

SKRIPSI

**MODIFIKASI PENINGKATAN KAPASITAS MODUL
PENGERING IKAN BERBASIS TEKNOLOGI
SEL SURYA**



Oleh :

**Oktidinata
G1D008047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2017**

SKRIPSI

**MODIFIKASI PENINGKATAN KAPASITAS MODUL
PENGERING IKAN BERBASIS TEKNOLOGI
SEL SURYA**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana (S1)**



Oleh :

**Oktidinata
G1D008047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**MODIFIKASI PENINGKATAN KAPASITAS MODUL
PENGERING IKAN BERBASIS TEKNOLOGI
SEL SURYA**

Oleh:
**OKTIDINATA
G1D008047**

telah diseminarkan dan dipertahankan dihadapan tim penguji
pada hari Kamis, Tanggal 23 Maret 2017 di Ruang Sidang RD.2.17
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

MENYETUJUI,

Pembimbing utama

Pembimbing Pendamping

Irnanda Priyadi, S.T., M.T.
NIP 19760410 200312 1 001

Reza Satria Rinaldi, S.T., M.Eng.
NIP 19800624 2005011 001

Ketua Penguji

Ika Novia Anggraini, S.T., M.Eng.
NIP 19811107 200604 2 021

MENGETAHUI,
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Boko Susilo, M.Kom
NIP. 195904241986021002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

MODIFIKASI PENINGKATAN KAPASITAS MODUL PENDINGIN IKAN BERBASIS TEKNOLOGI SEL SURYA

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan hasil duplikasi dari skripsi dan atau karya ilmiah lainnya yang pernah dipublikasikan dan dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, Maret 2017



Oktidinata

G1D008047

Motto dan Persembahan

Motto:

- "Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah." (Lessing)
- "Setiap usaha yang dilakukan akan membuahkan hasil yang sepadan"
- "Setiap kesulitan akan terlewati apabila diiringi dengan usaha, do'a dan kesabaran"
- "Lebih baik terlambat daripada tidak wisuda sama sekali"

Persembahan:

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Ayahku Hadir M (Alm) dan Mak ku Nurlaili yang telah menantikan kelulusanku setelah sekian lama waktu berlalu dan selalu memberi do'a yang mengiringi langkahku.
- Dang Is dan Ayuk Eti yang selalu ada memberikan dorongan dan bantuan baik moril dan materil serta keponakan ku Asyraf Rizq M dan Hana Tsabitah yang ikut mengisi keceriaan dihari-hari ku.
- Adikku Frima Purnama dan Ade Fitri yang selalu memberiku semangat disetiap hariku.
- Sahabatku Pujo Santoso S.T. yang telah sukses dinegeri seberang yang sering mengingatkan dan mendorong untuk tetap bangkit.
- Sahabatku Afriandi yang ikut memberi semangat dan semoga Dia juga cepat Lulus serta tetap semangat.
- Sahabatku Anom Ontowiryo S.T. yang selalu membantu dalam proses pengerjaan Skripsi hingga selesai.

ABSTRAK

Alat pengering ikan merupakan alat yang dapat digunakan untuk membantu pengeringan ikan basah menjadi ikan kering. Pada penelitian ini dirancang alat pengering ikan dengan memodifikasi alat pengering ikan dari penelitian sebelumnya. Alat pengering dirancang otomatis dengan kendali utama arduino mega 2560 dan *heater* sebagai sumber panas untuk mengeringkan ikan. Modifikasi alat pengering dirancang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas hasil pengeringan dengan penambahan rak pemanggang, mengoptimalkan pemanfaatan energi dalam menjalankan mesin pengering. Selain itu, konsumsi energi yang digunakan saat proses pengeringan ikan juga diukur untuk mengetahui banyak energi terpakai. Dari hasil pengujian nilai kadar air ikan, alat pengering mampu mengering ikan gleberan dengan penurunan nilai kadar air dari 80,418 % menjadi 33,895 % dan dalam kategori standar SNI 2725.1:2009 selama 6,5 jam. Peningkatan kapasitas dengan penambahan rak pemanggang pada alat pengering ikan didapatkan hasil pengeringan yang cukup merata pada rak 1 dan rak 2 yang ditunjukkan nilai kadar air sebesar 34,42 % dan 33,37 %. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan energi yang digunakan selama proses pengeringan sebesar 3300 Wh dalam waktu 6,5 jam dengan daya rata-rata 507,69 Watt. Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah perkiraan panel surya dan baterai yang dibutuhkan yaitu 7 panel surya 100 Wp dan 6 baterai 100 AH.

Kata kunci : Alat Pengering Ikan, Arduino Mega 2560, Kadar Air, Energi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “**Modifikasi Peningkatan Kapasitas Modul Pengering Ikan Berbasis Teknologi Sel Surya**”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat lulusnya mata kuliah skripsi yang merupakan salah satu mata kuliah wajib dalam kurikulum Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu dan merupakan salah satu persyaratan menyelesaikan pendidikan sarjana strata satu di Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena masih banyak kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan, kritik serta saran yang bersifat membangun agar dapat dipelajari demi kemajuan wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ridwan Nurazi, S.E., M.Sc. selaku Rektor Universitas Bengkulu.
2. Bapak Drs. Boko Susilo, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak M. Khairul Amri Rosa S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Yenni Suhartini S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Irnanda Priyadi S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi.
6. Bapak Reza Satria Rinaldi, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Pendamping
7. Ibu Ika Novia Anggraini, S.T., M.Eng selaku Ketua penguji sekaligus koordinator skripsi.
8. Bapak Junas Haidi S.T., M.T. selaku Dosen Penguji

9. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membimbing selama masa perkuliahan.
10. Seluruh staf dan karyawan lingkungan Fakultas Teknik yang membantu proses administrasi.
11. Teman-teman seluruh mahasiswa Program Studi Teknik Elektro.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang ikut membantu secara langsung atau tidak langsung selama proses penelitian.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan nilai tambah bagi Program Studi Teknik Elektro

Bengkulu, Maret 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Panel Surya	6
2.1.1. Prinsip Kerja Teknologi Sel Surya	7
2.1.2. Komponen Sistem Sel Surya	7
2.2. Elemen Pemanas	10
2.3. Motor DC	11
2.4. PWM Motor	12
2.5. Energi.....	13
2.6. Daya Listrik	13
2.7. Menghitung Kebutuhan Panel Surya dan Baterai	14
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17

3.2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3. Tahap Perancangan	18
3.3.1. Perancangan Box Utama Pengering Ikan	18
3.3.2. Perancangan Box Kendali	20
3.3.3. Perancangan Desain Rangka Untuk Panel Surya	21
3.3.4. Desain Keseluruhan Sistem	22
3.3.5. Perancangan Sumber Energi	22
3.3.6. Perhitungan Energi	23
3.3.7. Perancangan Pengaturan Kecepatan Putar Motor	24
3.4. Blok Diagram Alat Pengering	24
3.5. Cara Kerja Sistem	26
3.6. Flowchart Sistem	26
3.7. Tahap Pengujian dan Analisis	29
3.7.1. Pengujian Sumber Energi	29
3.7.2. Analisa Rancangan Rangka Penjejak Matahari	29
3.7.3. Analisa Penambahan Kapasitas Rak Pemanggang	30
3.7.4. Analisa Pengujian Putaran Motor Rak Pemanggang	30
3.7.5. Pengujian Penggunaan Energi Keseluruhan Sistem	31
3.7.6. Pengujian Hasil Kadar Air Ikan	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Pengujian Sumber Energi	33
4.2. Analisa Rancangan Rangka Penjejak Matahari	36
4.3. Analisa Penambahan Tingkat Rak Pemanggang	37
4.4. Analisa Pengujian Putaran Motor Rak Pemanggang	38
4.5. Analisa Penggunaan Energi Per Blok Sistem	39
4.6. Hasil Pengujian Penggunaan Energi Keseluruhan Sistem	40
4.7. Perhitungan Energi Berdasarkan <i>Datasheet</i>	41
4.8. Perhitungan Energi Maksimal Dengan Kombinasi Hasil Ukur dan <i>Datasheet</i> Referensi	42
4.9. Analisa Kebutuhan Panel Surya dan Baterai	43
4.10. Hasil Pengujian Kadar Air Ikan	44
4.11. Dampak Manfaat Hasil Modifikasi Mesin Pengering ikan	46

BAB 5 PENUTUP.....	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47
 DAFTAR PUSTAKA.....	 49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
Gambar 2.2 Modul Surya Dari Bahan Semikonduktor	8
Gambar 2.3 Baterai Aki Sebagai Penyimpan Energi Listrik	8
Gambar 2.4 Regulator Baterai.....	9
Gambar 2.5 Inverter	9
Gambar 2.6 Skema Teknologi Sel Surya	10
Gambar 2.7 Elemen Pemanas	11
Gambar 2.8 Motor DC sederhana	12
Gambar 3.1 Desain Box dari penelitian sebelumnya	18
Gambar 3.2 Desain Box Utama Pengering Setelah Modifikasi	19
Gambar 3.3 Penampakan Rancangan 2 x 3 Tingkat	20
Gambar 3.4 Desain Box alat Kendali.....	20
Gambar 3.5 Bentuk Rangka Panel Surya	21
Gambar 3.6 Desain Keseluruhan Sistem.....	22
Gambar 3.7 Perancangan Sumber Energi	22
Gambar 3.8 Perancangan Driver Motor	24
Gambar 3.10 Diagram Blok Motor DC.....	25
Gambar 3.11 Diagram Blok Sistem Perancangan Keseluruhan Sistem.....	25
Gambar 3.12 Flowchart Sistem.....	27
Gambar 3.13 Rangkaian Pengujian Putaran Motor Rak Pemanggang	30
Gambar 4.1 Hasil Rangka Penjejak Matahari dengan Alat Pendukung.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Perkiraan Total Daya yang dibutuhkan Sistem.....	23
Tabel 4.1 Data Pengukuran Tegangan Panel Surya	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengisian Aki Menggunakan Panel Surya 100 Wp, 150 Wp, 200 Wp	35
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengisian Aki Menggunakan Panel Surya 300 Wp, 350 Wp, 400 Wp	35
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Putaran Rak Pemanggang.....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Beberapa Blok Utama Sistem Mesin Pengering ...	39
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Energi	41
Tabel 4.7 Daya Masing-Masing Alat Sistem Pengering Ikan.....	42
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Kadar Air Ikan Rak Model Vertikal	45
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Kadar Air Ikan Pemanggang Dirancang Horizontal 1 tingkat.....	45
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Kadar Air Ikan Pemanggang Dirancang Ulang 2 Tingkat.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>List</i> Program Utama Alat Pengering Ikan.....	53
Lampiran 2.Dokumentasi Alat dan Pengujian	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap energi semakin meningkat sedangkan sumber energi berbahan fosil suatu saat akan habis. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut maka dilakukan pengembangan terhadap pemanfaatan energi terbarukan atau energi yang tak habis bila dipakai dalam waktu yang panjang. Energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan diantaranya panas bumi, angin, air dan matahari. Energi matahari merupakan energi yang melimpah dan dapat diperoleh dimana pun selama adanya cahaya matahari. Energi matahari dapat digunakan secara langsung oleh manusia ataupun dapat dikonversikan menjadi bentuk energi listrik. Untuk menkonversi energi matahari menjadi energi listrik diperlukan alat yang disebut *solar cell* atau sel surya.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi untuk memanfaatkan energi matahari karena berada di wilayah strategis yang dilalui garis khatulistiwa. Selain itu Indonesia memiliki hasil alam yang melimpah yaitu hasil hutan, pertanian dan hasil laut. Pengolahan hasil alam tersebut seharusnya dilakukan dengan teknologi tinggi agar diperoleh hasil yang baik dan bertahan lama. Untuk daerah pesisir kebanyakan masyarakat yang menjadi nelayan dan mencari ikan. Hasil ikan yang diperoleh tidak dapat dijual seluruhnya, sehingga perlu dilakukan pengawetan. Pengawetan yang sering digunakan yaitu pengasapan, penggaraman dan pengeringan. Untuk mengeringkan ikan biasanya dilakukan secara tradisional dengan menjemur langsung di terik matahari. Hal ini akan menyebabkan hasilnya tidak higienis dan dapat menimbulkan bau karena kuman yang berkembang. Waktu yang digunakan berkisar antara 3-5 hari dan dipengaruhi juga dengan cuaca yang tidak menentu. Oleh karena itu, perlu adanya alat pengering ikan yang dapat dipergunakan untuk mengeringkan ikan tersebut agar diperoleh hasil yang higienis serta waktu yang lebih cepat.

Mesin pengering ikan yang akan dikembangkan yaitu mesin pengering ikan yang memanfaatkan energi matahari. Energi matahari ditangkap oleh sel surya dan dikonversikan menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dari

sel surya berupa tegangan DC sehingga diperlukan sebuah *inverter* agar dapat digunakan ke perangkat yang memerlukan tegangan AC. Pada penelitian ini akan dirancang mesin pengering ikan dengan rak rotari berputar horizontal tiga tingkat. Rancangan rak pemanggang dimodifikasi dari rancangan penelitian sebelumnya [1]. Fokus penelitian ini untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam menjalankan mesin pengering ikan dan meningkatkan kapasitas pengeringan. Selain itu juga akan diperhitungkan kebutuhan *backup* daya yang berasal dari baterai agar mesin dapat digunakan saat malam hari atau pun saat matahari tidak tampak. Berdasarkan latar belakang ini maka dilakukan penelitian dengan judul **"Modifikasi Peningkatan Kapasitas Modul Pengering Ikan Berbasis Teknologi Sel Surya"**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disebutkan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan dalam skripsi ini, antara lain :

1. Bagaimana merancang modifikasi mesin pengering ikan agar kapasitas rak pemanggang dapat ditingkatkan ?
2. Bagaimana mendapatkan mesin pengering ikan yang optimal dalam pemanfaatan energi matahari ?
3. Berapa besar energi yang diperlukan untuk pengeringan ikan?
4. Berapa jumlah baterai yang diperlukan untuk *back up* mesin pengering ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penyusunan skripsi ini agar fokusnya pembahasan, maka dibatasi masalah pada hal-hal berikut :

1. Panel surya yang digunakan sebesar 2 x 50 Wp, 100 Wp, 200 Wp.
2. Hanya merancang pengering ikan agar kapasitas pengering bisa ditingkatkan dari kapasitas pengering ikan dari rancangan sebelumnya.
3. Hanya menghitung perkiraan baterai yang diperlukan untuk *back up* mesin pengering ikan agar mampu dijalankan dengan optimal.
4. Tidak membahas sistem panel surya, *controlling charger*, dan *inverter* pada mesin pengering ikan.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan mesin pengering ikan yang lebih optimal dalam pemanfaatan energi matahari.
2. Mendapatkan mesin pengering ikan dengan kapasitas yang lebih besar dari penelitian sebelumnya.
3. Mengetahui besarnya energi yang diperlukan untuk pengeringan Ikan.
4. Mengetahui jumlah baterai yang efisien untuk *back up* mesin pengering ikan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Hizami Ch Anwar (2012) dalam penelitiannya mengenai rancang bangun alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar. Alat pengering yang digunakan tipe rak dan sumber panas dihasilkan oleh kolektor keping datar kemudian disebarkan ke rak-rak tersebut, diperoleh bahwa pola penurunan kadar air tidak merata, secara berurutan dimulai dari kadar air akhir tinggi adalah pada rak atas, rak tengah dan rak bawah dengan kadar air rata – rata 16,95 % [2].

