

Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Demantauan Kestabilan Suhu Menggunakan Sensor DS18B2 Pada Styrofoam Box Pengemasan Ikan

(Application Of Tsukamoto Fuzzy Logic For Temperature Stability Monitoring Using DS18B2 Sensor On Styrofoam Box Fish Packing)

Eka Setya Wijaya^{1,*}, Yuslena Sari², Andreyan Rizky Baskara³, Ahmad Rivaldy⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

*Email korespondensi : ekasw@ulm.ac.id

Abstract

Maintaining thermal stability in fresh fish distribution is an essential part of the fishing industry's supply chain. The re-search analyzed Tsukamoto's fuzzy logic in keeping temperatures steady on the packaging of fish down to distribution and distribution. The discussion is focused on using DS18B2 sensors for the traditional temperature change in the styrofoam box of fish storage in the PPI harbor South Kalimantan. The study uses field observation techniques and accurate data that come from sensors. In the packaging and distribution of fish, traditionally, fish generally use ice blocks to maintain a low temperature for short periods. The styrofoam box's ideal temperature where fish are packed is 10 degrees Celcius measures using a standard room temperature. During travel, thermal monitoring is very ineffective, as it is done by load-ing and manually checking box by box. Using a DS18B2 temperature sensor and Tsukamoto's fuzzy logic can be made a simple device that alerts the LED's light as a notification for changes in the box of real-time packaging the fish, thus re-duc-ing the temperature to a minimum and effectively distributing or transporting a fish.

Keywords: DS18B2 sensors, fish, fuzzy Tsukamoto, stable temperature, styrofoam box.

Abstrak

Menjaga kestabilan suhu dalam distribusi ikan segar merupakan bagian penting dari rantai pasokan industri perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto dalam menjaga kestabilan suhu pada proses pengemasan ikan sampai pada penyaluran dan distribusi. Pembahasan difokuskan pada penggunaan sensor DS18B2 untuk pembacaan perubahan suhu yang terjadi dalam *styrofoam box* penyimpanan ikan secara tradisional di pelabuhan PPI (Pelelangan Pembongkaran Ikan) Batulicin Simpang Empat Kalimantan Selatan. Penelitian ini menggunakan teknik observasi lapangan dan uji akurasi data yang dihasilkan dari sensor. Pada proses pengemasan dan distribusi ikan secara tradisional umumnya menggunakan es balok yang hanya dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu tidak terlalu lama. Suhu ideal dari dalam *styrofoam box* tempat pengemasan ikan adalah 10°C yang diukur dengan menggunakan alat pengukur suhu / termometer ruangan biasa. Pemantauan suhu pada saat perjalanan sangat tidak efektif, karena dilakukan dengan membongkar muatan dan mengecek *box* satu persatu secara manual. Dengan menggunakan sensor suhu DS18B2 dan penerapan logika *fuzzy* Tsukamoto dapat dibuat sebuah sarana sederhana yang memanfaatkan lampu LED sebagai notifikasi terhadap terjadinya perubahan suhu di dalam *box* pengemasan ikan secara real time, sehingga kestabilan suhu dapat dijaga dan proses distribusi atau pengantaran ikan menjadi lebih efektif.

Kata kunci: Fuzzy Tsukamoto, ikan, kestabilan suhu, sensor DS18B2, *styrofoam box*.

I. Pendahuluan

Meskipun Indonesia memiliki potensi perikanan Indonesia yang besar, yang besar, namun ternyata tingkat konsumsi ikan per kapita di Indonesia masih kalah dibandingkan dengan negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura. Tingkat konsumsi ikan per kapita Indonesia hanya 33,14 kg kapita/tahun, sedangkan Singapura sudah 48,9 kg kapita/tahun bahkan di Malaysia mencapai 56,1 kg kapita/tahun. Hal itu sangat disayangkan karena potensi perikanan yang besar di Indonesia kurang dimanfaatkan untuk meningkatkan konsumsi ikan bagi masyarakatnya sendiri. Demikian juga, tingkat konsumsi ikan di Kalimantan Selatan yang masih lebih rendah dari rata-rata konsumsi nasional dan baru mencapai 30,59 kg kapita/tahun (Purwandana, F, & Fahmi., 2013). Salah satu penyebab rendahnya tingkat konsumsi ikan oleh masyarakat di Kalimantan Selatan adalah kurangnya akses pasar ikan segar (Aminah, 2011). Agar tetap selalu segar, ikan yang telah mati harus dijaga sampai ke tangan konsumen, karena jika tidak, ikan yang telah mati dapat sangat cepat mengalami penurunan mutu. Kerusakan daging ikan setelah mati dapat disebabkan oleh adanya enzim dalam tubuh ikan yang menyebabkan daging ikan menjadi busuk. Serangan dan penyebaran bakteri patogen pada tubuh ikan dapat berlangsung dengan cepat dan apabila kondisi lingkungan semakin buruk maka dampak buruk dari bakteri ini bisa menjadi semakin singkat. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu kesegaran ikan adalah dengan mengaplikasikan sistem rantai dingin, yakni mempertahankan suhu ikan senantiasa stabil dikisaran 5^o-10^oC disepanjang rantai distribusi dan penyimpanan (Tapotubun, 2016). Selama ini cara distribusi tradisional masih bersifat terbatas, yakni dengan menggunakan es balok sebagai media pendingin yang dimasukkan ke dalam *styrofoam box*. Perjalanan yang jauh dapat membuat es balok di dalam *box* mencair dengan cepat yang menyebabkan kenaikan suhu hingga 30%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh M. Natsir Kholis dkk, yang melakukan pemantauan suhu dalam *coolbox styrofoam*. Pada hasil pengamatan yang dilakukan terlihat bahwa pada mula dilakukan pendinginan dengan balok es, suhu dinding dalam mencapai 6,6^oC, namun setelah satu jam, temperatur dinding dalam meningkat hingga mencapai suhu kisaran 24,5^oC dengan kondisi media pendingin didalam *box* masih berupa fase es (Kholis, Syofyan, & Isnaniah, 2015). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pemantauan suhu harus selalu dilakukan secara manual dengan pengecekan suhu ikan pada tiap *styrofoam box*. Hal ini sangat memakan waktu dan tenaga. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sarana sederhana yang mampu membantu melakukan pemantauan suhu dan memberikan tanda notifikasi ketika terjadi perubahan temperatur di dalam *styrofoam box* dalam rangka mendukung kegiatan distribusi ikan segar secara tradisional.

