

Sistem Pengasapan Ikan Otomatis Menggunakan Arduino AT MEGA 2560

Benriwati Maharmi^{1✉}, Fadhli Palaha², Findo Prasetyo³

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru (STTP)
Riau 28289, Indonesia

Email: benriwati_m@yahoo.com^{1✉}, fadhlyy@yahoo.com², findoprasetyo3@gmail.com³

Submitted : 23 September 2021, Accepted: 28 Desember 2021

DOI: 10.31849/sainetin.v6i1.7872

ABSTRAK

Ikan air tawar memiliki kandungan protein yang tinggi yang disukai oleh masyarakat banyak, selain harganya yang relative terjangkau dan banyak dibudidayakan. Ikan air tawar merupakan makanan yang cepat mengalami pembusukan. Di Riau sendiri yang terkenal dengan ikan salai yang diproses dengan pengasapan supaya ikan lebih tahan lama dan menambah cita rasa pada ikan, pengasapan ikan secara tradisional dengan sistem terbuka dinilai kurang efektif karena panas dan asap yang dihasilkan akan banyak terbuang. Dalam penelitian ini dikembangkan sistem pengasapan otomatis dengan menggunakan elektrik dan tertutup, sehingga proses pengasapan lebih efektif. Alat pengasapan ikan otomatis berbasis mikrokontroler Arduino AT Mega 2560 dan sensor DHT 22 untuk mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis. Hasil penelitian diperoleh pengasapan secara konvensional membutuhkan waktu 12-13 jam, sedangkan pengasapan ikan otomatis membutuhkan waktu 7-8 jam. Nilai suhu yang digunakan pada alat pengasapan ikan yaitu mencapai 80°C ketika nilai suhu melebihi 80°C maka secara otomatis element (pemanas) akan mati. Kipas sebagai alat untuk mensirkulasi asap akan bekerja pada suhu 60°C berhenti bekerja pada suhu 58°C.

Kata Kunci: pengasapan ikan, Arduino AT Mega 2560, sensor DHT 22

ABSTRACT

Freshwater fish has a high protein content, which is favored by many people due to its relatively affordable price and widely cultivated. The freshwater fish is a food that quickly decays. In the Riau areas, it is famous for "salai" fish, which is processed by smoking to make the fish, lasts longer and adds flavor to the fish. Traditional smoking of fish with an open system is considered less effective because the heat and smoke produced will be wasted a lot. In this study, an automatic fumigation system was developed using electricity and closed, so that the fumigation process was more effective. Automatic smoke fish device based on Arduino AT Mega 2560 microcontroller and DHT 22 sensor to control temperature and humidity automatically. The results showed conventional smoke fish takes 12-13 hours, while automatic smoke fish takes 7-8 hours. The temperature control to the development of the smoke fish device is, if the temperature value exceeds 80°C, the heating element automatically turn off. The fan as a tool for circulating smoke has worked at a temperature of 60 °C and stop working at a temperature of 58 °C.

Keywords: Smoke fish, Arduino AT Mega 2560, DHT 22 sensor

1. PENDAHULUAN

Ikan air tawar banyak dibudidayakan dalam sektor perikanan yang mengandung protein yang tinggi sebagai sumber pangan masyarakat. Ikan air tawar ini lebih cepat mengalami pembusukan dibandingkan dengan ikan laut sehingga untuk mencegah

pembusukan ikan dan memperpanjang umur simpan ikan diperlukan kreatifitas dalam usaha pengolahan ikan [1]. Pengolahan dilakukan dengan berbagai macam cara seperti dikeringkan menjadi ikan asin, atau dilakukan pengasapan. Pada ikan air tawar di Riau lebih banyak diolah menjadi ikan asap atau lebih dikenal dengan ikan salai, dengan pengolahan

secara pengasapan akan menambah cita rasa dari ikan itu sendiri.

