman dan Ibu Fatimah serta saudara dan keluarga atas do’a, semangat serta dukungannya.
10. Perempuan pemilik NIM PO7139020006 yang telah kebersamai dan menjadi support bagi penulis pada hari-hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan tugas akhir.
11. Rekan – rekan seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2018 yang turut membantu dan dukungan.

12. Serta untuk semua pihak yang terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat dijadikan referensi untuk penulisan berikutnya.

Jambi

Penulis

Dio Anggi Valentino

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
RIWAYAT HIDUP	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
2.1 Penelitian Terkait	4
2.2 Kunyit	6
2.3 Manfaat Kunyit.....	6
2.4 Jenis-Jenis Kunyit.....	7
2.5 Proses Pengolahan Kunyit	8
2.6 Metode Pengeringan Kunyit	9
2.7 Kolektor Surya	10
2.8 Sistem Kontrol.....	10
2.9 NodeMCU ESP8266	11
2.10 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	12
2.11 Relay.....	12
2.12 Kipas DC.....	13
2.13 Sensor	13
2.14 Arduino IDE.....	15
2.15 <i>ThingSpeak</i>	15
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Alat	17
3.3 Bahan	17
3.4 Desain Sistem	18

3.5	Prinsip Kerja Alat	23
3.6	Pengujian Dan Evaluasi.....	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Implementasi	25
4.2	Pengujian Komponen.....	31
4.3	Pengujian Monitoring Suhu dan Kelembaban	37
4.4	Pengujian Keseluruhan.....	37
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
	DAFTAR PUSTAKA	48
	LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dan <i>Hygrometer</i>	32
2. Hasil pengujian suhu sensor DHT 11 A dan <i>Hygrometer</i>	33
3. Hasil perbandingan pengukuran nilai kelembaban menggunakan sensor DHT11 A dan <i>Hygrometer</i>	34
4. Data Hasil Pengukuran sensor suhu DHT 11 B dan <i>Hygrometer</i>	35
5. Hasil perbandingan pengukuran nilai kelembaban sensor DHT 11 B dan <i>Hygrometer</i>	36
6. Pengujian Pengeringan Kolektor Surya	41
7. Perbandingan Pengujian pengeringan dengan kolektor surya dan pengeringan tradisional.....	43
8. Perbandingan Pengeringan dengan Metode Pergantian Rak	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kunyit	6
2. Kunyit Hitam.....	8
3. Diagram Kontrol.....	11
4. Diagram <i>FeedBack</i>	11
5. NodeMCU ESP2866.....	12
6. <i>Liquid Crystal Display</i> atau LCD	12
7. Relay	13
8. Kipas DC.....	13
9. Sensor DHT 11	14
10. Sensor Suhu DS18B20.....	15
11. Diagram Alur Penelitian	16
12. Diagram Blok Sistem.....	18
13. a). Tampak Samping dan b). Depan Alat Pengering.....	20
14. Perancangan rangkaian skematik.....	21
15. Diagram Alur Perancangan Algoritma Sistem.....	22
16. Skema Ruang Pengering.....	23
17. Rancangan 3 dimensi	25
18. Hasil Rancangan	26
19. Tampilan Letak Komponen Dalam <i>Box</i>	27
20. Program Sensor Suhu DS18B20	28
21. Program Sensor DHT 11	29
22. Program LCD.....	30
23. Program Relay	30
24. Program <i>ThingSpeak</i>	31
25. Grafik Hasil perbandingan pengujian suhu menggunakan sensor DS18B20 dan <i>Hygrometer</i>	32
26. Grafik Hasil perbandingan pengujian suhu menggunakan sensor DHT11 A dan <i>Hygrometer</i>	33
27. Grafik Hasil Perbandingan hasil pengujian Sensor Kelembaban DHT 11 A dan <i>Hygrometer</i>	34
28. Grafik hasil perbandingan suhu sensor DHT 11 dan <i>Hygrometer</i>	35
29. Grafik Hasil Perbandingan Nilai Kelembaban Sosnsor DHT 11 dan <i>Hygrometer</i>	36
30. Grafik hasil pengujian monitoring suhu dan kelembaban alat pengering ...	37
31. Grafik Perubahan Nilai Suhu Hari Pertama	38
32. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari Petama	38
33. Grafik Perubahan Nilai Suhu Hari Kedua	39
34. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari kedua	39
35. Grafik Perubahan Suhu Hari Ketiga	40
36. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari ketiga	41
37. Grafik Perubahan Berat Kunyit dengan Pengering Kolektor Surya	42
38. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Metode Pergantian Rak.....	44
39. Grafik Perubahan Nilai Suhu Metode Pergantian Rak	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kunyit adalah tumbuhan yang berasal dari keluarga jahe menggunakan nama latin *Curcuma longa* atau *Curcuma domestica* Val. Kunyit tersebar pada semua wilayah tropis. Kunyit adalah tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat, yaitu dimanfaatkan menjadi tumbuhan obat, bahan campur bumbu masakan, zat pewarna, pengawet alami, bahan dasar pembuatan jamu, bahan baku industri makanan serta minuman dan kosmetik. Warna kuning pada kunyit berasal dari senyawa Kurkuminoid. Dalam kunyit terkandung minyak atsiri 6%, kurkuminoid sebesar 5%, protein, fosfor, kalium, zat besi dan Vitamin C (Zakaria, 2017).

Produksi kunyit di Indonesia lebih banyak pada Pulau Jawa dan Sumatera, di Provinsi Jambi sendiri produksi kunyit pada tahun 2021 sebanyak 640,39 Ton, produksi ini lebih banyak dari 2 tahun belakang yang masing-masing memproduksi sebanyak 499,28 Ton pada tahun 2020 dan 421,17 Ton pada tahun 2019 (Badan Pusat Statistik, 2022). Salah satu tempat di Provinsi Jambi yang mempunyai industri produksi kunyit yaitu di Desa Ibru yang terletak di Kabupaten Muaro Jambi disana kunyit diolah menjadi kunyit bubuk dan olahan lain yang berbahan dasar kunyit.

Petani kunyit sekarang mulai mengolah kunyit menjadi berbagai bahan olahan seperti kunyit bubuk, air kunyit, keripik kunyit dan lain-lain. Pada semua proses pengolahan tersebut dilakukan proses pengeringan, pengeringan yang dilakukan petani masih menggunakan cara tradisional, yaitu menggunakan panas dari matahari menjadi sumber panas pengeringan, masih banyak kelemahan sebab panas tenaga matahari tidak terus menerus ada sepanjang hari, bila mendung atau hujan petani mengumpulkan kembali kunyit yang telah dijemur tak jarang kunyit yang dikumpulkan kembali muncul jamur karena kadar air pada kunyit masih relatif tinggi (Basuki, 2018).

Oleh karena itu diperlukan alat pengering kunyit, sebab bila masih memakai cara tradisional akan terdapat banyak kendala dalam penjemuran. Hal ini dikarenakan proses penjemuran menggunakan matahari yang memakan waktu 3 sampai 4 hari, tentu membuat sebagian kunyit menjadi berjamur. Perbedaan kunyit yang dikeringkan menggunakan cara tradisional serta dengan memakai pengering yaitu kebersihan kunyit lebih terjaga, sebab proses

pengeringan di dalam ruang pengering lebih terjaga dari debu dan kotoran-kotoran lainnya dan hal ini mencegah kunyit agar tidak mudah membusuk dan berjamur.

Alat pengering kunyit ini dibuat untuk bisa membantu ibu-ibu kelompok tani yang ada di desa Ibru, untuk membantu pada saat proses pengeringan kunyit yang akan diolah karena pengeringan yang dilakukan masih menggunakan cara tradisional menjadi kunyit bubuk, tepung kunyit, keripik kunyit dan lain-lain, dan juga untuk meningkatkan kualitas produk olahan tersebut. Salah satu kunyit yang diolah adalah kunyit kuning karena kunyit kuning yang banyak ditanam oleh petani.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengimplementasikan sistem pada pengeringan untuk kunyit dengan kolektor surya. Penelitian ini meliputi desain hardware yang mencakup rangkaian sistem kendali berbasis mikrokontroler NodeMCU, pembacaan sensor, penampilan LCD serta desain software memakai pemrograman bahasa C. oleh sebab itu penulis tertarik melakukan penelitian perihal “Rancang bangun sistem pengering kunyit dengan menggunakan Kolektor surya”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di sampaikan maka diketahui rumusan masalah yang akan dibahas adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem untuk pengeringan kunyit dengan menggunakan kolektor surya?
2. Bagaimana hasil pengujian alat pengeringan kunyit dengan menggunakan kolektor surya?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, diperlukan batasan masalah agar tercapainya tujuan utama penelitian. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

1. Rancang bangun alat hanya sebatas sistem pengering dengan menggunakan kolektor surya, dan ruang pengering.
2. Pengujian alat pengering dengan menggunakan kolektor surya.
3. Jenis kunyit yang digunakan untuk penelitian ini hanya kunyit kuning.
4. Monitoring suhu pengering dengan berbasis *website ThingSpeak*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang sistem untuk pengering kunyit dengan menggunakan kolektor surya.
2. Menguji alat pengeringan kunyit dengan menggunakan kolektor surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Untuk membantu petani dalam proses pengeringan kunyit.
2. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut pada alat pengering kunyit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Pada penelitian ini penulis berlandaskan pada penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian yang diambil oleh penulis sebagai referensi. Dengan mengacu pada penelitian terdahulu penulis dapat melakukan perbandingan antara penelitian yang telah dilakukan penulis dengan penelitian sebelumnya. Berikut ini merupakan penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini sebagai berikut:

Judul Penelitian	Penelitian Terdahulu	Hasil Penelitian
Rancang bangun prototype kolektor surya tipe plat datar untuk penghasil panas pada pengering produk pertanian dan perkebunan	(Fadly Rian Arikundo et al., 2014)	Ruang pengering berukuran 0,5 m x 0,5 m x 0,7 m dibangun dengan menggunakan pelat pengumpul berukuran 2 m x 0,5 m sebagai sumber panas, panas matahari sebagai sumber energi, dan ubi jalar sebagai sampel. Berdasarkan perhitungan, panas radiasi rata-rata yang dapat diserap kolektor adalah 372,21 watt. Kehilangan panas rata-rata pada kolektor adalah 161,32 watt. Efisiensi teoritis rata-rata panel surya adalah 40,13%.
Rancang Bangun dan Ujicoba Pengering Surya Tipe Kolektor Tabung Vakum (Evacuated Tube Collector)	(Sari Farah Dina et al., 2018)	Dari desain dan percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rasio luas permukaan kolektor terhadap volume ruang pengering adalah 5,9 dan lebih besar dari 3, sehingga struktur ini menghasilkan efek perpindahan panas yang lebih baik. Hasil pembangunan solar dryer yang dilengkapi dengan <i>vacuumed tube collector</i> dengan sistem <i>forced convection</i> dengan kecepatan udara 2 sampai 6

<p>Pengeringan Asam Gelugur Secara Hibryd Dengan Kolektor Surya dan Potovoltaik Pada Temperatur Konstan</p>	<p>(Parulian Siagian et al., 2019)</p>	<p>m/s digunakan untuk mengeringkan kopi dari kadar air 52,80% menjadi kadar air 12,30%.</p> <p>Dari hasil pengujian didapatkan penurunan berat badan awal atau <i>initial weight loss</i> sebesar 58,14% dalam waktu 9,5 jam. Kecepatan aliran udara panas di dalam kotak pengering konstan, sehingga produksi panas dari asam jawa merata. Mekanisme pengeringan, bekerja melalui kotak pengering, tidak memerlukan manipulasi fisik untuk mengubah posisi cakram asam gelugurat selama pengeringan. Secara higienis, kualitas Asam Gelugur terjamin.</p>
<p>Rancang Bangun Sistem Kontrol Untuk Pengeringan Biji Kopi Robusta Dengan Kolektor Surya</p>	<p>(Miki Pratama, 2019)</p>	<p>Kontrol otomatis sistem pengeringan dengan mikrokontroler Arduino UNO dapat berjalan dengan baik. Proses pengeringan tergantung pada suhu pengeringan dan jumlah batch kering atau kopi. Hal ini tercermin dari hasil pengujian rata-rata kadar air 31,5% pada muatan 4 kg biji kopi selama 4 hari atau 28 jam.</p>
<p>A Design and Construction of a Solar Drying System for Mushroom Preservation</p>	<p>(Chandan Thakuria, 2018)</p>	<p>Pengering surya dirancang dan dibangun berdasarkan penyelidikan awal pengeringan dalam kondisi yang terkendali. Pengering yang dibangun akan digunakan untuk mengeringkan</p>

jamur dan mengawetkannya dalam kondisi yang terkendali dan terlindungi. Pengereng yang dirancang dengan luas pengumpul 0,547 m² diharapkan dapat mengeringkan 2-3 kg jamur. Prototipe pengereng dengan luas kolektor surya 0,547 m² dibangun untuk digunakan dalam uji pengerengan eksperimental.

2.2 Kunyit

Kunyit merupakan salah satu jenis tanaman obat yang memiliki banyak manfaat dan banyak terdapat di wilayah Indonesia. Kunyit adalah spesies herba, tingginya sekitar 1 meter, dan bunganya menjulang dari pucuk batang semu, panjangnya sekitar 10-15 cm dan berwarna putih. Umbi akar berwarna kuning tua, berbau harum dan rasanya sedikit manis. Komponen utama tanaman kunyit adalah rimpangnya yang terdapat di dalam tanah. Rimpangnya bercabang kuat dan merambat, rimpang utamanya sebagian besar berbentuk elips dan memiliki kulit luar berwarna jingga kekuningan (Hartati & Balittro., 2013).

Tanaman kunyit tumbuh subur dan liar disekitar hutan/bekas kebun. tanaman ini disebut sebagai *Cyperus* menyerupai jahe, tetapi pahit, kelat, dan sedikit pedas, tetapi tidak beracun. Tanaman ini banyak dibudidayakan di Asia Selatan khususnya di India, Cina Selatan, Taiwan, Indonesia (Jawa), dan Filipina.



Gambar 1. Kunyit

Sumber: (kumparan.com, 2022)

2.3 Manfaat Kunyit

Manfaat kunyit yang banyak dikenal adalah kemampuannya meningkatkan daya tahan tubuh. Hal ini karena kunyit mengandung zat

kurkumin dan minyak atsiri yang dapat bekerja sebagai antioksidan, antitumor dan anti kanker, menurunkan kadar lemak dan kolesterol dalam darah dan hati, antimikroba, antiseptik dan anti inflamasi. Kunyit juga mengandung kandungan zat anti kataral yang berfungsi untuk memerangi virus atau bakteri yang menyerang saluran pernapasan (Hartati & Balitro, 2013).

Manfaat kunyit yang berikutnya adalah kemampuannya membantu mengatasi peradangan dalam tubuh. Hal ini juga dilakukan oleh zat kurkumin yang memiliki efek anti-radang yang efektif. Zat kurkumin yang terkandung dalam kunyit mampu menurunkan risiko penyakit jantung dan juga untuk mengurangi gejala dan penyakit maag.

2.4 Jenis-Jenis Kunyit

2.4.1 Kunyit Merah

Secara umum kunyit merah memiliki sifat warna yang sama dengan kunyit kuning. Namun jika lebih teliti, terdapat perbedaan yang cukup mencolok antara kedua jenis kunyit tersebut. Kunyit merah biasanya berwarna lebih jingga dan pekat, sedangkan kunyit kuning warnanya lebih terang. Kunyit merah sendiri mengandung senyawa yang memiliki sifat antibakteri, antioksidan, dan anti radang yang baik untuk kesehatan tubuh. Selain banyak manfaatnya untuk kesehatan, manfaat kunyit juga digunakan di dapur sebagai bumbu dan pewarna makanan alami (Sari & Ngadiani, 2015).

2.4.2 Kunyit Kuning

Kandungan kurkumin dan minyak atsiri terdapat pada kunyit kuning. Manfaat kunyit kuning antara lain mencegah infeksi, mengatasi masalah pencernaan dan memperbaiki sel yang rusak akibat radikal bebas (Hartati, 2013).

2.4.3 Kunyit Putih

Kunyit putih dipercaya mampu mengobati berbagai penyakit. Manfaat kunyit sendiri adalah antibakteri, antijamur, hipoalergenik, analgesik atau pereda nyeri, antitoksin dan antiradang. Banyak bagian dari kunyit ini yang dapat dimanfaatkan mulai dari akar hingga daunnya yang bermanfaat bagi kesehatan (Muflikha, 2014).

2.4.4 Kunyit Hitam

Di antara spesies lainnya, kunyit hitam kurang umum di masyarakat. Namun, manfaat kunyit sangat baik untuk kesehatan karena kandungan yang dikandungnya. Salah satunya adalah *Curcuma Caesia* yang kaya akan antioksidan dan bermanfaat untuk melawan peradangan dan mencegah kanker (Ni Nyoman, 2022).



Gambar 2. Kunyit Hitam

Sumber: (nutani.com, 2022)

2.5 Proses Pengolahan Kunyit

Proses pengolahan kunyit terdiri dari beberapa proses yaitu sebagai berikut:

1. Pencucian

Tujuan pencucian adalah agar kunyit bersih dan bebas dari kotoran yang mungkin muncul pada saat pemanenan. Pencucian yang benar dilakukan di bawah air mengalir agar kotoran yang lepas tidak tertinggal.

2. Sortasi

Metode dan teknik sortasi membutuhkan ketelitian dan ketelitian. Tugas sortasi adalah untuk mendapatkan kunyit sesuai keinginan, serta kemurnian dan kemurniannya. Selain itu, tugasnya adalah memilih sesuai panjang, lebar, besar atau kecil agar ukurannya seragam.

3. Pemotongan

Memotong kunyit menjadi bentuk lain seperti irisan dan potongan akan mempermudah proses pengeringan. Secara umum, semakin tipis bahan yang dikeringkan, semakin cepat air menguap sehingga dapat mempercepat pengeringan.

4. Pengeringan

Pengeringan juga membantu mencegah kontaminasi dan jamur yang dapat mempengaruhi kualitas. Kadar air bahan dapat dikurangi dengan proses pengeringan pada suhu tertentu, sehingga bahan mencapai berat konstan. Selama pengeringan, keseimbangan kadar air menentukan batas akhir proses pengeringan. Kelembaban dan suhu udara umumnya mempengaruhi keseimbangan air kunyit kering (Pramono, 2006).