1.1 Sistem Pemantauan Kestabilan Suhu

Sistem pemantauan kestabilan suhu merupakan sarana yang dapat memantau kondisi suhu pada pada suatu wadah dengan dengan bantuan sensor suhu DS18B2 secara realtime. Sistem tersebut juga dilengkapi dengan lampu led yang memberikan tanda jika terjadi perubahan temperatur secara otomatis (Rozaq & DS, 2017). *Fuzzy Tsukamoto* berisi metode logika yang dapat digunakan untuk mengolah inputan yang berupa besaran nilai suhu dari dalam *styrofoam box* dan menghasilkan keluaran berupa tanda notifikasi nyala lampu led sesuai dengan kondisi suhu saat itu (Aisuwarya & Yuliharti, 2017).

1.2 Logika Fuzzy

Fuzzy logic/logika *fuzzy* termasuk dalam golongan kontrol cerdas yang berbasis pengetahuan (Litaay, 2020). Logika *fuzzy* memiliki kemampuan dalam menyelesaikan masalah perilaku sistem yang kompleks, yang tidak dimiliki oleh sistem kendali konvensional.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu: Variabel *fuzzy*, Himpunan *fuzzy*, Semesta Pembicaraan, Domain, Fuzzifikasi, Penentuan Rule Base, Fungsi Keanggotaan.

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang memiliki nilai dari objek yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, kelembapan, suhu, permintaan, dan sebagainya. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variable non-*fuzzy* (variable numerik) menjadi variable *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu kedalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula. Rule base adalah sekelompok aturan *fuzzy* dalam berhubungan dengan keadaan sinyal masukan dan sinyal keluaran. Rule base merupakan dasar dari pengambilan keputusan atau proses inferensi untuk mendapatkan aksi keluaran sinyal kontrol dari suatu kondisi masukan yaitu error dan delta error dengan berdasarkan aturan-aturan yang telah ditetapkan. Proses rule base berfungsi untuk mencari suatu nilai *fuzzy* output dari *fuzzy* input. Fungsi Keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

1.2.1 Fuzzy Tsukamoto

Pada metode *fuzzy* Tsukamoto, proses inferensi dilakukan dengan aturan (rule) berbentuk IF-THEN dan menggunakan operasi AND, dimana akan dipilih nilai yang lebih minimum (MIN) dari dua variabel yang ada. Data keluaran dari proses inferensi dikenal dengan α -predikat yang akan dihasilkan sebanyak aturan yang telah ditentukan. Hasil dari perhitungan metode ini dilakukan dengan mencari nilai Z yang bergantung pada nilai-nilai α -predikat sebelumnya. Berikut ini persamaan mencari nilai Z (Irfan, Ayuningtias, & J, 2017).

$$Z = \frac{\alpha_{pred1} * z_1 + \alpha_{pred2} * z_2 + \alpha_{pred3} * z_3 + \dots}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \dots}$$

Tahapan dalam Fuzzy Tsukamoto Tsukamoto:

1. Fuzzifikasi
Fuzzifikasi dilakukan untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistic.
2. Saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Masing-masing nilai α -predikat digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas (crisp) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).
3. Proses defuzzifikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata (Average) dengan direpresentasikan pada rumus defuzzifikasi. berikut:

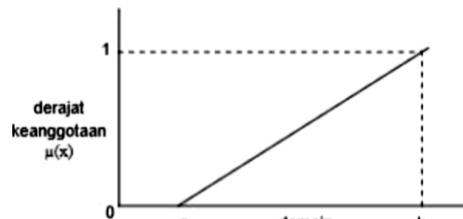
$$Z = \frac{\sum \alpha_1 \cdot z_1}{\sum \alpha_1} \quad (1)$$

1.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (De Silva, 2018). Untuk mendapatkan nilai keanggotaan dalam penelitian ini dengan melakukan fungsi sebagai berikut:

1. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai 2 garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Dalam fungsi ini ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linier yaitu yang pertama adalah kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Hal ini direpresentasikan pada Gambar 1 (Kusumadewi, 2013).

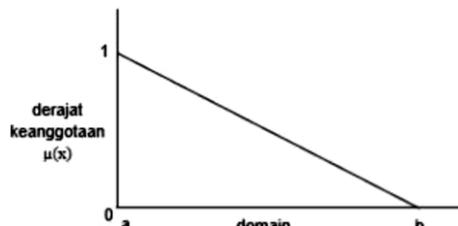


Gambar 1 Representasi Linier Naik

Untuk representasi linier naik fungsi keanggotaannya digambarkan dalam ekspresi rumus keanggotaan linier naik berikut: (Irfan, Ayuningtias, & J, 2017)

$$\mu [x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Keadaan himpunan yang kedua merupakan kebalikan dari yang pertama, yaitu garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki nilai derajat keanggotaan yang lebih rendah seperti pada Gambar 2 (Kusumadewi, 2013),



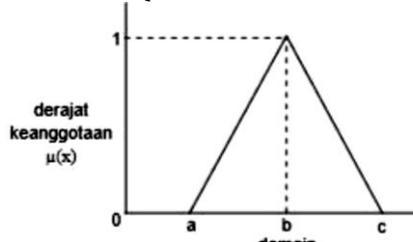
Gambar 2 Representasi Linier Turun

Untuk representasi linier turun fungsi keanggotaannya digambarkan dalam ekspresi berikut ini pada rumus fungsi keanggotaan linier turun [3]:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya adalah merupakan gabungan antara 2 garis (linier) yang digambarkan pada Gambar 3 (Kusumadewi, 2013).