Esdaryanto (2008) dalam penelitiannya mengenai alat pengering berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan pengontrolan suhu dan kelembaban. Pada penelitiannya dilakukan pengontrolan suhu dan kelembaban untuk mempertahankan kondisi ruangan yang digunakan mengeringkan pisang sale dengan waktu yang lebih cepat dari cara konvensional. Waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan selama 3 hari sedangkan secara konvensional waktu yang dibutuhkan berkisar 5 – 7 hari [3].

Syafriyudin (2009) dalam penelitiannya mengenai *oven* pengering berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan pemanas pada industri rumah tangga. Pada penelitian ini dibuat alat untuk mengeringkan krupuk dan tidak tergantung dengan cuaca dengan metode pengontrolan suhu dan waktu pengeringan secara otomatis [4].

Ekadewi A dkk (2006) dalam penelitiannya membuat pengering ikan jenis *solar dryer indirect system with forced ventilation open circuit*. Pada penelitian digunakan kolektor plat datar, ruang pengering dan *fan*, dimana mengalirkan udara melalui semua komponen tersebut untuk mengeringkan ikan 15 kg ikan dari kadar air 60 % wb menjadi 25 % wb. Pengujian juga dilakukan untuk sampel 250 gram, didapatkan pengeringan di musim hujan menghasilkan penurunan kadar air ikan dari 60 % wb menjadi 38 % wb setelah dikeringkan selama 6 jam [5].

Priyadi dkk (2015) dalam penelitiannya tahun pertama Rancang Bangun Pengering Ikan Berbasis Kendali Optimasi Teknologi Sel Surya Menggunakan Penjejak Matahari diperoleh hasil deteksi komponen sensor kelembaban modul pengering kelembaban ikan yang dikeringkan dari 69,3 % menjadi 31,9 % dengan

waktu 5.5 jam sedangkan hasil uji laboratorium terhadap kadar air ikan modul pengering mampu menghasilkan nilai kadar air ikan 25,5 % [6].

Dari beberapa paparan dari beberapa penelitian mengenai perancangan sistem pengeringan dengan menggunakan energi surya serta penelitian sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan energi matahari pada mesin pengering ikan yang akan dirancang. Pada penelitian diharapkan penggunaan energi dapat dimanfaatkan secara optimal dan kapasitas hasil ikan kering dapat ditingkatkan. Penelitian ini diharapkan nantinya dapat direalisasikan guna mendukung kebijakan pemerintah dalam hal solusi energi alternatif dan alternatif teknologi industri.

2.1 Panel Surya

Energi surya berupa radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai radiasi surya global yang diukur dengan kepadatan daya pada permukaan daerah penerima. Rata-rata nilai dari radiasi surya atmosfer bumi adalah 1.353 W/m yang dinyatakan sebagai konstanta surya [7].

Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia berlangsung 4 - 5 jam per hari.

Energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik disebut juga dengan energi sel surya. Pada awalnya teknologi ini digunakan sebagai pembangkit listrik di daerah pedesaan terpencil kemudian berkembang menjadi lampu penerangan jalan berenergi surya, penyediaan listrik di tempat umum seperti rumah peribadatan, pelayanan kesehatan, instansi-instansi pemerintah. Walaupun awalnya hanya cukup untuk kebutuhan penerangan namun PLTS cukup membantu elektrifikasi di tempat yang membutuhkan. Selain itu telah tersedia pula pompa air tenaga surya yang digunakan untuk pengairan irigasi atau sumber air bersih (air minum). Gambar 2.1 memperlihatkan aplikasi panel surya sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya.



Gambar 2.1 Pembangkit listrik tenaga surya [7]

2.1.1 Prinsip Kerja Teknologi Sel Surya

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron-proton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron *hole*. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terra Watt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja dari sel surya [7].

2.1.2 Komponen Sistem Sel Surya

Adapun komponen-komponen yang terdapat dalam sistem sel surya antara lain, dijelaskan berikut ini :

a. Modul Surya

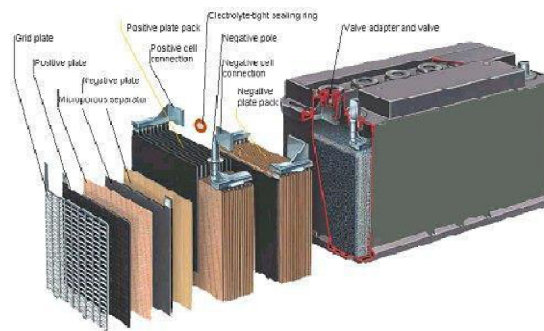
Komponen utama dari sistem sel surya yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya *silicon*) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik. Modul surya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Modul surya dari bahan semikonduktor [7]

b. Baterai/Aki

Baterai atau aki adalah penyimpan energi listrik pada saat matahari tidak ada. Baterai yang cocok digunakan untuk PV adalah baterai *deep cycle lead acid* yang mampu menampung kapasitas 100 Ah, 12 V, dengan efisiensi sekitar 80%. Waktu pengisian baterai/aki selama 12 jam - 16 jam. Gambar 2.3 memperlihatkan baterai aki sebagai penyimpan energi listrik [6].



Gambar 2.3 Baterai aki sebagai penyimpan energi listrik [7]

c. Regulator Baterai

Regulator baterai adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke baterai/aki dan sebaliknya. Saat isi baterai tersisa 20 % sampai 30%, maka *regulator* akan memutuskan dengan beban. *Regulator* baterai juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai. *Regulator* baterai dilengkapi dengan *diode protection* yang

menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi. Salah satu contoh *regulator* dapat dilihat pada Gambar 2.4 [7].



Gambar 2.4 *Regulator* baterai [7]

d. *Inverter*

Inverter adalah alat yang mengubah arus DC menjadi AC sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Alat ini mengubah arus DC dari panel surya menjadi arus AC untuk kebutuhan beban-beban yang menggunakan arus AC. Salah satu jenis *inverter* dapat dilihat pada Gambar 2.5 [7].



Gambar 2.5 *Inverter* [7]

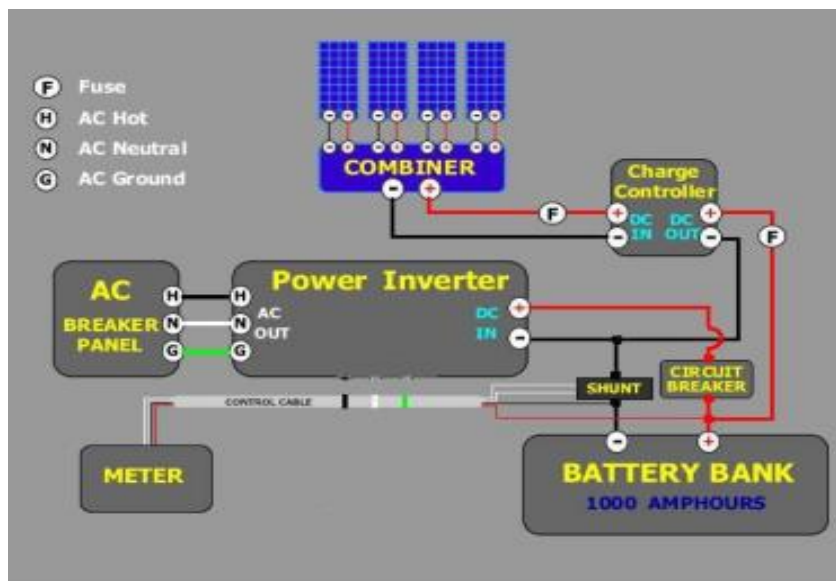
e. Kabel Instalasi

Kabel yang digunakan untuk instalasi sel surya adalah kabel khusus yang dapat mengurangi *loss* (kehilangan) daya, pemanasan pada kabel, dan kerusakan pada perangkat. Untuk menghubungkan perangkat *charge controller* dan panel surya perhatikan spesifikasi kabel, karena dalam dengan tegangan 12 Volt,

spesifikasi kabel yang sesuai dapat mengurangi loss 3% ataupun mengurangi penurunan tegangan.

Kabel memiliki resistansi (dalam ohm), semakin besar kabel, resistansinya semakin kecil. Pada tegangan 12 Volt, pengurangan tegangan terjadi pada kabel yang panjang, sehingga mengurangi efisiensi dari instalasi pembangkit listrik tenaga surya.

Konfigurasi skema teknologi sel surya yang lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.6. Setiap terminal positif panel dihubungkan satu sama lainnya demikian pula dengan setiap terminal negatifnya. Kemudian terminal positif panel surya/sel surya dihubungkan dengan terminal positif *charge controller*, demikian pula dengan terminal negatifnya. Tegangan panel surya akan digunakan untuk mengisi baterai [7].



Gambar 2.6 Skema teknologi sel surya [7]

2.2 Elemen Pemanas

Elemen pemanas adalah suatu bahan konduktor yang baik untuk mengalirkan panas dari arus listrik yang mengalir dalam konduktor tersebut. Elemen pemanas merupakan elemen 'cincin' yang biasa digunakan untuk oven pembuat roti dengan tujuan agar panas yang dihasilkan dapat lebih optimal. Elemen panas ini mendapat suplai tegangan 220 AC dari *inverter*. Elemen pemanas atau *heater* merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi

listrik menjadi energi panas atau kalor. Panas yang dihasilkan digunakan untuk proses pemanasan ruangan pada alat pengering. Adapun elemen pemanas yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kompor listrik Maspion 300 Watt S-300 yang berukuran (L x W x H cm) 34 x 34 x 10 cm dan berat 1 kg dengan bahan plat baja dengan panas yang dihasilkan mencapai 1000°C . Bentuk elemen pemanas dapat dilihat pada Gambar 2.7 [6].



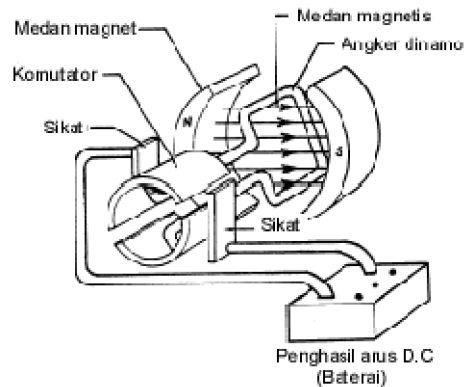
Gambar 2.7 Elemen Pemanas [6]

2.3 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [8]. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dan lain-lain. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, kipas angin) dan di industri. Motor listrik kadang kala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor menggunakan sekitar 70 % beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja

dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Untuk melihat bentuk serta komponen dari motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Motor DC sederhana[8]

2.4 PWM (*Pulse Width Modulation*) Motor

PWM merupakan metode yang cukup efektif untuk mengendalikan kecepatan motor DC serta efisien dalam membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang dari kondisi *high* dan kondisi *low*, dimana dari keadaan tersebut dapat mengontrol sinyal *high* dan *low* sesuai yang diinginkan. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0 % hingga 100 %) [9].

Persamaan untuk perhitungan *duty cycle* adalah :

$$V_{out} = V_{in} \times \text{duty cycle} \quad (2.1)$$

$$\text{duty cycle} = \frac{\text{Nilai PWM}}{2^n - 1} \quad (2.2)$$

dengan : V_{out} = Tegangan keluaran (V)

V_{in} = Tegangan Masukan (V)

2^n = bit

2.5 Energi

Energi didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda/alat untuk melakukan kerja atau usaha. Sedangkan energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh muatan listrik (statis) sehingga mengakibatkan gerakan muatan listrik (dinamis). Dalam teorinya dicontohkan yaitu beda potensial (tegangan) menimbulkan energi untuk menggerakkan muatan elektron dari titik potensial rendah menuju titik potensial tinggi.

Apabila dalam sebuah rangkaian diberi potensial V sehingga menyebabkan aliran muatan listrik Q dan arus sebesar I , maka energi listrik yang diperlukan adalah $W = Q \times V$ dengan $Q = I \times t$, maka rumus energi listrik dapat pula ditulis :

$$W = V \times I \times t \quad (2.3)$$

dimana :

W = Energi listrik dengan satuan Joule (J)

Q = Muatan listrik dengan satuan Coulomb (C)

V = Beda potensial dengan satuan volt (V)

I = Kuat arus dengan satuan Ampere (A)

t = waktu dengan satuan Second (s)

W merupakan energi listrik dalam satuan Joule. Dimana diketahui bahwa 1 Joule adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan sebesar 1 Coulomb (6.24×10^{18} muatan), dengan beda potensial sebesar 1 volt [10].

2.6 Daya Listrik (P)

Setelah pembahasan sebelumnya membahas tentang energi listrik. Maka daya listrik dapat didefinisikan sebagai energi listrik yang digunakan dalam satu satuan waktu. Daya listrik dinotasikan dengan huruf kapital P . Maka persamaan rumus daya listrik dapat dituliskan sebagai berikut [10]:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V \times I \times t}{t} \quad (2.4)$$

maka rumus daya listrik dapat pula dituliskan :

$$P = V \times I \quad (2.5)$$

dengan : P = Daya listrik dengan satuan Watt (W)

V = Beda potensial dengan satuan volt (V)

I = Kuat arus dengan satuan Ampere (A)

2.7 Menghitung Kebutuhan Panel Surya dan Baterai

Panel surya berfungsi untuk mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Besar kecilnya energi listrik yang dihasilkan panel surya bergantung kepada intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Umumnya menghitung maksimum sinar matahari yang diubah menjadi tenaga listrik sepanjang hari adalah 5 jam. Karena pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung kepada intensitas cahaya, maka perencanaan PLTS yang baik sangat diperlukan. Beberapa hal yang diperhitungkan adalah jumlah panel surya yang dibutuhkan dan jumlah baterai yang dibutuhkan [11].

