

SISTEM PEMANTAU SUHU COOLER BOX BERBASIS TELEMETRI DENGAN THERMOELECTRIC COOLER SEBAGAI BAKTERIOSTATIK PADA IKAN

Renangga Yudianto*, Anton Yudhana

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
e-mail: renangga1715022094@webmail.uad.ac.id, eyudhana@ee.uad.ac.id

Diterima: 25 Mei 2021 – Direvisi: 28 September 2021 – Disetujui: 9 Februari 2022

ABSTRACT

Indonesia has enormous marine resource potential, which can be explored as a prime mover of national economic development, one of which is fisheries resources. The factor that determines the selling value of fish is the freshness of the fish. This study aims to utilize Thermoelectric Cooler (TEC) in cooler boxes as a bacteriostatic system for fish that is environmentally friendly and monitored using telemetry based DS18B20 ESP8266 temperature sensor. The temperature data includes the temperature of the cooler box, the temperature of the Thermoelectric Cooler (TEC), and the temperature of the room. The parameters used to test the quality of DS18B20 temperature sensor are accuracy, normality test, homogeneity test, and independent samples t-test. The data of DS18B20 temperature sensor system is processed at nodeM-CU then sent and displayed via the thingspeak website and LCD in real time. Organoleptically, the observation results of fish A placed in a cooler box are categorized as fresh, and the observation results of fish B which are placed at room temperature are categorized as not fresh according to (SNI 2729:2013). The sensor test results obtained in this study showed value of the temperature accuracy of cooler box was 97.8%, the temperature accuracy value of Thermoelectric Cooler (TEC) was 98.56%, the room temperature accuracy value was 99.67%, the results of normality test of three temperature sensors are normally distributed, the results of homogeneity test of three temperature sensors are homogeneous, and the results of independent samples t-test are not significantly different, which indicates that three DS18B20 temperature sensors are accurate.

Keywords: T-Test, Telemetry, Temperature Sensor DS18B20, Thermoelectric Cooler (TEC), Thingspeak.

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi sumber daya laut sangat besar yang menjanjikan untuk dieksplorasi sebagai penggerak utama (prime mover) pembangunan ekonomi nasional, salah satunya sumber daya perikanan. Faktor yang menentukan nilai jual ikan adalah tingkat kesegaran ikan. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan Thermoelectric Cooler (TEC) untuk cooler box sebagai sistem bakteriostatik pada ikan yang ramah lingkungan dan dipantau menggunakan sensor suhu DS18B20 berbasis telemetry. Data suhu meliputi suhu cooler box, suhu Thermoelectric Cooler (TEC), dan suhu ruangan. Parameter yang digunakan untuk menguji kualitas sensor suhu DS18B20 tersebut adalah akurasi, uji normalitas, uji homogenitas, dan uji-t sampel independen. Data sistem sensor suhu DS18B20 tersebut diproses pada nodeMCU ESP8266 lalu dikirimkan dan ditampilkan melalui website Thingspeak serta LCD secara real time. Secara organoleptik hasil pengamatan ikan A yang ditempatkan pada cooler box masuk dalam kategori segar, dan hasil pengamatan ikan B yang ditempatkan pada suhu ruang masuk dalam kategori tidak segar sesuai (SNI 2729:2013). Hasil uji sensor yang didapat dalam penelitian ini menunjukkan nilai akurasi suhu cooler box sebesar 97,8%, nilai akurasi suhu Thermoelectric Cooler (TEC) sebesar 98,56%, nilai akurasi suhu ruangan sebesar 99,67%, hasil uji normalitas ketiga sensor suhu berdistribusi normal, hasil uji homogenitas ketiga sensor suhu bersifat homogen, dan hasil uji-t sampel independen tidak berbeda secara nyata yang menandakan bahwa ketiga sensor suhu DS18B20 akurat.

Kata Kunci: Sensor Suhu DS18B20, Telemetry, Thermoelectric Cooler (TEC), Thingspeak, Uji-T.