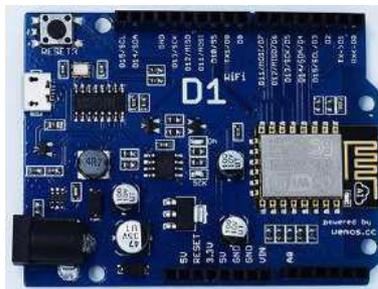
Gambar 3 Representasi Kurva Segitiga

Untuk representasi kurva segitiga fungsi keanggotaannya digambarkan dalam ekspresi persamaan berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

1.4 Microcontrollers dan Sensor

Mikrokontroler adalah sebuah alat dalam satu chip (Single Chip) IC (Setiawati, Hakim, & Sukmawaty, 2020). Mikrokontroler dapat mengerjakan satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen yang terdapat pada mikrokontroler yaitu pemroses (processor), memori, masukan dan keluaran. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler Wemos D1 yang berbasis ESP8266 dan kompatibel dengan Arduino IDE. Adapun bentuk mikrokontroler Wemos D1 diperlihatkan pada Gambar 4. Tata letak mikrokontroler ini didasarkan pada desain hardware Arduino standar dengan proporsi yang sama dengan Arduino Uno dan Leonardo. Mikrokontroler ini juga sudah termasuk satu set header Arduino standar yang artinya kompatibel dengan beragam Arduino shield. Mikrokontroler ini juga mencakup sebuah CH340 USB to serial interface seperti kabel USB micro yang umum digunakan.



Gambar 4 Mikrokontroler Wemos D1

Sensor suhu DS18B20 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu. DS18B20 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu suhu, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter,

membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak pengukuran suhu (Setiawati, Hakim, & Sukmawaty, 2020). Keunggulan dari sensor suhu DS18B20 adalah selain memiliki komunikasi unik yaitu sistem 1 wire, juga memiliki jangkauan pengukuran suhu mulai dari -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$) serta memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$ (Triyanto, 2016).



Gambar 5 Sensor Suhu DS18B20

1.5 Styrofoam box

Styrofoam *box* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 adalah wadah yang dapat dipergunakan untuk menyimpan bahan makanan seperti sayuran, ikan, daging, es krim, obat-obatan dan lain sebagainya. Wadah tersebut juga dapat dipergunakan untuk kebutuhan lainnya seperti berjualan makanan dan minuman dingin. Dibandingkan produk kemasan, bahan makanan dari hasil alam lebih mudah rusak dan tidak tahan lama. Oleh karena itu dengan memasukan es balok pada *styrofoam box* cocok untuk dijadikan tempat penyimpanan sementara agar kualitas bahan makanan tetap terjaga (Indotrading, 2020).



Gambar 6 Styrofoam *box* yang umumnya dijadikan wadah penyimpanan ikan segar

Berdasarkan hasil wawancara langsung dengan supplier di pelabuhan PPI Kabupaten Tanah Bumbu, *styrofoam box* umumnya dipakai supplier untuk melakukan pengantaran serta distribusi ikan hasil tangkapan laut di daerah tersebut. Selain lebih murah dan ringan, penggunaan *styrofoam box* lebih praktis dan tidak memakan muatan yang berlebih.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

2.1. Studi Literatur

Sebagai bahan acuan dan referensi berbagai sumber maupun penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan sehingga dapat menjadi pedoman dalam melakukan penelitian ini. Referensi yang diambil sebagai rujukan pada penelitian ini terdiri dari berbagai jurnal hasil penelitian baik dari dalam maupun luar negeri. Adapula beberapa artikel ilmiah lain seperti

prosiding dan majalah yang diterbitkan oleh Lembaga yang memiliki kredibilitas serta dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan.

2.2. Observasi Lapangan

Diperlukan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang dapat diimplementasikan dari tempat yang diteliti dengan itu peneliti bisa mengerti hal apa yang dapat diterapkan. Peneliti secara langsung meninjau lokasi tempat aktifitas bongkar muat dan transaksi penjualan ikan di pelabuhan PPI (Pelelangan Pembongkaran Ikan) Batulicin yang berada di kawasan Jalan Sejahtera, Kec. Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan.

2.3. Wawancara

Diperlukan untuk mengetahui secara langsung kepada para pengantar logistik dan pengemasan ikan terhadap sistem distribusi ikan segar selama ini yang masih konvensional. Peneliti melakukan wawancara terhadap beberapa orang di lokasi Pelabuhan dengan mengajukan beberapa pertanyaan seputar pengemasan dan proses distribusi ikan ke masyarakat. Wawancara dilakukan terhadap nelayan, pengusaha ikan, sopir pengangkut ikan dan beberapa penjual ikan di pasar.

2.4. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan untuk menginventarisasi alat dan bahan yang digunakan dalam sistem pemantauan kestabilan suhu menggunakan metode *fuzzy logic* Tsukamoto. Pemilihan komponen peralatan yang akan dirancang disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan iklim yang ada di Kalimantan Selatan.

2.5. Perancangan

Untuk memudahkan dalam implementasi dan pengujian maka perlu dibuat perancangan dari sistem yang akan diimplementasikan. Proses perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor kondisi medan dan jalan yang biasa ditempuh oleh para supir pengangkut ikan. Beberapa skenario alat transportasi yang digunakan oleh para pengantar ikan juga menjadi perhatian dari proses perancangan alat yang akan dibuat. Ada beragam alat transportasi yang biasa digunakan dalam proses pengantaran ikan pada daerah tersebut, diantaranya menggunakan truk, mobil *box* dan motor *box*.

2.6. Pengujian

Tahap selanjutnya setelah proses perancangan adalah pengujian sistem. Pada proses pengujian ini akan dilakukan beberapa hal, diantaranya membandingkan tingkat akurasi sensor suhu dengan thermometer biasa, pemeriksaan sensitifitas dan kecepatan nyala lampu led yang digunakan sebagai notifikasi perubahan suhu terhadap sensor suhu serta pemeriksaan rule logika *fuzzy Tsukamoto* yang telah ditanamkan pada mikrokontroler.

