

Sistem Pengaturan Putaran Pemanggang Pada Alat Pengering Ikan Berbasis Arduino Mega 2560

Mensi Alexander, Irnanda Priyadi* Reza Satria Rinaldi
*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Salah satu cara yang dilakukan untuk memperpanjang usia simpan pada ikan adalah melalui proses pengeringan. Proses pengeringan ikan umumnya dilakukan menggunakan modul pengering dengan teknologi yang sederhana. Kualitas hasil pengeringan ikan menggunakan mesin pengering dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempunyai peran penting terhadap kualitas ikan yang dikeringkan adalah *performance* komponen pemanggang. Penelitian ini merancang sebuah sistem pengaturan putaran pemanggang pada modul atau alat pengering ikan berbasis kendali mikrokontroler arduino mega 2560. Rancangan pengaturan putaran rak pemanggang pada alat pengering secara vertikal menghasilkan pengurangan rata-rata kadar air sebesar 25,5% dari kadar air sebelumnya 75,77% dengan lama pengeringan selama 5,5 jam.

Kata Kunci : modul pengering ikan, sistem putaran pemanggang, pengering ikan berbasis mikrokontroler, pengaturan rak metode vertikal, kadar air pengeringan ikan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya alam yang berlimpah, terutama dari hasil laut. Salah satunya propinsi Bengkulu yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu tahun 2011 menyebutkan produksi subsektor perikanan laut mencapai 48663,20 ton dengan luas area tangkapan 12335,20 Ha dan nilai produksi hampir mencapai Rp. 800 milyar. Data juga menyebutkan jumlah rumah tangga nelayan di Propinsi Bengkulu mencapai 10653 kepala keluarga [BPS,2013].

Salah satu cara untuk memperpanjang usia simpan hasil laut, terutama ikan adalah dengan cara pengeringan. Metode pengeringan yang biasa digunakan masih menggunakan teknologi yang sederhana. Teknologi pengering ikan yang biasa digunakan masih tergantung pada kondisi cuaca sehingga hanya dapat digunakan terbatas pada siang hari saat matahari bersinar. Metode

pengeringan seperti ini yang tidak dapat mengendalikan kondisi thermal pada proses pengeringan akan menyebabkan variabel-variabel yang berpengaruh dalam pengeringan ikan tidak dapat terjaga konstan. Sehingga akan berdampak terhadap rendahnya kualitas produk ikan yang dihasilkan. Karena itu perlu diupayakan metode pengeringan lain yang dapat mengontrol variabel-variabel tersebut agar tetap konstan.

Penelitian ini merancang sebuah modul pengering yang dapat mengendalikan variabel-variabel yang mempengaruhi pengeringan ikan secara otomatis dengan kemampuan deteksi komponen sensor menggunakan kendali mikrokontroler. Modul alat pengering ikan yang dirancang dilengkapi dengan rak pemanggang yang dapat bergerak secara otomatis dengan sistem vertikal untuk meratakan panas pada ikan sehingga diharapkan produk ikan yang dihasilkan menjadi lebih baik.

1.2. Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif metode pengaturan putaran pemanggang pada modul pengering ikan yang ramah lingkungan, ekonomis, dapat dirancang sendiri serta dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai jenis ikan menggunakan pengaturan rak pemanggang secara vertikal. Sumber utama energi pengaturan rak berasal dari panel surya.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan merancang modul pengering ikan yang dapat mengendalikan variabel-variabel yang berpengaruh dalam pengeringan ikan secara otomatis menggunakan kendali mikrokontroler dengan memanfaatkan panas matahari sebagai sumber energi utama.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teknologi Pengering Ikan

Ikan merupakan bahan makanan yang mengandung protein tinggi dan kandungan lemak yang lebih rendah dibanding sumber protein hewani lain. Namun pada ikan juga terdapat bakteri dan enzim yang dapat mempercepat ikan membusuk jika dibiarkan begitu saja tanpa proses pengawetan. Proses pengawetan ikan akan dapat memberikan nilai tambah pada ikan sebelum diolah menjadi sumber bahan makanan lain [Zulman,2006]. Proses pengawetan ikan yang umum dilakukan adalah dengan cara pengeringan.