2.6 Metode Pengeringan Kunyit

Pengeringan pada hakikatnya adalah usaha untuk menurunkan kadar air bahan sampai tingkat yang diinginkan atau kadar air bahan sampai tingkat yang diinginkan. Standar untuk kunyit kering adalah kadar air 10% (Zakaria, 2017). Seperti di bawah ini beberapa metode pengeringan.

2.6.1 Pengeringan Secara Alami (*Natural Drying*)

1. Pengeringan alami pada dasarnya mencakup faktor iklim: Pengeringan di bawah sinar matahari (*sun drying*) Pengeringan ini menggunakan energi panas dari sinar matahari langsung dan merupakan metode pengeringan yang paling sederhana dan umum, paling sering dilakukan oleh penanam atau pengepul simplisia. Cara ini sangat nyaman dan tidak membutuhkan biaya yang besar (Ida Ayu *et al.*, 2018).
2. Pengeringan dengan alat bertenaga surya Pengeringan dengan alat bertenaga surya juga banyak digunakan saat ini. Selain menggunakan sinar matahari, alat ini juga menggunakan suhu, kelembaban dan aliran udara untuk membantu proses pengeringan. Jumlah energi yang dikonversi dan tingkat suhu yang dicapai merupakan parameter utama yang menentukan efisiensi pengering ini (Parmono, 2006).
3. Pengeringan dengan tenaga angin (*air drying*) Pengeringan dengan cara ini biasanya dilakukan di dalam ruangan, yang memungkinkan adanya ventilasi yang cepat. Cara pengeringan ini sangat cocok untuk mengeringkan bahan yang mengandung minyak atsiri atau mengawetkan warna bahan, terutama tanaman obat berupa bunga dan buah. Rak di pengering (Ida Ayu *et al.*, 2018).

2.6.2 Pengeringan Buatan (*Artificial Drying*)

Berbeda dengan pengeringan alami, pengeringan buatan tidak bergantung pada iklim, cuaca, dan radiasi matahari. Dimanapun dan kapanpun pengering ini dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan dan keinginan Anda. Pengering buatan ini biasanya dimodifikasi dan diaplikasikan dengan teknologi terapan. Alat ini telah banyak digunakan oleh berbagai produsen obat herbal, produsen obat simplisia dan tradisional. Pengeringan buatan ini dapat menggunakan berbagai gaya seperti energi panas, listrik dan api. Pengeringan buatan dan teknologi yang digunakan dalam proses pengeringan ini memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Pengeringan tidak tergantung pada keadaan cuaca.
2. Kecepatan, ketepatan dan kualitas bahan yang dikeringkan sesuai.
3. dengan yang diharapkan.
4. Kerusakan bahan dapat ditekan seminimal mungkin.

5. Bahan terhindar dari kontaminasi dengan bahan asing.
6. Suhu pengeringan dapat diatur sesuai kebutuhan yang diharapkan serta sesuai dengan jenis bahan yang dikeringkan (Nadian *et al.*, 2017).

2.7 Kolektor Surya

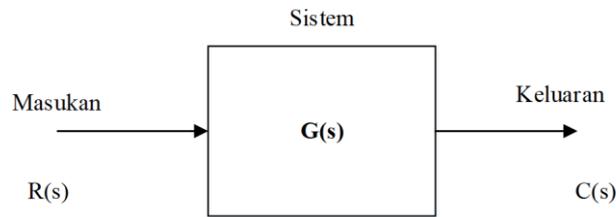
Kolektor surya merupakan perangkat untuk penukaran panas yang merubah energi radiasi matahari menjadi energi panas. Untuk merubah energi radiasi matahari menjadi energi panas dibutuhkan alat yang dapat memindahkan panas, media yang digunakan adalah *plat absorber*. *Plat absorber* adalah suatu alat yang dapat menyerap panas dari radiasi matahari, setelah itu panas dipindahkan dari panel penyerap ke cairan. Prinsip kerja kolektor surya adalah sinar matahari melewati kaca pelindung, kemudian sinar tersebut menuju pelat penyerap, dan diharapkan semua sinar matahari berupa energi panas, yang terakumulasi pada penyerapan radiasi matahari yang terakumulasi pada pelat penyerap mentransfer energi panas ke cairan yang mengalir di dalam tabung di bawah pelat redaman, menyebabkan suhu cairan yang keluar dari tabung naik. Insulasi di bawah tabung bertindak sebagai isolator sehingga panas cairan tidak hilang melalui bagian bawah kolektor (Arsy, 2015).

Kolektor surya memiliki beberapa jenis di antara lain kolektor surya prismatic, *concentrating collectors*, *evacuated tube collector*, dan kolektor surya plat datar. Kolektor surya yang paling umum dipakai adalah kolektor surya plat datar. Fluida kerja yang digunakan dapat berupa fluida cair (air) atau fluida gas (udara). Kolektor surya plat datar yang menggunakan fluida cair biasanya digunakan untuk solar water heater, yaitu pemanas air bertenaga surya, dan kolektor surya plat datar yang menggunakan fluida gas digunakan untuk alat pengeringan kopi, kunyit, maupun ikan (Darwin *et al.*, 2015).

2.8 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah proses yang secara otomatis memantau operasi dan peralatan sistem menggunakan perangkat mekanis atau elektronik yang dapat menggantikan pengamatan manusia dan pengambilan keputusan. Ide dasar dibalik otomatisasi ini adalah menggunakan listrik atau mekanik untuk menggerakkan mesin atau alat tertentu dengan otak yang mengendalikan mesin atau alat tersebut sehingga produktivitas meningkat dan biaya produksi menurun. Tujuan dari sistem kontrol adalah untuk memberikan kenyamanan pengguna, meningkatkan efisiensi kerja sistem dan meningkatkan jaminan keselamatan pengguna. Sistem dirancang untuk melakukan empat fungsi kontrol, yaitu kontrol, perbandingan, perhitungan dan koreksi. Perbedaannya terletak pada pengoperasian sistemnya, dimana kontrol otomatis tidak lagi di

operasikan oleh pengguna melainkan sepenuhnya diambil alih oleh kontroler (Martinus, 2012).



Gambar 3. Diagram Kontrol

Diagram gambar 3 menunjukkan diagram model matematis suatu sistem.

$R(s)$ = transformasi *Laplace* dari *input*

$C(s)$ = transformasi *Laplace* dari *output*

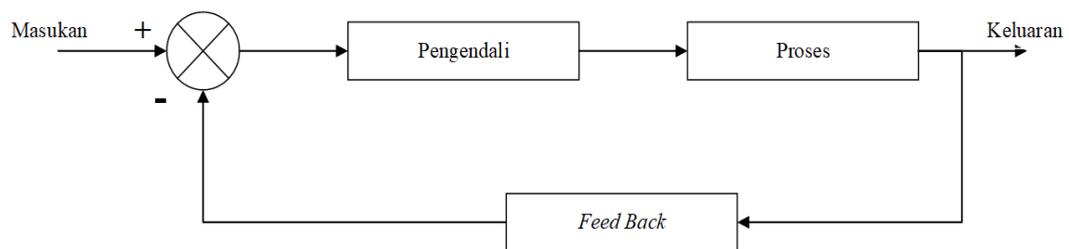
$G(s)$ = transformasi *Laplace* dari hubungan *input* dan *output* dari sistem

2.8.1 Konfigurasi Pengendalian

Ada dua tipe konfigurasi pengendalian, antara lain sebagai berikut:

1. *Feedback Control Configuration*

Pengaturan ini secara langsung mengukur variabel yang dimanipulasi untuk menyesuaikan nilai dari variabel yang dimanipulasi. Tujuan dari pengendalian ini adalah untuk mempertahankan variabel yang dikendalikan pada tingkat yang diinginkan. Pada posisi tertutup, fungsi kontrol dipengaruhi oleh sinyal interferensi dari konverter frekuensi (Ikhsan, 2019). Sistem pengaturan kalang tertutup melibatkan umpan balik negatif. Secara umum, diagram blok sistem pengaturan ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram *FeedBack*

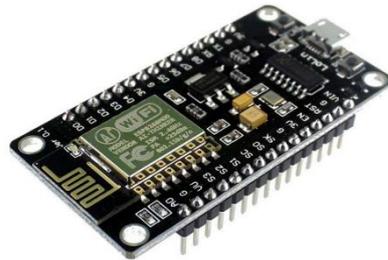
2. *Feedforward Control Configuration*

Dalam menyetel sistem kontrol input-ke-input, pengukuran gangguan langsung digunakan untuk menetapkan nilai variabel yang dimanipulasi. Tujuan dari pengendalian adalah untuk menjaga output yang dikendalikan pada nilai yang diharapkan.

2.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan elektronik berbasis chip ESP8266, yang dapat menjalankan fungsi mikrokontroler serta koneksi internet (*WiFi*). Ada beberapa pin I/O, sehingga dapat dikembangkan menjadi aplikasi pemantauan dan kontrol

untuk proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler Arduino menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik NodeMCU ESP8266 memiliki konektor USB (*mini-USB*) yang memudahkan pemrograman (Andrianto, 2016).

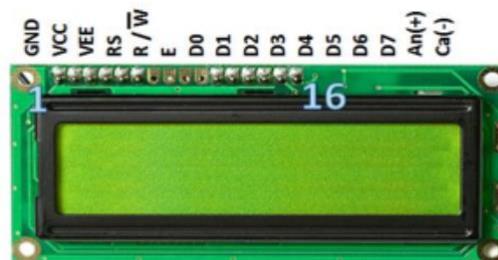


Gambar 5. NodeMCU ESP2866

Sumber: (Datasheet NodeMCU ESP2866, 2022)

2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sering digunakan sebagai tampilan karakter atau citra sistem digital atau mikrokontroler. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis media tampilan yang mengubah *liquid crystal* sebagai tampilan utama. Sumber cahaya perangkat LCD (*Liquid crystal display*) adalah lampu neon putih di belakang panel kristal cair. Titik-titik cahaya ini, yang jumlahnya puluhan ribu atau bahkan jutaan, membentuk tampilan gambar. Polaritas kristal cair yang dilalui arus listrik berubah karena polarisasi medan magnet yang dihasilkan dan oleh karena itu hanya memungkinkan beberapa warna lewat sementara warna lain disaring (Susanto, 2014)



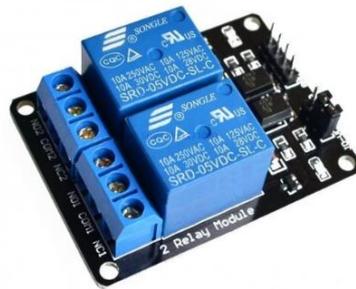
Gambar 6. *Liquid Crystal Display* atau LCD

Sumber: (Datasheet *Liquid Crystal Display*, 2022)

2.11 Relay

Merupakan alat elektronik yang dapat menghubungkan atau memutus arus listrik besar dengan arus listrik kecil. Relay juga merupakan saklar yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana arus lemah yang mengalir melalui kumparan dengan inti besi lunak diubah menjadi magnet. Ketika inti besi menjadi magnet, itu menarik angker besi, memungkinkan kontak saklar terhubung dan arus listrik mengalir. Ketika arus lemah melalui koil berhenti, saklar terlepas. Relay terdiri dari kumparan dan kontak, kumparan adalah gulungan kawat yang menerima arus listrik sedangkan kontak adalah jenis saklar

yang dipengaruhi ada tidaknya arus listrik yang mengalir pada kumparan tersebut (Kadir, 2012).



Gambar 7. Relay

Sumber: (Datasheet Relay, 2022)

2.12 Kipas DC

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas juga dipasang di bagian bawah laptop yang mengalirkan udara dan membantu laptop untuk mendinginkan suhu laptop. Kipas angin dapat dikontrol dengan tiga cara kecepatan hembusan yaitu dengan menggunakan mainan, kabel penarik dan remote control. Putaran bilah kipas dibagi menjadi dua, yaitu. H. sentrifugal (angin mengalir searah dengan sumbu kipas) dan aksial (angin mengalir sejajar dengan sumbu kipas). Alat ini menggunakan kipas DC dengan tegangan 12V DC dan arus 0,08A (Arifin, Dewanti, & Kurnianto, 2017).



Gambar 8. Kipas DC

Sumber: (Datasheet Kipas DC, 2022)

2.13 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerak, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati perubahan, *input* yang dirasakan diubah menjadi *output* yang dapat dipahami seseorang melalui perangkat sensor itu sendiri atau mengirimkan secara

elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diproses menjadi informasi yang berguna bagi penggunanya (Kadir, 2012).

2.13.1 Sensor DHT-11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. DHT11 memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. DHT11 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respons, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan *anti-interference*.

Ukurannya yang kecil dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter. DHT11 dapat mengukur suhu antara 0-50°C dan kelembaban udara antara 20-90% dengan resolusi masing-masing sebesar 0,1°C dan 1% RH (*Relative Humidity*). Akurasi untuk pengukuran suhu dan kelembaban adalah $\pm 2^\circ\text{C}$ dan $\pm 4\%$ RH. Membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban (*Sunrom Technologies*, 2011).



Gambar 9. Sensor DHT 11

Sensor: (Datasheet Sensor DHT11, 2022)

2.13.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah komponen elektronik yang mendeteksi perubahan suhu sekitar dan kemudian mengubahnya menjadi besaran listrik. Sensor ini memiliki keluaran digital yang menggunakan 1 kabel untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Akurasi sensor ini cukup tinggi yaitu 0,5°C pada suhu dari -10°C hingga +85°C. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja. Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data *logging* dan kontrol berbasis temperature (Nurazizah et al., 2017).



Gambar 10. Sensor Suhu DS18B20

Sumber: (*Datasheet* Sensor DS18B20, 2022)

2.14 Arduino IDE

Arduino IDE adalah aplikasi *cross-platform* yang ditulis menggunakan Java dengan dan digunakan untuk memprogram Arduino. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++, biasa disebut dengan wiring yang menyederhanakan operasi I/O. Arduino IDE dikembangkan dari program pengembangan perangkat lunak yang diperbarui menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. IDE adalah singkatan dari *Integrated Development Environment* atau dalam bahasa sederhananya adalah lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut lingkungan karena Arduino diprogram dengan perangkat lunak ini untuk melakukan fungsi tertanam menggunakan sintaks pemrograman (Sinou, 2016).

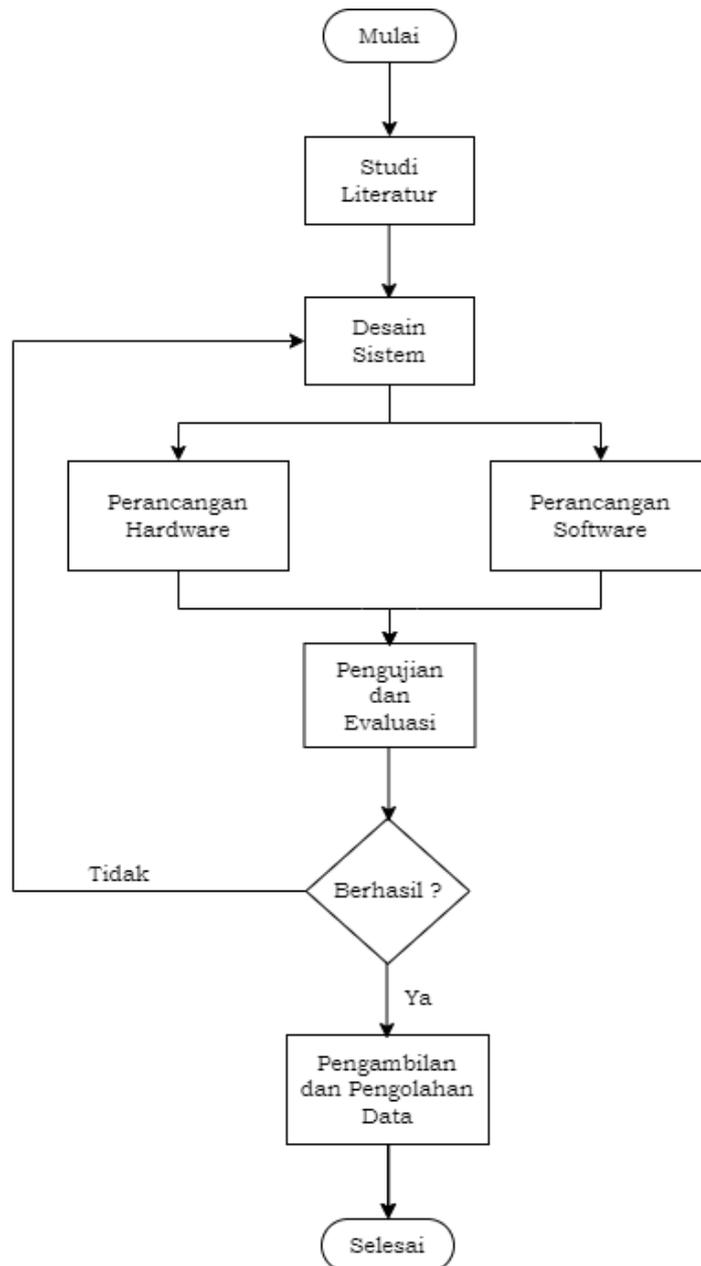
2.15 ThingSpeak

ThingSpeak adalah layanan online yang menawarkan layanan yang menyertakan aplikasi *open source* dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui Internet atau LAN (*Local Area Network*). *ThingSpeak* dapat digunakan untuk membuat aplikasi sensor *logging*, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial menggunakan pembaruan status dari mana saja dengan koneksi internet (Alfannizar, 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model berurutan atau sequential model. Metode penelitian ini dipilih karena format langkah-langkah penelitian disusun secara berurutan sehingga memudahkan penelitian bagi penulis. Tahapan penelitian ini meliputi tinjauan literatur, perancangan sistem, perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian dan evaluasi, pengumpulan dan pengolahan data, dan penalaran.