2.7. Penulisan Laporan

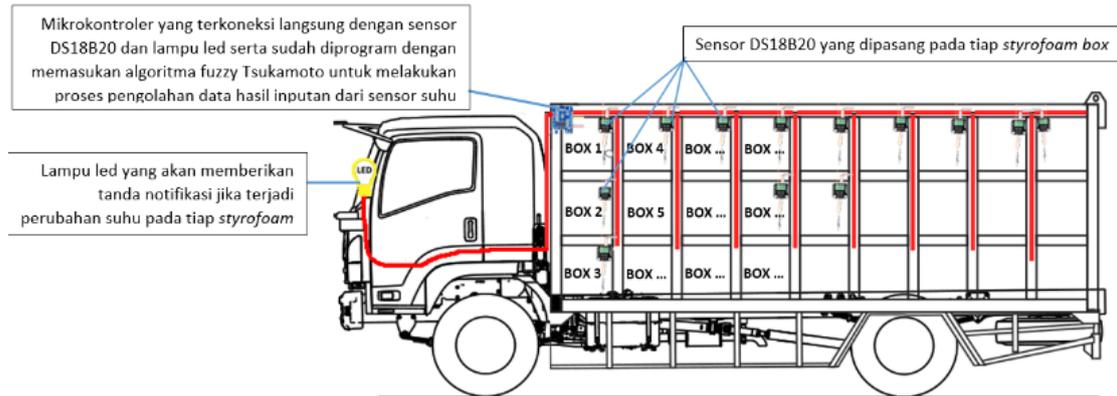
Pada tahapan ini merupakan tahap akhir dari sebuah proses penelitian dengan melakukan penulisan laporan. Laporan berisi latar belakang masalah, solusi yang ditawarkan serta tahapan proses yang dilakukan dalam pembuatan alat untuk menerapkan solusi tersebut. Dicatatkan pula pada lampiran hasil dokumentasi seluruh kegiatan penelitian yang sudah dilakukan.

3 Hasil dan Pembahasan

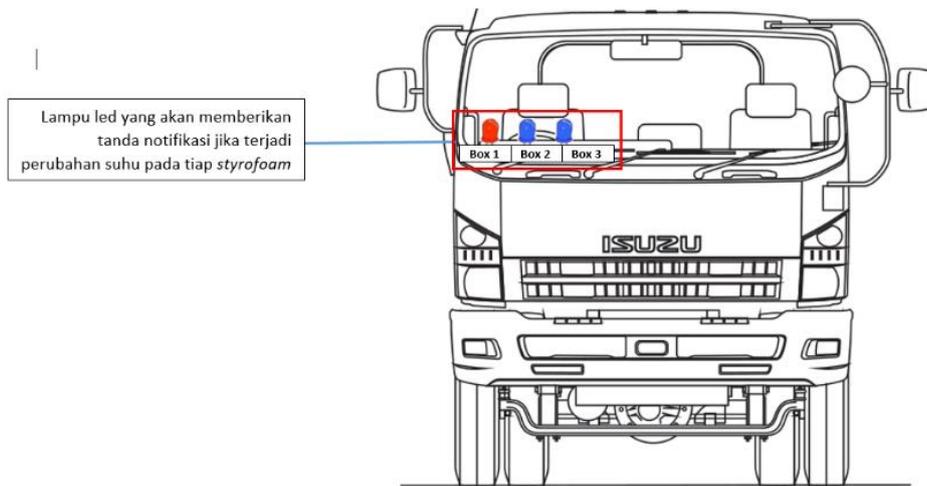
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu perancangan awal sistem, implementasi, dan pengujian. Perancangan awal dalam penelitian ini meliputi desain perancangan alat sederhana (hardware) maupun perangkat lunak (software). Implementasi meliputi penerapan desain kedalam sistem dan kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem

3.1 Perancangan Sistem

Sistem pemantauan kestabilan suhu menggunakan beberapa sensor suhu DS18B20 untuk dapat mendeteksi suhu dalam *styrofoam box*. Sensor tersebut terhubung dengan sebuah mikrokontroler Wemos yang bertugas melakukan pemrosesan data hasil dari input sensor DS18B20 yang mencatat besaran suhu tiap detik. Pemrosesan data dilakukan menggunakan *fuzzy logic* Tsukamoto dengan parameter nilai dari hasil deteksi suhu untuk mendapatkan output nyala kedip lampu led sebagai notifikasi kepada user. Berikut rancangan desain sistem pemantauan kestabilan suhu menggunakan beberapa sensor DS18B20 pada *styrofoam box* penyimpanan ikan segar seperti diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Rancangan Sistem Dilihat dari Bagian Samping



Gambar 8 Rancangan Sistem Dilihat Dari Bagian Depan

3.1.1 Aplikasi Masalah ke Dalam Aturan Fuzzy

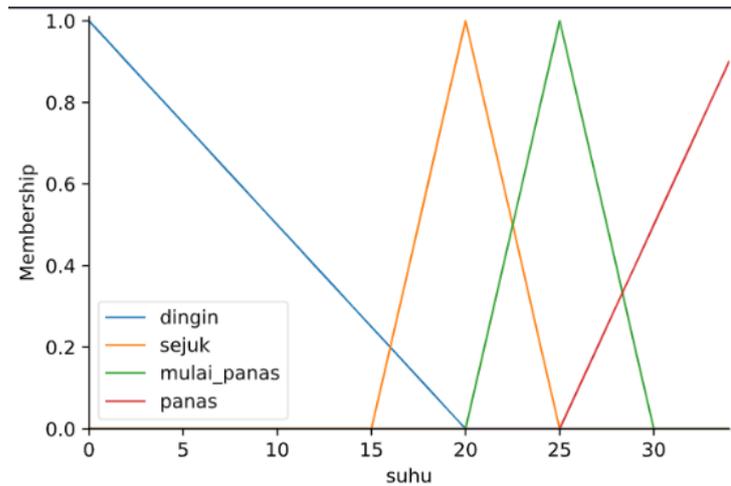
Terdapat 4 (empat) tahapan pada *fuzzy logic* Tsukamoto untuk pemantauan kestabilan suhu otomatis (Aisuwarya & Yuliharti, 2017), tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

3.1.2 Tahap Fuzzification

Pada tahap *fuzzification* mengubah data masukan suhu dan nyala lampu led dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi bentuk *fuzzy* (variabel linguistik). Adapun data suhu yang akan diubah menjadi bentuk *fuzzy* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil fuzzifikasi suhu dalam *styrofoam box* digambarkan secara grafik pada Gambar 9.