Proses pengeringan ikan pada prinsipnya adalah proses mengurangi kadar air dalam ikan. Proses mengurangi kadar air dalam ikan bertujuan untuk mencegah bakteri dan enzyme bekerja dalam ikan. Menurut Abdullah (2003), beberapa variabel yang penting dikendalikan dalam proses pengeringan ikan adalah : temperatur, kelembaban dan laju aliran udara. Variabel-variabel ini akan berpengaruh terhadap produk ikan yang dihasilkan dan lama waktu pengeringan.

Salah satu bentuk teknologi pengering ikan yang banyak dikembangkan adalah teknologi pengering surya. Menurut Braguy et al., pengering surya mempunyai beberapa keuntungan antara lain : sederhana, biaya rendah dan tidak memerlukan banyak tenaga kerja. Waktu proses pengeringan dengan pengering surya dapat berkurang sebanyak 65% dibanding pengeringan tradisional.

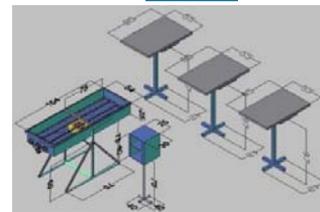
Sistem pengering surya yang pernah dibuat menggunakan kolektor surya plat datar, ruang pengering dan fan untuk mengalirkan udara diberi nama *solar dryer indirrect system with forced ventilation open circuit* yang dapat mengeringkan 15 kg ikan dari kadar air 60% wb menjadi 25% wb. [Handoyo dkk]

Penelitian pendahuluan tentang desain box pengering yang pernah dilakukan adalah untuk mengeringkan pisang menjadi pisang salai. Hasil rancangan alat pengering menunjukkan proses pengeringan pisang salai akan berlangsung selama 3 hari hingga kadar kelembaban mencapai 20%. [Priyadi, dkk, 2009].

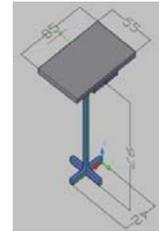
2.2. Teknologi Sel Surya

Teknologi sel surya (*solar cell*) merupakan divais semikonduktor yang dapat langsung mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Besarnya kapasitas energi listrik yang dihasilkan *solar cell* tergantung dari luas *cell* yang digunakan untuk menampung cahaya matahari. Output dari teknologi sel surya merupakan energi listrik arus searah yang dapat disimpan dalam baterai. Setelah disimpan dalam baterai, energi listrik ini dapat digunakan kapan dan dimana saja sewaktu dibutuhkan.

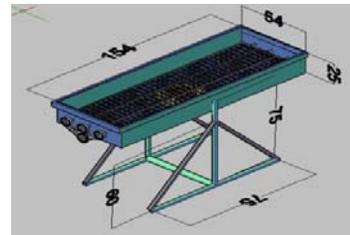
Penelitian-penelitian tentang penggunaan teknologi sel surya sebagai teknologi pengering sudah mulai banyak dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi sel surya sebagai sumber energi alternatif bukan lagi merupakan teknologi yang mahal. Salah satu hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah pembuatan alat pengering hasil panen (produk pisang salai) menggunakan teknologi sel surya berbasis kendali mikrokontroller. Dengan menggunakan teknologi sel surya kapasitas 120 WP memungkinkan alat pengering pisang dapat bekerja selama 24 jam tanpa bantuan suplai energi listrik dari PLN dengan asumsi kebutuhan daya modul sebesar 50 watt dengan memperkecil daya pemanas dari 500 watt menjadi 38 Watt. [Priyadi, dkk,2010].



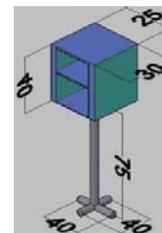
(a)



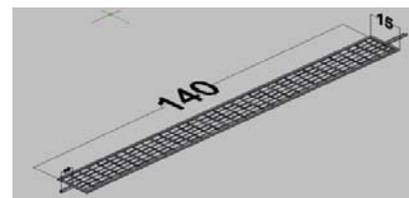
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. Rancangan Modul Pengering Ikan

Keterangan Gambar :

- (a) Gambar Sistem Keseluruhan Modul Pengering Ikan
- (b) Dimensi Tiang Panel Surya
- (c) Dimensi Box Pengering Ikan
- (d) Dimensi Box Pengendali
- (e) Dimensi Pemanggang Ikan

Kajian lain terkait energi surya juga pernah dilakukan dengan merancang kolam penangkap panas matahari

menggunakan larutan garam (*solar pond*) untuk menghasilkan panas mencapai temperatur 50° celsius. [Mainil, dkk, 2013]