Gambar 11. Diagram Alur Penelitian

3.2 Alat

Berikut adalah alat yang digunakan dalam penelitian:

1. Personal Computer (PC) atau Laptop
Personal Computer (PC) atau Laptop adalah perangkat keras yang digunakan untuk merancang bentuk alat yang akan diproduksi, merancang sirkuit elektronik, juga untuk pemrograman NodeMCU
2. Solder Listrik
Solder Listrik digunakan untuk menempelkan timah pada papan PCB dan rangkaian elektronika lainnya.
3. Multimeter digital
Multimeter digital digunakan untuk mengukur arus dan tegangan pada rangkaian yang dibuat.
4. *Breadboard*
Breadboard digunakan untuk tempat rangkaian percobaan sebelum dipindah ke papan PCB.
5. Adaptor
Adaptor yang digunakan dalam penelitian ini adalah adaptor 5 volt. Adaptor bertindak sebagai catu daya tambahan di sirkuit yang akan diproduksi, karena catu daya NodeMCU ESP8266 tidak cukup untuk memasok sensor dan kipas DC.

3.3 Bahan

Berikut adalah Bahan yang digunakan dalam penelitian:

1. NodeMCU ESP8266
NodeMCU ESP8266 digunakan untuk sistem kontrol, baik bersifat automasi maupun instrumentasi dalam alat pengering kunyit.
2. Sensor DHT 11
Sensor DHT 11 berfungsi untuk membaca nilai kelembaban udara atau kandungan uap air di dalam ruang pengering.
3. Sensor suhu DS18B20
Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu di dalam ruang pengering.
4. LCD
5. LCD digunakan untuk memonitoring suhu pada ruang pengering dan kolektor surya
6. Relay
Relay digunakan untuk penghubung NodeMCU ESP 8266 dengan kipas DC.

7. *Step down* LM2596

Modul *Step down* LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan dari adaptor ke NodeMCU ESP2866

8. Kipas DC

Kipas digunakan untuk menyalurkan udara panas yang ada di kolektor surya ke ruang pengering dan mengeluarkan uap air yang ada di dalam ruang pengering.

9. Kunyit

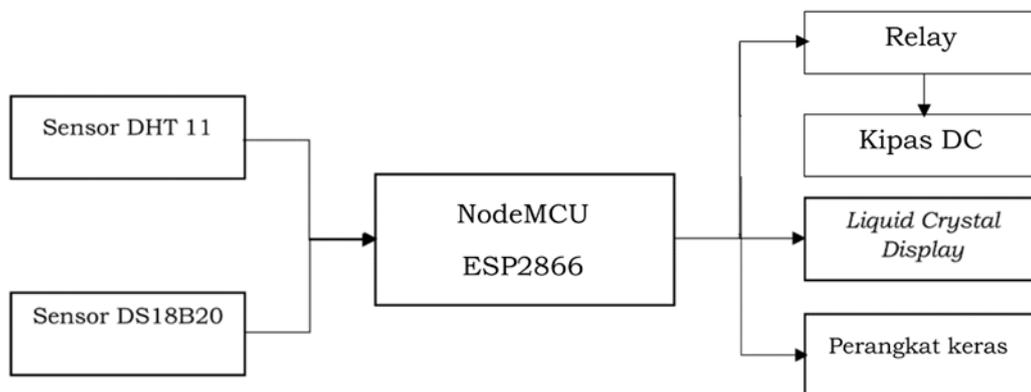
kunyit digunakan sebagai bahan utama dalam melakukan pengukuran atau pengujian suhu dan kelembaban pada alat sistem pengering kunyit.

10. Kabel listrik

Kabel listrik yang digunakan yaitu jenis kawat. Kabel ini digunakan komponen elektronik ke komponen rangkaian lainnya.

3.4 Desain Sistem

Untuk mempermudah perancangan sistem, diperlukan diagram blok sistem, dimana setiap blok memiliki tugas dan mode operasi tertentu. Berikut ini adalah diagram blok dari sistem yang dirancang, yaitu:



Gambar 12. Diagram Blok Sistem

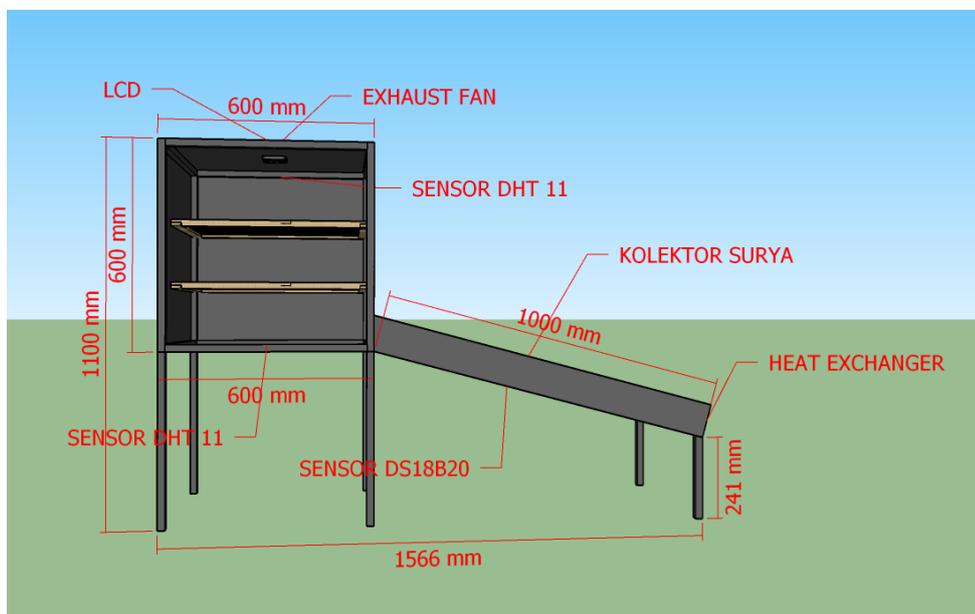
Pada gambar 12 terdapat tiga bagian utama yaitu *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input* terdapat sensor DHT 11, dan sensor suhu DS18B20 yang akan mendeteksi terhadap lingkungannya. Selanjutnya pada bagian proses terdapat NodeMCU ESP2866 sebagai otak dari sistem yaitu mengolah data dari sensor Kemudian relay digunakan untuk menghubungkan kipas dc ke NodeMCU lalu LCD digunakan untuk menampilkan data yang didapat dari setiap sensor, lalu data sensor akan dikirim ke perangkat keras seperti *Smartphone* atau Laptop melalui jaringan *Wifi* ESP2866.

3.4.1 Perancangan *Hardware*

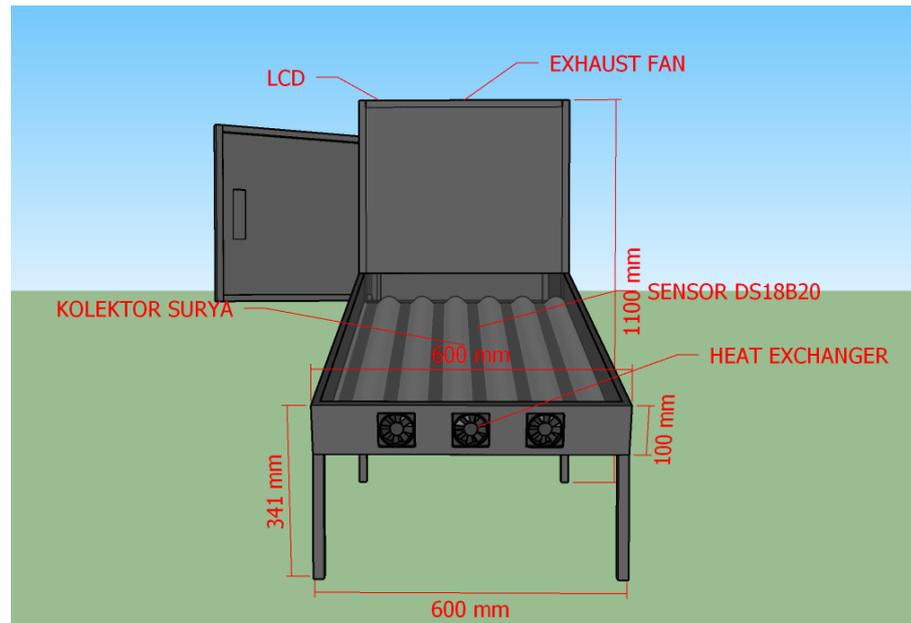
Tahap ini meliputi semua proses yang mengacu pada pembuatan perangkat keras yang terdiri dari pembuatan mekanik dan elektronika.

1. Mekanik

Perancangan mekanik pada penelitian ini adalah perancangan alat pengering kunyit menggunakan kolektor surya. Kolektor surya diletakan dibagian depan yang berfungsi untuk menghasilkan udara panas yang di dapat dari sinar matahari, di bagian dalam kolektor surya terdapat sensor suhu DS18B20 yang berfungsi untuk mengukur suhu dari daerah sekitar kolektor surya. Sementara sensor DHT 11 berada pada bagian bawah dan atas pada ruang pengering, dan kipas DC diletakan di dua bagian yaitu pada kolektor surya yang difungsikan untuk menyalurkan udara panas yang dihasilkan kolektor surya kedalam ruang pengering dan di atas ruang pengering untuk menyalurkan uap air yang terdapat pada kunyit agar kelembaban di dalam ruang pengering terjaga. Kapasitas alat pengering ini adalah 3kg. Hasil perancangan alat pengering kunyit dapat dilihat pada gambar 13.



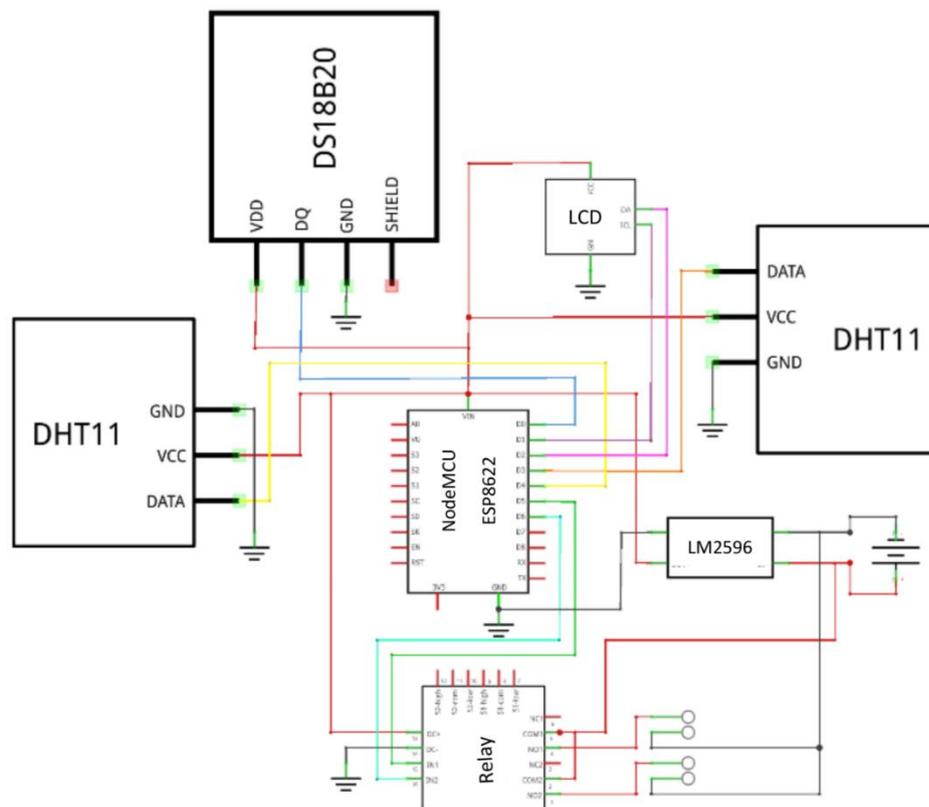
a) Tampak samping



Gambar 13. a). Tampak Samping dan b). Depan Alat Pengering
b) tampak depan

2. Elektronika

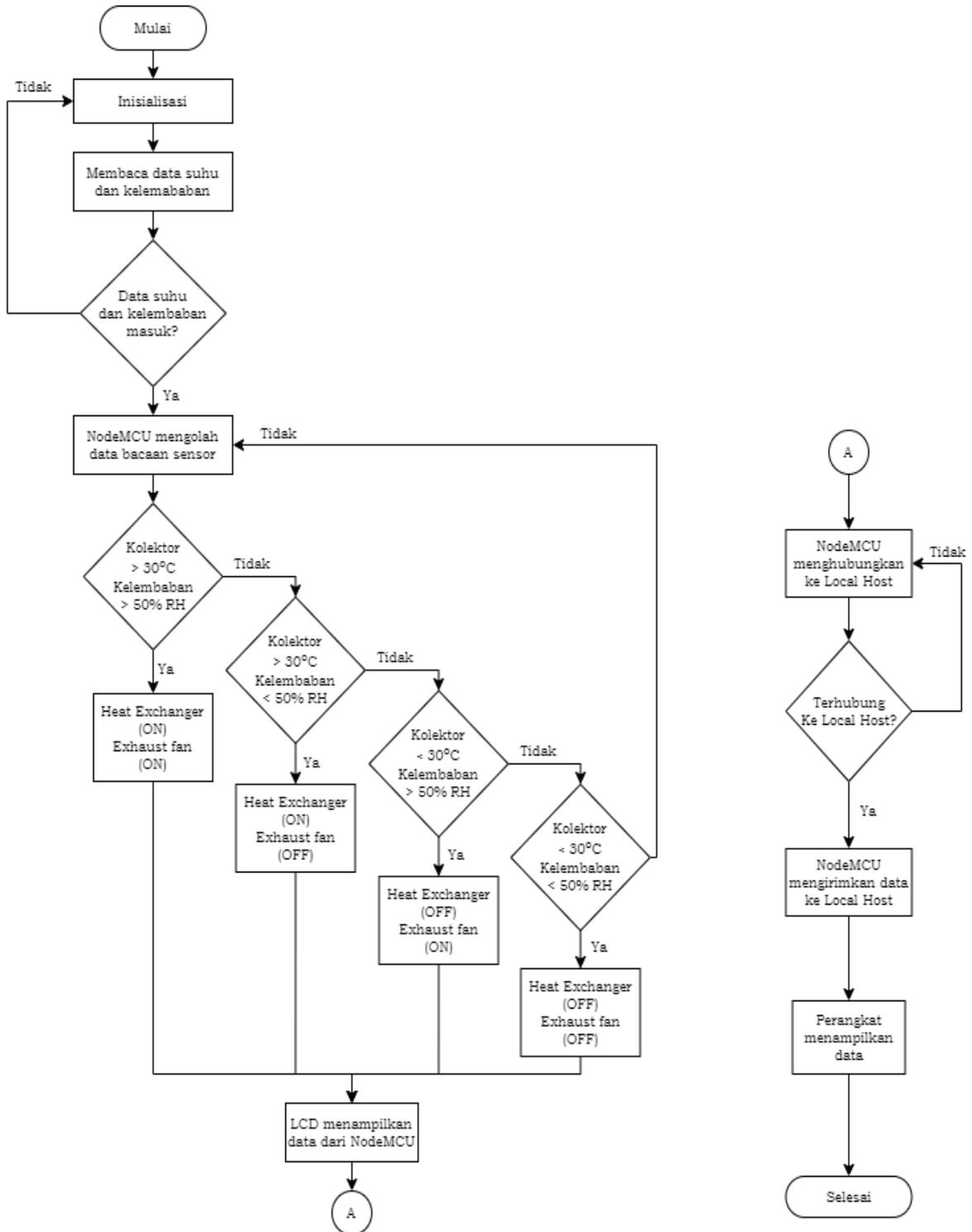
Rangkaian elektronika merupakan salah satu bagian utama dari sistem yang akan dibuat, komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini seperti NodeMCU, sensor suhu DS18B20, sensor DHT 11, *liquid crystal display* (LCD) dan relay. Dalam perancangan ini pin yang digunakan yaitu pin D0 digunakan untuk sensor DS18B20, pin D1 dan D2 digunakan untuk *liquid crystal display*, pin D3 dan D4 digunakan untuk sensor DHT 11 lalu pin D5 dan D6 digunakan untuk relay.



Gambar 14. Perancangan rangkaian skematik

3.4.2 Perancangan *Software*

Tahap ini mencakup semua hal yang berkaitan dengan perangkat lunak bagi sistem. Termasuk pembuatan algoritma program yang dibuat menggunakan *software* Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C untuk target mikrokontroler NodeMCU yang digunakan untuk alat pengering. Perancangan perangkat lunak ini disajikan dalam bentuk bagan alir atau flowchart. Flowchart adalah diagram yang menunjukkan langkah-langkah dan keputusan untuk menyelesaikan suatu proses. Setiap fase berisi urutan peristiwa dan peluang yang terjadi.