Tabel 1. Tahap Fuzzyfication pada varibel suhu

Nilai Parameter Input Suhu Pada <i>Styrofoam box</i>	Variabel fuzzy Suhu
0 – 20 °C	Dingin
15 – 25 °C	Sejuk
20 – 30 °C	Mulai panas
25 – 35 °C	Panas



Gambar 9 Hasil Fuzzifikasi Suhu Dalam *Styrofoam box*

Fungsi keanggotaan untuk variabel suhu dalam *styrofoam box* adalah sebagai berikut,

$$\mu[x]Dingin = \begin{cases} 1 & , x \leq 0 \\ \frac{20 - x}{20 - 0} & , 0 \leq x \leq 20 \\ 0 & , x \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu[x]Sejuk = \begin{cases} 0 & , x \leq 15 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{x - 15}{20 - 15} & , 15 \leq x \leq 20 \\ \frac{25 - x}{25 - 20} & , 20 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

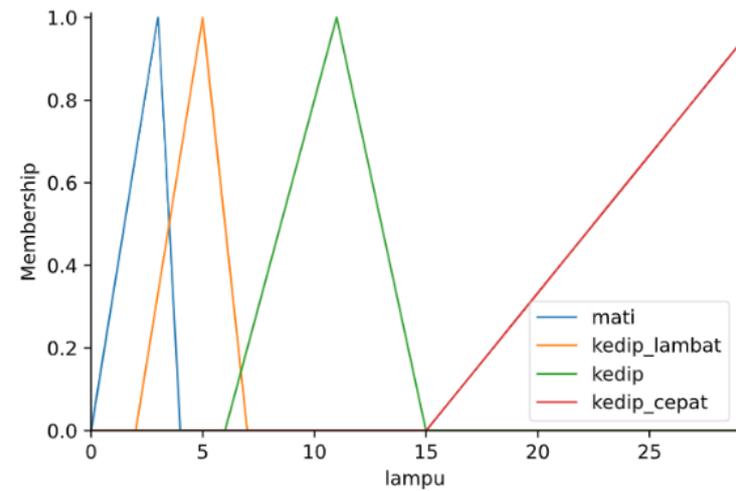
$$\mu[x]mulai panas = \begin{cases} 0 & , x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x - 20}{25 - 20} & , 20 \leq x \leq 25 \\ \frac{30 - x}{30 - 25} & , 25 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu[x]Panas = \begin{cases} 0 & , x \leq 25 \\ \frac{x - 25}{30 - 25} & , 25 \leq x \leq 30 \\ 1 & , x \geq 30 \end{cases}$$

Sedangkan data keadaan lampu yang akan diubah menjadi bentuk *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 2 dan hasil Fuzzifikasi Keadaan Lampu Sebagai Notifikasi Terjadinya Perubahan Suhu digambarkan secara grafik pada Gambar 10.

Tabel 2. Tahap Fuzzyfication variabel keadan lampu LED

Nilai Parameter Output Lampu Led (kedipan per detik)	Variabel fuzzy Lampu
0 – 3	Lampu Mati (LM)
2 – 7	Lampu Bekedip Lambat (LBL)
6 – 15	Lampu Berkedip (LB)
15 – 30	Lampu Tidak Cepat (LTC)



Gambar 10 Fuzzifikasi Keadaan Lampu Sebagai Notifikasi Terjadinya Perubahan Suhu
 Fungsi keanggotaan untuk variabel nyala lampu adalah sebagai berikut:

$$\mu[y]_{LM} = \begin{cases} 1 & , y \leq 0 \\ \frac{3-y}{3-0} & , 0 \leq y \leq 3 \\ 0 & , y \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu[y]_{LBL} = \begin{cases} 0 & , y \leq 2 \text{ atau } y \geq 7 \\ \frac{y-2}{5-2} & , 2 \leq y \leq 5 \\ \frac{7-y}{7-5} & , 5 \leq y \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu[y]_{LB} = \begin{cases} 0 & , y \leq 6 \text{ atau } y \geq 15 \\ \frac{y-6}{11-6} & , 6 \leq y \leq 11 \\ \frac{15-y}{15-11} & , 11 \leq y \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu[y]_{LTC} = \begin{cases} 0 & , y \leq 15 \\ \frac{y-15}{30-15} & , 15 \leq y \leq 30 \\ 1 & , y \geq 30 \end{cases}$$

3.2 Tahap Pembentukan Aturan Basis Fuzzy

Tahap pembentukan aturan basis *fuzzy* yaitu pembentukan aturan yang digunakan untuk mengolah data *fuzzy*, pada penelitian ini hanya terdapat 1 data masukan yaitu suhu yang memiliki 4 buah variabel. Maka terdapat 4 aturan basis *fuzzy* logic yaitu:

1. Suhu Dingin.
2. Suhu Sejuk.
3. Suhu Mulai panas.
4. Suhu Panas.

3.2.1. Tahap Inferensi

Pada proses inferensi, ditentukan beberapa aturan yang akan digunakan untuk menarik kesimpulan. Berikut ini beberapa aturan yang ditentukan pada penelitian ini:

1. Jika Suhu Dingin maka Lampu Mati.
2. Jika Suhu Sejuk maka Lampu Berkedip Lambat.
3. Jika Suhu Mulai panas maka Lampu Berkedip.
4. Jika Suhu Panas maka Lampu Berkedip Cepat.

3.2.2. Tahap Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi dari masalah yang dipaparkan sebelumnya adalah dengan menentukan nilai Z. Berikut ini perhitungan nilai Z (Kusumadewi, 2013):

$$Z = \frac{(z1 * a_{predikat1})}{a_{predikat}}$$

3.2.3. Penerapan Sistem Terhadap Contoh Masalah

Sebagai contoh, ada permasalahan menentukan nyala kedipan lampu ketika suhu dalam *styrofoam box* adalah 16°C. Ada beberapa tahapan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya. Hal pertama yang dilakukan adalah menghitung fungsi keanggotaan masing-masing variabel:

$$\mu[x]Dingin = \frac{20 - 16}{20 - 0} = 0,2$$

$$\mu[x]Sejuk = \frac{16 - 15}{20 - 15} = 0,2$$

$$\mu[x]Mulai Panas = 0$$

$$\mu[x]Panas = 0$$

Hal kedua yang dilakukan adalah mengaplikasikan aturan-aturan yang ada untuk menarik kesimpulan, dimana akan diperoleh α -predikat dan nilai z, untuk itu tahapan yang dilalui adalah melakukan aplikasi fungsi implikasi, inferensi aturan dan defuzzifikasi, sebagai berikut:

1. Aplikasi fungsi implikasi (RULE)

[Rule1] IF Suhu Dingin THEN Lampu Mati (LM)