Pengolahan pengasapan ikan di Riau masih secara tradisional yaitu dengan meletakkan ikan diatas para-para, digantung dan diasapkan dengan kayu bakar dan sabut kelapa. Dimana hasilnya terkadang hanya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi petani itu sendiri. Diluar negri teknologi pembuatan ikan asap sudah dikembangkan dalam skala industri dengan tingkat cukup bagus [2] Pengasapan ikan dengan cara tradisional ini kurang efektif selain dari waktu yang dibutuhkan cukup lama sehingga membutuhkan tenaga dan pengawasan lebih sampai ikan selesai diasapkan, begitu juga dengan panas asap yang dikeluarkan lebih banyak terbuang di udara terbuka daripada yang terpusat ke ikan. Pengasapan secara modern juga ada yang melakukan yaitu dengan menggunakan gas, asap cair dan pengasapan elektrik. Penelitian Irfan Alamsyah dkk [3] pada oven otomatis ikan salai dengan system kendali proposional integral (PI) untuk mengendalikan suhu untuk mempersingkat waktu pematangan ikan.

Dalam perancangan peralatan-peralatan secara otomatis sekarang ini banyak digunakan mikrokontroler sebagai pengendali, seperti penggunaan mikrokontroler untuk pengontrolan konsumsi energi listrik rumah secara otomatis [4]. Mikrokontroler Mega 2560 dalam penggunaannya dengan sensor DHT 22 dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler [5], dimana sensor DHT 22 ini dapat mengukur perubahan cuaca dengan mengukur suhu dan kelembaban [6]. Tingkat akurasi sensor DHT 22 lebih baik 4 % galat relative pengukuran suhunya dengan kelembaban 18 % daripada DHT11, dan sebaliknya untuk pengukuran suhu dan kelembaban memiliki rentang galat lebih lebar 1 -7 % dan 11 – 35 % [7].

Dengan tujuan untuk membantu petani tradisional dalam pengohan ikan asap, meningkatkan efesiensi pengolahan ikan dan mengurangi tenaga serta mempersingkat waktu pengasapan dengan tidak mengurangi cita rasa dari ikan tersebut maka dirancang tempat pengasapan ikan secara modern berbasis teknologi yang dapat mengontrol secara

otomatis panas dan temperatur pembakaran yang menggunakan serbuk kayu sebagai sumber asap secara berkala sehingga tidak perlu menjaga panas secara manual dan juga dapat mengurangi waktu pengolahan ikan.

Dalam penelitian ini dirancang dan dibuat alat pengasapan ikan otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino AT Mega 2560 dan sensor DHT 22 untuk mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis.

2. METODA PENELITIAN

Mikrokontroler Arduino Mega 2560 merupakan *board* dengan rangkaian elektronik *open source* yang mempunyai lebih banyak I/O digital dengan fleksibilitas yang lebih banyak dibandingkan jenis lainnya [8]–[12]. ATmega 2560 yang mempunyai 54 digital Input/Output, 15 pin bisa digunakan sebagai output PWM, 16 pin berfungsi untuk *input* analog dan UART (*Serial Port Hardware*) 4 pin, 16 MHz osilator kristal, jack power, header ICSP dan tombo; reset. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar pelindung yang dirancang untuk Arduino. Untuk mengaktifkannya cukup dengan menghubungkan USB atau kabel *power* ke adaptor AC-DC atau baterai [13].

Untuk mendeteksi suhu dan kelembaban didalam ruangan digunakan sensor DHT 22, dimana suhu kerjanya adalah -40°C sampai +80°C dan kisaran kelembaban dari 0 - 100 %. Memiliki akurasi pengukuran suhu 0,5°C dan kelembaban 2% [14]–[16]. Modul DHT 22 merupakan modul yang tergolong elemen resistif seperti alat pengukur suhu yang memiliki keunggulan dalam pembacaan kualitas data, pengindraan yang lebih responsive dan memiliki kecepatan dalam hal pengindraan suhu dan kelembaban [17]. Contoh sensor DHT 22 dapat dilihat pada gambar 1 [17].



Gambar 1. Sensor DHT 22 [13]

Liquid Crystal Display (LCD) type 2x16, yang akan menampilkan huruf A - Z, a - z, dan angka angka 0 - 9 dengan cara mengirimkan

kode ASCII [9]. LCD melalui protokol serial standar seperti UAR.16x2 Antarmuka yang memiliki 8 bit data (DB0 ~ DB7) dan 3 pin kontrol (RS, R/W*, E) [18] gambar *Liquid Crystal Display* (LCD) type 2x16 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Liquid Crystal Display* (LCD) type 2x16

Motor DC seperti motor servo dilengkapi dengan sistem *closed feedback* yang didalamnya terdapat rangkaian kendali terintegrasi dimana posisi putaran sumbu *axis* dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo tersebut.