2.3. Motor Arus Searah (Motor DC)

Motor arus searah (dc) merupakan mesin yang mampu mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluks magnet. Interaksi antara kedua fluks magnet akan menimbulkan suatu gaya yang membentuk gerak putaran (torsi). Motor arus searah mempunyai pengaturan yang sangat mudah dilakukan dalam berbagai kecepatan dan beban yang bervariasi. Hal ini yang menyebabkan motor arus searah banyak digunakan pada berbagai aplikasi, mulai dari peralatan industri dengan kapasitas besar, hingga peralatan rumah tangga yang mempunyai kapasitas kecil. Pengaturan kecepatan menjadi hal yang sangat penting dalam motor arus searah. Metode Hal ini disebabkan karena pada motor arus searah, jika terjadi penambahan beban maka kecepatan rotornya cenderung menurun. Maka dari itu perlu adanya suatu sistem yang dapat mengatur kecepatan motor arus searah agar tetap konstan meskipun terjadi penambahan beban.

2.4. Inverter

Sel surya mentransformasikan energi matahari menjadi listrik. Energi listrik yang dihasilkan sel surya ini masih dalam bentuk listrik arus searah. Karena aplikasi alat pengering membutuhkan sumber energi listrik arus bolak balik maka antara sel surya dan alat pengering diperlukan penambahan inverter.

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika daya yang dapat mengubah sumber arus (tegangan) searah (DC) menjadi sumber arus (tegangan) bolak balik (AC). Rangkaian inverter dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan kriteria tertentu. Untuk aplikasi beberapa peralatan perancangan rangkaian inverter sel surya dilakukan menggunakan booster regulator ditambah booster inverter (PWM) [Akhter, 2006].

3. METODE PENELITIAN

Rancangan, Dimensi dan Spesifikasi Alat Pengering Ikan sebagai berikut :

Pada tahapan rancangan desain modul pengering bahan yang akan dipilih untuk modul box pengering menggunakan bahan stainless yang memiliki nilai konduktivitas termal tinggi, ringan dan tahan karat. Penentuan dimensi box pengering disesuaikan dengan ukuran panggangan ikan bagian dalam box pengering. Penentuan banyaknya jumlah lajur panggangan ikan disesuaikan dengan kapasitas ikan yang akan dikeringkan. Panggangan ikan dirancang dapat berputar pada porosnya secara otomatis untuk membolak balik produk ikan yang akan dikeringkan sehingga penyebaran panasnya merata

Tabel 1. Spesifikasi Modul Alat Pengering Ikan

No	Komponen	Spesifikasi Alat	
		Modul	Pengering Ikan
1	Panel surya	Daya 200 WP	
2	Baterai	12 Volt, 50 Amper	
3	Mikrokontroler	ARDUINO Mega 2560	
4	Sensor	SHT 11	
5	Inverter	Daya 1000 Watt	
6	Daya pemanas	300 Watt	
7	Motor Pemutar Rak	Motor DC seri Giant Torque	
8	Lapisan pengering	ruang	Plat stainless

Rancangan modul alat pengering ikan menggunakan tiga unit panel surya dengan total kapasitas 200 wp terdiri dari : 1 unit kapasitas 100 wp dan 2 unit berkapasitas 50 wp. Pemisahan kapasitas panel surya diperlukan untuk mengambil beberapa data pengujian tingkatan kapasitas panel agar bisa dijadikan formula untuk memprediksi kemampuan suplai jumlah kebutuhan panel surya dan baterai yang menjadi fokus kajian blok energi. Panel surya yang digunakan untuk pengujian adalah panel surya kapasitas 100 WP [1x100 WP], panel surya kapasitas 150 WP [(1x100 WP) + (1x50 WP)] dilanjutkan dengan panel surya kapasitas 200 WP [(1x100 WP) + (2x50 WP)].

Pada rancangan tempat pemanggang/ pengering ikan dalam box pengering, pemanggang ikan dibuat tiga lajur yang masing-masing lajur berkapasitas 5 s.d. 7 kg berat ikan. Setiap lajur dikopel dengan sebuah gear sentrik untuk memutar poros panggangan menggunakan motor DC arus searah rating torka mencapai 100 kg. Penggunaan gear didasarkan pertimbangan untuk kemudahan pengembangan modul pengering bila suatu saat kapasitas ikan dalam modul pengering diperbesar. Caranya dengan merancang sistem gear baru yang dikopel dengan sistem gear lama.