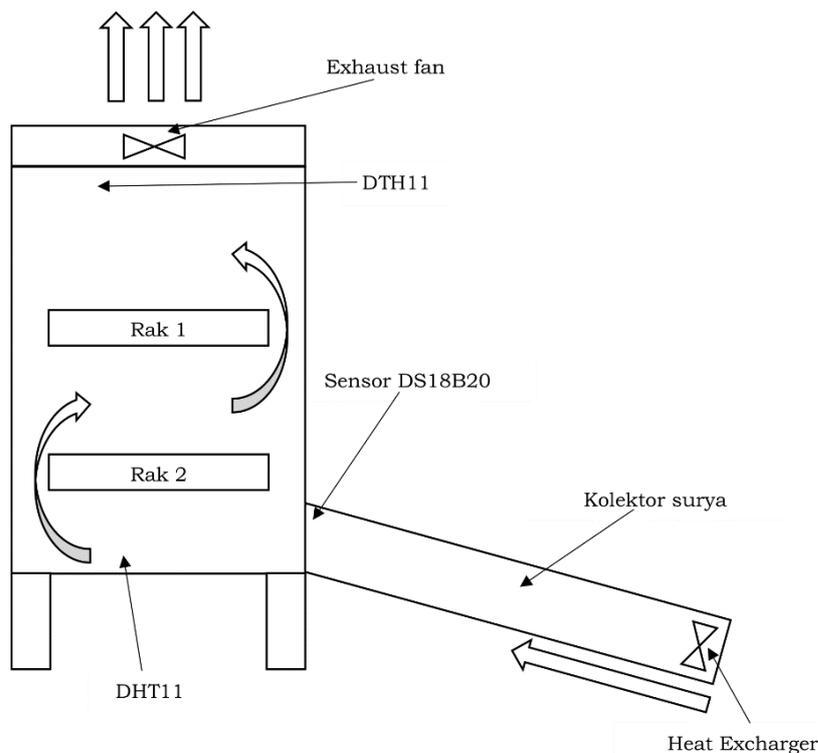
Gambar 15. Diagram Alur Perancangan Algoritma Sistem

Perancangan *software* digunakan sebagai panduan dalam pembuatan algoritma program yang digunakan. pada tahap pertama yaitu melakukan inisialisasi, kemudian pembacaan dari setiap data dari sensor suhu dan kelembaban jika suhu kolektor surya lebih besar dari pada 30°C dan kelembaban udara pengering lebih besar dari 50% HR maka *Heat Exchanger* dan *Exhaust fan*

akan hidup tetapi jika suhu kolektor surya lebih besar dari 30°C dan kelembaban udara pengering lebih kecil dari 50% HR maka *Heat Exchanger* akan hidup dan *Exhaust fan* akan mati namun bila suhu kolektor surya lebih kecil dari 30°C dan kelembaban udara pengering lebih besar dari 50% HR maka *Heat Exchanger* akan mati dan *Exhaust fan* akan hidup dan jika suhu kolektor surya lebih kecil dari 30°C dan kelembaban udara pengering lebih kecil dari 50% HR maka *Heat Exchanger* dan *Exhaust fan* akan mati. Jika pembacaan sensor mengalami kegagalan maka dilakukan pembacaan ulang dan jika terbaca data akan di tampilkan di LCD, selanjutnya NodeMCU ESP8266 mengirim data ke *Local Host* dan LCD lalu perangkat menampilkan data dari *Local Host*.

3.5 Prinsip Kerja Alat

Alat pengering kunyit terdiri dari empat kipas yaitu satu kipas dipasang di bagian atas ruang pengering sebagai exhaust fan dan tiga kipas dipasang di kolektor solar heat exchanger (HE). Selama proses pengeringan awal, kunyit ditempatkan di ruang pengering. Seiring waktu, kandungan air kunyit menguap. Artinya, uap air dalam kunyit yang dipanaskan hingga 30°C akan melepaskan uap air. Uap air keluar melalui exhaust fan, sehingga uap air di pengering langsung keluar sehingga tidak bermuara pada kunyit.



Gambar 16. Skema Ruang Pengering

Proses ini merupakan proses utama sebelum melanjutkan ke langkah selanjutnya. Mekanisme kerja alat sistem kontrol ini terletak pada ruang pengering dengan sensor solar panel DHT 11 dan sensor DS18B20. Sensor DHT

11 merupakan sensor kelembaban sedangkan sensor DS18B20 merupakan sensor suhu. Setiap sensor memiliki fungsi yang berbeda. Sensor suhu menjaga suhu ruang pengering pada 30 °C. Saat sensor kelembaban bekerja membaca nilai kelembaban atau kadar air pada ruang pengering

3.6 Pengujian Dan Evaluasi

Setelah melakukan proses perancangan sistem, selanjutnya melakukan pengujian terhadap alat pengering yang meliputi pengujian alat kontrol, perbandingan pengering, ruang pengering menggunakan kontrol, ruang pengering menggunakan metode pergantian rak dan jika alat pengering tidak bekerja sesuai dengan program maka akan dilakukan evaluasi.

3.6.1 Pengujian Alat Kontrol

Pengujian alat kontrol ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor bekerja sesuai program yang telah dibuat atau tidak jika tidak sensor akan dikalibrasi lagi dan untuk mengetahui kipas (*exhaust fan*) dan kipas HE (*heat exchanger fan*) berfungsi sesuai program yang diperintah atau tidak.

3.6.2 Pengujian Ruang Pengering Dengan Kolektor Surya

Pengujian ruang pengering dilakukan dengan menggunakan beban kunyit yaitu 1 kg. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh sistem kontrol pengeringan terhadap lama waktu pengeringan dan penurunan kadar air pada kunyit, pengeringan ini dilakukan selama 3 hari karena kunyit akan kering sempurna dengan menggunakan pengering kolektor surya.

3.6.3 Perbandingan Pengering

Pengujian perbandingan pengering kunyit dilakukan dengan 2 cara yaitu pengering kolektor surya dan pengering tradisional oleh petani. Pengeringan kunyit dilakukan selama 3 hari karena kunyit akan kering sempurna. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pada pengering kolektor surya dengan pengering tradisional oleh petani.

3.6.4 Ruang Pengering Menggunakan Metode Pergantian Rak

Pengujian ruang pengering dilakukan dengan menggunakan metode pergantian rak dengan beban kunyit 1 kg. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh pola pergantian rak pengeringan terhadap lama waktu pengeringan dan penurunan kadar air pada kunyit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan membahas tentang hasil pembuatan alat sistem pengering kunyit menggunakan kolektor surya, mulai dari perancangan mekanik, hardware dan software serta pengujian Komponen dan pengujian keseluruhan terhadap alat yang dirancang.

4.1 Implementasi

4.1.1 Implementasi Mekanik

Hasil dari perancangan mekanik didapatkan ruang pengering yang berukuran 60cm x 60cm, dengan dilengkapi sensor suhu dan kelembaban yang ada pada bagian dalam serta terdapat kipas *exhaust* yang ada pada bagian atas ruang pengering, ruang pengering memiliki kapasitas maksimalnya 3kg dan untuk kolektor surya berukuran 100cm x 60cm dilengkapi sensor suhu yang ada pada bagian dalam dari kolektor surya, dalam proses pembuatan sistem pengering kunyit menggunakan kolektor surya dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil rancangan yang dibuat pada bab 3 dengan sedemikian rupa dan diterapkan sehingga didapatkan hasil dari sistem Pengering kunyit menggunakan kolektor surya yang sesuai dengan hasil rancangan 3 dimensi, dapat dilihat pada Gambar 18 perbandingan antara hasil perancangan yang telah dibuat dan perancangan 3 dimensi.

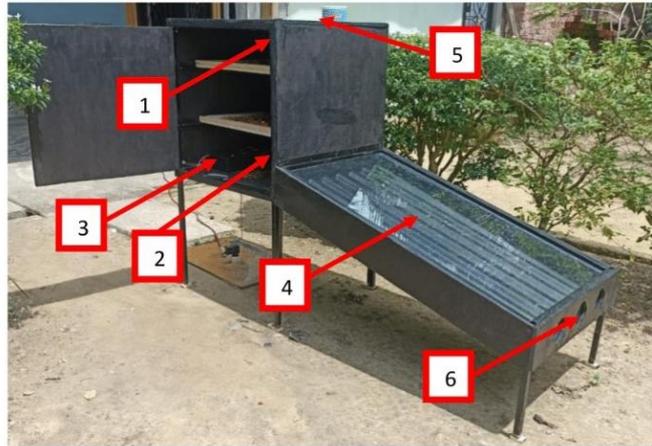


Gambar 17. Rancangan 3 dimensi

Pada Gambar 18 ini terdapat angka-angka untuk menjelaskan tata letak alat komponen sebagai berikut:

1. Tempat letaknya sensor suhu dan kelembaban DHT 11 (a).
2. Tempat letaknya sensor suhu dan kelembaban DHT 11 (b).
3. Tempat letaknya *box* yang berisi komponen.

4. Tempat letaknya sensor suhu DS18B20.
5. Tempat letaknya kipas *Exhaust*.
6. Tempat letaknya kipas *Heat Exchanger*.



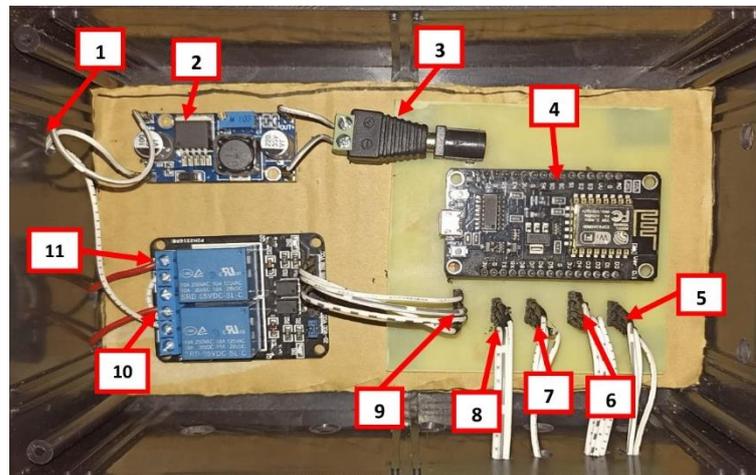
Gambar 18. Hasil Rancangan

4.1.2 Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Implementasi perangkat keras merupakan tahapan dalam pembuatan sistem pengering dengan menggunakan kolektor surya. Implementasi perangkat keras digunakan sebagai penghubung untuk setiap komponen. Tampilan implementasi perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 19, Pada gambar tersebut terdapat angka-angka untuk menjelaskan setiap komponen sebagai berikut:

1. Adaptor berfungsi sebagai *power supply* tambahan pada rangkaian yang dibuat, karena pada NodeMCU ESP8266 tidak cukup untuk menyuplai tenaga pada sensor.
2. lm2596 *buck converter* berfungsi untuk menurunkan tegangan *outputnya*.
3. *Socket DC male* dan *female* sebagai penghubung dari lm2596 *buck converter* ke papan sirkuit.
4. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai prosesor utama dari sistem pengering.
5. Kabel 5v, GND dan D0 yang terhubung ke sensor suhu DS18B20 dan digunakan untuk membaca suhu pada kolektor surya.
6. Kabel 5v, GND, D1 dan D2 yang terhubung ke LCD dan digunakan untuk menampilkan data dari sensor DS18B20 dan sensor DHT 11.
7. Kabel 5v, GND dan D3 yang terhubung ke sensor suhu dan kelembaban DHT 11 yang terletak dibagian atas pada ruang pengering dan digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban pada ruang pengering.

8. Kabel 5v, GND dan D4 yang terhubung ke sensor suhu dan kelembaban DHT 11 yang terletak di bagian bawah pada ruang pengering dan digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban pada ruang pengering.
9. Kabel 5v, GND, D5 dan D6 yang terhubung pada Relay digunakan untuk mengontrol kipas pada *Heat Exchanger* dan *Exhaust*.
10. Kabel dari no 1 relay ke kipas *Exhaust*.
11. Kabel dari no 2 Relay ke kipas *Heat Exchanger*.



Gambar 19. Tampilan Letak Komponen Dalam Box

4.1.3 Implementasi Perangkat Lunak (*Software*)

Penggunaan perangkat lunak merupakan langkah yang diperlukan dalam pembuatan sistem pengeringan yang bekerja dengan panel surya. Implementasi perangkat lunak digunakan sebagai input untuk perintah dari setiap komponen yang digunakan. Implementasi perangkat lunak dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut.

1. Sensor suhu DS18B20

Pada penelitian ini sensor suhu digunakan untuk membaca nilai suhu panel surya, namun terlebih dahulu nilai yang berasal dari sensor suhu tersebut harus disesuaikan terlebih dahulu. Nilai keluaran sensor suhu dapat diatur dengan mengatur kode pemrograman sensor.

Gambar 20 memperlihatkan fragmen program yang digunakan oleh sensor suhu DS18B20. Sensor ini membutuhkan variabel yang digunakan untuk menyimpan pembacaan sensor. Dalam hal ini, nilai sensor disimpan dengan perintah `DallasTemperature`, dan untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat digunakan perintah `float` untuk menentukan jenis nilai data. dari sensor.

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
int SensorDS = 13; //D0
OneWire oneWire(SensorDS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
void DS18B20() {
    sensors.requestTemperatures();
    float suhuDS = sensors.getTempCByIndex(0);
    Serial.print("SuhuDS : ");
    Serial.println(suhuDS);
}
```

Gambar 20. Program Sensor Suhu DS18B20

2. Sensor suhu dan kelembaban DHT 11

Sensor suhu dan kelembaban DHT 11 digunakan untuk melakukan pembacaan nilai dari suhu dan kelembaban pada ruang pengering, Namun, nilai yang berasal dari sensor DHT 11 harus diatur terlebih dahulu nilainya. Nilai keluaran sensor suhu dapat diatur dengan mengatur kode pemrograman sensor. Pada Gambar 21 terdapat potongan kode program sensor DHT 11.

```

//Deklarasi Sensor DHT11 Atas
#include "DHT.h"
#define dhtAts 0 //D3
#define DHTTYPE DHT11

//Deklarasi Sensor DHT11 Bawah
#define dhtBwh 2 //D4
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht0(dhtAts, DHTTYPE);
DHT dht1(dhtBwh,DHTTYPE);

void dht11(){
  float kelembabanAts = dht0.readHumidity();
  float celciusAts = dht0.readTemperature();
  float kelembabanBwh = dht1.readHumidity();
  float celciusBwh = dht1.readTemperature();

  Serial.print("KelembabanAts: ");
  Serial.print(kelembabanAts);
  Serial.print("% \t");
  Serial.println("");
  Serial.print("SuhuAts : ");
  Serial.print(celciusAts);
  Serial.print("°C ");

  Serial.print("KelembabanBwh: ");
  Serial.print(kelembabanBwh);
  Serial.print("% \t");
  Serial.println("");
  Serial.print("SuhuBwh : ");
  Serial.print(celciusBwh);
  Serial.print("°C ");
}

```

Gambar 21. Program Sensor DHT 11

3. LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* digunakan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban yang telah dibaca oleh sensor suhu DS18B20 serta sensor suhu dan kelembaban DHT 11. Untuk menampilkan nilai yang dibaca oleh sensor suhu dan kelembaban lcd terlebih dahulu diprogram dengan kode program. Kode program lcd dapat dilihat pada Gambar 22.

```

//Deklarasi LCD
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); //D1 dan D2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();
  dht0.begin();
  dht1.begin();
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  Tugas Akhir");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  Dio Valentino");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  pinMode(kipasAts,OUTPUT);
  pinMode(kipasBwh,OUTPUT);
}

```

Gambar 22. Program LCD

4. Relay

Pada penelitian ini Relay digunakan untuk mengatur hidup atau mati kipas *Heat Exchanger* dan kipas *Exhaust*, kipas *Heat Exchanger* diatur dengan menggunakan nilai sensor suhu DS18B20 dan kipas *Exhaust* diatur dengan menggunakan nilai sensor suhu dan kelembaban DHT 11. Untuk mengatur relay dilakukan pemrograman dengan kode program yang terdapat pada Gambar 23.

```

//Deklarasi Kipas
#define kipasAts 14 //D5
#define kipasBwh 12 //D6

    if ( suhuDS > 30.00){
      digitalWrite(kipasBwh, LOW); //kipas menyala
    }
  else{ //jika tidak
    digitalWrite(kipasBwh, HIGH); //kipas mati
  }
  if ( kelembabanAts > 50.00){
    digitalWrite(kipasAts, LOW); //kipas menyala
  }
  else{
    digitalWrite(kipasAts, HIGH); //kipas mati
  }
  if ( kelembabanBwh > 50.00){
    digitalWrite(kipasAts, LOW); //kipas menyala
  }
  else{
    digitalWrite(kipasAts, HIGH); //kipas mati
  }
}

```

Gambar 23. Program Relay

5. ThingSpeak

Pada penelitian ini, *ThingSpeak* digunakan untuk menampilkan data monitoring kepada pengguna di *smartphone* atau laptop. Implementasi perangkat lunak digunakan untuk mengeluarkan perintah untuk mengirim data dari NodeMCU ke *ThingSpeak*, yang kemudian mengirimkan data tersebut ke pengguna yang terhubung ke jaringan WiFi NodeMCU.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
WiFiClient client;

//Connection Config
String ssid = "Dioanggi";
String pass = "12345678"; //Kosongi bila tanpa password

//ThingSpeak Config
String host = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "91ZL24CS0RWP3VVT";
String request_string;

void send_data(float suhu, float hum, float ds)
{
  if (client.connect(host, 80))
  {
    request_string = "/update?key=" + writeAPIKey
      + "&field1=" + suhu
      + "&field2=" + hum
      + "&field3=" + ds;

    while (client.available() == 0)
    {
      if (millis() - timeout > 5000)
      {
        Serial.println(">>> Client Timeout !");
        client.stop();
        return;
      }
    }
  }
}
```

Gambar 24. Program ThingSpeak

4.2 Pengujian Komponen

4.2.1 Pengujian Sensor

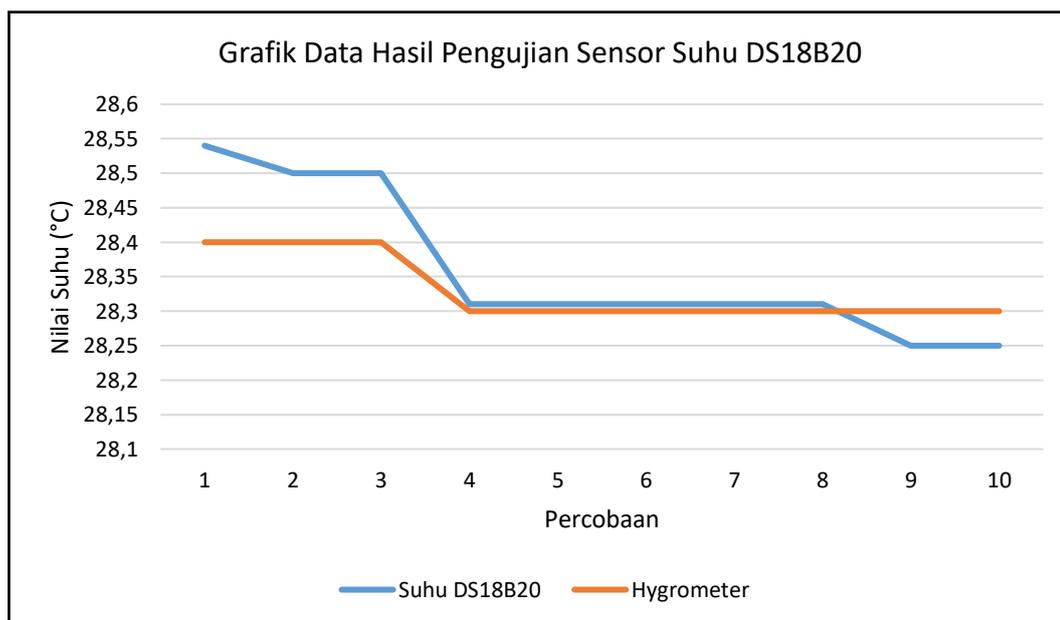
1. Sensor DS18B20

Pada penelitian ini sensor DS18B20 digunakan sebagai pengukur suhu pada kolektor surya. Sebelum dilakukannya pengukuran suhu pada kolektor surya, sensor DS18B20 terlebih dahulu dilakukan proses pengujian dengan cara melakukan perbandingan atau mengkalibrasikan hasil pengukuran perangkat sistem dengan *hygrometer*. Pengujian sensor ini dilakukan untuk melakukan pengukuran suhu ruangan dalam setiap rentang waktu 3 menit sekali dengan 10 kali percobaan.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dan *Hygrometer*

No	Waktu (WIB)	Hasil Pengukuran		Error (%)
		Suhu DS18B20 (°C)	<i>Hygrometer</i> (°C)	
1	17.36	28,54	28,4	0,49
2	17.39	28,5	28,4	0,35
3	17.42	28,5	28,4	0,35
4	17.45	28,31	28,3	0,035
5	17.48	28,31	28,3	0,035
6	17.51	28,31	28,3	0,035
7	17.54	28,31	28,3	0,035
8	17.57	28,31	28,3	0,035
9	18.00	28,25	28,3	0,017
10	18.03	28,25	28,3	0,017
Nilai rata-rata error				0,14

Pada Tabel 1 hasil dari perbandingan pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 dan *Hygrometer* memiliki nilai error rata-rata sebesar 0,14%. Untuk melihat selisih dari hasil pengukuran dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 25.