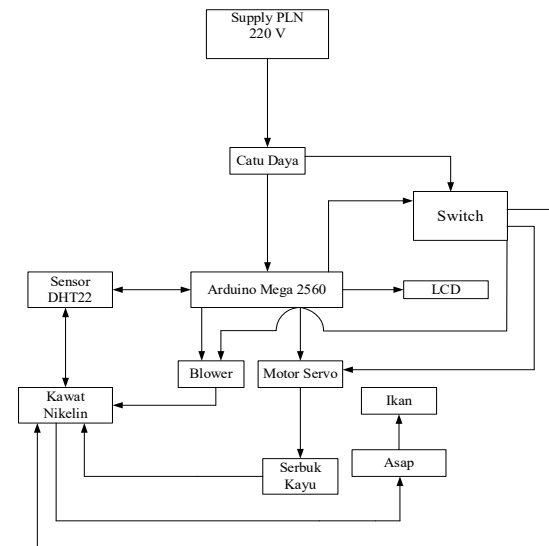
Dari arah perputaran motor servo dapat bekerja dua arah *Counter Wise* (CW) berputar searah jarum jam dan *Counter Clock Wise* (CCW) putarannya berlawanan arah dengan jarum jam. Dengan mengendalikan dan memvariasikan lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya, maka arah dan sudut pergerakan rotor pada motor servo dapat dikendalikan. Motor Servo terbagi menjadi dua jenis yaitu: (a) Motor Servo Standar 180° yang hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°. (b) Motor Servo *Continuous* mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu) [19].

Sistem yang bekerja berdasarkan perpindahan panas material/benda karena adanya perbedaan suhu (panas dan dingin) disebut sebagai pemanas. Terdapat tiga mekanisme perpindahan panas, yaitu : konduksi (hantaran), konveksi, dan radiasi (sinaran). Proses perpindahan panas jika panas mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah, tetapi media untuk perpindahan panasnya tetap merupakan perpindahan panas konduksi. Bahan yang dapat menghantarkan panas disebut dengan

konduktor. Desain pemanas yang digunakan pada penelitian ini menggunakan lilitan kawat nikelin yang menghasilkan panas pada logam karena terkena induksi magnetik [20].

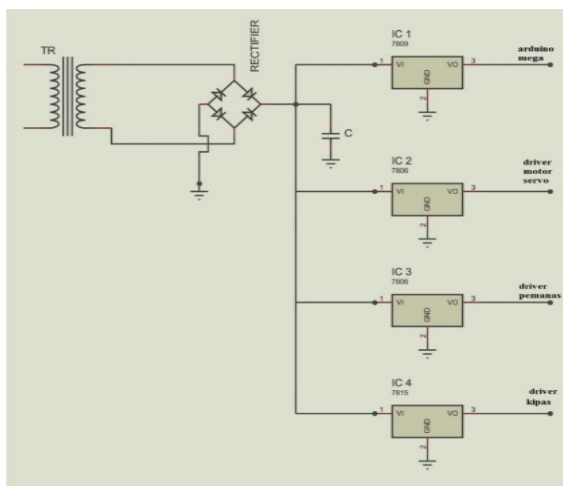
Arus Listrik mudah mengalir melalui penghantar dari bahan metal seperti tembaga dan aluminium yang memiliki daya hantar listrik yang tinggi. Aliran arus listrik merupakan aliran elektron yang mengalir dalam penghantar. Elektron bebas yang mengalir dalam penghantar akan mendapat hambatan yang mengakibatkan terjadinya gesekan elektron sehingga menyebabkan penghantar menjadi panas [21].

Dalam Penelitian sistem pengasapan ikan dengan metode elektrik ini terdapat beberapa perangkat pendukung setelah mendapat *supply* dari sumber tegangan 220 Volt. Gambar 3 merupakan diagram blok cara kerja perangkat dalam pengujian pengasapan ikan dengan metode elektrik :



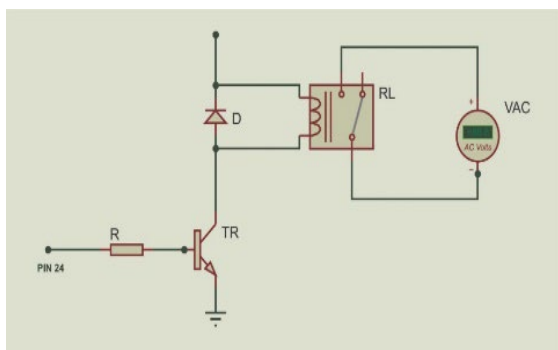
Gambar 3. Diagram Blok Sistem Pengasapan