Berikutnya yang juga menjadi fokus kajian pada adalah perancangan sistem kendali beberapa parameter pengeringan (suhu, kelembaban dan laju aliran udara), perancangan sistem kendali pemanas buatan untuk menjaga suhu ruang pengering agar tetap konstan meskipun tanpa adanya sinar matahari serta perancangan sistem kendali motor pemanggang ikan.

Berikutnya untuk mengetahui performance alat yang dirancang, akan dilakukan beberapa jenis pengujian untuk mengetahui keberhasilan rancangan modul alat pengering. Pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian pada

Tabel 2. Data Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya 200 WP

No	Waktu	Tegangan (Volt)
1	09:15	11,72
2	10:15	12,67
3	11:15	12,89
4	12:15	13,08
5	13:15	13,24

Tabel 3. Data Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya 150 WP

No	Waktu	Tegangan (Volt)
1	11:00	11,74
2	12:05	11,83
3	14:00	12,14
4	15:05	12,19
5	16:10	12,24

blok sistem energi, pengujian sistem pengering secara keseluruhan serta pengujian hasil produk di laboratorium. Pengujian masing-masing blok sistem dilakukan untuk melihat sejauh mana peran masing-masing blok untuk mendukung performance sistem secara keseluruhan. Selanjutnya pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan performance modul alat pengering ikan yang telah dirancang secara teknis. Sedangkan pengujian lab dilakukan untuk mendapatkan perbandingan kualitas produk ikan yang dihasilkan terhadap kualitas ikan yang dijual dipasaran. Pengujian blok sistem meliputi :

- Pengujian Blok Energi (panel surya+aki) sebagai sumber energi utama untuk menggerakkan putaran pemanggang ikan.
- Pengujian Pengaturan Putaran Motor Penggerak Panggangan Ikan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian blok sistem bertujuan untuk melihat sejauh mana peran masing-masing blok sistem mendukung *performance* sistem secara keseluruhan. Berikut pengujian per blok sistem yang dilakukan, antara lain:

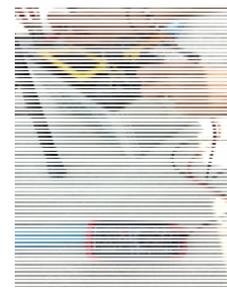
- Pengujian Blok Energi (panel surya+aki)

Panel surya memiliki peran penting dalam memberikan suplai energi pengisian baterai untuk menghidupkan semua komponen yang membutuhkan suplai DC pada sistem kelistrikan modul pengering. Pengujian blok panel surya dilakukan untuk mengetahui berapa lama pengisian baterai/aki dari kondisi kosong hingga baterai/aki penuh dari variasi kapasitas panel yang akan digunakan.

Dari pengujian panel surya kapasitas 200 WattPeak (WP) diperoleh hasil bahwa pengisian baterai dari kosong (tegangan 11,72 volt) hingga baterai penuh (tegangan 13,24 volt) dibutuhkan lama waktu pengisian sekitar 4 jam dengan asumsi kondisi cuaca cerah. Baterai kosong didefinisikan saat baterai sudah tidak mampu lagi menghidupkan lampu pijar yang besarnya 5 watt lalu tegangan baterai diukur dengan multimeter, sedangkan baterai penuh didefinisikan saat pembacaan multimeter sudah stabil mengukur besar tegangan keluaran baterai. Baterai yang digunakan saat dilakukan pengujian berkapasitas 12 volt, 50 ampere.

Tabel 4. Data Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya 100 WP

No	Waktu	Tegangan (Volt)
1	10:00	11,42
2	15:00	12,40
3	16:00	12,90



Gambar 2. Pengujian Baterai dan Panel Surya

Berikutnya pengisian baterai dilakukan juga menggunakan panel surya kapasitas 150 WP. Dari hasil pengujian diperoleh data pengisian baterai dari kosong (tegangan 11,74 volt) hingga penuh (tegangan 12,24 volt) dibutuhkan lama waktu pengisian sekitar 5 jam dengan asumsi kondisi cuaca cerah. Berikut tabel data pengisian baterai menggunakan panel surya kapasitas 150 WP.