**Gambar 25.** Grafik Hasil perbandingan pengujian suhu menggunakan sensor DS18B20 dan *Hygrometer*

2. Sensor DHT 11

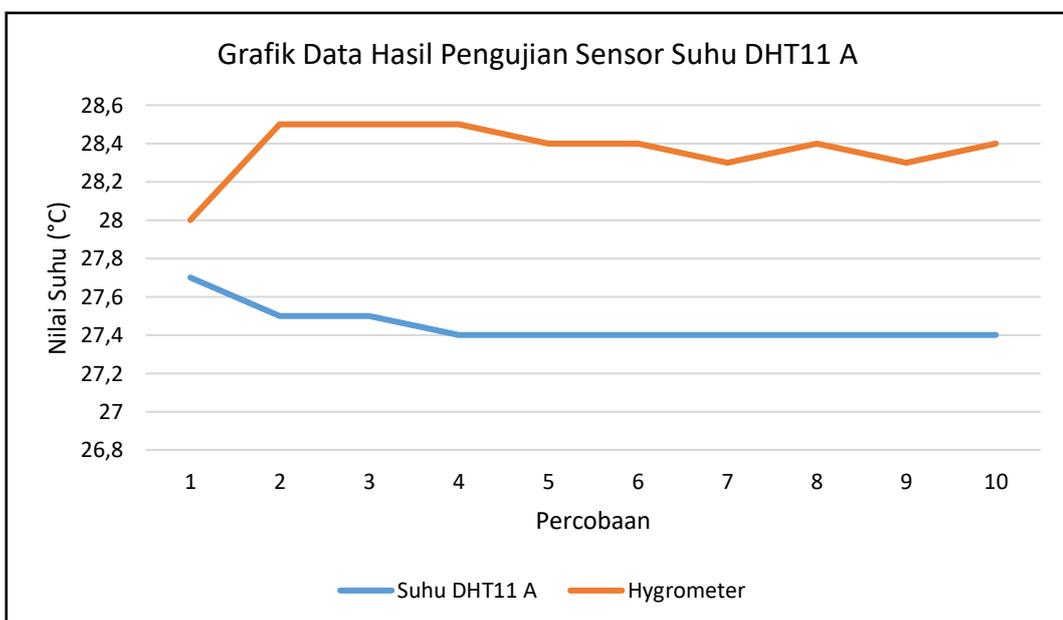
Pada penelitian ini digunakan 2 buah sensor DHT 11 untuk pengukuran suhu dan kelembaban pada ruang pengering. Sebelum mengukur suhu dan

kelembaban ruang jamur terlebih dahulu dilakukan pengujian sensor DHT 11 dengan mengkalibrasi hasil pengukuran perangkat sistem dengan *hygrometer*. Pengujian sensor ini dilakukan untuk mengukur suhu ruangan setiap 3 menit selama 10 kali pengujian.

Tabel 2. Hasil pengujian suhu sensor DHT 11 A dan *Hygrometer*

No	Waktu (WIB)	Hasil Pengukuran		Error (%)
		Suhu DHT 11 A (°C)	<i>Hygrometer</i> (°C)	
1	16.17	27,7	28	1
2	16.20	27,5	28,5	3,5
3	16.23	27,5	28,5	3,5
4	16.26	27,4	28,5	3,8
5	16.29	27,4	28,4	3,5
6	16.32	27,4	28,4	3,5
7	16.35	27,4	28,3	3,1
8	16.38	27,4	28,4	3,5
9	16.41	27,4	28,3	3,1
10	16.44	27,4	28,4	3,5
Nilai rata-rata eror				3,2

Seperti terlihat pada Tabel 2, jika membandingkan hasil pengukuran suhu dengan sensor DHT11 A dan *hygrometer*, rata-rata nilai erornya adalah 3,2%. Jika ingin melihat perbedaan pembacaan maka dibuat Gambar 26.



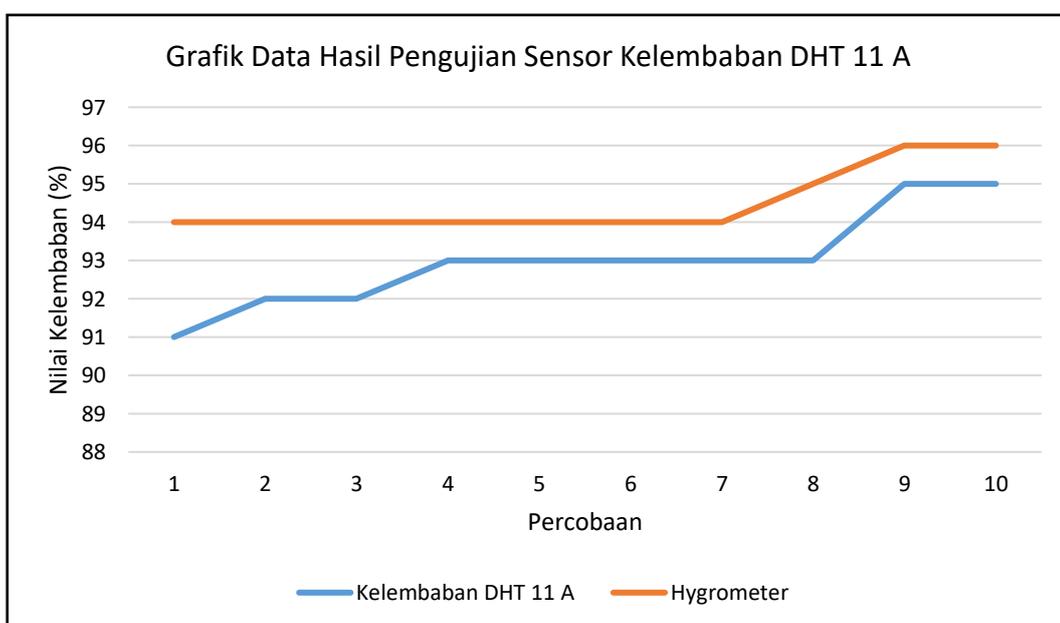
Gambar 26. Grafik Hasil perbandingan pengujian suhu menggunakan sensor DHT11 A dan *Hygrometer*

Tabel 3 merupakan perbandingan hasil pengukuran nilai kelembaban menggunakan sensor DHT11 A dan *Hygrometer* yang memiliki nilai eror rata-rata sebesar 1,54%.

Tabel 3. Hasil perbandingan pengukuran nilai kelembaban menggunakan sensor DHT11 A dan *Hygrometer*

No	Waktu (WIB)	Hasil Pengukuran		Error (%)
		Kelembaban DHT 11 A (%)	<i>Hygrometer</i> (%)	
1	16.17	91	94	3,1
2	16.20	92	94	2,1
3	16.23	92	94	2,1
4	16.26	93	94	1
5	16.29	93	94	1
6	16.32	93	94	1
7	16.35	93	94	1
8	16.38	93	95	2,1
9	16.41	95	96	1
10	16.44	95	96	1
Nilai rata-rata eror				1,54

Dari Tabel 3 terdapat nilai perbandingan sensor kelembaban menggunakan sensor DHT 11 dan *Hygrometer* untuk melihat selisih nilai pengukuran dibuat grafik yang terdapat pada Gambar 27.



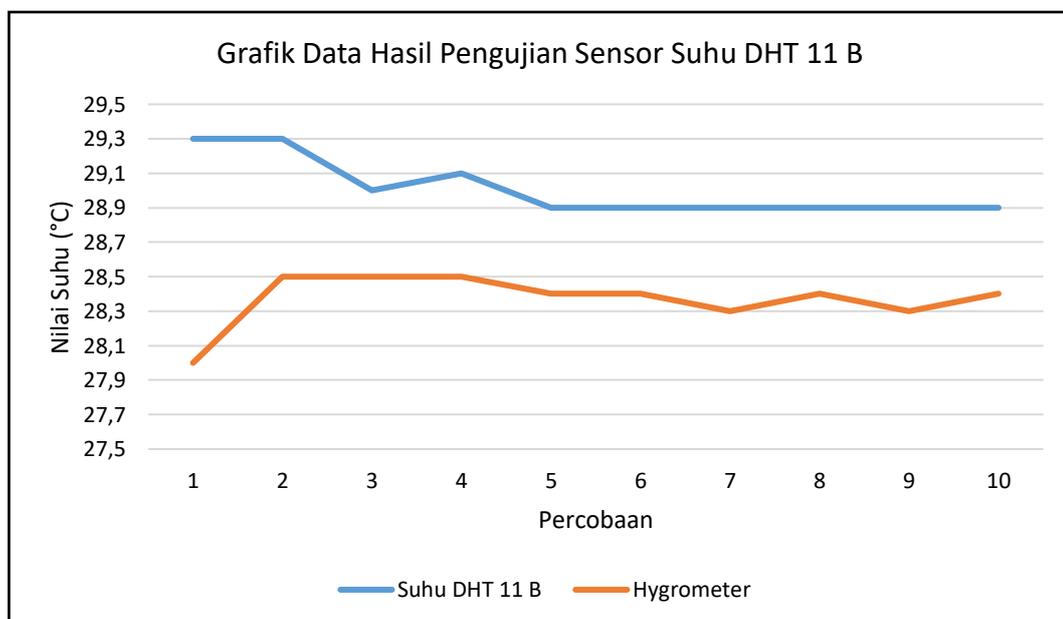
Gambar 27. Grafik Hasil Perbandingan hasil pengujian Sensor Kelembaban DHT 11 A dan *Hygrometer*

Berikut ini merupakan hasil pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT 11 B dan *Hygrometer* yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 28.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran sensor suhu DHT 11 B dan *Hygrometer*

No	Waktu (WIB)	Hasil Pengukuran		Error (%)
		Suhu DHT 11 B (°C)	<i>Hygrometer</i> (°C)	
1	16.17	29,3	28	4,6
2	16.20	29,3	28,5	3,1
3	16.23	29	28,5	1,7
4	16.26	29,1	28,5	2,1
5	16.29	28,9	28,4	1,7
6	16.32	28,9	28,4	1,7
7	16.35	28,9	28,3	2,1
8	16.38	28,9	28,4	1,7
9	16.41	28,9	28,3	2,1
10	16.44	28,9	28,4	1,7
Nilai rata-rata error				2,25

Pada Tabel 4 merupakan hasil perbandingan hasil pengukuran nilai suhu dengan menggunakan sensor DHT 11 dan *Hygrometer* dapat nilai error rata-rata sebesar 2,25%. Untuk melihat selisih nilai pengukuran sensor suhu DHT 11 B dan *Hygrometer* dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 28.



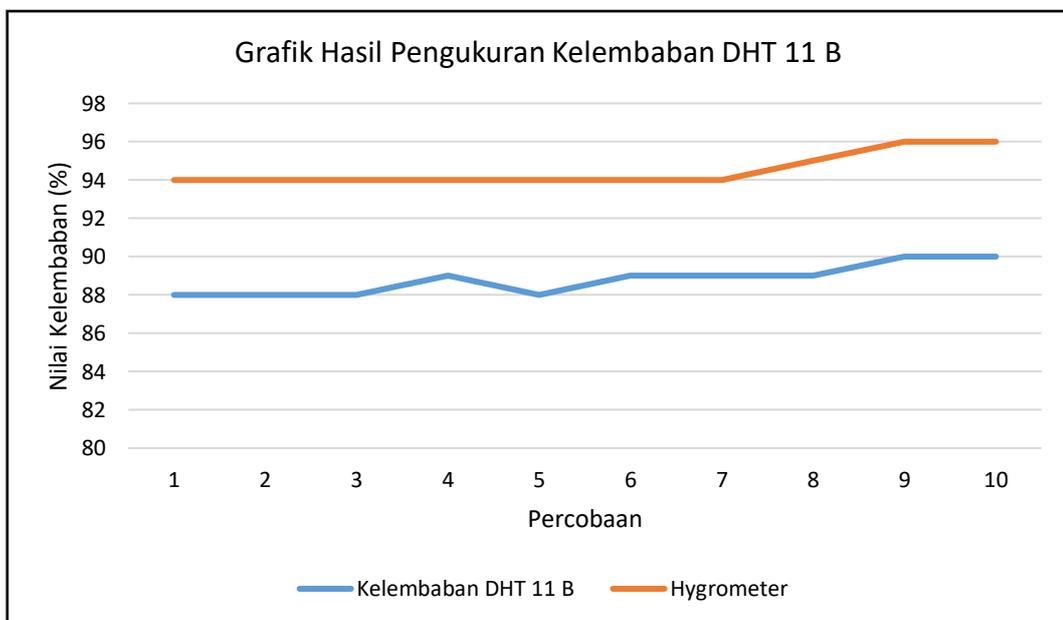
Gambar 28. Grafik hasil perbandingan suhu sensor DHT 11 dan *Hygrometer*

Pada Tabel 5 merupakan hasil pengukuran nilai kelembaban dengan menggunakan sensor DHT 11 dan *Hygrometer*. Dari hasil pengukuran tersebut didapat nilai eror rata-rata sebesar 5,88%.

Tabel 5. Hasil perbandingan pengukuran nilai kelembaban sensor DHT 11 B dan *Hygrometer*

No	Waktu (WIB)	Hasil Pengukuran		Error (%)
		Kelembaban DHT 11 B (%)	Hygrometer (%)	
1	16.17	88	94	6,3
2	16.20	88	94	6,3
3	16.23	89	94	5,3
4	16.26	89	94	5,3
5	16.29	88	94	6,3
6	16.32	89	94	5,3
7	16.35	89	94	5,3
8	16.38	89	95	6,3
9	16.41	90	96	6,2
10	16.44	90	96	6,2
Nilai rata-rata eror				5,88

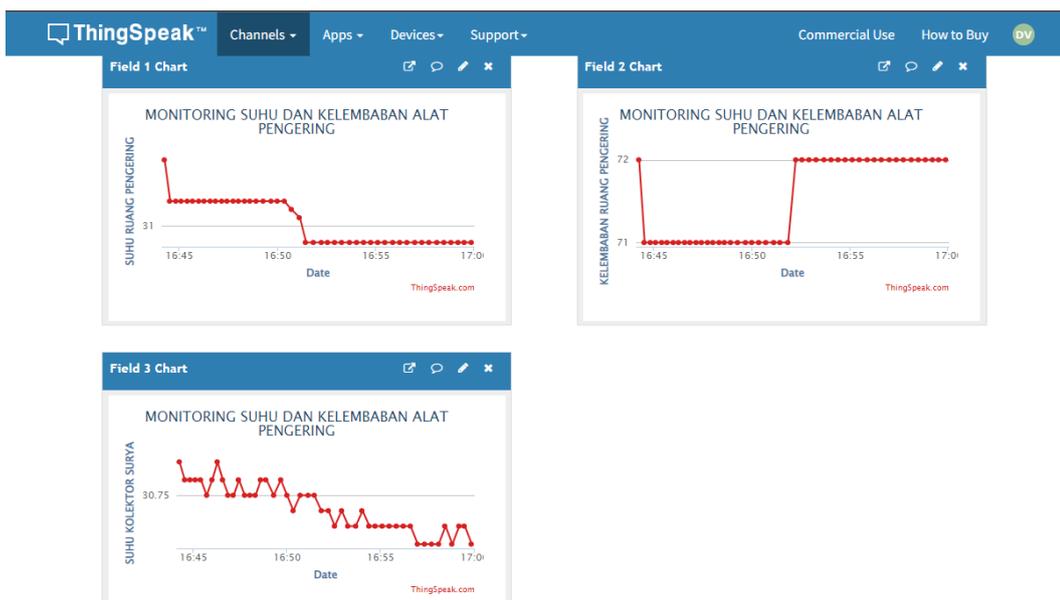
Dari Tabel 5 terdapat nilai perbandingan sensor kelembaban menggunakan sensor DHT 11 dan *Hygrometer* untuk melihat selisi nilai pengukuran dibuat grafik yang terdapat pada Gambar 29.



Gambar 29. Grafik Hasil Perbandingan Nilai Kelembaban Sensor DHT 11 dan *Hygrometer*

4.3 Pengujian Monitoring Suhu dan Kelembaban

Pada penelitian ini dilakukan pengujian monitoring suhu dan kelembaban dengan Menggunakan website *ThingSpeak*. Untuk menampilkan data pengukuran suhu dan kelembaban pada ruang pengering dan suhu pada kolektor surya dapat dilakukan dengan cara memasukan alamat IP (*Internet Protocol Address*) yang ada pada NodeMCU. Pengujian monitoring suhu dan kelembaban dilakukan selama 15 menit dengan *delay* pengambilan data selama 20 detik, berikut adalah gambar grafik monitoring dapat dilihat pada Gambar 30 dan data keseluruhan pengujian monitoring suhu dan kelembaban menggunakan *ThingSpeak* terdapat pada Lampiran .