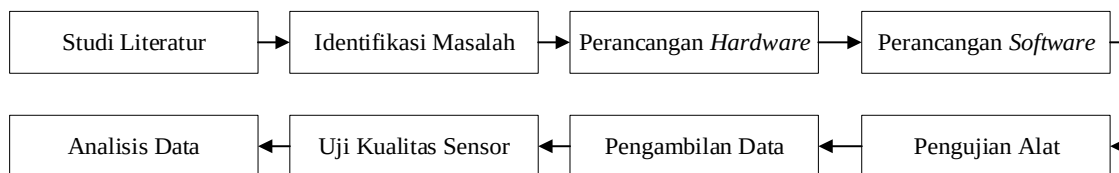
I. PENDAHULUAN

INDONESIA memiliki potensi sumber daya laut sangat besar, yang menjanjikan untuk dieksplorasi sebagai penggerak utama (*prime mover*) pembangunan ekonomi nasional. Wilayah perairan Indonesia 2/3 lebih luas dari daratan, menjadikan laut sebagai sumber penghidupan bagi masyarakat Indonesia sehari-harinya [1], [2]. Ikan adalah sumber protein hewani yang memiliki nilai ekonomis dan disukai oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan pangan sehari-hari. Banyak faktor yang dapat menentukan nilai ekonomis atau nilai jual ikan hasil tangkapan salah satunya adalah tingkat kesegaran ikan itu sendiri. Tingkat kesegaran ikan dapat dilihat dari cara penanganannya, ikan segar merupakan ikan yang masih memiliki sifat sama seperti ikan hidup baik rupa (mata, insang, lendir permukaan badan), kondisi daging, bau, dan teksturnya sesuai (SNI 2729:2013) [3], [4]. Namun ikan juga merupakan bahan pangan yang sangat mudah mengalami pembusukan (*high perishable food*) pasca mortem [5]. Hal inilah yang saat ini menjadi tantangan bagi nelayan untuk membawa ikan tersebut sampai ke tangan konsumen dalam kondisi yang sama saat ikan tersebut hidup dan dalam kondisi segar.

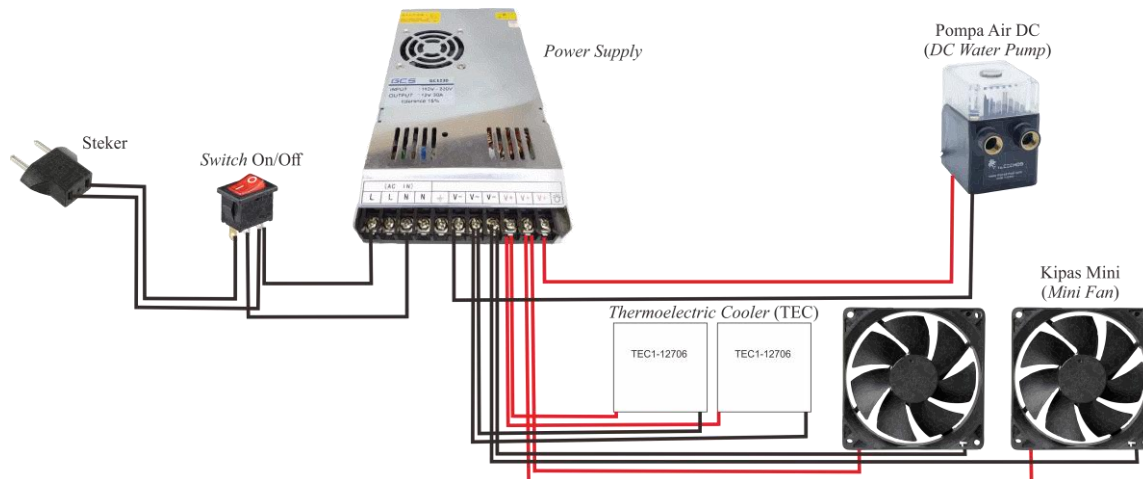
Penanganan ikan hasil tangkapan yang kurang tepat menjadi masalah utama dan menyebabkan ikan lebih cepat membusuk. Suhu menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pembusukan ikan. Suhu dengan puncak 37°C akan memacu kerja enzim semakin cepat [6]. Temperatur tinggi pada wilayah beriklim tropis seperti di Indonesia mengakibatkan kualitas mutu ikan hasil tangkapan menurun hanya dalam waktu beberapa jam setelah ikan ditangkap dan didistribusikan ke tempat pelelangan ikan. Kecepatan ikan membusuk disebabkan oleh faktor eksternal yaitu kontaminasi dan tingkat oksidasi, serta faktor internal ikan yaitu aktivitas bakteri yang terjadi setelah ikan ditangkap dalam keadaan mati dan enzim yang diproduksi ikan itu sendiri. Penurunan kualitas mutu ikan hasil tangkapan oleh bakteri, memanfaatkan hasil penguraian jaringan tubuh ikan dengan enzim sebagai media pertumbuhannya, hal itu membuat ikan cepat membusuk. Aktivitas enzim ini terdapat pada sistem pencernaan ikan (enzim *trypsin*, *chymotrypsin*, dan *pepsin*), enzim *cathepsin* dalam daging yang diatur oleh badan ikan, serta enzim *proteolitis* yang berperan menguraikan protein dan membantu ikan dalam menguraikan makanan [6]. Enzim sangat berperan penting bagi ikan untuk mengatur mekanisme kehidupan ikan. Ketika ikan telah mati, ikan akan mengalami perubahan baik fisik dan kimiawi, fase perubahan tersebut adalah *pre rigor mortis* (*Hyperaemia*), *rigor mortis*, aktivitas enzim (*Autolysis*), aktivitas bakteri (*bacterial decomposition*), dan oksidasi [7]-[9]. Penurunan kualitas menyebabkan ikan hasil tangkapan nelayan menjadi tidak segar dan mengalami penurunan harga jual di pasaran.