Rancangan rangkaian alat pada sistem pengasapan ikan ini dibuat menggunakan aplikasi proteus. Catu daya mempunyai keluaran 9 V_{AC} untuk input tegangan pada arduino, sedangkan untuk *Driver* Pemanas diberikan tegangan 5 V_{DC}, *Driver* Servo diberikan tegangan 5 V_{DC}, dan *Driver* Kipas diberikan tegangan 12 V_{DC}, seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian Catu Daya

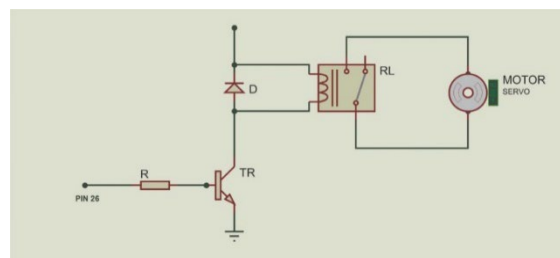
Prinsip kerja dari rangkaian *driver* pemanas berdasarkan gambar 5 adalah berawal dari kaki pin 24 arduino terhubung ke resistor, kemudian ke transistor. Selanjutnya tegangan pada transistor akan terhubung ke *relay* dan *relay* akan menghubungkan elemen pemanas berupa kawat nikelin dengan AC 220V sehingga elemen pemanas akan menyala



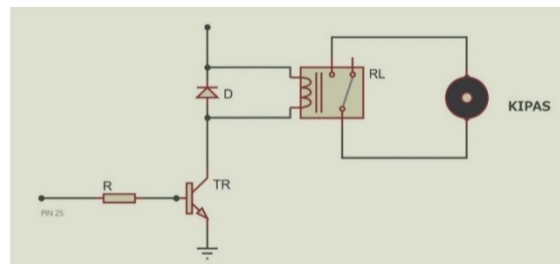
Gambar 5 Rangkaian *Driver* Pemanas

Rangkaian *driver* motor servo Gambar 6, sistem oven pengasapan ikan otomatis ini sama dengan rangkaian *driver* pemanas. Hanya saja terletak perbedaan, yaitu pin kaki Arduino yang digunakan adalah pin 3. Setelah masuk ke *relay* kemudian akan terhubung ke motor servo.

Pada rangkaian *driver* kipas Gambar 7 Pin kaki arduino yang digunakan adalah pin 23. Setelah terhubung ke *relay*, maka *relay* akan menghubungkan ke *driver* kipas.