2.7.1 Jumlah Panel yang Dibutuhkan

Sel surya dapat menyerap energi matahari dan dikonversi ke dalam energi listrik secara maksimum berlangsung selama 5 jam, karena itu untuk menghitung berapa kebutuhan panel surya dapat digunakan persamaan 2.6.

$$\text{Kebutuhan panel} = \frac{\text{Energi yang dibutuhkan (Wh)}}{\text{Kapasitas panel surya (W)} \times \text{intensitas matahari maks (jam)}} \quad (2.6)$$

Berdasarkan persamaan 2.6 maka data yang diperlukan adalah berapa jumlah energi yang akan dilayani oleh panel surya dan memperkirakan kapasitas panel yang akan digunakan.

2.7.2 Jumlah Baterai yang Dibutuhkan

Baterai yang digunakan adalah baterai khusus untuk jenis solar sistem, dari jenis *Seal Lead Acid* atau *Valve Regulated Lead Acid*. Ukuran baterai ditentukan berdasarkan tegangan dalam volt dan kapasitas dalam satuan *Ampere hour* (Ah). Kebutuhan baterai harus mempertimbangkan kondisi cuaca, dan harus juga diperhitungkan agar sistem tetap aktif walaupun kondisi cuaca mendung. Ketika kondisi panel surya tidak mendapat sinar matahari selama 3 hari maka kebutuhan daya per hari harus dikalikan dengan faktor 3. Kebutuhan baterai minimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 dengan

pertimbangan baterai hanya digunakan 50 % untuk pemenuhan kebutuhan listrik dan untuk menjaga masa pemakaian baterai.

$$Kebutuhan\ baterai\ min = \frac{kebutuhan\ energi\ (Wh) \times 2}{tegangan\ baterai \times kapasitas\ baterai} \quad (2.7)$$

Sedangkan apabila dipertimbangkan baterai dapat menyalurkan daya selama 3 hari karena panel surya tidak mendapat energi matahari, maka kebutuhan baterai dapat dihitung dengan persamaan 2.8.

$$Kebutuhan\ baterai = \frac{kebutuhan\ energi\ (Wh) \times 3 \times 2}{tegangan\ baterai \times kapasitas\ baterai} \quad (2.8)$$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di lingkungan Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bengkulu. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2016 hingga selesai. Penelitian dimulai dari pengumpulan bahan teori pendukung, perancangan modifikasi alat pengering ikan yang akan dibuat, pengumpulan alat-alat pendukung untuk pembuatan alat pengering. Setelah itu, realisasi pengerjaan alat pengering ikan dilanjutkan dengan pengujian alat pengering ikan secara keseluruhan serta menganalisa sistem alat pengering ikan yang telah diuji dan pembuatan laporan hasil analisa.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Agar penelitian dapat dilakukan, diperlukan beberapa alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini. Alat dan bahan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian

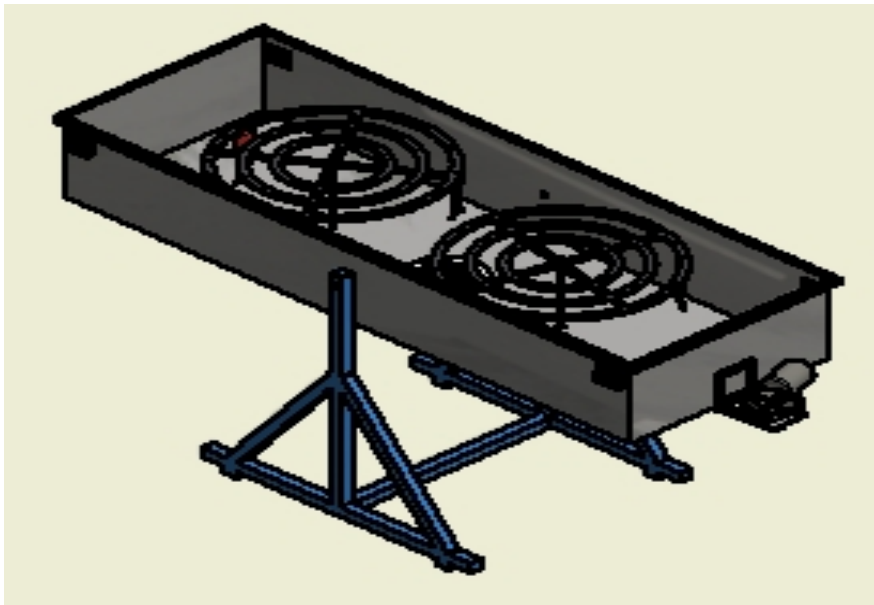
No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Motor DC	Motor DC Giant Torque	1 Unit
2	Arduino	Arduino mega 2560	1 Unit
3	Driver motor DC 1	Modul L298N dual H-Bridge	1 Unit
4	Driver motor DC 2	Monster motor controller VNH2SP30 shield	1 Unit
5	Sensor suhu	Sensor suhu SHT11	1 Unit
6	Sensor cahaya	Kit sensor cahaya LDR	1 Unit
7	Sensor arus	ACS 712	1 Unit
8	Relay modul	Relay board 8 channel	1 Unit
9	Gear dan rantai	-	2 Unit
10	Bearing	Bearing B29	4 Unit
11	LCD dan <i>keypad</i>	LCD 16 x 2, <i>Keypad</i> 4 x 3	1 Unit
12	<i>Heater</i>	Maspion 300 Watt S-300	1 Unit
13	Aktuator	Aktuator linier 12 V 18 “	2 Unit
14	Panel surya	2 x 50 Wp, 100 Wp, 200 Wp	3 Unit
15	Kabel	-	Secukupnya
16	Tachometer	Tachometer digital DT 1236	1 Unit
17	Hygrometer	Mini digital hygrometer	1 Unit
18	Multitester	MY 61	1 Unit
19	Aki	Aki 12 Volt 50 AH	1 Unit

3.3 Tahap Perancangan

Perancangan desain pengering ikan terdiri dari beberapa bagian yaitu perancangan box utama pengering, perancangan box kendali, perancangan rangka panel surya untuk aplikasi penjejak matahari. Perancangan dilakukan untuk membantu dalam langkah kerja yang akan dilakukan selanjutnya karena diperoleh gambaran alat yang akan dibuat.

3.3.1 Perancangan Box Utama Pengering Ikan

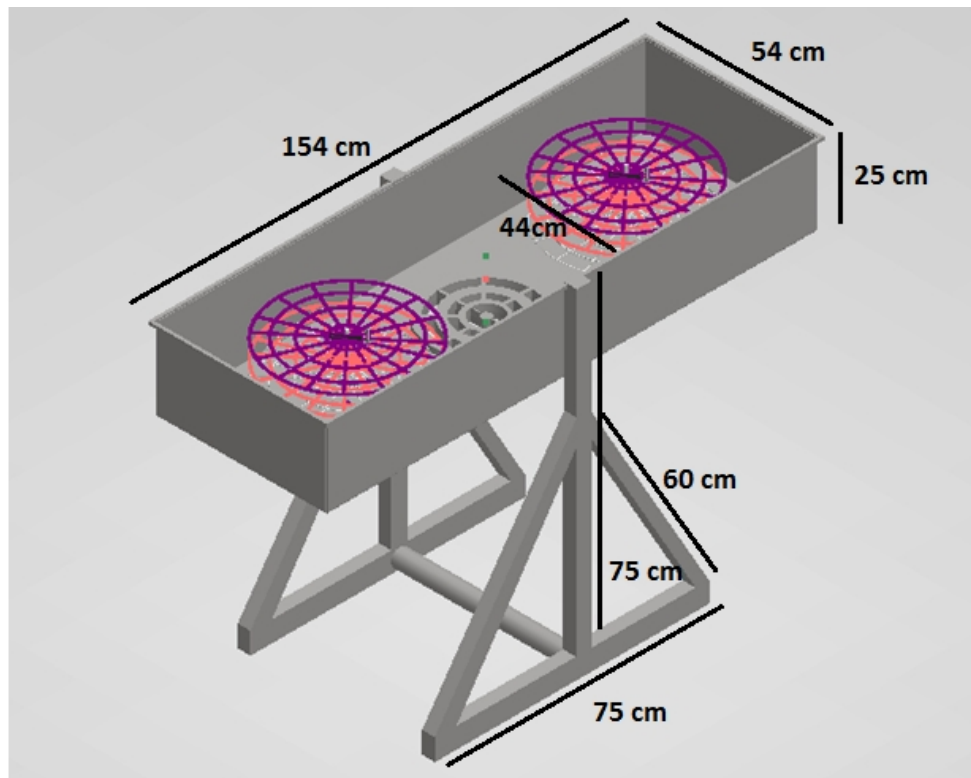
Perancangan desain rancang bangun box utama pengering ikan dilakukan untuk memperoleh bentuk desain sesuai yang diharapkan. Box pengering yang digunakan merupakan modifikasi dari penelitian sebelumnya [1]. Box didesain dengan ukuran 154 cm x 54 cm x 25 cm dan tinggi 75 cm. Pada penelitian sebelumnya box pengering dibuat dengan rak horizontal 1 tingkat. Desain box pada penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain box dari penelitian sebelumnya[1]

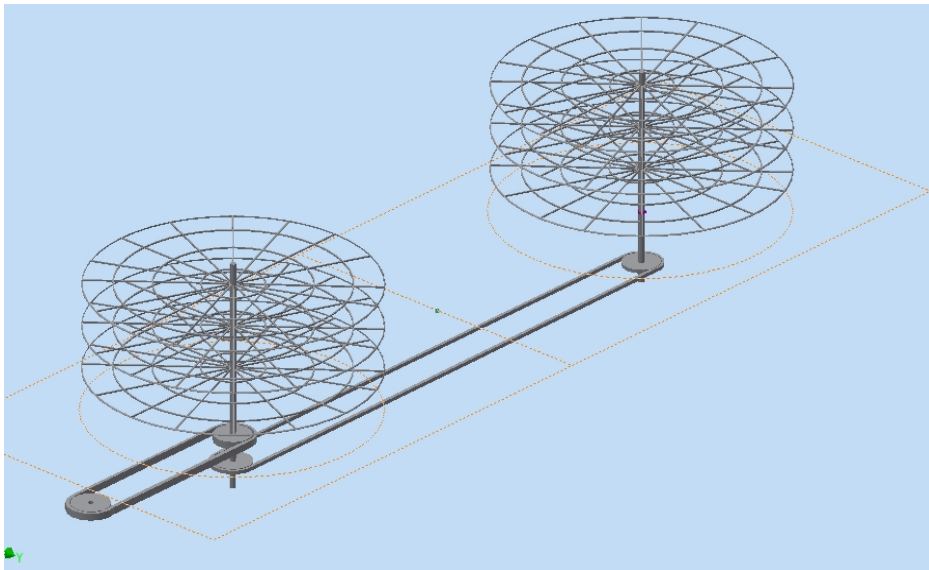
Perancangan desain box pengering pada penelitian ini akan menggunakan desain dari Gambar 3.1. Desain box yang digunakan dengan ukuran yang sama dikarenakan yang akan dimodifikasi pada rak pengering saja. Desain rak

pengering dimodifikasi dengan menambahkan tingkat rak pengering dari 1 tingkat menjadi maksimal 3 tingkatan. Dengan peningkatan rak pengering diharapkan dapat menambah jumlah ikan yang dapat dikeringkan. Gambar 3.2 menunjukkan rancang bangun box setelah dimodifikasi.



Gambar 3.2 Desain box utama pengering setelah modifikasi

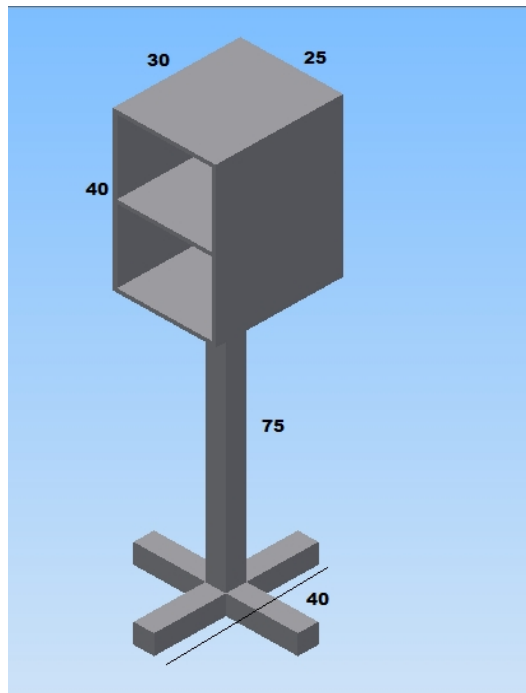
Setelah ditentukan perancangan besar box, desain yang juga sangat penting yaitu desain rak tempat pengering ikan yang akan ditingkatkan. Jenis rak yang digunakan tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya, jenis rak ini tetap digunakan karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya mampu mengeringkan ikan dengan cukup merata. Pada penelitian ini juga diharapkan pengeringan yang merata selain peningkatan ikan yang akan dikeringkan. Gambar 3.3 menunjukkan rancangan rak pengering yang akan dibuat pada penelitian dengan rancangan rak 2 x 3 tingkat.



Gambar 3.3 Penampakan rancangan 2 x 3 tingkat

3.3.2 Perancangan Box kendali

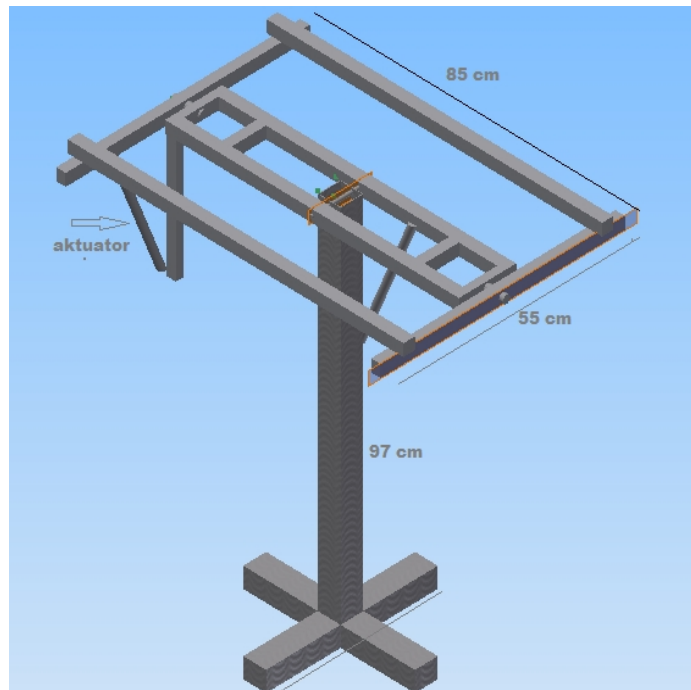
Box kendali merupakan tempat untuk meletakkan berbagai alat kendali dari sistem pengering ikan. Box kendali juga berfungsi mengamankan alat-alat dari gangguan luar dan menjadikan tampilan lebih rapi. Gambar 3.4 menunjukkan tampilan box yang akan digunakan pada sistem pengering.