Thermoelectric Cooler (TEC) merupakan salah satu alternatif pendinginan tanpa refrigeran atau zat kimia berbahaya, bersumber tegangan DC (arus searah) sebesar 12v [10]. Prinsip kerja modul *Thermoelectric Cooler* (TEC) memanfaatkan efek peltier dan Seebeck dimana sirkuit terintegrasi dalam bentuk solid dapat menghasilkan sisi panas dan sisi dingin di setiap sisinya bila dialiri arus listrik, sisi dingin inilah yang dimanfaatkan sebagai pendingin alternatif dengan bantuan *heatsink*, kipas, dan sensor suhu DS18B20 [11][12]. Berdasarkan pernyataan dari nelayan Pantai Depok Yogyakarta, bahwasanya banyak nelayan yang mengeluhkan biaya yang cukup tinggi untuk membeli balok es agar dapat mempertahankan kualitas dan mutu ikan hasil tangkapan. Nelayan Pantai Depok tidak ingin kualitas serta mutu ikan hasil tangkapan mengalami penurunan saat tiba di tempat pelelangan ikan, karena menyebabkan nelayan mengalami kerugian atau tidak kembali modal. Oleh karena itu, pihak nelayan Pantai Depok Yogyakarta menyatakan bahwa pihaknya sangat membutuhkan suatu teknologi pendingin yang efektif, efisien, dan menguntungkan dalam menjaga kualitas mutu ikan hasil tangkapan dari laut hingga sampai pada tempat pelelangan ikan.

Penanganan ikan hasil tangkapan nelayan menggunakan *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebagai teknologi pendingin alternatif pengganti balok es dan teknologi lain seperti kulkas dinilai lebih efektif, efisien, portabel, dan ramah lingkungan. Penggunaan balok es sebagai pendingin sementara membuat kondisi fisik ikan hasil tangkapan riskan rusak ketika terjadi guncangan selama mobilitas dikarenakan bongkahan balok es yang besar dan kasar. Bongkahan balok es tersebut menyebabkan luka dan memar pada permukaan ikan, apabila kondisi fisik luar ikan rusak mengakibatkan bakteri pembusukan akan lebih cepat berkembang [13]. Pemanfaatan kulkas sebagai pendingin portabel juga dinilai kurang tepat dikarenakan membutuhkan konstruksi dan energi listrik yang besar sehingga sumber energi selama perjalanan tidak dapat terpenuhi [14]. Selain itu penggunaan kulkas juga membutuhkan refrigeran untuk menghasilkan suhu dingin seperti freon dan *cloro fluoro carbon* (CFC) yang terurai saat proses pendinginan, refrigeran ini dapat merusak lapisan ozon dan menyebabkan *global warming* [15], [16]. Dari permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan untuk mempertahankan kualitas dan mutu ikan hasil



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Pengkabelan Sistem Cooler Box

tangkapan yaitu dengan sistem pemantau suhu *cooler box* berbasis telemetri dengan *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebagai bakteriostatik pada ikan. Purwarupa *cooler box* ini merupakan wadah dengan ruang dingin agar dapat menjaga ikan hasil tangkapan dari penyebaran bakteri yang dapat merusak atau menurunkan kualitas dan mutu fisik ikan. Penerapan sistem *cooler box* ini diharapkan dapat membantu nelayan menjaga kualitas serta mutu ikan hasil tangkapan dengan memanfaatkan suhu dingin yang ramah lingkungan dari *Thermoelectric Cooler* (TEC) dan memudahkan pemantauan suhu secara *real time* sehingga mampu untuk menekan biaya yang dikeluarkan dalam membeli balok es, dengan begitu selain pemberdayaan dan pengolahan ikan hasil tangkapan, sektor perekonomian juga meningkat secara signifikan sehingga menjadi pionir teknologi ramah lingkungan yang terjangkau untuk komoditi olahan sumber daya laut di Indonesia. Walaupun hanya 60 persen dari total jumlah penduduk Indonesia yang tinggal di wilayah pesisir, namun dalam alurnya seluruh masyarakat Indonesia memanfaatkan, merasakan, dan menjadi konsumen pengguna kebutuhan yang diperoleh dari sumber daya laut [17].