Gambar 6 Rangkaian *Driver* Motor Servo



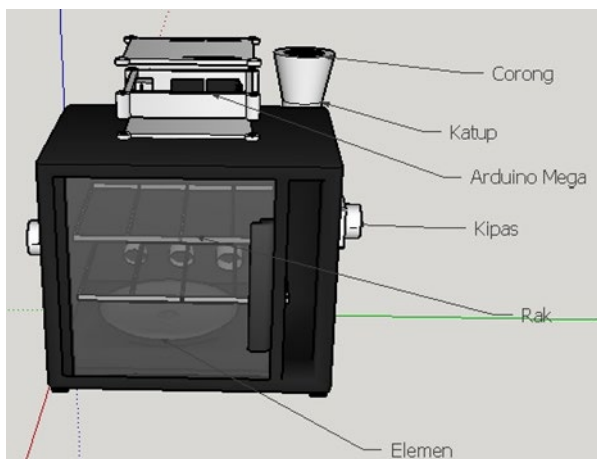
Gambar 7 Rangkaian *Driver* Kipas

Desain Alat Pengasapan Otomatis

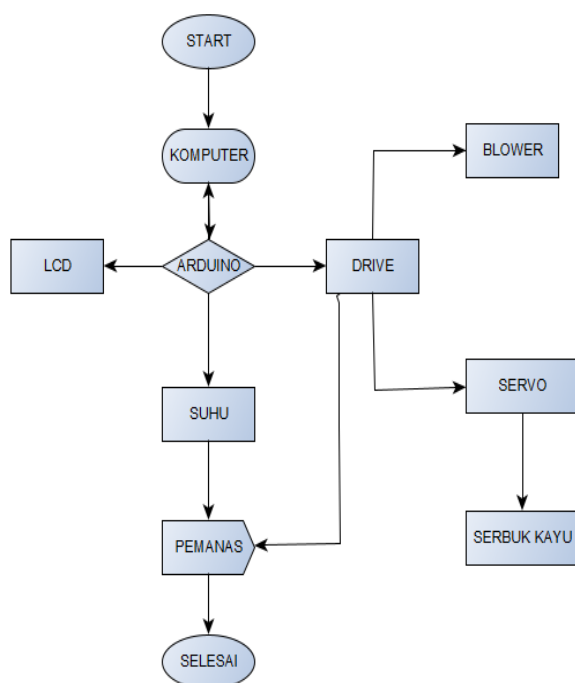
Sumber energi perangkat ini berasal dari *supply* PLN dengan tegangan 220 V_{AC} yang dikonversi menjadi tegangan DC sebelum masuk ke Aduino Mega 2560. Untuk menghubungkan Arduino Mega 2560 dengan pemanas (lilitan plat dengan kawat *nikelin*) diperlukan sebuah *driver*. Pemanas akan bekerja saat suhu ruangan yang terukur oleh sensor suhu yang hasilnya ditampilkan sensor suhu pada saat suhu mencapai 80°C, maka sensor suhu akan mengintruksikan Arduino Mega untuk bekerja dalam memerintahkan motor servo hidup selama ±1 menit, yang tujuan untuk membuka katub pada serbuk kayu dan *blower* bekerja. Serbuk kayu akan terbakar ke pemanas yang nantinya akan menimbulkan asap. Ketika suhu panas sudah mencapai 80 % pemanas akan mati otomatis dan *blower* tetap bekerja untuk mensirkulasi panas dan asap didalam oven. Desain alat dapat dilihat pada gambar 8.

Algoritma flowchart Pemograman

Pemograman dalam penelitian ini menggunakan bahasa C++ yang bisa mengakses perintah kode login lewat komunikasi serial pada arduino. Adapun diagram alir sistem pemograman alat pengasapan ikan sungai ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 8. Desain Alat Pengasapan Otomatis



Gambar 9 Flowchart Pemograman Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembacaan Suhu Pertama

Pembacaan pada DHT 22 dilakukan ketika pemanas dalam oven dihubungkan ke listrik dan pin kaki sumber tegangannya diletakkan pada port Arduino AT Mega 2560. Kemudian suhu pada sensor DHT 22 akan dibaca oleh LCD. Pembacaan suhu juga dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa *Thermometer* inframerah. Selanjutnya adalah mencari perbedaan antara suhu pertama

yang dibaca oleh LCD dan *Thermometer* inframerah.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Suhu Terhadap Pemanas

Berat ikan (Kg)	Suhu Pemograman (°C)	LCD (°C)	Alat Ukur (°C)
1	33	33	32,7
1	44	44	42
1	60	60	59,6
1	80	80	76

Dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pada saat suhu pada pemograman yang ditampilkan pada serial monitor, suhu pada LCD juga menampilkan suhu yang sama. Namun, pada alat ukur *Thermometer* inframerah menampilkan suhu yang berbeda yang disebabkan oleh kondisi lingkungan dan toleransi alat ukur.

Hasil catu daya terhadap *Driver* Pemanas

Berdasarkan gambar 5 rangkaian *driver* pemanas, telah memaparkan mengenai prinsip kerja *driver* pemanas dan pada penelitian menganalisa hasil catu daya dari perancangan rangkaian tersebut. Berikut adalah tabel analisa dari perancangan *driver* pemanas dalam penelitian ini :

Tabel 2 Hasil Catu Daya *Driver* pemanas

Pin 24 Arduino V_{DC}	Tegangan di Catu Daya Tanpa Beban V_{DC}	Tegangan di Catu Daya Berbeban V_{DC}
5	5	4,9
5	5	4,8
5	5	4,8
5	5	4,7

Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa tegangan pin 24 pada port Arduino adalah 5 V_{DC} dan ketika tegangan di catu daya tanpa beban, maka tegangan akan tetap bernilai 5V karena konstan. Namun, ketika tegangan di catu daya berbeban, maka tegangan V_{DC} akan turun. Sementara hasil catu daya terhadap *Driver* motor servo dapat dilihat pada gambar 6 rangkaian *driver* motor servo dilakukan pengukuran catu dayanya maka diperoleh hasil seperti pada table 3.