Gambar 3.4 Desain box alat kendali

3.3.3 Perancangan Desain Rangka Untuk Panel Surya

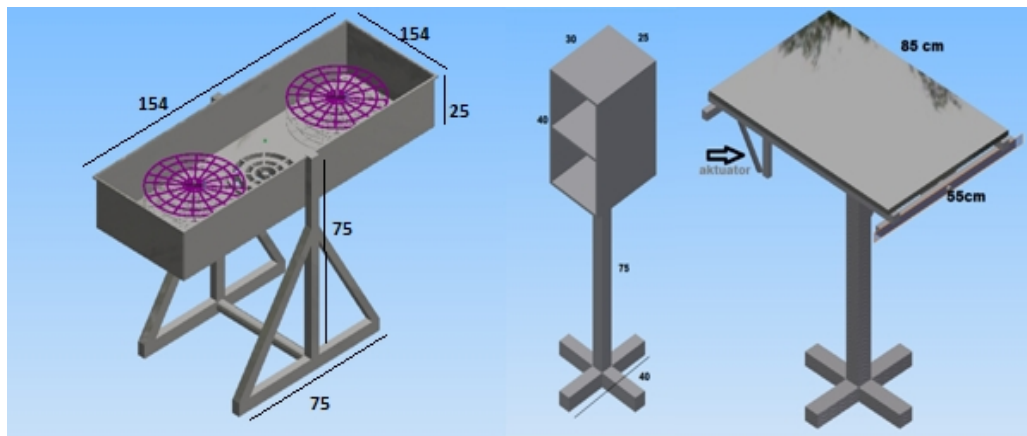
Perancangan desain rangka untuk panel surya diperlukan karena penjejak matahari akan diaplikasikan pada sistem pengering ikan yang akan dibuat. Penjejak matahari yang dirancang adalah jenis *dual axis* sehingga dibutuhkan pergerakan ke empat arah berbeda. Untuk mendapatkan gerakan tersebut dibutuhkan rancangan rangka dengan dua sumbu agar dapat melakukan pergerakan tersebut. Untuk pergerakan penjejakan matahari diatur oleh sistem kendali dan digerakkan menggunakan aktuator linear berbentuk stik. Stik aktuator yang akan digunakan sejumlah dua unit. Setiap unit aktuator akan menggerakkan rangka masing-masing sumbu. Gambar 3.5 menunjukkan bentuk rangka panel surya *dual axis* yang akan dibuat.



Gambar 3.5 Bentuk rangka panel Surya

3.3.4 Desain Keseluruhan Sistem

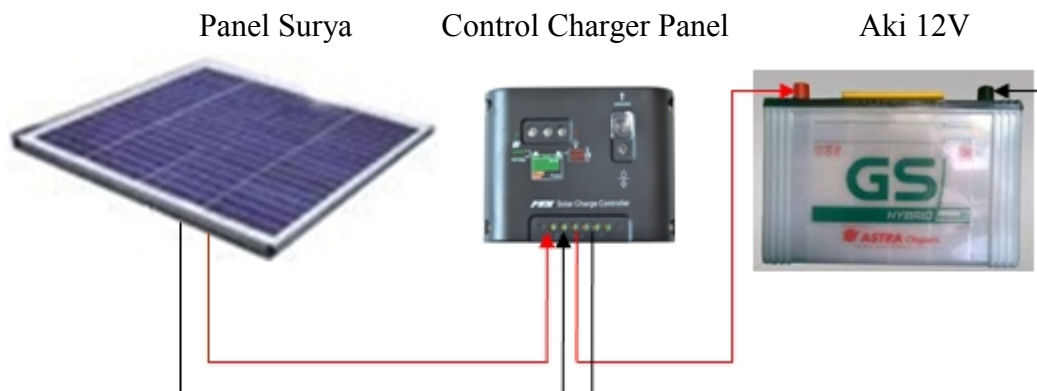
Gambar 3.6 menunjukkan desain keseluruhan sistem mesin pengering ikan yang terdiri dari box utama pengering, box kendali dan panel surya dilengkapi penjejak matahari.



Gambar 3.6 Desain keseluruhan sistem pengering ikan

3.3.5 Perancangan Sumber Energi

Energi matahari merupakan energi utama yang akan dimanfaatkan. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik oleh panel surya atau sel surya kemudian akan disimpan pada media penyimpanan berupa baterai atau aki. Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian pengisian aki yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk mengoperasikan sistem. Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sel surya akan dikonversi menjadi energi listrik DC



Gambar 3.7 Perancangan sumber energi

Energi listrik yang dihasilkan akan disimpan ke dalam baterai. Panel surya yang digunakan terdiri dari 4 buah panel dengan kapasitas hingga 400 Wp, yang terdiri dari 2 unit panel sebesar 50 WP, 1 unit panel sebesar 100 WP dan 1 unit 200 Wp. Proses *Charger* aki akan dikontrol pengisiannya oleh *control charger* panel, saat aki masih dalam kondisi kritis maka LED pada *control charger* panel

akan menyala berwarna merah, dan berwarna hijau ketika pengisian baterai sudah dalam keadaan terisi penuh.

3.3.6 Perhitungan Energi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan energi, perhitungan energi dilakukan untuk mengetahui berapa asumsi energi yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian pada alat pengering ikan. Perhitungan energi yang digunakan adalah dengan melihat *datasheet* dari masing-masing komponen sistem. Data yang diambil yaitu daya yang tertera pada *datasheet* sehingga yang terhitung adalah kebutuhan maksimal daya yang dapat digunakan untuk mengoperasikan sistem yang ada pada alat pengering ikan. Untuk mengetahui perkiraan energi maksimal yang terpakai dapat mengalikan daya dengan lama waktu pemakaian. Tabel 3.2 menunjukkan perkiraan perhitungan daya yang dibutuhkan pada alat pengering ikan.

Tabel 3.2 Perkiraan total daya yang dibutuhkan untuk sistem

Alat yang Digunakan	Daya (watt)
Motor DC	120
Sensor SHT11	0,175
<i>Driver Motor</i>	7,5
<i>Heater</i>	300
Aktuator+Driver	18
Arduino Mega	10
Relay Board	0.8
Total	456,475

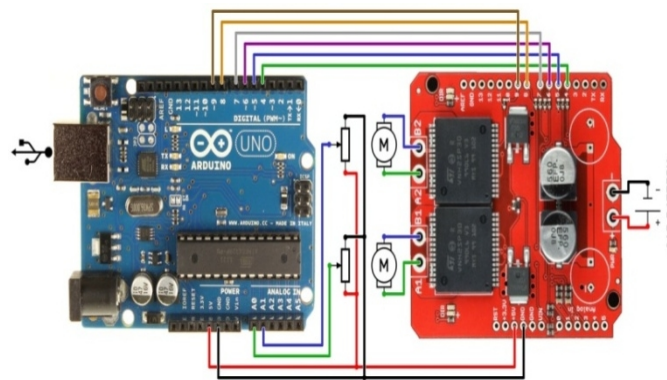
Berdasarkan perkiraan perhitungan Tabel 3.2 maka dapat di hitung perkiraan jumlah energi yang dibutuhkan. Untuk menghitung energi perlu diperkirakan lama waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan ikan. Misalkan waktu yang diperlukan selama 5 jam, maka dapat dihitung jumlah energi yaitu :

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= 456,475 \text{ Watt} \times 5 \text{ jam} \\
 &= 2282,375 \text{ Wh} \\
 &= 2,282 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan energi berdasarkan perhitungan diperoleh sebesar 2,282 kWh dan untuk dapat mengetahui pemakaian energi sebenarnya akan diketahui setelah dilakukan pengujian.

3.3.7 Perancangan Pengaturan Kecepatan Putar Motor

Perancangan pengaturan kecepatan putar motor dilakukan agar kecepatan putaran rak pemanggang sesuai dengan yang diharapkan. Pengaturan kecepatan motor diatur oleh arduino. Tegangan maksimal yang dihasilkan oleh arduino adalah 5 volt. Oleh karena motor dc yang digunakan memiliki tegangan kerja di atas 5 volt maka perlu menggunakan *driver* motor yang memiliki tegangan keluaran yang lebih besar agar motor DC dapat bekerja. Adapun rangkaian koneksi *driver* motor dengan arduino adalah ditunjukkan pada Gambar 3.8.



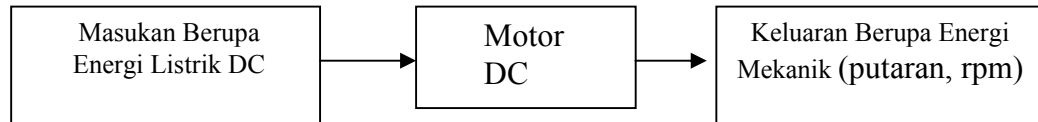
Gambar 3.8 Perancangan *driver* motor

Gambar 3.8 memperlihatkan penggunaan *driver* motor yang akan digunakan pada perancangan alat. *Driver* motor terkoneksi langsung ke arduino untuk mengatur arah putar dan kecepatan putaran motor pada *output driver*. Pada *driver* ini menggunakan dua buah input tegangan yang mempunyai kapasitas tegangan masukan 5 volt untuk mengaktifkan *driver* dan tegangan masukan 12 volt sebagai sumber untuk tegangan untuk mengaktifkan motor.

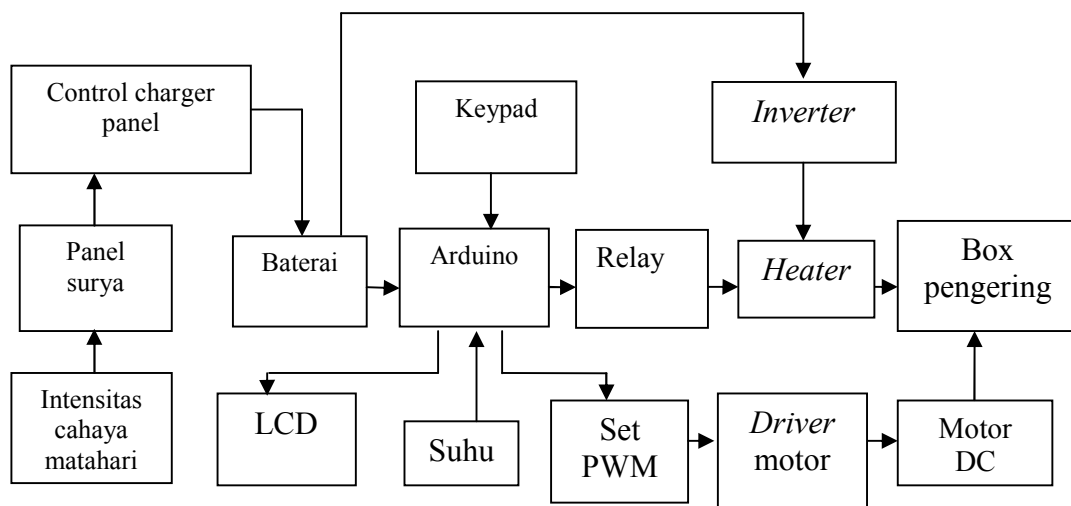
3.4 Blok Diagram Alat Pengering

Diagram blok sistem berfungsi untuk mengetahui sistem kerja suatu alat yang menunjukkan hubungan antar komponen perancangan, serta

menggambarkan keseluruhan sistem pengaturan putaran pemanggang pada alat pengering ikan berbasis arduino mega 2560. Gambar 3.9 menunjukkan diagram blok motor dc yang digunakan, sedangkan Gambar 3.10 diagram blok sistem perancangan secara keseluruhan.



Gambar 3.9 Diagram blok motor DC



Gambar 3.10 Diagram blok sistem perancangan keseluruhan sistem

Berdasarkan Gambar 3.10 yang merupakan diagram blok sistem secara keseluruhan sistem yang menunjukkan hubungan dan jalur proses antar komponen yang saling berhubungan. Energi listrik DC yang ada pada baterai berasal dari intensitas cahaya yang diterima melalui panel surya. Energi listrik inilah yang akan digunakan sebagai energi untuk menggerakkan motor DC, sistem kontrol dan seluruh sistem. Sistem kontrol yang diatur adalah berupa kecepatan motor DC yang bisa divariasikan. Kecepatan putaran motor DC di atur nilai PWM nya agar mendapatkan kecepatan putar yang diinginkan.