Sedangkan untuk pengujian panel surya kapasitas 100 WP diperoleh hasil bahwa pengisian baterai dari kosong (tegangan 11,42 volt) hingga baterai penuh (tegangan 12,9 volt) dibutuhkan lama waktu pengisian sekitar 6 jam dengan asumsi kondisi cuaca cerah.

putaran motor pemanggang ikan menggunakan rangkaian shield motor seri VNH2SP30 :

Tabel 5. Pengaruh Nilai Input PWM terhadap Putaran Motor Pemanggang

Input PWM (Duty Cycle)	Kecepatan Putaran Motor (rpm) Gear Bagian Atas
180	23,2
150	22,3
120	13,0
100	11,2
80	8,00



(a)



(b)

Gambar 3. Rangkaian Pendukung

Keterangan Gambar

- a. Rangkaian Pengujian Pengendali Putaran Motor
- b. Rangkaian shield motor seri VNH2SP30

- Pengujian Pengaturan Putaran Motor Penggerak Panggang Ikan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kendali sistem pengaturan putaran motor penggerak panggang ikan telah bekerja secara otomatis atau tidak. Awalnya rangkaian pengendali putaran motor dirakit sendiri berdasarkan simulasi-simulasi rangkaian yang telah dilakukan menggunakan software. Contoh rangkaian pengendali putaran motor (gambar 3a) yang telah dicoba sebagai berikut :

Pada tahap pengujian rangkaian beberapa kali mengganti jenis dan nilai komponen resistor yang digunakan pada rancangan rangkaian seperti gambar 3 di atas, namun belum memberikan hasil yang memuaskan. Setiap kali pengujian, motor pemanggang berputar dengan hentakan tinggi (kejut tinggi). Berikutnya dicoba alternatif untuk mengatasi masalah kejut tinggi dengan mengganti motor DC jenis dinamo start dengan motor DC Giant Torque yang memiliki torsi mencapai 100 kg. Berikutnya untuk memperhalus putaran motor penggerak panggang ikan dengan menambahkan rangkaian shield motor seri VNH2SP30 for ARDUINO (Gambar 3b).

Jenis rangkaian pengendali motor ini memiliki rating input arus maksimum mencapai 30 Amper, putaran maksimum 80 rpm dan input tegangan maksimum mencapai 41 volt DC. Rangkaian shield motor ini juga telah dilengkapi dengan pengendali sudut pengaturan kecepatan putar motor menggunakan PWM hingga mencapai frekuensi maksimum 20 kHz. Rangkaian shield motor seri ini mampu mengatur kecepatan putaran motor saat memikul beban yang cukup tinggi hingga mencapai 100 kg. Berikut tabel data hasil pengujian blok kendali



Gambar 4. Pengukuran RPM Putaran Motor Pemanggang Menggunakan Tachometer Laser

Dari hasil pengujian saat input PWM diberikan nilai 80 maka motor akan berputar tetapi masih perlu dibantu dengan bantuan dorongan tangan sebagai penggerak mula. Berikutnya saat input PWM diberikan nilai 100 maka motor akan berputar secara otomatis tanpa dibantu dengan dorongan tangan. Selanjutnya saat input PWM diberikan nilai diatas 100 maka motor juga akan berputar secara otomatis tanpa dibantu dengan dorongan tangan namun motor berputar dengan kecepatan putar yang semakin lebih cepat, hal ini menyebabkan kebutuhan energi juga akan semakin meningkat.

Dari pengujian berikutnya, saat input PWM diberikan nilai 100 diukur nilai arus, tegangan input dan output motor sebagai berikut : $I_{in} = 1,67$ Amper, $V_{in} = 5,9$ Volt, $V_{out} = 1,43$ Volt.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan dari Modul Alat Pengereng Ikan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan alat pengereng yang telah dirancang. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan setelah melihat hasil pengujian yang telah dilakukan per blok sistem sebelumnya. Pengujian sistem secara keseluruhan belum dapat dilakukan apabila ada hasil pengujian per

blok sistem yang tidak sesuai dengan target minimal capaian blok sistem yang telah dirancang.