Tabel 3 Hasil Catu Daya Rangkaian *Driver* Motor Servo

Pin 3 Arduino V_{DC}	Tegangan di Catu Daya Tanpa Beban V_{DC}	Tegangan di Catu Daya Berbeban V_{DC}
5	5	4,87
5	5	4,8
5	5	4,8
5	5	4,7

Dapat disimpulkan bahwa tegangan pin 3 pada *port* Arduino adalah 5 V_{DC} dan oleh karena tegangan di catu daya tanpa beban, maka tegangan akan konstan, yaitu tetap bernilai 5V. Namun, ketika tegangan di catu daya berbeban, maka tegangan V_{DC} akan turun.

Hasil catu daya terhadap *Driver* kipas

Berdasarkan gambar rangkaian *driver* motor servo, hasil catu daya dari perancangan rangkaian tersebut dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4 Hasil Catu Daya Rangkaian *Driver* Kipas

Pin 23 Arduino	Tegangan di Catu Daya Tanpa Beban	Tegangan di Catu Daya Berbeban
V_{DC}	V_{DC}	V_{DC}
5	5	4,87
5	5	4,8
5	5	4,8
5	5	4,7

Berdasarkan tabel 4, tegangan pin 23 pada *port* Arduino menunjukkan tegangan yang sama karena konstan, yaitu 12 V pada tegangan tanpa beban. Ketika tegangan di catu daya berbeban, maka tegangan V_{DC} akan turun dalam waktu yang ditentukan pada pemrograman.

Perbandingan Pengasapan Ikan Konvensional dengan Modern

Pengasapan ikan yang sering diterapkan oleh masyarakat umum adalah pengasapan konvensional. Namun, pengasapan ini sesungguhnya tidak efisien karena memiliki beberapa kelemahan, seperti: kualitas hasil pengasapan tidak konsisten dan pencemaran udara karena di ruang terbuka. Pada pengasapan ikan konvensional membutuhkan durasi waktu yang lama, yaitu berkisar 12-13 jam. Dan oleh karena pengasapan ikan konvensional ini

dilakukan di ruang terbuka, maka kendala yang dihadapi adalah keadaan cuaca di sekitar.

Sementara pada pengasapan ikan modern seperti yang diterapkan pada penelitian ini lebih efisien karena dapat memberi solusi untuk menutupi kelemahan-kelemahan pada pengasapan konvensional. Kualitas rasa ikan yang dihasilkan sama dengan pengasapan ikan konvensional. Namun, waktu yang dibutuhkan lebih cepat, yaitu berkisar 7-8 jam.



Gambar 10. Proses Pengasapan Ikan Modern

Pengujian Pembacaan Suhu

Pada pengujian peralatan pengasapan secara otomatis nilai suhu yang digunakan pada alat pengasapan ikan yaitu mencapai 80°C sama dengan nilai suhu yang ditampilkan oleh LCD sedangkan pada *thermometer Infrared* terukur 76°C, ketika nilai suhu melebihi 80°C maka secara otomatis *element* (pemanas) akan mati dimana motor servo bekerja, katup secara otomatis akan terbuka dan tertutup, selanjutnya adalah pembacaan suhu dilakukan dengan kipas. Kipas ini akan bekerja ketika suhu mencapai titik 60 °C. Tujuan kipas ini bekerja adalah untuk mensirkulasikan asap dalam oven sehingga pengasapan ikan akan merata. Kipas akan otomatis berhenti bekerja ketika suhu mencapai 58 °C. Pada pengujian suhu yang dibuat pada program dan suhu yang ditampilkan oleh LCD adalah sama, yaitu 60 °C. Namun, suhu yang ditampilkan Alat ukur *Thermometer infrared* berbeda, yaitu 59,6 °C, karena tingkat akurasi *Thermometer infrared* adalah +/- 1 derajat atau +/- 2 derajat.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dikembangkan peralatan pengasapan ikan otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino AT Mega 2560 dan sensor DHT 22 untuk mengontrol suhu dan kelembaban. Hasil perbandingan pengujian pengasapan ikan konvensional membutuhkan waktu 12-13 jam, sedangkan pengasapan ikan otomatis membutuhkan waktu 7-8 jam. Nilai suhu yang digunakan pada alat pengasapan ikan yaitu mencapai 80°C ketika nilai suhu melebihi 80°C maka secara otomatis *element* (pemanas) akan mati. Kipas sebagai alat untuk mensirkulasi asap akan bekerja pada suhu 60 °C berhenti bekerja pada suhu 58 °C. Pada pengujian suhu yang dibuat pada program dan suhu yang ditampilkan oleh LCD adalah sama, yaitu 60 °C. Namun, suhu yang ditampilkan Alat ukur Thermometer inframerah berbeda, yaitu 59,6 °C