3.5 Cara Kerja Sistem

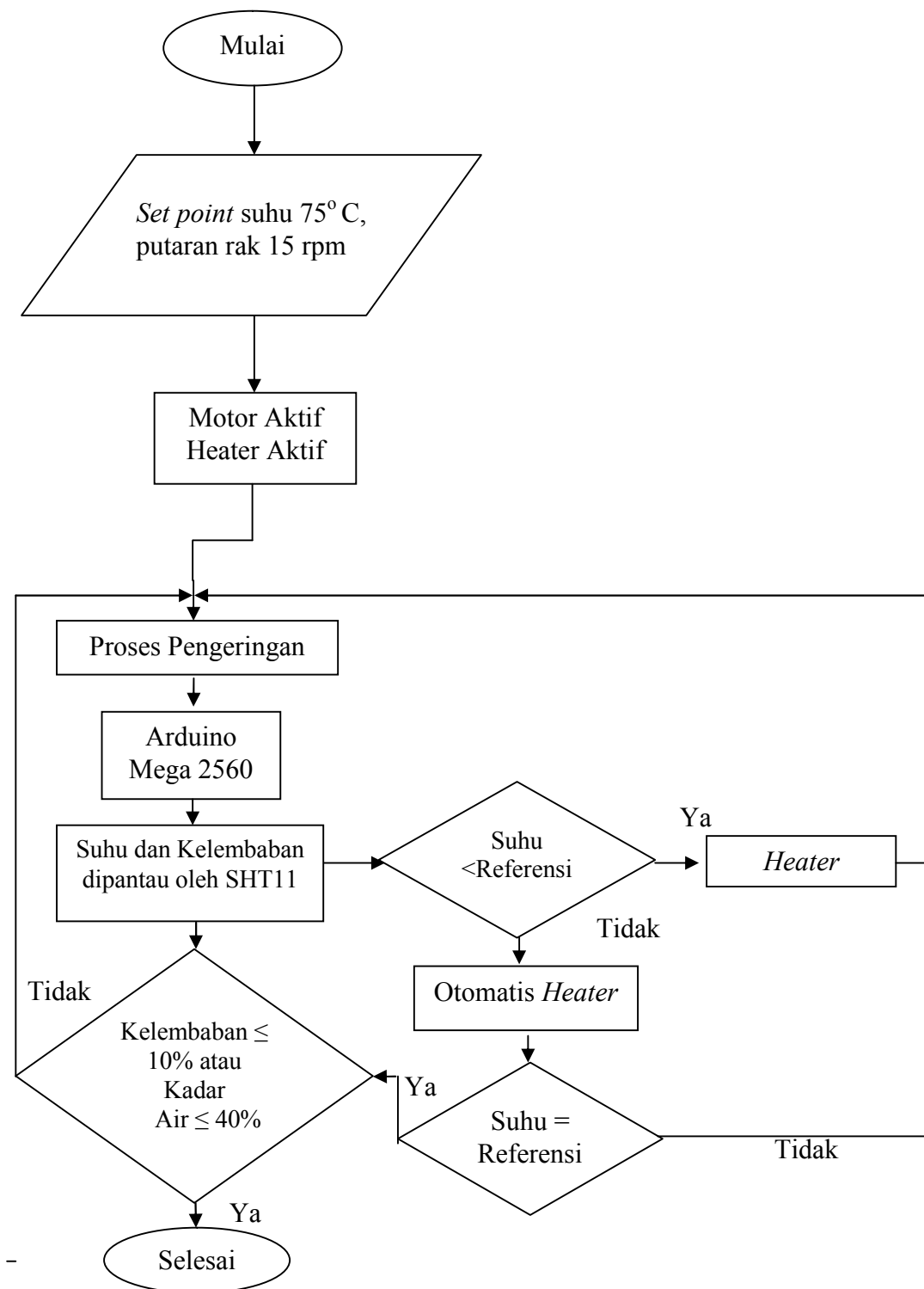
Alat pengering ikan ini menggunakan sumber energi DC yang berasal dari baterai untuk mengoperasikan sistem. Arduino mega 2560 merupakan unit kendali sistem yang memiliki masukan berupa pulsa elektrik yang berasal dari sensor SHT11 yang digunakan untuk membaca dan memberikan input suhu di dalam ruang pengering untuk mengatur *heater* dalam ruang pengering ketika suhu dalam ruang pengering melebihi suhu yang diinginkan. Sinyal keluaran dari arduino mega berupa data-data suhu dan kelembaban udara yang akan ditampilkan di LCD (*Liquid Crystal Display*).

Sebelum alat pengering ikan beroperasi, terlebih dahulu di atur nilai *set point* suhu sebesar 75° C dan kecepatan putar motor yang diatur 15 rpm. Hal ini merujuk pada penelitian sebelumnya karena sesuai dengan standar SNI. Setelah itu, maka motor akan aktif memutar rak pemanggang ikan dan *heater* akan memanaskan ikan yang berada pada rak pemanggang ikan di dalam box pengering. Selama proses pengeringan, panas yang dihasilkan oleh *heater* akan dipantau oleh sensor SHT 11 sebagai pemantau suhu dan kelembaban di dalam box pengeringan. Saat suhu yang ada pada box pengeringan melebihi *set point* yang diberikan maka sensor SHT 11 akan mengirimkan informasi ke arduino, kemudian arduino akan mengolah data dan selanjutnya memberikan instruksi kepada pada pengendali volume *heater* untuk mengatur masukan *heater* agar suhu panas di dalam box mesin pengering tidak melebihi nilai *set point* sehingga suhu ruangan yang ada pada box pengering tetap terjaga.

Selain suhu, kelembaban ruang pengering juga dipantau oleh sensor SHT 11. Selama pengeringan, kelembaban ruang pengering akan mengalami penurunan yang menandakan bahwa proses pengeringan ikan sedang berlangsung. Apabila ikan yang dikeringkan telah kering, maka mesin pengering ikan dimatikan dan proses pengeringan selesai.

3.6 Flowchart Sistem

Flowchart atau diagram alir berfungsi untuk menggambarkan urutan proses kerja dari suatu sistem. Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Flowchart* sistem

Berdasarkan Gambar 3.11 dapat dijelaskan proses sistem perancangan alat sebagai berikut :

1. Alat dihubungkan sesuai dengan rancangan agar dapat bekerja dengan baik.
2. Tegangan yang ada pada baterai digunakan sebagai sumber untuk mengoperasikan sistem.
3. *Heater* dihidupkan dan akan diatur oleh kendali volume *heater* otomatis.
4. LCD akan menampilkan perintah untuk memasukkan *setting* suhu dan kecepatan putaran rak pengering.
5. Motor akan menggerakkan rak pengering, sehingga rak pengering akan berputar secara konstan dan kontinyu secara horizontal sehingga panas ikan lebih merata.
6. Sensor suhu dan kelembaban akan aktif.
7. Nilai pembacaan suhu dan kelembaban serta kecepatan putar motor akan ditampilkan di layar LCD sehingga mudah untuk diamati.
8. Suhu yang ada dalam ruang pengeringan dipantau oleh sensor SHT11.
9. Nilai bacaan sensor akan dikonversikan ke tegangan untuk menjadi *input* arduino.
10. Jika suhu dalam ruang pengering lebih dari suhu *setting* maka pengatur otomatis *heater* akan bekerja untuk mengurangi panas yang dihasilkan dengan mengurangi masukan tegangan ke *heater*.
11. Jika suhu kurang dari suhu *setting* maka otomatis *heater* juga akan mengatur masukan heater agar suhu mencapai nilai *set point* yang di atur.
12. Begitu seterusnya, hingga kelembaban yang terbaca oleh sensor SHT 11 $\leq$ 10%. Kelembaban yang dimaksudkan adalah udara basah yang disebabkan karena menguapnya air yang terkandung di dalam ikan akibat panas yang ditimbulkan oleh *heater*.
13. Ikan yang kering ditandai dengan nilai kadar air ikan maksimal mencapai 40%, maka pengeringan ikan selesai.

3.7 Tahap Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan setelah rancangan alat telah selesai dibuat dan dapat bekerja sesuai fungsinya. Analisis yang akan dilakukan adalah menguji berapa besar penggunaan energi yang digunakan pada sistem mesin pengering ikan. Analisis penggunaan energi dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter tegangan, arus serta energi yang terpakai pada setiap sub sistem. Sub sistem tersebut antara lain motor penggerak penjejak matahari, motor pemutar rak ikan yang dikeringkan, *heater* sebagai pemanas elektrik dan rangkaian pengendali. Tujuan akhir dari penelitian adalah akan diketahui seberapa besar kebutuhan energi yang dikonsumsi oleh sistem mesin pengering ikan dan dapat diketahui seberapa besar perkiraan *backup* baterai yang diperlukan pada mesin pengering. Pada saat pengujian sumber yang digunakan adalah sumber PLN dikarenakan sumber baterai yang tersedia tidak mampu untuk melayani beban mesin pengering dalam waktu yang cukup lama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar energi yang dikonsumsi oleh mesin pengering secara keseluruhan.

3.7.1 Pengujian Sumber Energi

Ketersediaan energi untuk menjalankan keseluruhan sistem sangat penting, karena tanpa adanya sumber energi maka sistem tidak dapat dioperasikan. Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian pada panel surya dan baterai. Pengujian panel surya yang dilakukan yaitu melihat dan mengamati hasil keluaran dari panel surya tanpa penjejak dan dengan penjejak matahari. Parameter yang dapat diambil berupa tegangan keluaran dari masing-masing panel surya. Sedangkan, pengujian baterai yaitu untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian baterai dari keadaan kosong hingga penuh dengan menggunakan variasi kapasitas solar sel atau panel surya. Variasi kapasitas sel surya yang digunakan antara lain 300 Wp, 350 Wp dan 400 Wp. Baterai yang akan diuji yaitu baterai berkapasitas 12 Volt, 50 Ampere.

3.7.2 Analisa Rancangan Rangka Penjejak Matahari

Analisa pada rancangan rangka penjejak matahari dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan rangka penjejak matahari yang didesain

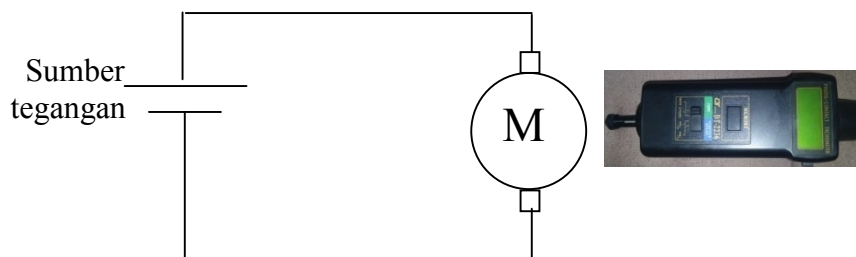
untuk menggerakkan panel surya mengikuti arah sinar matahari. Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mengoperasikan penjejak matahari yaitu jumlah sumbu penjejak matahari, sensor pendukung berupa LDR, penggerak rangka berupa aktuator linier, pengendali motor berupa driver motor dan logika program yang ditanamkan pada arduino. Setelah rancangan telah dibuat dan diuji, maka akan di bahas hasil dari rancangan penjejak matahari.

3.7.3 Analisa Penambahan Kapasitas Rak Pemanggang

Analisa yang akan dilakukan yaitu bagaimana cara penambahan kapasitas rak pemanggang. Rancangan yang akan dibuat yaitu modifikasi rak pemanggang dengan menambah tingkat rak pemanggang menjadi maksimal 3 tingkat. Hal ini diharapkan dapat menambah kapasitas dari mesin pengering ikan untuk proses pengeringan ikan. Setelah hasil rancangan dibuat maka akan diketahui bagaimana hasil pengeringan ikan yang didapat setelah menggunakan rak pemanggang hasil modifikasi tersebut. Hasilnya didapat setelah alat dibuat dan dilakukan pengujian.

3.7.4 Analisa Pengujian Putaran Motor Rak Pemanggang

Pengujian dilakukan pada motor rak pemanggang untuk mengetahui kemampuan motor memutar rak pemanggang yang dihubungkan dengan rantai dan *gear*. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui keadaan motor berfungsi baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur besar kecepatan motor dan berapa besar input nilai PWM yang diberikan pada driver motor, sehingga dapat dianalisa hubungan antara input nilai PWM dengan kecepatan motor. Setelah itu, akan diperoleh rumus yang dapat disimpan pada arduino dan kecepatan motor dapat diatur dengan keypad. Gambar 3.13 menunjukkan rangkaian pengujian putaran motor rak pemanggang.



Gambar 3.13 Rangkaian pengujian putaran motor rak pemanggang

3.7.5 Pengujian Penggunaan Energi Keseluruhan Sistem

Pengujian yang akan dilakukan untuk memperoleh data penggunaan energi yang digunakan oleh keseluruhan sistem, sehingga data dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan sumber daya yang harus disiapkan untuk kondisi yang ideal. Keseluruhan sistem yang dimaksud adalah setiap blok pendukung dan alat-alat yang berhubungan dengan pengering ikan tersebut. Parameter yang akan diukur besar daya serta lama waktu pemakaian.

3.7.6 Pengujian Hasil Kadar Air Ikan

Pengujian kadar air ikan dilakukan untuk mengetahui besar kadar air ikan yang telah melalui proses pengeringan menggunakan mesin pengering ikan. Pengujian kadar air akan menunjukkan bahwa adanya perubahan kadar air dari kondisi ikan basah dan kadar air kondisi ikan kering. Pengujian dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan nilai kadar air ikan dengan mengambil sampel ikan basah dan kering.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat pada Bab 3. Pada pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian terhadap tiap-tiap bagian pendukung sistem hingga pengujian sistem secara keseluruhan. Dari hasil pengujian dapat dianalisa kinerja dari masing-masing bagian sistem sehingga menjadi suatu sistem mesin pengering ikan otomatis. Pengujian dilakukan untuk mengetahui konsumsi energi yang digunakan oleh sistem pengering ikan otomatis selama pengeringan sampel ikan. Selain itu, pengujian untuk mengetahui meratanya hasil pengeringan ikan ketika dilakukan peningkatan kapasitas dengan penambahan rak pemanggang.

4.1. Pengujian Sumber Energi

Sumber energi yang paling utama untuk dimanfaatkan yaitu panel surya. Panel surya mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik DC dan disimpan ke aki atau baterai. Energi listrik DC agar dapat dimanfaatkan oleh seluruh sistem maka dibutuhkan sebuah inverter yang mampu mengkonversikan listrik DC menjadi listrik AC sesuai ketentuan standar PLN. Pengujian blok sumber energi ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi baterai dalam keadaan baik.

Pengujian panel surya sebagai sumber untuk pengisian baterai dilakukan untuk melihat perbedaan antara panel surya tanpa penjejak matahari dan panel surya dengan menggunakan penjejak matahari. Dari pengujian dapat diamati bahwa panel yang menggunakan sistem penjejak matahari akan lebih maksimal memanfaatkan sinar matahari dari pagi hari hingga sore hari karena kemana arah sinar matahari berpindah panel surya juga mengikuti sesuai kendali. Hal ini akan memperpanjang waktu panel surya menangkap sinar matahari secara maksimal dibandingkan panel surya dalam keadaan diam. Pengujian dilakukan menggunakan panel 50 Wp. Tabel 4.1 menunjukkan hasil rata-rata rekam tegangan pada panel surya dengan penjejak dan tanpa penjejak.

Tabel 4.1 Data pengukuran tegangan panel surya

NO	Jam	Pengukuran Tegangan	
		<i>Tracker</i>	Statis
1	8.00	19,85	18,87
2	9.00	18,95	18,25
3	10.00	19,51	18,71
4	11.00	19,54	18,14
5	12.00	19,49	18,81
6	13.00	19,36	18,04
7	14.00	19,67	18,71
8	15.00	19,35	18,70
9	16.00	19,19	18,56
Rata-Rata		19,43	18,53

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diamati bahwa hasil pengujian panel surya menggunakan penjejak matahari lebih baik dari pada tanpa penjejak matahari. Pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran bahwa kemampuan penjejak matahari dalam mengarahkan panel surya berjalan sebagaimana mestinya.