Predikat = μ Suhu Dingin μ Lampu Mati (LM) = 0,2

[Rule 2] IF Suhu Sejuk THEN Lampu Bakedip Lambat (LBL)
 Predikat = $\mu_{\text{Suhu Sejuk}} \mu_{\text{Lampu Bakedip Lambat (LBL)}} = 0,2$

[Rule 3] IF Suhu Mulai Panas THEN Lampu Bakedip (LB)
 Predikat = $\mu_{\text{Suhu Mulai Panas}} \mu_{\text{Lampu Bakedip (LB)}} = 0$

[Rule 4] IF Suhu Panas THEN Lampu Bakedip Cepat (LBC)
 Predikat = $\mu_{\text{Suhu Panas}} \mu_{\text{Lampu Bakedip Cepat (LBC)}} = 0$

2. Inferensi RULE

Perhitungan inferensi menentukan nilai $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5,$ dan z_6 bawah dalam fungsi keanggotaan.

Jika Nilai NAIK $z_{\text{MIN}} - (\alpha \cdot \text{predikat} * (z_{\text{MIN}} - z_{\text{MAX}}))$

Jika Nilai TURUN $z_{\text{MAX}} - (\alpha \cdot \text{predikat} * (z_{\text{MAX}} - z_{\text{MIN}}))$

$\alpha_{\text{dingin}} = 0,2$

$\alpha_{\text{sejuk}} = 0,2$

$\alpha_{\text{mulai panas}} = 0$

$\alpha_{\text{panas}} = 0$

$$\begin{aligned} z_1 &= 3 - (0,2 * (3 - 0)) \\ &= 3 - (0,2 * 3) \\ &= 3 - 0,6 \\ &= 2,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_2 &= 2 - (0,2 * (2 - 7)) \\ &= 2 - (0,2 * (-5)) \\ &= 2 - (-1) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_3 &= 7 - (0,2 * (7 - 2)) \\ &= 7 - (0,2 * (5)) \\ &= 7 - 1 \\ &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_4 &= 6 - (0 * (6 - 15)) \\ &= 6 - (0 * (-9)) \\ &= 6 - 0 \\ &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_5 &= 15 - (0 * (15 - 6)) \\ &= 15 - (0 * (9)) \\ &= 15 - 0 \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_6 &= 15 - (0 * (15 - 30)) \\ &= 15 - (0 * (-15)) \\ &= 15 - 0 \\ &= 15 \end{aligned}$$

3. Defuzzifikasi

$$Z = \frac{(z_1 * a_{\text{predikat}_1})}{a_{\text{predikat}}}$$

$$Z = \frac{(2,4 * 0,2) + (3 * 0,2) + (6 * 0,2) + (6 * 0) + (15 * 0) + (15 * 0)}{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0 + 0 + 0}$$

$$Z = \frac{0,48 + 0,6 + 1,2 + 0 + 0 + 0}{0,6}$$

$$Z = \frac{2,28}{0,6}$$
$$Z = 3,8$$

Jadi hasil yang didapat ketika suhu di dalam *styrofoam box* adalah 16°C, lampu akan menyala selama 3,8 millisecond tiap detik nya

4. Pengujian Sistem

Dalam tahap pengujian ini peneliti menggunakan dua skenario pengujian yaitu pengujian pada kendaraan yang bergerak dan pengujian pada kondisi diam. Untuk skenario pertama menggunakan mobil minibus bak terbuka secara langsung dengan menggunakan dua buah *styrofoam box* yang setiap *box* sudah dilengkapi rangkaian sensor DS18B20 dan masing-masing *box* berisikan 5 es batu bungkus yang sudah dihancurkan.

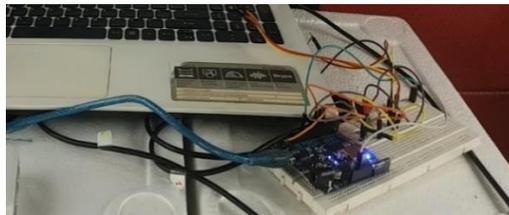
Peneliti memonitoring dengan termometer analog dan menunggu suhu terakumulasi dan stabil kurang lebih 15 sampai 20 menit. Setelah suhu stabil, mobil melakukan perjalanan dengan kecepatan 40 sampai 80 km/jam yang memakan waktu selama 150 menit.

Sedangkan untuk skenario kedua, bahan dan alat yang digunakan sama seperti sebelumnya, yaitu menggunakan 2 buah *styrofoam box*, keduanya sudah dilengkapi rangkaian sensor DS18B20 dan masing-masing diisi 5 es batu bungkus yang sudah dihancurkan, namun peneliti melakukan pengujian di tempat yang tidak bergerak. Pengujian dilakukan dengan meletakkan *styrofoam* di luar ruangan selama 85 menit dan melakukan pemantauan suhu dalam *styrofoam box* setiap 5 menit. Rangkaian sensor DS18B20 dan lampu led pada pengujian menggunakan mobil dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Rancangan Rangkaian Sensor DS18B20 dan Lampu LED Yang Diujikan Pada Mobil Bergerak

Sedangkan rangkaian sensor DS18B20 dan lampu led pada pengujian di tempat tidak bergerak dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Rancangan Rangkaian Sensor DS18B20 dan Lampu LED Yang Diujikan Pada Tempat yang Diam

4.1. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor terhadap perubahan suhu, dilakukan dengan memonitoring perubahan suhu (bertambah dan berkurang). Adapun rumus yang digunakan untuk pengujian hasil sistem ini adalah sebagai berikut (Kusumadewi, 2013).

$$\frac{TP}{TP + FN} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

TP (true positive) = sering juga disebut hit rate, menunjukkan pengukuran yang benar.