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauzi, "Urgensi Pengembangan Industri Berbahan Baku Hasil Perikanan Laut dalam Bangkajang II Daerah Riau," *Din. Pertan.*, vol. 7, no. 20, pp. 1–12, 1992.
- [2] F. Hukmi, "Analisis kelayakan pengembangan usaha pengolahan ikan," Skripsi, Program Studi Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [3] I. Alamsyah, J. Y. Zaira, and M. Rahmawaty, "Sistem Kendali PI untuk Pengendalian Suhu pada Oven Otomatis Ikan Salai," *JurnalTeknik Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 153–162, 2014.
- [4] B. Maharmi, T. Kardova, and Ermawati, "Analisa Konsumsi Energi Listrik Rumah dengan Kendali Otomatis," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 37–43, 2018.
- [5] R. Koestoer, N. Pancasaputra, I. Roihan, and Harinaldi, "A simple calibration methods of relativehumidity sensor DHT22 for tropical climates based on Arduino data acquisition system," in *10th International Meeting of Advances in Thermofluids, IMAT 2018 - Smart City*, 2018, pp. 020009-1-020009-7.
- [6] M. Kusriyanto and A. A. Putra, "Weather Station Design Using IoT Platform Based On Arduino Mega," in *2018 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, 2018, pp. 1–4.
- [7] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22," *J. Infotel*, vol. 6, no. 2, pp. 49–56, 2014.
- [8] A. E. Putra, *Belajar Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Teori dan Aplikasi*, 2nd ed. Jakarta.
- [9] B. Maharmi, T. Kardova, and Ermawati, "Development of Cost-Saving Energy For Home Lighting Based Microcontroller and RTC," *Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 20–24, 2019.
- [10] R. Berlianti and F. Fibriyanti, "Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega," *SainETIn*, vol. 5, no. 1, pp. 17–26, Dec. 2020.
- [11] P. S. Ningsih, "Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroller Arduin Uno," *SainETIn*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [12] R. Ratnadewi *et al.*, "Control and Notification Automatic Water Pump with Arduino and SMS Gateway," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 407, p. 12160, 2018.
- [13] M. Kusriyanto and B. D. Putra, "Smart Home using Local Area Network (LAN) based Arduino Mega 2560," in *2nd International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 2016, pp. 127–131.
- [14] M. Bogdan, "How to Use the DHT22 Sensor for Measuring Temperature and Humidity with the Arduino Board," *ACTA Univ. Cibiensis*, vol. 68, no. 1, pp. 22–25, 2017.
- [15] T. Liu, "Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22," *New York Aosong Electron.*, vol. 22, pp. 1–10, 2015.
- [16] H. Eteruddin, A. Atmam, and D. Setiawan, "The Impact of Solar Panel Temperature to Solar Home System (SHS) Output Voltage," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 469, no. 1, 2020.
- [17] A. Faruqi, D. . Ismail, M. . Efendi, and W. Darmalaksana, "Design of Arduino Uno Based Duck Egg Hatching Machine With Sensor DHT22 and PIR Sensor," in *6th International*

- Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 2020, pp. 1–4.
- [18] P. Soni and K. Suchdeo, “Exploring The Serial Capabilities For 16x2 LCD Interface,” *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 11, pp. 109–112, 2012.
- [19] A. R. Suwarno, “Pengendali Robot Arm Menggunakan Smartphone Android,” *J. GERBANG*, vol. 9, no. 2, 2019.
- [20] R. D. Guenther, *Modern Optics Simplified*. Canada: Oxford University Press, 2019.
- [21] A. Ardian, “Analisis Sistem Suplai Daya Instalasi Listrik Tenaga Pada Gedung PT. Smart Telecom,” Skripsi Program Studi Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok, 2009.