Selain itu, Pengujian pengisian baterai juga dilakukan dengan menggunakan panel surya. Pada penelitian sebelumnya didapatkan data hasil pengujian pengisian baterai untuk panel dengan kapasitas 100 Wp, 150 Wp dan 200 Wp. Data hasil pengujian pengisian baterai menggunakan panel surya dari penelitian sebelumnya ditunjukkan Tabel 4.2. Baterai yang digunakan pada pengujian adalah baterai 50 AH 12 V. Pada penelitian dilakukan pengujian untuk pengisian baterai dengan menggunakan kapasitas panel yang lebih besar yaitu 300 Wp, 350 Wp dan 400 Wp. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbedaan waktu pengisian aki dari kondisi kritis hingga kondisi penuh. Sebelum pengujian pengisian baterai yang digunakan, terlebih dahulu baterai dalam kondisi kosong yang ditandai dengan ketidakmampuan baterai dalam mensuplai daya ke inverter, inverter memutuskan secara otomatis apabila tegangan minimum dicapai sekitar 10,7 v pada baterai, sedangkan baterai dalam kondisi penuh ditandai dengan lampu led menyala berwarna hijau pada kontrol *charger* panel surya. Pengujian

pengisian baterai ini dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca yang cerah berawan.

Tabel 4.2 Data pengisian aki menggunakan panel surya 100 Wp, 150 Wp, 200 Wp [1]

No	Waktu Pengisian	Tegangan Baterai (V)		
		100 Wp	150 Wp	200 Wp
1	1 jam pengisian	10.03	10.09	10.00
2	2 jam pengisian	10.50	10.66	10.94
3	3 jam pengisian	10.90	11.27	11.9
4	4 jam pengisian	11.24	11.89	12.42
5	5 jam pengisian	11.72	12.40	
6	6 jam pengisian	12.17		

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa pengisian menggunakan panel surya 200 Wp memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan pengisian menggunakan panel surya 100 Wp dan 150 Wp.

Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan panel 300 Wp (200 Wp + 100 Wp), 350 Wp (200 Wp + 100 Wp + 50 Wp) dan 400 Wp (200 Wp + 100 Wp + 2x50 Wp). Dari hasil pengujian didapatkan data hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data pengisian aki dengan panel 300 Wp, 350 Wp dan 400 Wp

No.	Lama Waktu Pengisian	Tegangan (V)		
		300 Wp	350Wp	400 Wp
1	0 menit	11.88	12.04	9.48
2	15 menit	13.14	13.61	13.44
3	30 menit	13.46	14.33	13.64
4	45 menit	13.86	14.37	13.69

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa semakin besar panel surya yang digunakan maka semakin cepat waktu pengisian aki dan juga dipengaruhi kondisi cuaca cerah dan berawan.

4.2. Analisa Rancangan Rangka Penjejak Matahari

Perancangan sistem penjejak matahari dapat dilihat pada Gambar 3.5 di Bab 3. Pada proses perancangan ada beberapa hal yang dipertimbangkan agar hasil dapat diperoleh sesuai dengan yang diharapkan, antara lain yaitu berapa jumlah sumbu penjejak yang dibuat, alat pendukung yang akan digunakan untuk menggerakkan rangka, jenis sensor yang akan digunakan, ketersediaan alat pendukung yang akan digunakan, dan kemampuan pengendalian alat penggerak pada penjejak matahari.

Perancangan penjejak matahari yang dibuat berjenis dua sumbu. Penjejak dua sumbu diharapkan dapat mampu bergerak ke empat arah yaitu timur-barat dan utara-selatan. Hal ini karena pada periode tertentu posisi lintas matahari akan bergeser dan juga secara otomatis panel akan mengikuti arah lintas matahari.

Sensor yang digunakan pada rancangan penjejak matahari adalah sensor cahaya LDR sebanyak 4 unit. Sensor inilah yang akan berfungsi membaca arah sinar matahari datang. Sinyal-sinyal logika dari sensor ini akan diteruskan ke sistem kendali dan akan dieksekusi oleh sistem kendali untuk dilakukan perintah pergerakan alat penggerak pada rangka panel. Sensor LDR diletakkan sejajar dengan posisi panel surya sehingga ketika panel bergerak maka sensor juga ikut bergerak dan membaca kondisi penerimaan cahaya yang sama dengan kondisi cahaya pada panel surya.

Alat penggerak pada rangka penjejak matahari digunakan dua buah aktuator linier. Rancangan penjejak menggunakan aktuator linier untuk mampu menggerakkan rangka panel surya yang dibuat sesuai dengan arah pada sumbu masing-masing rangka. Aktuator linier digunakan pada penjejak karena kemampuan aktuator dalam menahan beban yang cukup berat dan mendorong beban berat dengan gerakan yang cukup stabil dan tidak memerlukan daya yang terlalu besar. Selain itu pengendalian aktuator cukup mudah dengan dibantu *driver* motor dan dikendalikan oleh perintah program yang dibuat pada arduino mega 2560.

Setelah rancangan dibuat maka selanjutnya dilakukan pembuatan rangka penjejak matahari berdasarkan gambar rancangan pada Gambar 3.5. Pada proses pembuatan rangka dilakukan sedikit modifikasi kembali ketika pengelasan rangka

untuk mendapatkan posisi pemasangan aktuator yang ideal agar tidak terjadi benturan satu sama lain. Hasil rangka yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan telah dipasang panel surya di atasnya.



Gambar 4.1 Hasil rangka penjejak matahari dengan alat pendukung

Berdasarkan hasil rangka yang dibuat maka dapat disimpulkan bahwa rancangan yang dibuat mampu mengikuti arah matahari dengan dibantu bahasa program pendukung untuk mengatur kendali gerak panel. Rangka penjejak matahari yang dibuat dalam penelitian hanya untuk panel surya berukuran 50 Wp sebagai aplikasi dari penjejak matahari. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lagi pada penelitian yang akan datang untuk skala yang lebih besar.

4.3. Analisa Penambahan Tingkat Rak Pemanggang

Pada penelitian dirancang rak pemanggang jenis horizontal dan bergerak secara berputar. Perancangan rak pemanggang merupakan modifikasi dari penelitian sebelumnya karena dengan pertimbangan hasil pengeringan yang didapat cukup merata pada ikan yang dikeringkan. Modifikasi rancangan dilakukan dengan menambah tingkat rak pemanggang yang semula satu tingkat menjadi dua tingkat. Pada rancangan awal akan dibuat menjadi tiga tingkat namun dengan pertimbangan kemungkinan hasil pengeringan tidak maksimal hingga tingkat ke tiga maka pengujian peningkatan rak hanya dibuat menjadi dua tingkat.

Penambahan tingkat rak pemanggang bertujuan untuk menambah kapasitas hasil ikan yang dikeringkan dan meratanya hasil pengeringan di setiap rak pemanggang dengan pemakaian waktu dan daya listrik yang relatif sama dibandingkan satu tingkat rak pemanggang. Hasil pengeringan dapat dilihat dari berkurangnya nilai kadar air kondisi ikan basah dan kadar air kondisi ikan sudah kering. Pembahasan mengenai berapa nilai kadar air ikan dari hasil pengujian akan dijelaskan pada bahasan tentang hasil uji kadar air ikan.

4.4. Analisa Pengujian Putaran Motor Rak Pemanggang

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui sejauh mana motor DC sudah mampu berputar untuk menggerakkan rak pengering ikan. Motor DC yang digunakan pada penelitian adalah motor dengan jenis motor DC *Giant Torque*. Pada pengujian yang telah dilakukan, jenis motor ini sudah mampu bekerja dengan normal yaitu tidak terjadi hentakan tinggi pada saat motor pertama kali dihidupkan sehingga putaran yang dihasilkan dapat dikatakan stabil. Pengujian putaran motor rak pemanggang atau pengering ikan dilakukan dengan mengatur nilai keluaran PWM yang diberikan ke driver motor yang diproses oleh Arduino Mega 2560. Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur kecepatan putaran motor penggerak panggang menggunakan alat ukur tachometer dan dibandingkan dengan inputan PWM yang diberikan. Pengujian dilakukan berulang kali dengan input PWM berbeda. Nilai PWM ditentukan sebesar 190 hingga 250, kemudian pengukuran kecepatan dengan tachometer. Kecepatan hasil pengukuran diperoleh dari 12,8 rpm hingga 20 rpm. Adapun hasil pengujian putaran rak pemanggang ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian putaran rak pemanggang

No.	Nilai PWM	Kecepatan Rak Pemanggang (rpm)
1	190	12,8
2	200	13,6
3	210	15,2
4	220	16,4
5	230	17,3
6	240	18,5
7	250	20

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa semakin besar nilai PWM yang diberikan maka kecepatan putaran motor juga semakin cepat. Nilai PWM yang diinputkan adalah persentase dari jumlah keseluruhan yang dimiliki oleh arduino yaitu 2^8 bit, sehingga nilai keluaran PWM yang bisa diinputkan sebanyak 0 – 255 kondisi. Dari data hasil pengujian putaran motor untuk rak pemanggang pada Tabel 4.3 maka diambil sebuah rumus hubungan antara nilai PWM dan kecepatan motor yaitu $y = 8.317x + 84.78$, dengan nilai y adalah PWM dan nilai x adalah setpoint RPM yang diinginkan. Rumus yang diperoleh tersebut dimasukkan ke dalam program yang mengatur bagian kecepatan motor tersebut sehingga input kendali kecepatan motor dapat dimasukkan melalui keypad sebagai salah satu setpoint untuk kecepatan motor dan nilai PWM akan berubah otomatis. Untuk penelitian sebelumnya untuk melakukan perubahan nilai PWM maka perlu meng-*upload* secara berulang program bila ingin mengubah nilai PWM pada arduino mega 2560 untuk melakukan pengaturan putaran rak dan memerlukan perangkat komputer untuk melakukan *upload* ulang sebuah kode program yang sudah diubah.

4.5. Analisa Penggunaan Energi Per Blok Sistem

Analisa penggunaan energi per blok sistem dilakukan untuk mengetahui penggunaan energi di beberapa bagian blok utama sistem yang dianggap berpotensi mengkonsumsi energi yang cukup besar. Ada beberapa blok sistem yang diuji yaitu blok penjejak matahari, blok *heater* dan blok motor pemutar rak pemanggang. Pada pengujian ini digunakan sumber PLN untuk menyuplai *heater* dikarenakan daya yang digunakan cukup besar dan baterai yang tersedia tidak mampu menyuplai seluruh sistem. Adapun Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengukuran yang diperoleh untuk pengujian blok sistem.

Tabel 4.5 Hasil pengukuran beberapa blok utama sistem mesin pengering

No.	Nama blok sistem	Parameter Pengukuran		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	Blok penjejak matahari	12 V	0,54 A	6,48
2	Blok motor pemutar rak pemanggang	10,4 V	2 A	20,8
3	Blok heater	208,06 V	2,48 A	515,9

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diamati bahwa penggunaan energi terbesar terletak pada blok sistem *heater* dengan daya hingga 515,9 Watt, dan blok *heater* ini yang perlu dilakukan pengaturan volume *heater* agar penggunaan energi dapat dikurangi. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan energi meter ketika *heater* diatur maka daya *heater* dapat turun dari 516 Watt menjadi 266 Watt dan ini tergantung dari *set point* suhu yang diberikan.

Pengujian blok penjejak matahari juga dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya yang dikonsumsi. Setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil pengukuran tegangan dan arus sebesar 12 v dan 0.54 A sehingga didapat daya 6,48 W saat kondisi aktuator semua aktif. Berdasarkan hasil pengujian dapat dianalisa bahwa pemakaian energi pada blok penjejak matahari tidak terlalu besar. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan penuh posisi panel surya selama 5 menit 30 detik. Pengujian juga dilakukan pada masing-masing aktuator, ternyata ada perbedaan antara aktuator 1 dan aktuator 2 karena perbedaan beban yang dilayani masing-masing aktuator. Ketika aktuator 1 yang melayani beban terhitung daya 4,56 Watt dan aktuator 2 hanya sebesar 1,92 Watt.

Pengujian blok motor pemutar rak pemanggang juga dilakukan untuk mengetahui besar energi yang digunakan. Sebelum melakukan pengukuran dilakukan pengaturan input masukan sebesar 15 rpm. Dari Tabel 4.5 diperoleh hasil pengukuran daya sebesar 20,8 Watt sehingga dalam 1 jam energi yang terpakai sebesar 20,8 Wh.

4.6. Hasil Pengujian Penggunaan Energi Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar energi yang dikonsumsi oleh keseluruhan sistem mesin pengering ikan yang dibuat. Pada proses pengujian penggunaan energi ini maka ikan basah dimasukkan ke dalam mesin pengering ikan dan ikan di letakkan di atas rak pemanggang yang tersedia di dalam mesin pengering hingga ikan menjadi kering. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur jumlah energi yang terpakai selama proses pengeringan ikan dari kondisi basah hingga kondisi ikan masuk dalam kategori kering sesuai dengan ketentuan yang ada dengan memakai alat ukur energi. Alat yang digunakan untuk pengukuran energi yaitu energi meter. Energi meter digunakan

dengan pertimbangan bahwa alat ukur dapat melakukan pengukuran jumlah pemakaian energi selama mesin pengering ikan dioperasikan pada proses pengeringan hingga selesai. Pada proses pengukuran ini sumber listrik disuplai dari PLN, dikarenakan baterai yang tersedia tidak mampu melayani beban hingga proses pengeringan selesai. Adapun data hasil pengukuran dari energi meter ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran energi

No.	Nama Alat	Energi Total
1.	Seluruh Sistem Pengering Ikan Otomatis	3300 Wh

Berdasarkan hasil pengukuran Tabel 4.6 diketahui bahwa energi yang dibutuhkan dan terpakai saat pengujian pengeringan ikan sebesar 3300 Wh atau 3,3 kWh. Pengujian pengeringan ikan dilakukan selama 6,5 jam hingga didapatkan ikan yang kering. Dari data energi total terpakai maka dapat dihitung daya rata-rata yang digunakan oleh mesin pengering. Perhitungan dapat menggunakan persamaan 2.4, yaitu :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3300}{6,5} = 507,69 \text{ Watt}$$

Daya rata-rata yang terhitung berdasarkan hasil pengujian adalah 507,69 Watt. Hal ini dikarenakan daya yang digunakan saat mesin pengering bekerja selalu berubah-ubah secara otomatis sesuai pengaturan pada sistem kendali.

4.7. Perhitungan Energi Berdasarkan *Datasheet*

Perhitungan energi menggunakan *datasheet* yaitu untuk mengetahui jumlah energi yang digunakan oleh sistem pengering dengan memakai data spesifikasi alat yang ada serta memakai referensi dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya disebutkan asumsi daya yang dibutuhkan adalah 429,475 watt. Namun ada beberapa komponen yang tidak diperhitungkan pada asumsi kebutuhan daya tersebut. Pada modifikasi alat ini ada yang ditambahkan dan ada yang dikurangi, seperti penggunaan kipas yang ditiadakan karena dari hasil pengujian tidak begitu berpengaruh pada sistem pengeringan ikan. Penambahan alat pendukung juga diperlukan pada modifikasi mesin pengering karena mesin

pengering telah dilengkapi penjejak matahari serta pengaturan *heater*. Tabel 4.7 menunjukkan penggunaan daya masing-masing alat sesuai *datasheet* yang ada.