FN (false negative) = jumlah yang tidak terklasifikasi.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DS18B20 Dibandingkan Termometer Analog Saat di Mobil Yang Bergerak (Tiap 5 Menit)

Waktu Percobaan (menit ke-)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box1 (°C)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box2 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box1 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box2 (°C)	Akurasi Sensor 1 (%)	Akurasi Sensor 2 (%)
5	9.63	7.75	9.5	7.5	98.65	96.77
10	10.25	8.35	10	8	97.56	95.81
15	11.15	9.15	11	9	98.65	98.36
20	12.14	10.2	12	10	98.85	98.04
25	12.99	11.09	12.5	11	96.23	99.19
30	14.12	12.75	14	12	99.15	94.12
35	15.28	13.9	15	13.5	98.17	97.12
40	16.09	14.71	16	14	99.44	95.17
45	16.74	15.36	16.5	15	98.57	97.66
50	17.49	16.11	17	16	97.20	99.32
55	18.4	16.9	18	16.5	97.83	97.63
60	18.77	17.67	18.5	17.5	98.56	99.04
65	19.04	18.31	19	18	99.79	98.31
70	20.41	18.88	20	18.5	97.99	97.99
75	20.88	19.34	20.5	19	98.18	98.24
80	21.03	20.45	21	20	99.86	97.80
85	21.15	20.55	21	20.5	99.29	99.76
90	21.65	20.95	21.5	20.5	99.31	97.85
95	21.84	21.2	21.5	21	98.44	99.06
100	22.25	21.93	22	21.5	98.88	98.04
105	22.98	22.45	22.2	22	96.61	98.00
110	23.09	22.6	22.5	22.5	97.44	99.56
115	23.54	23	23.5	23	99.83	100.0
120	24.09	23.56	24	23.5	99.63	99.75
125	24.6	24.11	24.5	24	99.59	99.54
130	25.17	24.98	25	24.5	99.32	98.08
135	25.64	25.44	25.5	25	99.45	98.27
140	26.31	25.97	26	25.5	98.82	98.19
145	27.98	26.42	27.5	26	98.28	98.41
150	28.55	27.12	28.5	27	99.82	99.56
Rata-Rata Akurasi Sensor DS18B20					98.65	98.15

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian akurasi sensor saat berada pada mobil yang bergerak dengan melakukan pemantauan suhu setiap 5 menit sekali. Sedangkan untuk hasil pengujian akurasi sensor saat berada pada tempat yang diam di luar ruangan dengan melakukan pemantauan suhu setiap 5 menit sekali dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DS18B20 Dibandingkan Dengan Termometer Analog pada Tempat Diam (Tiap 5 Menit)

Waktu Percobaan (menit ke-)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box1 (°C)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box2 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box1 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box2 (°C)	Akurasi Sensor 1 (%)	Akurasi Sensor 2 (%)
5	9.2	9.12	9	9	97.83	98.68
10	9.7	9.64	9.5	9.5	97.94	98.55
15	10.3	10.08	10	10	97.09	99.21
20	10.22	10.35	10	10	97.85	96.62
25	11.02	11.13	11	11	99.82	98.83
30	11.14	11.28	11	11	98.74	97.52
35	11.62	11.72	11.5	11.5	98.97	98.12
40	12.12	12.12	12	12	99.01	99.01
45	12.55	12.58	12.5	12.5	99.60	99.36
50	12.77	12.84	12.5	12.5	97.89	97.35
55	13.15	13.24	13	13	98.86	98.19
60	13.41	13.52	13.5	13.5	96.94	99.85
65	14.26	14.37	14	14	98.18	97.43
70	14.44	85.00	14	14.5	96.95	error
75	85.00	15.94	14.5	15.5	error	97.24
80	15.47	16.38	15.5	16	96.96	97.68
85	16.29	16.85	16	16.5	98.22	97.92

4.2 Pengujian Akurasi Indikator Lampu LED

Dilakukan pula uji akurasi indikator lampu terhadap tiap sensor DS18B20 yang terpasang pada masing-masing *styrofoam box*. Dari hasil pengujian pada skenario pertama dan kedua didapatkan tingkat akurasi indikator lampu untuk sensor 1 dan sensor 2 sudah sesuai dengan output *fuzzy* yang dirancang, walaupun ada terdapat error perhitungan input suhu dari kedua sensor tersebut pada akhir pengujian.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian tingkat akurasi indikator lampu terhadap perubahan suhu di dalam *styrofoam box* pada mobil yang bergerak. Sedangkan hasil pengujian tingkat akurasi indikator lampu terhadap perubahan suhu di dalam *styrofoam box* pada skenario di luar ruangan dengan kondisi tidak bergerak ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Pengujian Akurasi Indikator Lampu Terhadap Perubahan Suhu Pada Mobil Yang Bergerak

Waktu Percobaan (menit ke-)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box1 (°C)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box2 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box1 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box2 (°C)	Akurasi Sensor 1 (%)	Akurasi Sensor 2 (%)
5	9.63	7.75	LM	LM	Sesuai	Sesuai
10	10.25	8.35	LM	LM	Sesuai	Sesuai
15	11.15	9.15	LM	LM	Sesuai	Sesuai
20	12.14	10.2	LM	LM	Sesuai	Sesuai
25	12.99	11.09	LM	LM	Sesuai	Sesuai
30	14.12	12.75	LM	LM	Sesuai	Sesuai
35	15.28	13.9	LM	LM	Sesuai	Sesuai
40	16.09	14.71	LBL	LM	Sesuai	Sesuai
45	16.74	15.36	LBL	LM	Sesuai	Sesuai
50	17.49	16.11	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai
55	18.4	16.9	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai
60	18.77	17.67	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai
65	19.04	18.31	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai
70	20.41	18.88	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai
75	20.88	19.34	LB	LBL	Sesuai	Sesuai
80	21.03	20.45	LB	LBL	Sesuai	Sesuai
85	21.65	20.95	LB	LB	Sesuai	Sesuai
90	21.84	21.2	LB	LB	Sesuai	Sesuai
95	22.25	21.93	LB	LB	Sesuai	Sesuai
100	22.98	22.45	LB	LB	Sesuai	Sesuai
105	23.09	22.6	LB	LB	Sesuai	Sesuai
110	23.54	23	LB	LB	Sesuai	Sesuai
115	24.09	23.56	LB	LB	Sesuai	Sesuai
120	24.6	24.11	LB	LB	Sesuai	Sesuai
125	25.17	24.98	LB	LB	Sesuai	Sesuai
130	25.64	25.44	LB	LB	Sesuai	Sesuai
135	26.31	25.97	LB	LB	Sesuai	Sesuai
140	27.98	26.42	LBC	LB	Sesuai	Sesuai
145	28.55	27.12	LBC	LBC	Sesuai	Sesuai
150	28.9	28.01	LBC	LBC	Sesuai	Sesuai

Pada skenario pengujian akurasi indikator lampu di tempat diam terjadi error karena sensor DS18B20 mengeluarkan nilai suhu dalam *styrofoam box* sebesar 85.00°C. Setelah dilakukan analisa hal ini terjadi karena seringnya membuka dan menutup *box* yang mengakibatkan sensor mengalami beberapa kali pergerakan/perpindahan dan gesekan. Kesalahan relatif tertinggi yang biasanya dihasilkan pada keluaran proses pengukuran

suhu dari sensor DS18B20 biasanya berada pada rentang suhu 8⁰-15⁰C, 23⁰-25⁰C dan ketika suhu diatas 53⁰C (Sari, Handjoko , & Indrasari, 2017).