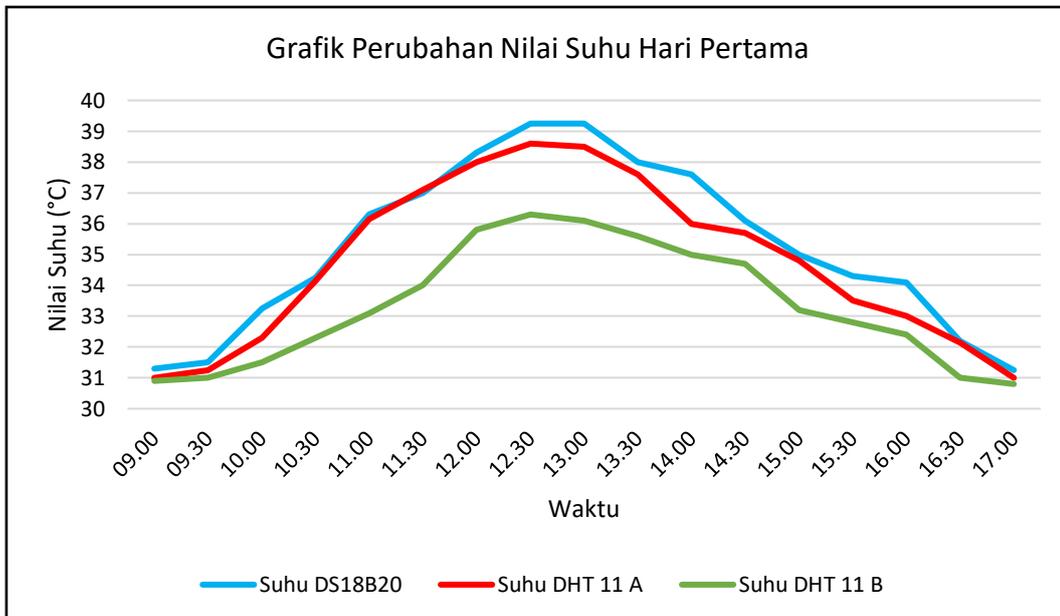
Gambar 30. Grafik hasil pengujian monitoring suhu dan kelembaban alat pengering

4.4 Pengujian Keseluruhan

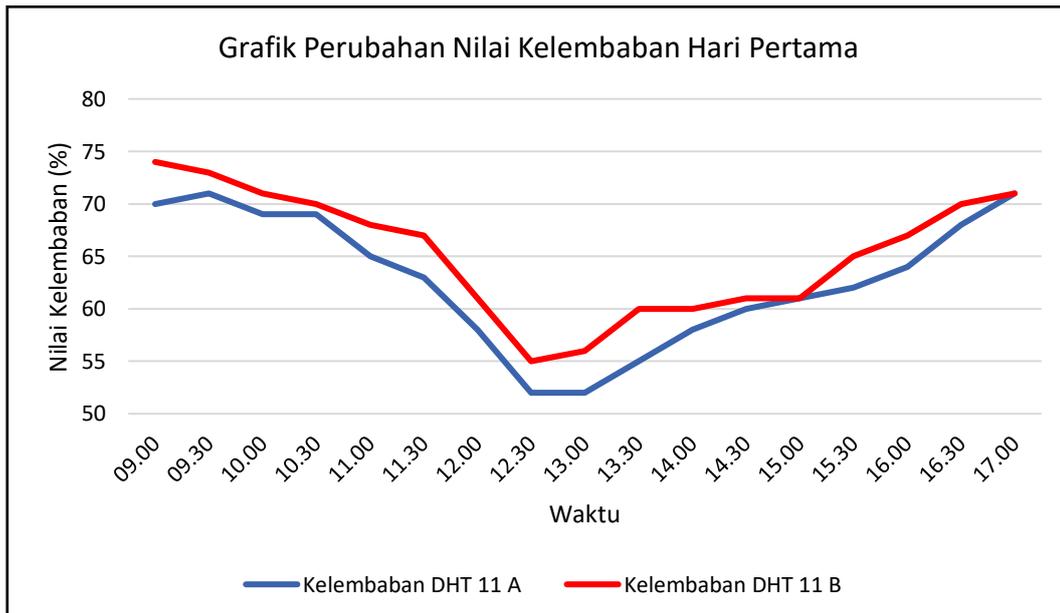
4.4.1 Pengujian pengering kunyit dengan kolektor surya

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengering kolektor surya yang dilakukan selama 8 jam dalam 3 hari yaitu pada tanggal 1 November 2022 sampai 3 November 2022 pada pukul 09:00 WIB hingga pukul 17:00 WIB. Berdasarkan hasil dari pengujian pengeringan kunyit tersebut, pada hari pertama diperoleh nilai suhu yang berubah-ubah pada ruang pengering dan kolektor surya pada proses pengeringan, dari pengeringan pada hari pertama pada tanggal 1 November 2022 didapat nilai suhu tertinggi sebesar $38,60^{\circ}\text{C}$ serta suhu terendah yang didapatkan adalah $30,80^{\circ}\text{C}$ sehingga suhu rata-rata pada ruang pengering sebesar $34,04^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi yang terdapat pada kolektor surya sebesar $39,25^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah sebesar $31,25^{\circ}\text{C}$ sehingga rata-rata suhu kolektor surya sebesar $35,23^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kelembaban tertinggi pada hari pertama

adalah 74% dan kelembaban terendah adalah 52% sehingga rata-rata kelembaban pada ruang pengering sebesar 64%. Pada Gambar 30 dan Gambar 31 akan menampilkan perubahan suhu dan kelembaban pada proses pengeringan hari pertama.



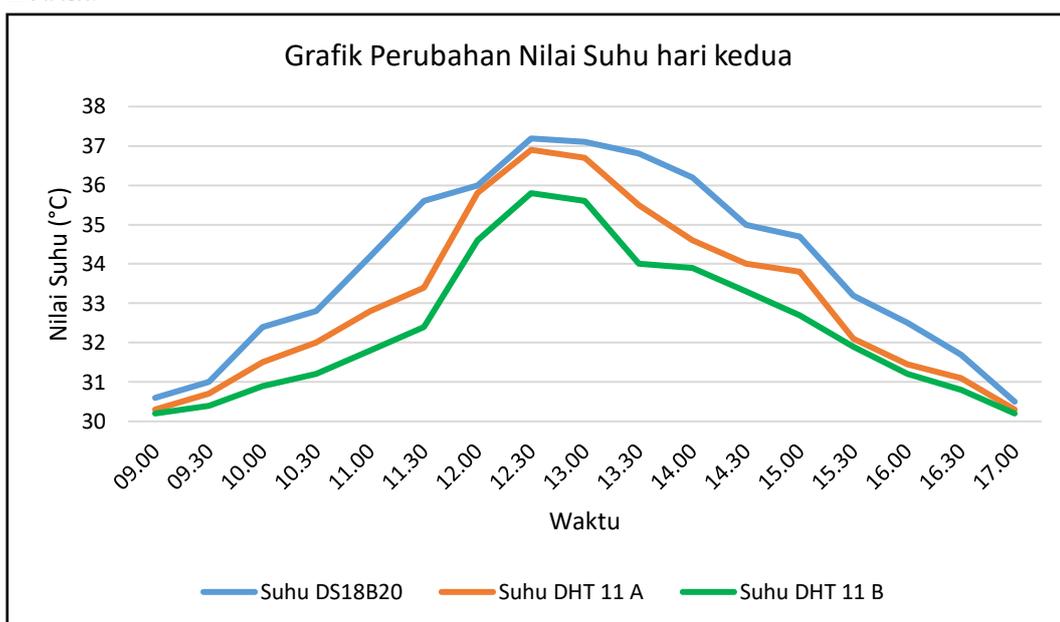
Gambar 31. Grafik Perubahan Nilai Suhu Hari Pertama



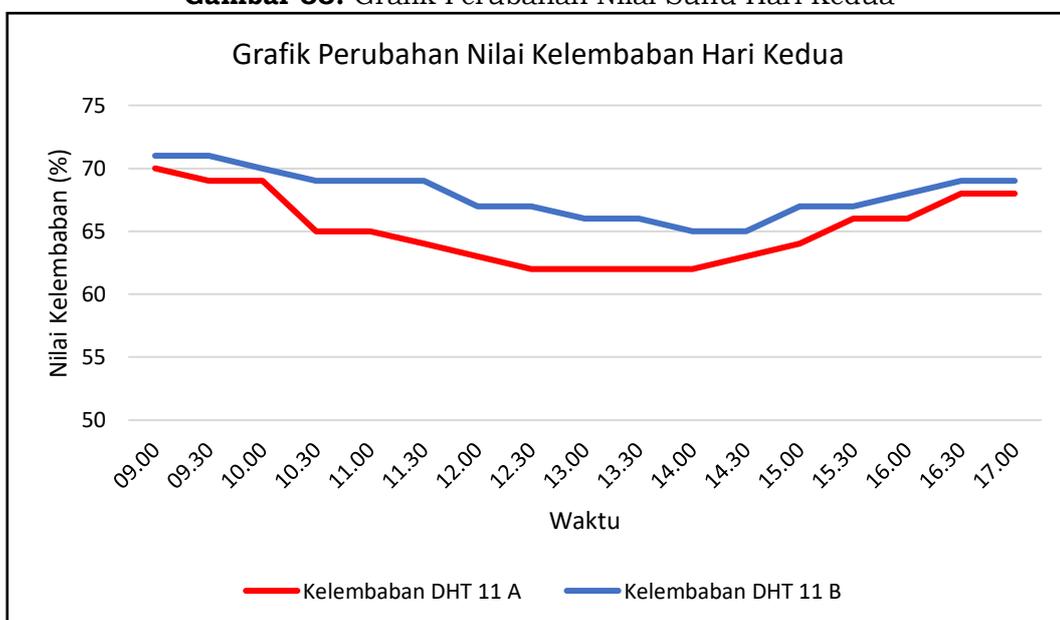
Gambar 32. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari Pertama

Berdasarkan pengujian pengeringan kunyit pada hari kedua yaitu tanggal 2 November 2022 yang dilakukan selama 8 jam dari pukul 09:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB. Berdasarkan hasil dari pengujian pengering kunyit tersebut, diperoleh nilai suhu dan kelembaban yang berubah-ubah selama proses

pengeringan. Nilai suhu tertinggi pada ruang pengering yang diukur adalah sebesar $36,90^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah sebesar $30,20^{\circ}\text{C}$ sehingga suhu rata-rata ruang pengering pada hari kedua yaitu $32,76^{\circ}\text{C}$. Serta pada kolektor surya suhu tertinggi pada hari kedua sebesar $37,19^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah kolektor surya sebesar $30,50^{\circ}\text{C}$ sehingga didapat suhu rata-rata pada kolektor surya sebesar $33,97^{\circ}\text{C}$. Lalu untuk pengukuran kelembaban tertinggi pada ruang pengering adalah 71% dan kelembaban terendah sebesar 62% sehingga rata-rata kelembaban pada ruang pengering adalah 66,55%. pada Gambar 31 dan 32 menampilkan perubahan suhu dan kelembaban pada saat pengeringan hari kedua.

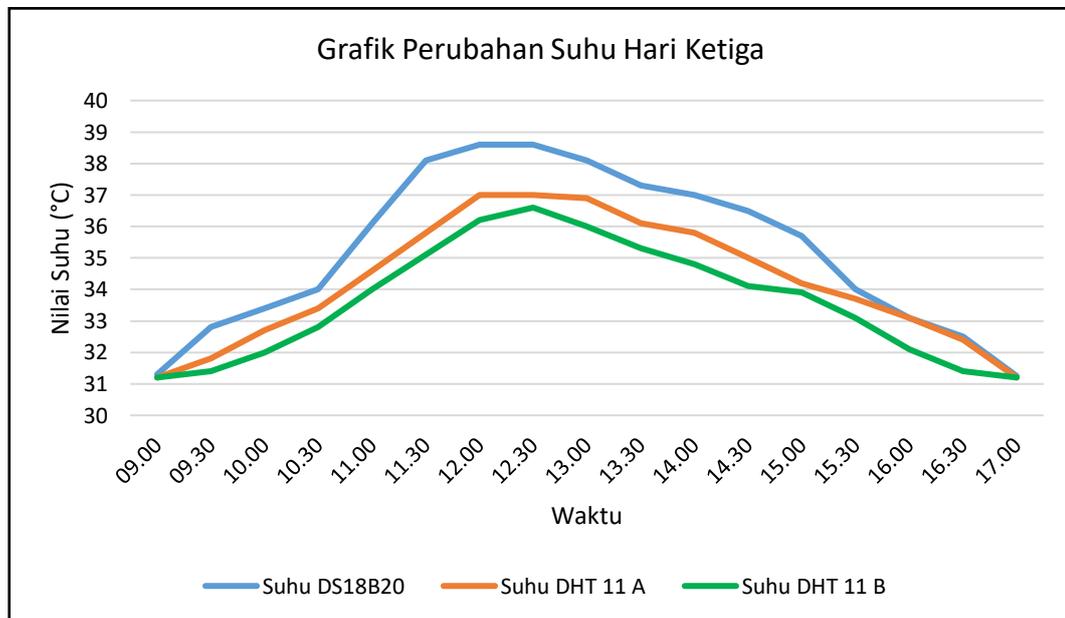


Gambar 33. Grafik Perubahan Nilai Suhu Hari Kedua

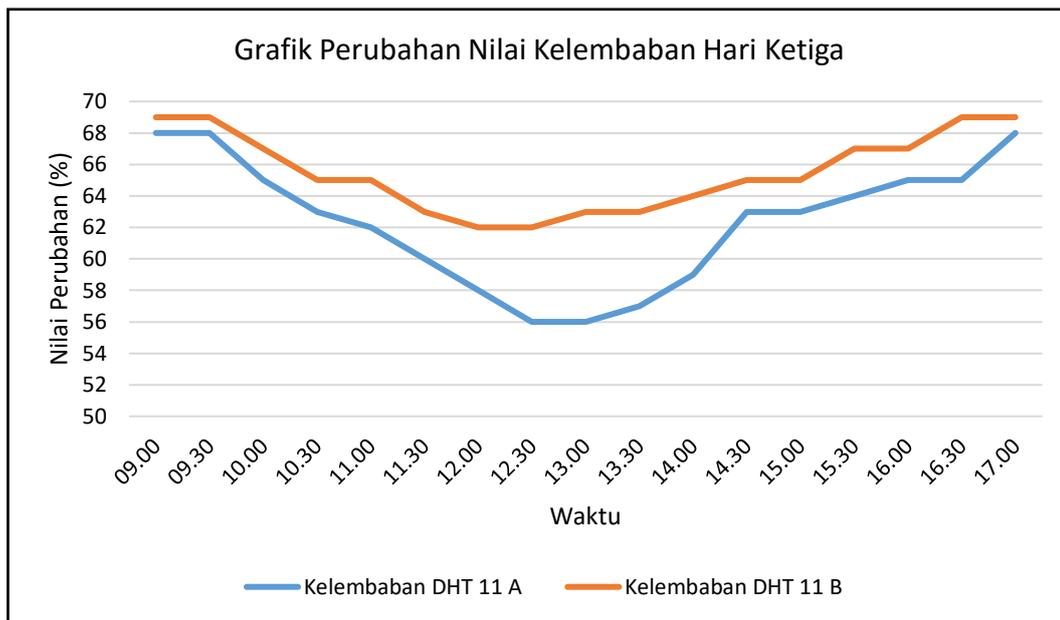


Gambar 34. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari kedua

Berdasarkan pengujian pengeringan kunyit pada hari ketiga yaitu tanggal 3 November 2022 yang dilakukan selama 8 jam dari pukul 09:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB. Berdasarkan hasil dari pengujian pengering kunyit tersebut, diperoleh nilai suhu dan kelembaban yang berubah-ubah selama proses pengeringan. Nilai suhu tertinggi pada ruang pengering yang diukur adalah sebesar 37°C dan suhu terendah sebesar $31,20^{\circ}\text{C}$ sehingga suhu rata-rata ruang pengering pada hari kedua yaitu $33,91^{\circ}\text{C}$. Serta pada kolektor surya suhu tertinggi pada hari ketiga sebesar $38,60^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah kolektor surya sebesar $31,25^{\circ}\text{C}$ sehingga didapat suhu rata-rata pada kolektor surya sebesar $35,19^{\circ}\text{C}$. Lalu untuk pengukuran kelembaban tertinggi pada ruang pengering adalah 69% dan kelembaban terendah sebesar 56% sehingga rata-rata kelembaban pada ruang pengering adalah 64%. pada Gambar 35 dan 36 menampilkan perubahan suhu dan kelembaban pada saat pengeringan hari ketiga.