Tabel 4.7 Daya masing-masing alat sistem pengering ikan

Alat yang Digunakan	Daya (watt)
Motor DC	120
Sensor SHT11	0,175
Driver Motor 1	7,5
Heater	300
Aktuator + Driver	18
Arduino Mega	10
Relay Board	0.8
Total	456,475

Berdasarkan data Tabel 4.7 maka diketahui jumlah daya total yang akan digunakan oleh sistem mesin pengering ikan. Jumlah energi dapat juga dihitung menggunakan persamaan 2.3 dengan asumsi waktu sama dengan pengujian selama 6,5 jam yaitu :

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= 456,475 \text{ Watt} \times 6,5 \text{ jam} \\
 &= 2967,0875 \text{ Wh} \\
 &= 2,967 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh jumlah energi sebesar 2,967 kWh apabila dilakukan perhitungan menggunakan *datasheet* sesuai referensi. Apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran jumlah pemakaian energi menggunakan energi meter hasilnya lebih kecil dari pengukuran sehingga dipembahasan selanjutnya akan dijelaskan mengapa hal itu dapat terjadi.

4.8. Perhitungan Energi Maksimal dengan Kombinasi Hasil Ukur dan *Datasheet* Referensi

Perhitungan energi yang dilakukan yaitu mengkombinasikan data dari Tabel 4.5 dengan hasil pengukuran salah satu alat yang paling besar mengkonsumsi daya pada sistem mesin pengering ikan. Hal ini dilakukan karena adanya kejanggalan dari perhitungan yang dilakukan, karena jumlah daya sesuai

data referensi lebih besar dari hasil pengujian. Pengukuran dilakukan terhadap *heater* dan diperoleh bahwa *heater* mengkonsumsi daya hingga 516 Watt pada posisi full elemen aktif. Sehingga dapat dilakukan perhitungan ulang untuk daya maksimum mesin pengering apabila tidak dilakukan pengaturan pada kendali sistem terutama pada motor pemutar dan *heater*. Perhitungan juga digunakan persamaan 2.3 dengan P total 156,475 Watt ditambah 516 Watt serta asumsi waktu selama 6,5 jam, yaitu :

$$\begin{aligned}
 W &= V \times I \times t \\
 &= P \times t \\
 &= (156,475 + 516) \times 6,5 \text{ jam} \\
 &= 4371,0875 \text{ Wh} \\
 &= 4,371 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh jumlah energi maksimal sebesar 4,371 kWh. Hasil perhitungan ini lebih besar dibandingkan hasil pengukuran jumlah energi saat pengujian pengeringan ikan. Hal ini telah sesuai dengan perkiraan karena tujuan dari pengaturan kendali sistem adalah untuk menekan pemakaian energi pada sistem pengering ikan.

4.9. Analisa Kebutuhan Panel Surya dan Baterai

Kebutuhan panel surya perlu diperkirakan untuk melayani kebutuhan energi. Untuk mendapatkan kebutuhan panel maka perlu diketahui besar energi yang akan dilayani. Jumlah energi yang diketahui dari hasil pengujian pengeringan ikan sebesar 3300 Wh, maka diasumsikan nilai tersebut sebagai kebutuhan energi yang akan digunakan. Selanjutnya, diasumsikan panel yang akan digunakan sebesar 100 Wp per panel serta waktu efektif tenaga surya di negara tropis selama 5 jam. Maka dapat dihitung jumlah panel yang dibutuhkan dengan persamaan 2.6.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan panel} &= \frac{\text{energi yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas panel} \times 5 \text{ jam}} \\
 &= \frac{3300 \text{ Wh}}{100 \text{ Wp} \times 5 \text{ jam}} \\
 &= 6,6 \text{ panel} \\
 &= 7 \text{ panel (pembulatan)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah panel diperoleh perkiraan kebutuhan panel yang akan diperlukan yaitu sebanyak 7 buah panel surya 100 Wp. Selain itu, estimasi jumlah baterai juga perlu dihitung untuk mengetahui berapa banyak baterai sebagai cadangan energi. Baterai yang dibutuhkan dapat dihitung dengan cara membagi jumlah energi yang dibutuhkan dengan besar kapasitas baterai dan tegangan baterai. Apabila diasumsikan baterai digunakan 50 % dari kapasitasnya untuk menjaga masa pemakaian baterai, maka jumlah energi yang dibutuhkan dikalikan dua. Selanjutnya diasumsikan baterai yang digunakan 12 V dengan kapasitas 100 Ah, maka jumlah baterai dapat dihitung dengan persamaan 2.7.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan baterai} &= \frac{\text{kebutuhan energi} \times 2}{\text{tegangan baterai} \times \text{kapasitas baterai}} \\
 &= \frac{3300 \text{ Wh} \times 2}{12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah}} \\
 &= 5,5 \text{ Baterai } 100 \text{ Ah} \\
 &= 6 \text{ Baterai } 100 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dari perkiraan jumlah baterai diperoleh bahwa minimal diperlukan 6 buah baterai 12 V dengan kapasitas 100 Ah. Baterai ini diharapkan mampu untuk menjadi cadangan sumber energi untuk sistem mesin pengering.

4.10. Hasil Pengujian Kadar Air Ikan

Pengujian kadar air ikan yang sudah dikeringkan menggunakan alat pengering ikan sebelum dikeringkan atau masih dalam kondisi basah dan setelah kering akan berbeda. Hal ini karena kadar air ikan yang sudah melalui proses pengeringan akan berkurang kadar airnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari modifikasi rak pemanggang yang telah ditingkatkan dari rancangan sebelumnya dengan rak satu tingkat menjadi dua tingkat pada saat uji pengeringan. Pengujian kadar air ikan dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Bengkulu. Ikan yang diuji kadar airnya adalah beberapa sampel acak yang mewakili rak pertama dan rak kedua. Data pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 adalah hasil pengujian yang dilakukan dari penelitian sebelumnya [1], sedangkan Tabel 4.10 adalah hasil pengujian kadar air ikan berdasarkan uji laboratorium dari penelitian ini.

4.8 Data hasil pengujian kadar air ikan rak model vertikal [1]

No	Posisi Ikan	Kadar Air (%)
1	Ditengah Pemanggang	26,59
2	Diujung Pemanggang	47,30

Tabel 4.9 Data hasil Pengujian kadar air ikan pemanggang dirancang horizontal 1 tingkat[1]

No	Kondisi Ikan	Kadar Air (%)
1	Sebelum dikeringkan	81,12
2	Rata-rata Sampel setelah ikan dikeringkan	32,15

Tabel 4.10 Data hasil pengujian kadar Air Ikan pemanggang dirancang ulang 2 tingkat

No	Kondisi Ikan	Kadar Air (%)
1	Sebelum dikeringkan	80,418
2	Sampel ikan kering pada rak tingkat 1	34,42
3	Sampel ikan kering pada rak tingkat 2	33,37

Pada hasil pengujian pengeringan ikan menggunakan alat pengering masih menggunakan rak vertikal memanjang, diperoleh perbedaan jumlah kadar air ikan yang cukup signifikan karena panas *heater* tidak dapat diterima secara merata pada ikan yang dikeringkan, seperti ditunjukkan Tabel 4.8. Kadar air ikan hasil pengeringan yang letaknya ditengah lebih rendah yaitu 26,59 % sedangkan jumlah kadar air ikan yang letaknya diujung masih memiliki kadar air sebesar 47,30 %.. Setelah putaran rak pemanggang dirancang menjadi model horizontal, hasil uji kadar air rata-rata ikan ditunjukan Tabel 4.9. Hasil kadar air ikan yang didapat rata-rata 32,15 %. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi pada rak pemanggang untuk mendapatkan kapasitas yang lebih besar dari penelitian sebelumnya, semula 1 tingkat menjadi 2 tingkat. Pengujian kadar air ikan untuk rak pemanggang 2 tingkat diambil sampel ikan basah dan sampel masing-masing tingkat rak 1 dan

rak 2. Jumlah kadar air ikan kering diperoleh 34,42 % dan 33,37 % sedangkan kadar air ikan basah 80,418 %.

Berdasarkan Tabel 4.10 juga dapat dilihat bahwa alat pengering ikan sudah mampu mengurangi jumlah kadar air ikan kondisi basah sebesar 80,418 % menjadi ikan kering dengan kadar air rata-rata 33,895 % dari rak 1 dan rak 2. Hasil ikan yang dikeringkan menggunakan mesin pengering ikan yang dimodifikasi masih sesuai dengan standar SNI 2725.1:2009 yang menyatakan nilai kandungan kadar air maksimal 40 %. Pengujian ini membuktikan bahwa mesin pengeringan ikan dengan modifikasi jumlah rak pemanggang masih mampu menghasilkan ikan kering yang cukup merata dimana penelitian sebelumnya hanya 1 tingkat. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diamati bahwa secara keseluruhan mesin pengering ikan telah berjalan sesuai fungsinya.

4.11. Dampak Manfaat Hasil Modifikasi Mesin Pengering Ikan

Dari hasil penelitian diperoleh manfaat dari modifikasi mesin pengering ikan antara lain hasil pengeringan ikan yang didapatkan dari satu kali proses pengeringan lebih banyak dua kali lipat dari pada hasil pengeringan penelitian sebelumnya karena jumlah rak pemanggang dimodifikasi dari satu tingkat menjadi dua tingkat, lama waktu pengeringan berlangsung selama 6,5 jam lebih cepat dari penelitian sebelumnya selama 7 jam dan hasil pengeringan masih dalam standar SNI walaupun kadar air masih lebih basah 1,74 %, mengetahui energi yang digunakan oleh mesin pengering ikan sehingga dapat diperkirakan kebutuhan jumlah panel surya dan baterai yang mampu melayani sistem.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat pengering hasil modifikasi mampu mengeringkan ikan lebih banyak dua kali lipat daripada penelitian sebelumnya dalam satu kali proses pengeringan ikan.
2. Alat pengering ikan yang dimodifikasi dengan rak dua tingkat dan berputar horizontal mampu mengeringkan ikan secara merata dengan hasil pengujian laboratorium kadar air pada sampel ikan rak 1 sebesar 34,42 % dan sampel ikan rak 2 sebesar 33,37 %.
3. Nilai kadar air ikan sebelum dikeringkan adalah 80,418 %, dan berkurang menjadi 33,895 % dari rata-rata sampel ikan serta masih sesuai standar.
4. Energi yang digunakan untuk mengeringkan ikan adalah sebesar 3300 Wh selama 6,5 jam dan daya rata-rata 507,69 Watt.

5.2. Saran

Penelitian ini masih belum sempurna dan terdapat kekurangan, untuk itu perlu penelitian lebih lanjut agar hasil yang diperoleh pun lebih baik. Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Hendaknya tersedia alat uji kadar air sehingga memudahkan pengamatan hasil pengeringan ikan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, Mensi. 2016. *Sistem Pengaturan Putaran Pemanggang Pada Alat Pengering Ikan Berbasis Arduino Mega 2560*. Skripsi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [2] Anwar, Hizami Ch. 2012. *Rancang Bangun Alat Pengering Energi Surya Dengan Kolektor Keping Datar*. Jurnal Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Lampung.
- [3] Esdaryanto, 2008. *Perancangan Prototype Alat Pengering Terkontrol Berbasis Mikrokontrollerr AVR 8535*. Skripsi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [4] Syafriyudin, Dwi Prasetyo Purwanto. 2009. *Oven Kerupuk Berbasis Mikrokendalier ATmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga*. Jurnal Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Yogyakarta.
- [5] Handoyo, E. A., P. Kristanto dan S. Alwi. 2006. *Desain Dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya*. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [6] Priyadi, I., R.S. Rinaldi. 2015. *Rancang Bangun Pengering Ikan Berbasis Kendali Optimasi Teknologi Sel Surya Menggunakan Penjejak Matahari*. Laporan Tahunan Penelitian Hibah Bersaing, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [7] Hasan, Hasnawiyah. 2012. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan Volume 10, Nomor 2, Juli - Desember 2012, Teknik Perkapalan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [8] Zuhail. 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia. Jakarta.
- [9] Siregar, Esrawati. 2013. *Aplikasi Pembangkitan PWM Untuk Mengendalikan Kipas Pada Desktop Komputer Berbasis Mikrokontrollerr ATmega 8535*. Jurnal Vol 5, No 1, MIPA Fisika, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- [10] Nahvi, Mahmood., J. A. Edminister. 2004. *Schaum's Outlines Rangkaian Listrik Edisi Keempat*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- [11] Sulistyono, Eko. _____. <http://www.polman-babel.ac.id/berita-199-pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts.html>

LAMPIRAN

Lampiran 1. *List* Program Keseluruhan sistem

```
1    #include <Keypad.h>
2    #include <LiquidCrystal.h>
3    #include <SHT1x.h>

4    #define CW 1
5    #define CCW 2
6    #define dataPin 22
7    #define clockPin 24
8    SHT1x sht1x(dataPin, clockPin);

9    LiquidCrystal lcd(26, 28, 30, 32, 34, 36);

10   const byte ROWS = 4; //four rows
11   const byte COLS = 3; //three columns
12   char keys[ROWS][COLS] = {
13       {'1','2','3'},
14       {'4','5','6'},
15       {'7','8','9'},
16       {'*','0','#'}
17   };

18   byte rowPins[ROWS] = {21, 20, 19, 18}; //connect to the row pinouts of
the keypad
19   byte colPins[COLS] = {17, 16, 15}; //connect to the column pinouts of the
keypad

20   Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS,
COLS );
```

```

21    const int ldrPin1 = 46;
22    const int ldrPin2 = 48;
23    const int ldrPin3 = 52;
24    const int ldrPin4 = 50;
25    const int mtrPin1 = 38;
26    const int mtrPin2 = 40;
27    const int mtrPin3 = 42;
28    const int mtrPin4 = 44;
29    const int tegPin1 = A0;
30    const int tegPin2 = A1;
31    const int ampPin = A2;
32    const int inApin = 7;
33    const int inBpin = 8;
34    const int pwmpin = 5;
35    const int heater1 = 12;
36    const int heater2 = 13;

37    int ldrRead1, ldrRead2, ldrRead3, ldrRead4;
38    float tegIn1 = 0.0, tegIn2 = 0.0;
39    float tegValue1 = 0.0, tegValue2 = 0.0;
40    int adc1 = 0, adc2 = 0;
41    float R1 = 99300.0, R2 = 19200.0;
42    float R3 = 101200.0, R4 = 19400.0;
43    int a = 13, masuk=0, angka=0, pwmHeater=255, setMotor;
44    String num1, num2;
45    float temp_c, humidity, amps;
46    int sensor_max;
47    float amplitude_current;    // Float amplitude current
48    float effective_value;    // Float effective current

49    void setup() {
50        Serial.begin(9600);