Tabel 6. Hasil Pengujian Akurasi Indikator Lampu Terhadap Perubahan Suhu Pada Mobil Yang Bergerak

Waktu Percobaan (menit ke-)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box1 (°C)	Sensor Suhu DS18B20 pada Styrofoam box2 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box1 (°C)	Termometer Suhu Analog pada Styrofoam box2 (°C)	Akurasi Sensor 1 (%)	Akurasi Sensor 2 (%)
5	9.2	9.12	LM	LM	Sesuai	Sesuai
10	9.7	9.64	LM	LM	Sesuai	Sesuai
15	10.3	10.08	LM	LM	Sesuai	Sesuai
20	10.22	10.35	LM	LM	Sesuai	Sesuai
25	11.02	11.13	LM	LM	Sesuai	Sesuai
30	11.14	11.28	LM	LM	Sesuai	Sesuai
35	11.62	11.72	LM	LM	Sesuai	Sesuai
40	12.12	12.12	LM	LM	Sesuai	Sesuai
45	12.55	12.58	LM	LM	Sesuai	Sesuai
50	12.77	12.84	LM	LM	Sesuai	Sesuai
55	13.15	13.24	LM	LM	Sesuai	Sesuai
60	13.41	13.52	LM	LM	Sesuai	Sesuai
65	14.26	14.37	LM	LM	Sesuai	Sesuai
70	14.44	85.00	LM	LBC	Sesuai	Error
75	85.00	15.94	LBC	LM	Error	Sesuai
80	15.47	16.38	LM	LBL	Sesuai	Sesuai
85	16.29	16.85	LBL	LBL	Sesuai	Sesuai

IV. Kesimpulan dan Saran

4.2. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa monitoring suhu di dalam *styrofoam box* menggunakan metode logika *fuzzy* Tsukamoto dapat dibangun menggunakan mikrokontroler wemos D1 dan sensor suhu DS18B20 yang notifikasinya berhasil dikirim ke lampu LED. Setelah dilakukan pengujian terhadap sensor suhu DS18B20 dan respon output notifikasi lampu LED didapatkan nilai akurasi yang baik. Dengan adanya penanda lampu LED sebagai notifikasi *real time*, sistem monitoring ini dapat membantu supplier pengantaran ikan segar dalam mengecek dan memonitoring suhu *styrofoam box* dengan mudah tanpa harus membuka-tutup *box* dan mengecek secara manual.

4.3. Saran/Rekomendasi

Penelitian lanjutan dapat dikembangkan dengan implementasi pembuatan alat yang lebih kompleks seperti integrasi dengan aplikasi web dan aplikasi mobile berbasis online.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan terhadap rekan-rekan dosen dan mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini, dan terima kasih juga terhadap tim editorial Journal of Science and Technology (JUSTE) atas dipublikasikannya penelitian ini. Penelitian ini dibiayai oleh dana DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020 Nomor: 023.17.2.6777518/2020 Tanggal 16 Maret 2020, sesuai dengan SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor: 701/UN8/PP/2020 Tanggal 1 April 2020.

Daftar Pustaka

- Aisuwarya, R., & Yuliharti, R. (2017). Implementasi Fuzzy Logic Controller pada Rice Cooker. *Cogito Smart Journal*, 3(299), <http://dx.doi.org/10.31154/cogito.v3i2.63.299-311>.
- Aminah, S. (2011). Analisis Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Kembung (*Rastrelliger spp*) Di Perairan Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. *Fish Scientiae*, 1(179), <http://dx.doi.org/10.20527/fs.v1i2.1187>.
- De Silva, W. C. (2018). *Intelligent control: fuzzy logic applications*. CRC Press.
- Indotrading. (2020, November). *Indotrading (n.d.)*. (Indotrading) Retrieved from www.indotrading.com
- Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & J, J. (2017). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>.
- Kholis, M. N., Syofyan, I., & Isnaniah. (2015). Study Use Powder As Raw Materials Manufacturing Saws Insulator Cooling Box Fish (Coolbox) Used Traditional Fishermen. *JOMFAPERIKA*, 2(1).
- Kusumadewi, S. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Litaay, C. (2020). Penanganan Ikan Cakalang Oleh Nelayan Pole And Line. *JPHPI*, 23(112), <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30924>.
- Purwandana, A., F, A. P., & Fahmi. (2013). Pemetaan Distribusi dan Kelimpahan Ikan di Perairan Kalimantan Selatan Menggunakan Teknologi Akustik. *Buletin PSP*, 21(229).
- Rozaq, I. A., & DS, N. Y. (2017). Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. *SNATIF Ke-4*, (p. 303).
- Sari, Z. A., Handjoko, P., & Indrasari, W. (2017). KARAKTERISASI SENSORPHOTODIODA, DS18B20, DAN KONDUKTIVITAS PADA RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEKERUHAN DAN JUMLAHZAT PADAT TERLARUT DALAM AIR. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 2(2).

- Setiawati, D. A., Hakim, M. L., & Sukmawaty. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Ruang Pengering Hybrid Tipe Rak Berputar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(1), <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v9i1.1-9>.
- Tapotubun, M. A. (2016). Panghambatan Bakteri Patogen Pada Ikan Segar Yang Diaplikasi Caulerpa Lentillifera. *19(299)*, <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.15098>.
- Triyanto, A. (2016). Media Pembelajaran Sensor Pir Parallax, Hall Effect, dan Sensor DS18B20 Pada Mata Pembelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Muhammadiyah Prambanan.