Gambar 35. Grafik Perubahan Suhu Hari Ketiga



Gambar 36. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Hari ketiga

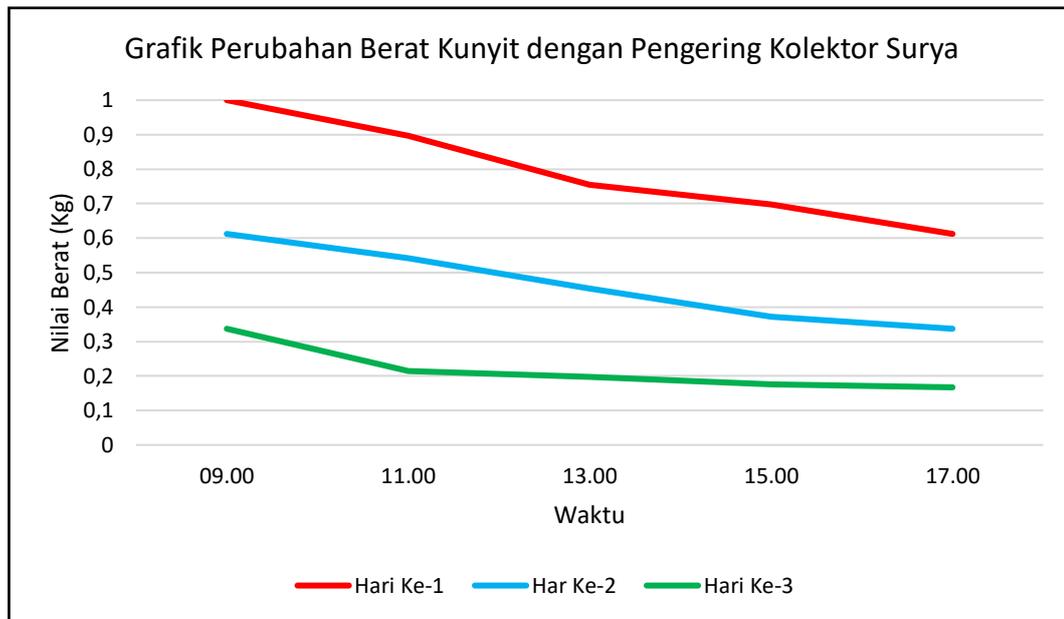
Berdasarkan pada Tabel 6 dan Gambar 37 dapat dilihat penurunan kadar air pada kunyit yaitu pada tiga Hari tersebut. Penurunan kadar air terjadi pada saat kipas menyala, yaitu pada saat udara panas pada kolektor surya disalurkan kepada ruang pengering. Untuk penurunan kadar air kunyit pada hari pertama lebih lambat pada hari kedua dan ketiga. hal ini disebabkan karena suhu yang dihasilkan kolektor surya lebih rendah dari pada hari kedua dan ketiga.

Tabel 6. Pengujian Pengeringan Kolektor Surya

Waktu (WIB)	Pengering Kolektor Surya		
	Hari		
	1 (Kg)	2 (Kg)	3 (Kg)
09.00	1	0,612	0,337
11.00	0,896	0,541	0,215
13.00	0,755	0,454	0,197
15.00	0,697	0,372	0,175
17.00	0,612	0,337	0,167

Berdasarkan hasil dari Tabel 6 pengeringan kunyit tersebut, pada hari pertama dari berat 1kg dengan kadar air yang berkurang sebesar 38,8% menjadi 0,612kg, lalu pada hari kedua dari berat 0,612kg dengan kadar air yang berkurang sebesar 44,9% menjadi 0,337kg, dan pada hari terakhir atau hari

ketiga dari berat 0,337,kg dengan kadar air yang berkurang sebesar 48,6% menjadi 0,167kg.



Gambar 37. Grafik Perubahan Berat Kunyit dengan Pengering Kolektor Surya

4.4.2 Pengujian perbandingan pengeringan

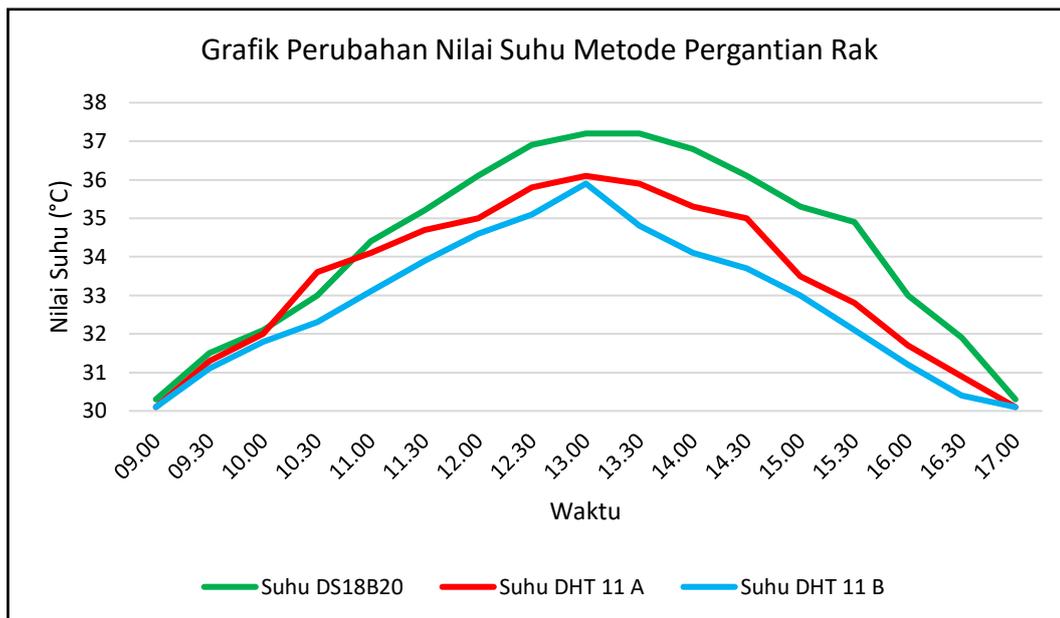
Pada penelitian ini dilakukan juga pengujian pengering kunyit dengan cara tradisional dengan berat 1kg yang dilakukan selama 8 jam dalam 3 hari yaitu pada tanggal 1 November 2022 sampai 3 November 2022 pada pukul 09:00 WIB hingga pukul 17:00 WIB. Berdasarkan hasil dari pengeringan kunyit dengan cara tradisional, pada hari pertama dari berat 1kg dengan kadar air berkurang sebesar 23,2% menjadi 0,768kg dengan suhu tertinggi pada hari itu sebesar 33°C dan terendah sebesar 28°C, lalu pada hari kedua dari berat 0,768kg dengan kadar air berkurang sebesar 37,2% menjadi 0,482kg dengan suhu tertinggi pada hari itu sebesar 33°C dan suhu terendah sebesar 27°C dan pada hari terakhir atau hari ketiga dari berat 0,482kg dengan kadar air berkurang sebesar 40% menjadi 0,289kg dengan suhu tertinggi pada hari itu 33°C dan suhu terendah sebesar 28°C. Perbandingan pengujian pengeringan dengan kolektor surya dan pengeringan secara tradisional dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Pengujian pengeringan dengan kolektor surya dan pengeringan tradisional

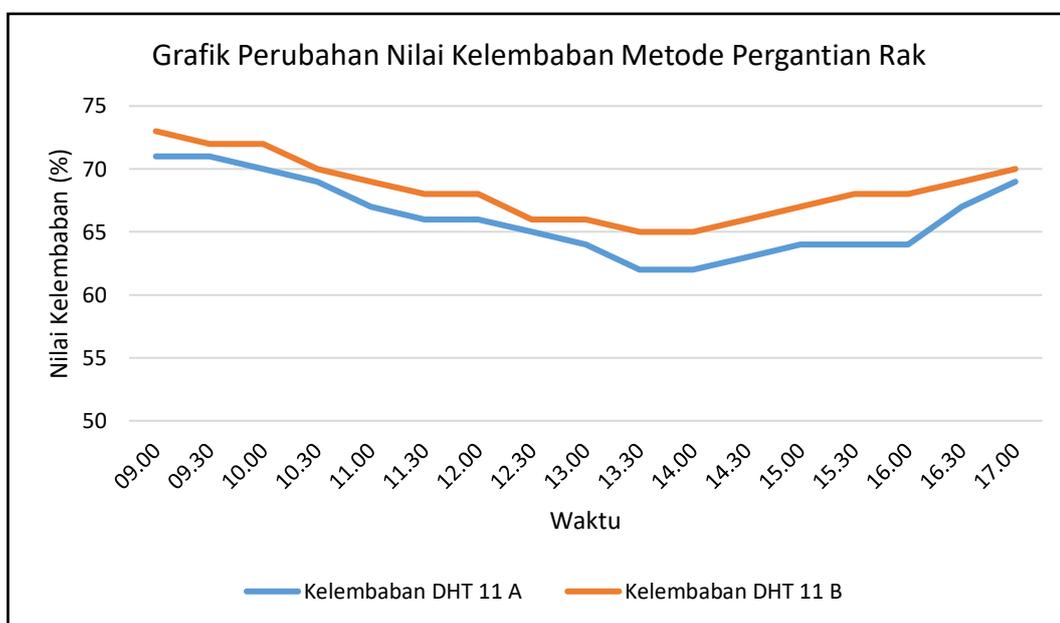
Jam	Hari					
	1	2	3	1	2	3
	Pengering Kolektor Surya (Kg)			Pengering Tradisional (Kg)		
09.00	1	0,612	0,337	1	0,768	0,482
11.00	0,896	0,541	0,215	0,934	0,697	0,403
13.00	0,755	0,454	0,197	0,887	0,598	0,382
15.00	0,697	0,372	0,175	0,801	0,503	0,312
17.00	0,612	0,337	0,167	0,768	0,482	0,289

4.4.3 Pengujian pengeringan dengan metode pergantian rak

Berdasarkan hasil pengeringan kunyit dengan metode pergantian rak yang dilakukan selama 8 jam pada tanggal 4 November 2022 yang dimulai dari pukul 09:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB. Berdasarkan hasil dari pengujian pengeringan tersebut, diperoleh nilai suhu yang berubah-ubah pada ruang pengering dan kolektor surya pada proses pengeringan, dari pengeringan ini didapat nilai suhu tertinggi sebesar 36,1°C serta suhu terendah yang didapatkan adalah 30,1°C sehingga suhu rata-rata pada ruang pengering sebesar 33,28°C. Suhu tertinggi yang terdapat pada kolektor surya sebesar 37,2°C dan suhu terendah sebesar 30,3°C sehingga suhu rata-rata kolektor surya sebesar 34,24°C. Sedangkan untuk nilai kelembaban didapatkan nilai tertinggi sebesar 74% dan terendah sebesar 62% sehingga rata-rata nilai kelembaban yang didapat pada ruang pengering sebesar 67%. Pada Gambar 38 dan Gambar 39 akan menampilkan perubahan suhu dan kelembaban pada proses pengeringan dengan metode pergantian rak.



Gambar 39. Grafik Perubahan Nilai Suhu Metode Pergantian Rak



Gambar 38. Grafik Perubahan Nilai Kelembaban Metode Pergantian Rak

Berdasarkan pada Tabel 8 dapat dilihat penurunan peresentase kadar air pada kunyit yang berat awal sebesar 1kg pada masing-masing rak dalam waktu pengeringan 8 jam dan dilakukan 4 kali pengukuran, pengukuran pertama mendapatkan hasil untuk rak 1 sebesar 10% dan rak 2 sebesar 10,4%, lalu pengukuran kedua untuk rak 1 sebesar 16% dan rak 2 sebesar 14,9%, pengukuran ketiga untuk rak 1 sebesar 8,9% dan rak 2 sebesar 7,3% dan terakhir pengukuran keempat untuk rak 1 sebesar 9,8% dan rak 2 sebesar 10,7%. Penurunan kadar air terjadi pada saat kipas hidup, yaitu pada saat udara panas

pada kolektor surya disalurkan kepada ruang pengering. Untuk penurunan kadar air kunyit pada rak 1 dan rak 2 tidak memiliki selisih peresentase yang besar dikarenakan aliran udara panas yang masuk merata keseluruhan bagian ruang pengering.

Tabel 8. Perbandingan Pengeringan dengan Metode Pergantian Rak

Waktu (WIB)	Pola	Hari	
		Rak 1 (kg)	Rak 2 (kg)
09.00	1.2	1	1
11.00	2.1	0,900	0,896
13.00	1.2	0,756	0,762
15.00	2.1	0,688	0,706
17.00	1.2	0,620	0,631

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap keseluruhan sistem pengering kunyit menggunakan kolektor surya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol otomatis pengeringan kunyit telah dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8622, sensor suhu DS18B20 untuk kolektor surya, dan dua sensor suhu dan kelembaban DHT 11 untuk ruang pengering dapat berjalan dengan baik untuk pengeringan dengan kontrol dan metode pergantian rak.
2. Pengujian Sensor suhu DS18B20 untuk kolektor surya yang dilakukan sebanyak 10 kali dengan rentan waktu 3 menit mendapatkan nilai error rata-rata sebesar 0,14%, dan pengujian dua sensor suhu dan kelembaban DHT 11 untuk ruang pengering yang dilakukan sebanyak 10 kali dalam rentan waktu 3 menit untuk sensor DHT 11 (a) didapatkan nilai suhu error rata-rata sebesar 3,2% dan kelembaban sebesar 1,54% lalu sensor DHT 11 (b) didapat nilai error suhu rata-rata sebesar 2,25% dan nilai error kelembaban rata-rata sebesar 5,88%. Pengujian pengeringan kolektor surya dengan berat awal kunyit 1kg yang dilakukan selama 3 hari dengan waktu 8 jam perharinya yang menghasilkan penurunan kadar air pada hari pertama sebesar 38,8%, hari kedua sebesar 44,9% dan hari ketiga sebesar 48,6% dengan berat akhir sebesar 0,167kg. Sedangkan pengeringan dengan cara tradisional dengan berat awal kunyit 1kg yang dilakukan selama 3 hari dengan waktu 8 jam perhari menghasilkan penurunan kadar air pada hari pertama sebesar 23,2%, hari kedua sebesar 37,2% dan hari ketiga sebesar 40% dengan berat akhir sebesar 0,289kg. Pengeringan dengan kolektor surya lebih baik dibanding dengan pengeringan tradisional karena suhu pengeringan dengan kolektor surya akan lebih terjaga sehingga menghasilkan proses pengeringan yang berkualitas. Pengujian pengeringan dengan metode pergantian rak yang dilakukan selama 8 jam mendapat hasil rak atas dan rak bawah tidak memiliki selisih peresentase yang besar karena aliran udara panas yang masuk ke ruang pengering merata keseluruh bagian.

5.2 Saran

Berdasarkan hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini, saran yang diambil sebagai berikut:

1. Alat ini diharapkan dapat membantu petani kunyit untuk proses pengeringan kunyit dengan lebih cepat.
2. Untuk peneliti selanjutnya agar mengembangkan alat ini agar dapat digunakan pada dunia industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfannizar I & Y. Rahayu. 2018. Perancangan dan Pembuatan Alat Home Electricity Based Home Appliance Controller Berbasis Internet of Things. Jom FTEKNIK. Riau
- Andrianto H. 2016. Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman. Jakarta.
- Arifin J., I.E. Dewanti & D. Kurnianto. 2017. Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus Menggunakan Smartphone. Medika Elektronika.
- Arikundo F.R., & M. Hazwi. 2014. Rancang Bangun Prototype Kolektor Surya Tipe Plat Datar untuk Penghasil Panas pada Pengering Produk Pertanian dan Perkebunan. Jurnal e- Dinamis.
- Arsy W.F. 2015. Studi Eksperimen Unjuk Kerja Kolektor Surya Plat Datar Dengan Penambahan Reflektor Yang Mempunyai Variasi Sudut Kemiringan Kolektor dan Sudut Kemiringan Reflektor. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ayu Ida M.C., K.I. Nengah & P.M.G. I Dewa. 2018. Pengaruh Metode Pengeringan dan Jenis Pelarut terhadap Rendemen dan Kadar Kurkumin Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val). Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian. Bali.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Tanaman Biofarmaka. Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi: <https://www.bps.go.id>
- Darwin, M.M. Ilham & Z.A. Irwandi. 2015. Pengaruh Bentuk Kolektor Konsentrator Terhadap Efisiensi Pemanas Air Surya. SNTTM XIV. Banjarmasin.
- Dina S.E., S.E. Rambe, Azwardi & E.H. Sipahutar. 2018. Rancang Bangun dan Ujicoba Pengering Surya Tipe Kolektor Tabung Vakum (Evacuated Tube Collector). BaristandIndustri Medan. Medan.
- Hartati S.Y., & Balittro. 2013. Khasiat Kunyit Sebagai Obat Tradisional dan Manfaat Lainnya. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Jurnal Puslitbang Perkebunan.
- Ikhsan M. 2019. Rancang Bangun Sistem Monitoring Untuk Pengering Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Dengan Kolektor Surya. Teknik: perpustakaan unja. Jambi

- Kadir A. 2012. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino. Yogyakarta.
- Khalil F. I. 2016. Desain Sistem Kendali untuk Pengering Gabah dengan Kolektor. Jurnal Keteknikan Pertanian.
- Martinus. (2012). Buku Ajar Mekatronika. Lampung: Universitas Lampung.
- Nadian, M, H, Abbaspour-Fard, M, H, Martynenko, A, Golzarian, M, R. 2017. Anintelligent integrated control of hybrid hot air-infrared dryer based on fuzzy logic and computer vision system. Computers and Electronics in Agriculture.
- Ni Nyoman U.D. 2022. Pemanfaatan Rimpang Kunyit Hitam (*Curcuma caesia* Roxb.) Sebagai Obat Tradisional. Jurnal Edukasi Matematika dan Sains. Denpasar.
- Nurazizah E., M. Ramdhani & A. Rizal. 2017. Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk Penyandang Tunanetra. eProceedings of Engineering.
- Pramono, S. 2006. Penanganan Pasca Panen dan Pengaruhnya Terhadap EfekTerapi Obat Alami. Prosiding Seminar nasional Tumbuhan Obat IndonesiaXXVIII, Bogor.
- Pratama M. 2019. Rancang Bangun Sistem Kontrol Untuk Pengering Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Dengan Kolektor Surya. Teknik: perpustakaan unja. Jambi
- Sari P.P., & Ngadiani. 2015. Efektivitas Ekstrak Etanol Kunyit Merah (*Curcuma domestica*) Sebagai penghambat Pertumbuhan *Salmonella typhi* dan *Bacillus cereus*. STIGMA. Surabaya.
- Siagian P. 2019. Pengering Asam Gelugur Secara Hibryd dengan Kolektor Surya dan Potovoltaik Pada Temperatur Konstan. Jurnal Visi Universitas HKBP Nommensen.
- Sinauarduino. 2016. Mengenal Arduino Software (IDE). Retrieved from SINAUARDUINO: www.sinauarduino.com
- Sofiana M.P. 2014. White Turmeric (*Curcuma zedoaria*). J MAJORITY. Lampung
- Sutanto H. 2014. mikrokontroler.tripod. Retrieved from Konsep Mikrokontroler: <http://www.mikrokontroler.tripod.com>

Sunrom Technologies. 2011. DHT11 - Humidity and Temperature Sensor. In pp. 1-7. Available at: <http://robocraft.ru/files/datasheet/DHT11>

Thakuria C. 2018. A Design and Construction of a Solar Drying System for Mushroom Preservation. International Research Journal of Engineering and Technology. Assam.