```

```

51     lcd.begin(16, 2);
52     lcd.setCursor(0,0);
53     lcd.print("Starting...");

54     pinMode(ldrPin1, INPUT);
55     pinMode(ldrPin2, INPUT);
56     pinMode(ldrPin3, INPUT);
57     pinMode(ldrPin4, INPUT);
58     pinMode(mtrPin1, OUTPUT);
59     pinMode(mtrPin2, OUTPUT);
60     pinMode(mtrPin3, OUTPUT);
61     pinMode(mtrPin4, OUTPUT);
62     pinMode(inApin, OUTPUT);
63     pinMode(inBpin, OUTPUT);
64     pinMode(pwmpin, OUTPUT);
65     pinMode(heater1, OUTPUT);
66     pinMode(heater2, OUTPUT);

67     digitalWrite(inApin, LOW);
68     digitalWrite(inBpin, LOW);
69     digitalWrite(heater1, LOW);
70     digitalWrite(heater2, LOW);

71     char key;

72     while(masuk==0){
73         lcd.setCursor(0,1);
74         lcd.print("Input Suhu : ");
75         key = keypad.getKey();
76         if (key){
77             if(key=='#') masuk=1;
78             if(a>=14 && key=='*'){

```

```

79         a=13;
80         lcd.setCursor(a, 1);
81         lcd.print(" ");
82         num1 = "";
83     }
84     if(key!='#' && key!='*'){
85         lcd.setCursor(a, 1);
86         lcd.print(key);
87         if(a!=15) num1 = num1+key;
88         if(a==13) a=14;
89         else a=15;
90     }
91 }

92     lcd.setCursor(16, 1);
93     lcd.print("C");
94     angka = num1.toInt();
95 }
96 key = ' ';
97 a=14;
98 lcd.setCursor(0,1);
99 lcd.print("Input Putar :   ");
100 while(masuk==1){
101     key = keypad.getKey();
102     if (key){
103         if(key=='#') masuk=2;
104         if(a>=15 && key=='*'){
105             a=14;
106             lcd.setCursor(a, 1);
107             lcd.print(" ");
108             num2 = "";
109         }

```

```

110     if(key!='#' && key!='*'){
111         lcd.setCursor(a, 1);
112         lcd.print(key);
113         if(a!=16) num2 = num2+key;
114         if(a==14) a=15;
115         else a=16;
116     }
117 }
118 }
119 lcd.clear();
120 setMotor =num2.toInt();
121 Serial.println("V1 V2 T H I");
122 }

123 void loop(){
124     temp_c = sht1x.readTemperatureC();
125     humidity = sht1x.readHumidity();

126     lcd.clear();
127     lcd.setCursor(0,0);
128     lcd.print("T=");
129     lcd.setCursor(2,0);
130     lcd.print(temp_c,1);
131     lcd.print("\337C ");
132     lcd.setCursor(9,0);
133     lcd.print("H=");
134     lcd.setCursor(11,0);
135     lcd.print(humidity,1);
136     lcd.print("%");
137     lcd.setCursor(0,1);
138     lcd.print("Putaran = ");

```

```

139     motor((8.3174*setMotor) + 84.783);
140     lcd.setCursor(10,1);
141     lcd.print(setMotor);
142     lcd.print(" rpm"); //pwm

143     if(temp_c > angka){
144         if(temp_c > (angka+2)){
145             digitalWrite(heater1, LOW);
146             digitalWrite(heater2, LOW);
147         }else{
148             digitalWrite(heater1, LOW);
149             digitalWrite(heater2, HIGH);
150         }
151     }else{
152         if(temp_c >= (angka - 0.1)){
153             digitalWrite(heater1, HIGH);
154             digitalWrite(heater2, LOW);
155         }else{
156             digitalWrite(heater1, HIGH);
157             digitalWrite(heater2, HIGH);
158         }
159     }

160     adc1 = analogRead(tegPin1);
161     tegValue1 = (adc1*5.0)/1023.0;
162     tegIn1 = (tegValue1 / (R2/(R1+R2)));
163     adc2 = analogRead(tegPin2);
164     tegValue2 = (adc2*5.0)/1023.0;
165     tegIn2 = (tegValue2 / (R4/(R3+R4)))-0.5;
166     sensor_max = getMaxValue();
167     amplitude_current=(float)(sensor_max-512)/1023*5/185*1000000; // for
    5A mode, you need to modify this with 20 A and 30A mode;
168     effective_value=amplitude_current/1.414;

```

```

169     amps = (amplitude_current+effective_value)/2;

170     delay(1500);
171     lcd.clear();
172     lcd.setCursor(0,0);
173     lcd.print("SUHU MAX = ");
174     lcd.setCursor(11,0);
175     lcd.print(angka);
176     lcd.print("\337C ");
177     lcd.setCursor(0,1);
178     lcd.print("Vsr=");
179     lcd.setCursor(4,1);
180     lcd.print(tegIn1);
181     lcd.print("v");
182     lcd.setCursor(9,1);
183     lcd.print("I= ");
184     lcd.setCursor(11,1);
185     lcd.print(amps/1000);
186     lcd.print("a");
187     delay(1000);
188     ldrRead1 = digitalRead(ldrPin1);
189     ldrRead2 = digitalRead(ldrPin2);
190     ldrRead3 = digitalRead(ldrPin3);
191     ldrRead4 = digitalRead(ldrPin4);

192     if(ldrRead1 == 1 && ldrRead2 == 1 && ldrRead3 == 1 && ldrRead4 ==
1) {
193         digitalWrite(mtrPin1, LOW);
194         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
195         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
196         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
197     }

```



```

198     if(ldrRead1 == 0 && ldrRead2 == 0 && ldrRead3 == 0 && ldrRead4 ==
    0){
199         digitalWrite(mtrPin1, LOW);
200         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
201         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
202         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
203     }else{
204         if (ldrRead2 == 0 && ldrRead3 == 0 && ldrRead1 == 1 && ldrRead4
    == 1){
205             digitalWrite(mtrPin1, LOW);
206             digitalWrite(mtrPin2, LOW);
207             digitalWrite(mtrPin3, HIGH);
208             digitalWrite(mtrPin4, LOW);
209         }else if (ldrRead1 == 0 && ldrRead2 == 0 && ldrRead3 == 1 &&
    ldrRead4 == 1){
210             digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
211             digitalWrite(mtrPin2, LOW);
212             digitalWrite(mtrPin3, LOW);
213             digitalWrite(mtrPin4, LOW);
214         }else if (ldrRead1 == 0 && ldrRead4 == 0 && ldrRead2 == 1 &&
    ldrRead3 == 1){
215             digitalWrite(mtrPin1, LOW);
216             digitalWrite(mtrPin2, LOW);
217             digitalWrite(mtrPin3, LOW);
218             digitalWrite(mtrPin4, HIGH);
219         }else if (ldrRead3 == 0 && ldrRead4 == 0 && ldrRead1 == 1 &&
    ldrRead2 == 1){
220             digitalWrite(mtrPin1, LOW);
221             digitalWrite(mtrPin2, HIGH);
222             digitalWrite(mtrPin3, LOW);
223             digitalWrite(mtrPin4, LOW);

```

```

224     }else if (ldrRead1 == 0 && ldrRead2 == 1 && ldrRead3 == 1 &&
ldrRead4 == 1){
225         digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
226         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
227         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
228         digitalWrite(mtrPin4, HIGH);
229     }else if (ldrRead2 == 0 && ldrRead1 == 1 && ldrRead3 == 1 &&
ldrRead4 == 1){
230         digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
231         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
232         digitalWrite(mtrPin3, HIGH);
233         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
234     }else if (ldrRead3 == 0 && ldrRead1 == 1 && ldrRead2 == 1 &&
ldrRead4 == 1){
236         digitalWrite(mtrPin1, LOW);
237         digitalWrite(mtrPin2, HIGH);
238         digitalWrite(mtrPin3, HIGH);
239         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
240     }else if (ldrRead4 == 0 && ldrRead1 == 1 && ldrRead2 == 1 &&
ldrRead3 == 1){
241         digitalWrite(mtrPin1, LOW);
242         digitalWrite(mtrPin2, HIGH);
243         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
244         digitalWrite(mtrPin4, HIGH);
245     }else if (ldrRead1 == 1 && ldrRead2 == 0 && ldrRead3 == 0 &&
ldrRead4 == 0){
246         digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
247         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
248         digitalWrite(mtrPin3, HIGH);
249         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
250     }else if (ldrRead2 == 1 && ldrRead1 == 0 && ldrRead3 == 0 &&
ldrRead4 == 0){

```

```

251     digitalWrite(mtrPin1, LOW);
252     digitalWrite(mtrPin2, HIGH);
253     digitalWrite(mtrPin3, LOW);
254     digitalWrite(mtrPin4, HIGH);
255     }else if (ldrRead3 == 1 && ldrRead1 == 0 && ldrRead2 == 0 &&
ldrRead4 == 0){
256         digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
257         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
258         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
259         digitalWrite(mtrPin4, HIGH);
260     }else if (ldrRead4 == 1 && ldrRead1 == 0 && ldrRead2 == 0 &&
ldrRead3 == 0){
261         digitalWrite(mtrPin1, HIGH);
262         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
263         digitalWrite(mtrPin3, HIGH);
264         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
265     }else{
266         digitalWrite(mtrPin1, LOW);
267         digitalWrite(mtrPin2, LOW);
268         digitalWrite(mtrPin3, LOW);
269         digitalWrite(mtrPin4, LOW);
270     }
271 }
272 delay(500);

273 Serial.print(tegIn1);
274 Serial.print("\t");
275 Serial.print(tegIn2);
276 Serial.print("\t");
277 Serial.print(temp_c);
278 Serial.print("\t");
279 Serial.print(humidity);

```

```

280     Serial.print("\t");
281     Serial.println(amps);
282 }

283 void motor(uint8_t pwm)
284 {
285     digitalWrite(inApin, HIGH);
286     digitalWrite(inBpin, LOW);
287     analogWrite(pwmpin, pwm);
288 }

289 int getMaxValue()
290 {
291     int sensorValue; //value read from the sensor
292     int sensorMax = 0;
293     uint32_t start_time = millis();
294     while((millis()-start_time) < 1000) //sample for 1000ms
295     {
296         sensorValue = analogRead(ampPin);
297         if (sensorValue > sensorMax)
298         {
299             sensorMax = sensorValue;
300         }
301     }
302     return sensorMax;
303 }

```


Lampiran 2. Dokumentasi Alat

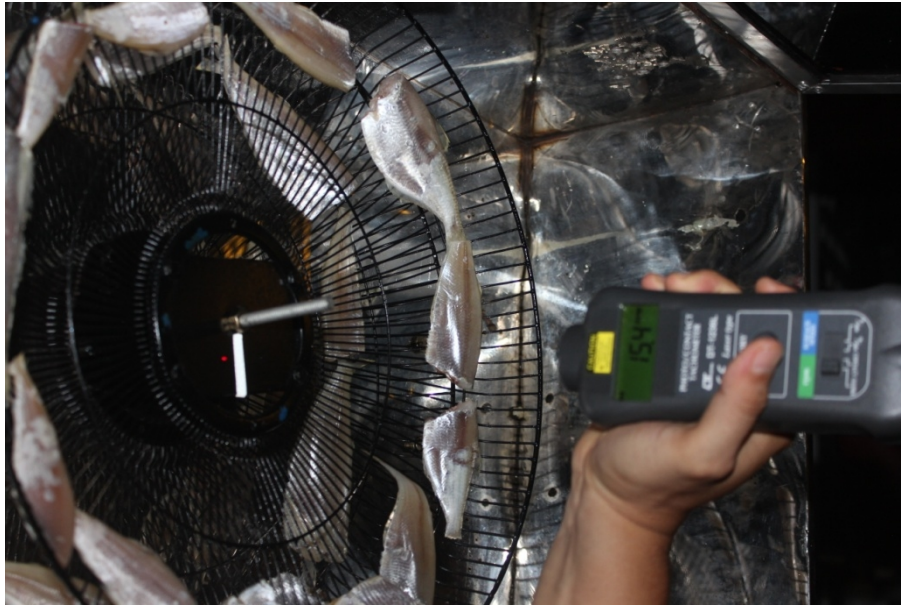


(a)



(b)

Gambar 1. (a) Tampak rak Pemanggang dalam kondisi kosong, (b) Tampak rak pemanggang dengan ikan yang sedang dikeringkan



(a)

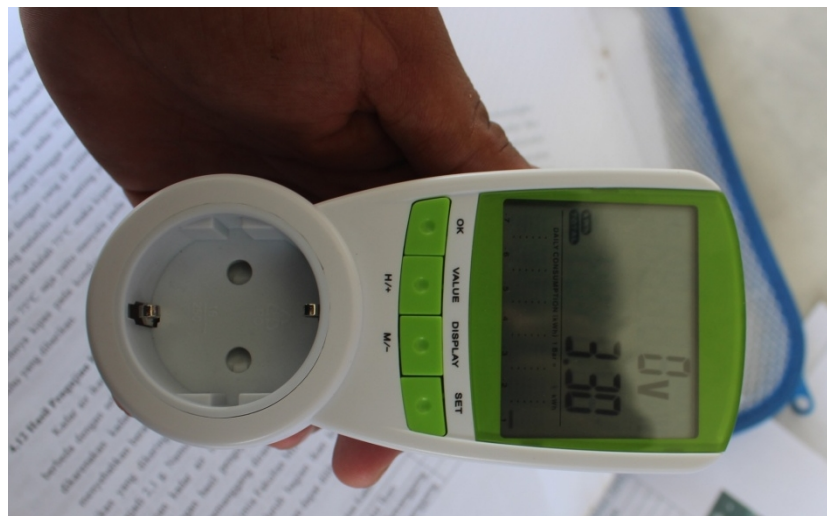


(b)

Gambar 2 (a) Tampak ikan kondisi basah di rak pemanggang dan pengukuran kecepatan rak,
 (b) Tampak hasil pengeringan ikan yang dimasukkan ke dalam plastik



(a)



(b)

Gambar 3 (a) Tampak Panel surya dengan penjejak matahari dan tanpa penjejak matahari, (b) Tampak hasil pengukuran penggunaan energi oleh energi meter digital



Gambar 4. Tampak keseluruhan sistem mesin pengering ikan