Tabel 6
Hasil Pengujian Saat Mengeringkan Ikan

Jam	Temp (°C)	Hmd (%)	Teg Baterei (V)	Ket. Motor
21.00	44,2	69,3	11,94	On
21.30	57,3	67,1	11,91	On
22.00	62,6	54,1	11,93	Off
22.30	61,2	59,3	11,90	On
23.00	65,1	47,2	11,90	Off
23.30	66,4	50,4	11,88	On
00.00	64,4	50,8	11,87	On
00.30	67,6	43,1	11,87	Off
01.00	66,9	43,9	11,83	On
01.30	67,7	39,1	11,84	Off
02.00	64,0	37,2	11,78	On
02.30	74,1	31,9	11,56	Off

Tabel 7
Hasil Uji Lab Yang Dilakukan Di Lab F Mipa Univ Bengkulu

No.	Jenis Ikan Bleberan	Kadar Air (%)
1	Sebelum Dikeringkan (basah)	75,77
2	Sesudah Dikeringkan (kering) dengan modul pengering	25,50

Pengambilan data pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan secara bertahap. Tahap awal pengambilan data dilakukan pada malam hari untuk melihat sejauh mana kemampuan panel surya 200 WP untuk mensupport kebutuhan energi sistem modul pengering secara keseluruhan kecuali *heater* saat bekerja tanpa panas matahari. Dari hasil pengujian saat mengeringkan ikan diperoleh data sebagai berikut :

Dari tabel 6 juga diketahui bahwa kerja motor pemutar rak pemanggang dilakukan tidak secara kontinyu melainkan on-off yang diatur secara otomatis dalam *listing* program dengan delay waktu tertentu sesuai kebutuhan. Hal ini bertujuan agar suplai energi tidak terfokus hanya ke motor pemanggang saat motor berputar secara terus menerus. Selanjutnya dari hasil pembacaan sensor pada tabel 6 dapat diketahui bahwa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengurangi kadar air/ kelembaban (hmd) sebesar 37,5% yaitu 5,5 jam. Lalu untuk mendapatkan hasil yang lebih valid terhadap kinerja modul pengering dilakukan uji laboratorium terhadap jenis produk ikan bleberan sebelum dikeringkan (basah) dan setelah dikeringkan (kering) dengan modul pengering. Dari hasil uji lab yang dilakukan di Lab F Mipa Univ Bengkulu diperoleh hasil sebagai berikut :

Dari hasil pengujian tabel 7 dapat diamati bahwa secara keseluruhan proses pengeringan yang telah

dilakukan modul alat pengering telah berjalan sesuai fungsinya. Hal ini dapat diindikasikan dari salah satu blok sistem yang bekerja sesuai fungsinya, yaitu motor pemanggang rak berputar dengan putaran kecepatan konstan. Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan modul alat pengering yang telah dirancang terhadap parameter kandungan kadar air maka pengujian/ pengambilan data ulang masih harus perlu dilakukan selama beberapa hari terhadap penyusutan kadar air dari produk ikan yang akan dikeringkan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap kandungan kadar air ikan yang dikeringkan dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul alat pengering dapat menghasilkan nilai kadar air ikan sebesar 25,5% dengan lama pengeringan 5,5 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., 2003, Fish Drying Using Solar Energy, Lectures and Workshop Exercises on Drying of Agricultural and Marine Products, ASEAN SCNCER, pp. 159-183
- Akhter, R., Hoque, A., 2006, Analysis of a PWM Boost Inverter for Solar Home Application, Proceeding of World Academy of Science, Engineering, and Technology
- Anonim, 2013, Propinsi Bengkulu Dalam Angka 2013, BPS Propinsi Bengkulu
- Braguy, S. et al., Fish Drying : An Adaptable Technology, Sustainable Fisheries Livelihoods Programme Bulletins, <http://www.sflp.org/eng/007/publ/131.htm>
- Handoyo, E., A., Kristanto, P., Alwi, S., makalah jurnal : Desain Dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
- Mainil, A., K., dkk, 2013, "Pemanfaatan Salt Gradient Solar Pond Sebagai Energi Alternatif bagi Masyarakat Pesisir Bengkulu : Rancangan Prototipe", Laporan Penelitian Pembinaan BOPTN, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Priyadi, I., Suryadi, D., Efendi, Z., 2009, "Pengembangan Teknologi Tepat Guna: Penggunaan Kolektor Sel Surya Sebagai Teknologi Pengering Hasil Panen", Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I, Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Priyadi, I., Suryadi, D., Efendi, Z., 2010, "Pengembangan Teknologi Tepat Guna: Penggunaan Kolektor Sel Surya Sebagai Teknologi Pengering Hasil Panen", Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun II, Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Zulman E, 2006, Making-Up of Fish Added Value at Fisherman Society through Processing Practice of Fish Nugget, Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan Ipteks, Dharma Rafflesia. Vol.1 No1, Dec 2006, p 61-65