Widodo B., & E. Setyawan. 2018 Pemanfaatan Box Pengering Dalam Peningkatan Higienitas Produksi Kunyit Kering di Desa Wates Kecamatan Slahung. Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks.

Zakaria M., Y. Hendrawan & G. Djojowasito. 2017. Pemodelan Pengeringan Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Berbasis Machine Vision menggunakan Artificial Neural Network. Jurnal Teknologi Pertanian. Malang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pengukuran suhu dan kelembaban

Tanggal dan Waktu (WIB)	Sensor DS18B20	Sensor DHT 11 A		Sensor DHT 11 B	
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
01-11-2022/09.00	31,3	31	70	30,9	74
01-11-2022/09.30	31,5	31,25	71	31	73
01-11-2022/10.00	33,25	32,3	69	31,5	71
01-11-2022/10.30	34,25	34,15	69	32,3	70
01-11-2022/11.00	36,3	36,15	65	33,1	68
01-11-2022/11.30	37	37,1	63	34	67
01-11-2022/12.00	38,3	38	58	35,8	61
01-11-2022/12.30	39,25	38,6	52	36,3	55
01-11-2022/13.00	39,25	38,5	52	36,1	56
01-11-2022/13.30	38	37,6	55	35,6	60
01-11-2022/14.00	37,6	36	58	35	60
01-11-2022/14.30	36,1	35,7	60	34,7	61
01-11-2022/15.00	35	34,8	61	33,2	61
01-11-2022/15.30	34,3	33,5	62	32,8	65
01-11-2022/16.00	34,1	33	64	32,4	67
01-11-2022/16.30	32,2	32,15	68	31	70
01-11-2022/17.00	31,25	31	71	30,8	71
02-11-2022/09.00	30,6	30,3	70	30,2	71
02-11-2022/09.30	31	30,7	69	30,4	71
02-11-2022/10.00	32,4	31,5	69	30,9	70
02-11-2022/10.30	32,8	32	65	31,2	69
02-11-2022/11.00	34,2	32,8	65	31,8	69
02-11-2022/11.30	35,6	33,4	64	32,4	69

02-11- 2022/12.00	36	35,8	63	34,6	67
02-11- 2022/12.30	37,19	36,9	62	35,8	67
02-11- 2022/13.00	37,1	36,7	62	35,6	66
02-11- 2022/13.30	36,8	35,5	62	34	66
02-11- 2022/14.00	36,2	34,6	62	33,9	65
02-11- 2022/14.30	35	34	63	33,3	65
02-11- 2022/15.00	34,7	33,8	64	32,7	67
02-11- 2022/15.30	33,2	32,1	66	31,9	67
02-11- 2022/16.00	32,5	31,45	66	31,2	68
02-11- 2022/16.30	31,7	31,1	68	30,8	69
02-11- 2022/17.00	30,5	30,3	68	30,2	69
03-11- 2022/09.00	31,3	31,2	68	31,2	69
03-11- 2022/09.30	32,8	31,8	68	31,4	69
03-11- 2022/10.00	33,4	32,7	65	32	67
03-11- 2022/10.30	34	33,4	63	32,8	65
03-11- 2022/11.00	36,1	34,6	62	34	65
03-11- 2022/11.30	38,1	35,8	60	35,1	63
03-11- 2022/12.00	38,6	37	58	36,2	62
03-11- 2022/12.30	38,6	37	56	36,6	62
03-11- 2022/13.00	38,1	36,9	56	36	63
03-11- 2022/13.30	37,3	36,1	57	35,3	63
03-11- 2022/14.00	37	35,8	59	34,8	64
03-11- 2022/14.30	36,5	35	63	34,1	65
03-11- 2022/15.00	35,7	34,2	63	33,9	65
03-11- 2022/15.30	34	33,7	64	33,1	67
03-11- 2022/16.00	33,1	33,1	65	32,1	67
03-11- 2022/16.30	32,5	32,4	65	31,4	69

03-11- 2022/17.00	31,25	31,2	68	31,2	69
----------------------	-------	------	----	------	----

Lampiran 2. Peralatan yang digunakan



Multimeter



Solder



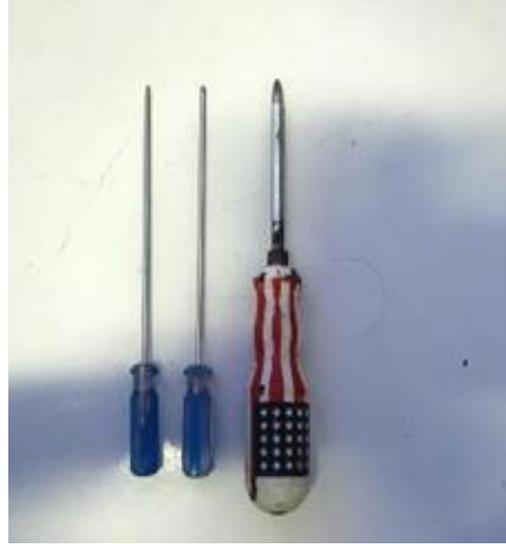
Bor Papan PCB



Penyedot Timah



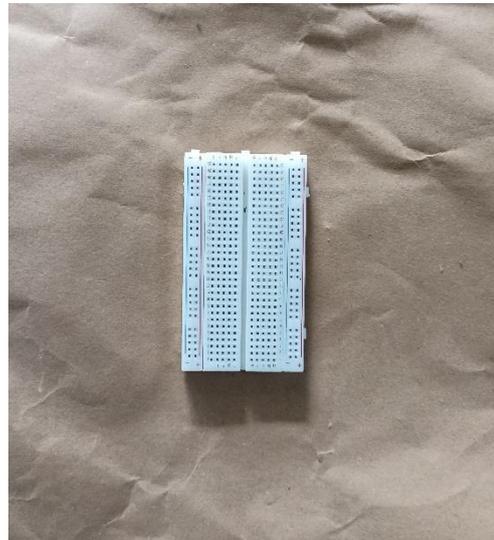
Timah Solder



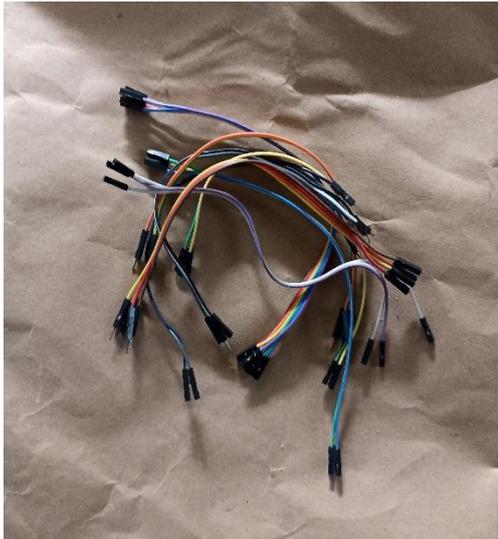
Obeng



Papan PCB



Breadboard



Kabel Jumper



Kabel

Hygrometer



Lampiran 3. Dokumentasi pembuatan alat

Pengelasan Rangka Alat



Pemasangan Dinding Ruang pengering



Pencetakan Layout PCB



Perangkaian Komponen



Penempatan Komponen



Pemasangan Komponen

Lampiran 4. Program alat pengering

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>

//Deklarasi Sensor DHT11 Bawah
#define dhtBwh 2 //D1
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht0(dhtBwh, DHTTYPE);

//Deklarasi Sensor DHT11 Atas
#include "DHT.h"
#define dhtAts 0 //D3
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht1(dhtAts, DHTTYPE);

//Deklarasi Sensor Suhu DS18B20
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
int SensorDS = 13; //D0
OneWire oneWire(SensorDS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

//Deklarasi Kipas
#define kipasAts 14 //D5
#define kipasBwh 12 //D6

//Deklarasi LCD
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); //D1 dan D2

WiFiClient client;

//Connection Config
String ssid = "Dioanggi";
String pass = "12345678"; //Kosongi bila tanpa password

//ThingSpeak Config
String host = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "91ZL24CS0RWP3VVT";
String request_string;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  dht0.begin();
  dht1.begin();
  sensors.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  Tugas Akhir");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  Dio Valentino");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  pinMode(kipasAts,OUTPUT);
  pinMode(kipasBwh,OUTPUT);
  WiFi.disconnect();

```

```

WiFi.begin(ssid, pass);
while (!(WiFi.status() == WL_CONNECTED)) {
    delay(300);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop()
{
    delay(2000);
    // SENSOR DS
    sensors.requestTemperatures();
    float i = sensors.getTempCByIndex(0);
    lcd.clear();
    lcd.print("  Nilai Suhu ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("DS18B20 :");
    lcd.print(i);
    lcd.print(" C");
    delay(2000);
    lcd.clear();

    Serial.print("SuhuDS : ");
    Serial.println(i);

    if ( i > 30.00){
        digitalWrite(kipasBwh, LOW); //kipas menyala
    }
    else{ //jika tidak
        digitalWrite(kipasBwh, HIGH); //kipas mati
    }

    // SENSOR DHT11
    float h = dht0.readHumidity(); //Kelembaban bawah
    float t = dht0.readTemperature(); //Celcius bawah
    float k = dht1.readHumidity(); //Kelembaban atas
    float p = dht1.readTemperature(); //Celcius atas

    //Serial dan LCD Monitor DHT11 Atas
    lcd.print("Kelembaban");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("Atas :");
    lcd.print(k);
    lcd.print(" %");
    delay(2000);
    lcd.clear();

    lcd.print("Suhu");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("Atas :");
    lcd.print(p);
    lcd.print(" C");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}

```

```

Serial.print("KelembabanAts: ");
Serial.print(h);
Serial.print("% \t");
Serial.println("");
Serial.print("SuhuAts : ");
Serial.print(p);
Serial.print("°C ");

//Serial dan LCD Monitor DHT11 Bawah
lcd.print("Kelembaban");
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("Bawah :");
lcd.print(k);
lcd.print(" %");
delay(2000);
lcd.clear();

lcd.print("      Suhu");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Bawah :");
lcd.print(p);
lcd.print(" C");
delay(2000);
lcd.clear();

Serial.print("KelembabanBwh: ");
Serial.print(h);
Serial.print("% \t");
Serial.println("");
Serial.print("SuhuBwh : ");
Serial.print(t);
Serial.print("°C ");

if ( k > 60.00){
    digitalWrite(kipasAts, LOW); //kipas menyala
}
else{
    digitalWrite(kipasAts, HIGH); //kipas mati
}
if ( k > 60.00){
    digitalWrite(kipasAts, LOW); //kipas menyala
}
else{
    digitalWrite(kipasAts, HIGH); //kipas mati
}
send_data(t, h,i);
}

void send_data(float suhu, float hum, float ds)
{
    if (client.connect(host, 80))
    {
        request_string = "/update?key=" + writeAPIKey
            + "&field1=" + suhu
            + "&field2=" + hum
            + "&field3=" + ds;

        Serial.println(String("GET ") + request_string + "
HTTP/1.1\r\n" +

```

```
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "Connection: close\r\n\r\n");
client.print(String("GET ") + request_string + " HTTP/1.1\r\n"
+
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();

while (client.available() == 0)
{
    if (millis() - timeout > 5000)
    {
        Serial.println(">>> Client Timeout !");
        client.stop();
        return;
    }
}

while (client.available())
{
    String line = client.readStringUntil('\r');
    Serial.print(line);
}

Serial.println();
Serial.println("Closing connection");
}
}
```

Lampiran 5. Data Pengujian Monitoring Suhu dan Kelembaban Dengan Menggunakan *ThingSpeak*

No	Pengujian monitoring dengan menggunakan ThingSpeak		
	Suhu Kolektor surya (°C)	Suhu Ruang Pengeriing (°C)	Kelembaban Ruang Pengeriing (%)
1	30.81	31.30	71.00
2	30.81	31.30	71.00
3	30.75	31.30	71.00
4	30.81	31.30	71.00
5	30.88	31.30	71.00
6	30.81	31.30	71.00
7	30.75	31.30	71.00
8	30.75	31.30	71.00
9	30.81	31.30	71.00
10	30.75	31.30	71.00
11	30.75	31.30	71.00
12	30.75	31.30	71.00
13	30.81	31.30	71.00
14	30.81	31.30	71.00
15	30.75	31.30	71.00
16	30.81	31.30	71.00
17	30.75	31.30	71.00
18	30.69	31.30	71.00
19	30.75	31.20	71.00
20	30.75	31.10	71.00
21	30.75	30.80	71.00
22	30.69	30.80	71.00
23	30.69	30.80	72.00
24	30.63	30.80	72.00
25	30.69	30.80	72.00
26	30.63	30.80	72.00
27	30.63	30.80	72.00
28	30.69	30.80	72.00
29	30.63	30.80	72.00
30	30.63	30.80	72.00
31	30.63	30.80	72.00

32	30.63	30.80	72.00
33	30.63	30.80	72.00
34	30.63	30.80	72.00
35	30.63	30.80	72.00
36	30.56	30.80	72.00
37	30.56	30.80	72.00
38	30.56	30.80	72.00
39	30.56	30.80	72.00
40	30.63	30.80	72.00
41	30.56	30.80	72.00
42	30.63	30.80	72.00
43	30.63	30.80	72.00
44	30.56	30.80	72.00

Lampiran 6. Buku Panduan

BUKU PANDUAN

PENGERING DENGAN KOLEKTOR SURYA

DAFTAR ISI

Tinjauan Pendahuluan

- Efisiensi Alat
- Cara Kerja Alat

Bagian Alat Pengering

- Kolektor Surya
- Fan (Kipas Angin)
- Ruang Pengering
- Control Panel

Tinjauan Pendahuluan

Efisiensi Alat

Alat pengering kunyit dengan kolektor surya merupakan alat pengering dengan menggunakan kolektor surya untuk membantu proses pengeringan kunyit tersebut. Kolektor surya dilengkapi dengan seng yang terletak dibagian bawah, seng berfungsi sebagai pemanas karena seng yang terkena panas matahari, maka panas tersebut juga akan diserap oleh seng dan dipantulkan kembali, hal ini menyebabkan ruangan pengering kunyit juga menjadi panas dan membantu proses pengeringan kunyit itu sendiri. Setelah diukur, perbedaan suhu yang terjadi didalam ruangan pengering dengan suhu diluar ruangan pengering terdapat perbedaan yang jauh. Suhu tertinggi didalam ruangan pengeringan mencapai 38°Celsius. Dilihat dari perbedaan suhu yang terjadi, maka dapat disimpulkan bahwa alat pengering kolektor surya ini lebih efektif daripada alat pengering tradisional pada umumnya.

Jika kita lihat dari segi kebersihan, pengering dengan kolektor surya memiliki ruang pengering yang melindungi kunyit yang dikeringkan dari gangguan serangga maupun debu, sehingga kebersihan kunyit juga akan lebih terjamin.

Untuk ruangan dari alat pengering ini sendiri terdiri dari 2 rak pengering. 1 rak pengering dapat memuat 1,5kg kunyit. Hal ini dapat dikondisikan sesuai keinginan. Tetapi perlu diketahui bahwa semakin banyak dan semakin rapat jarak kunyitnya akan memperlambat laju pengeringan.

Cara Kerja Alat

Alat ini bekerja menggunakan prinsip penyebaran panas melalui media udara. Adapun langkah-langkah pengoperasian alat ini adalah sebagai berikut :

1. Pastikan alat dalam keadaan bersih, baik itu rak ataupun bagian alat yang lain dan bebas dari kotoran ataupun yang lainnya.
2. Masukkan kunyit yang telah dipotong-potong kedalam ruangan pengering dan diletakkan diatas rak secara rapi dan tidak terlalu rapat. Karena terlalu rapat dapat memperlambat proses pengeringan kunyit.
3. Setelah ikan dimasukkan, tutup alat pengering dengan benar dan rapat.
4. Hidupkan alat pengering dengan cara menyambungkan kabel adaptor alat pengering ke sambungan listrik PLN.
5. Setelah kabel adaptor tersambung dengan baik, maka kipas yang ada di kolektor surya akan hidup secara otomatis ketika suhu pada kolektor

surya mencapai 30°Celsius dan kipas pada ruang pengering akan hidup secara otomatis ketika kelembaban pada ruang pengering mencapai 50% RH atau lebih.

6. Setelah selesai menggunakan alat, pastikan alat dalam keadaan bersih dari kotoran-kotoran yang tertinggal didalamnya. Hal ini perlu dilakukan agar kualitas dari alat itu sendiri dapat terjaga dan tidak mudah rusak. Pembersihan dan perawatan berkala juga perlu dilakukan agar kerja alat tetap maksimal.

Bagian Alat Pengering

Kolektor Surya

Kolektor Surya adalah pemanas. Pada Kolektor surya dilengkapi dengan seng berfungsi sebagai pemanas karena seng yang terkena panas matahari, maka panas tersebut juga akan diserap oleh seng dan dipantulkan kembali, hal ini menyebabkan ruangan pengering menjadi panas dan membantu proses pengeringan tersebut.

Fan (Kipas Angin)

Alat pengering ini menggunakan empat buah kipas angin. Penggunaan kipas angin pada alat ini yaitu tiga kipas angin untuk menyebarkan udara panas yang terdapat pada kolektor surya ke ruangan pengering. Jadi pengeringan dilakukan dengan menggunakan udara panas yang berasal dari kolektor surya. Udara panas yang ada pada kolektor surya akan dialirkan ke dalam ruangan pengering. Udara panas itulah yang digunakan untuk mengeringkan kunyit tersebut. Lalu satu kipas digunakan untuk mengeluarkan uap air yang dihasilkan dari pengeringan yang diletakan dibagian atas ruang pengering.

Ruang Pengering

Ruang pengering merupakan tempat untuk meletakkan kunyit yang akan dikeringkan di rak-rak yang pengering, didalam ruang pengering terdapat kipas untuk mengeluarkan uap air dan control panel.

Control Panel

Control Panel ini berfungsi untuk tempat komponen alat pengering.