II. METODE PENELITIAN

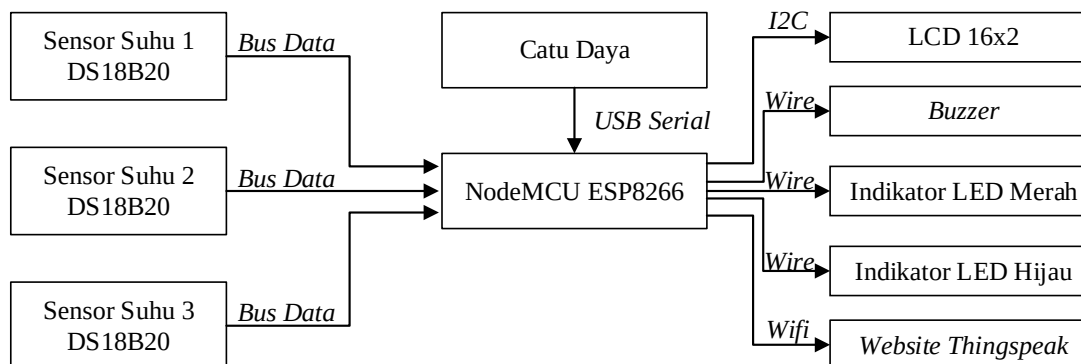
Pada penelitian ini menggunakan konsep metode rancang bangun dengan tahapan studi literatur, identifikasi masalah, perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian alat, pengambilan data, uji kualitas sensor, dan analisis data yang dapat dilihat pada Gambar 1. Studi literatur dan identifikasi masalah dilakukan sebelum penelitian, dilakukan dengan mengumpulkan teori-teori dan literatur yang terdapat pada jurnal, buku maupun referensi-referensi yang relevan. Selanjutnya perancangan *hardware* dan *software*, diawali dengan pembuatan desain 3D, realisasi konstruksi dari desain 3D, pembuatan program pada Arduino IDE, dan pengkoneksian secara nirkabel ke *website* Thingspeak. Kemudian pengujian alat dan pengambilan data dilakukan dengan mencari ikan segar hasil tangkapan nelayan di Pantai Depok Yogyakarta dan diamati organoleptiknya sesuai (SNI 2729:2013) lalu dipantau secara berkala menggunakan sensor DS18B20 [3], [18].

A. Perancangan Hardware

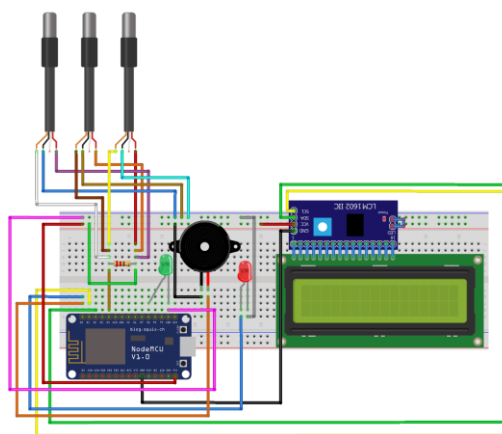
Perancangan *hardware* dari sistem pemantau suhu *cooler box* dibagi menjadi dua tahapan, yaitu pembuatan mekanisme sistem *cooler box* dan sistem pemantau suhu dengan sensor DS18B20 berbasis telemetri.

1) Sistem Cooler Box

Pada Gambar 2 dapat dilihat diagram pengkabelan dari sistem *cooler box*. Berdasarkan gambar tersebut komponen sistem *cooler box* terdiri dari *power supply* yang berfungsi mengubah tegangan



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Pemantau Suhu



Gambar 4. Diagram Pengkabelan Sistem Pemantau Suhu

listrik AC menjadi tegangan listrik DC dan sebagai sumber energi dari sistem *cooler box*. Dua buah *Thermoelectric Cooler* (TEC) seri TEC1-12706 sebagai pendingin elektrik tanpa refrigeran atau zat kimia berbahaya, bersumber tegangan DC (arus searah) sebesar 12v [10], [14]. Satu buah kipas mini sebagai sirkulasi udara penghantar dingin dari sisi dingin *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan satu buah kipas mini sebagai sirkulasi udara penghantar panas dari sisi panas *Thermoelectric Cooler* (TEC). Pompa air DC (*DC water pump*) yang disambungkan pada *water block* dan ditempel pada sisi panas *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebagai media sirkulasi air untuk membantu kipas mini dalam membuang panas berlebih dari sisi panas *Thermoelectric Cooler* (TEC).

2) Sistem Pemantau Suhu

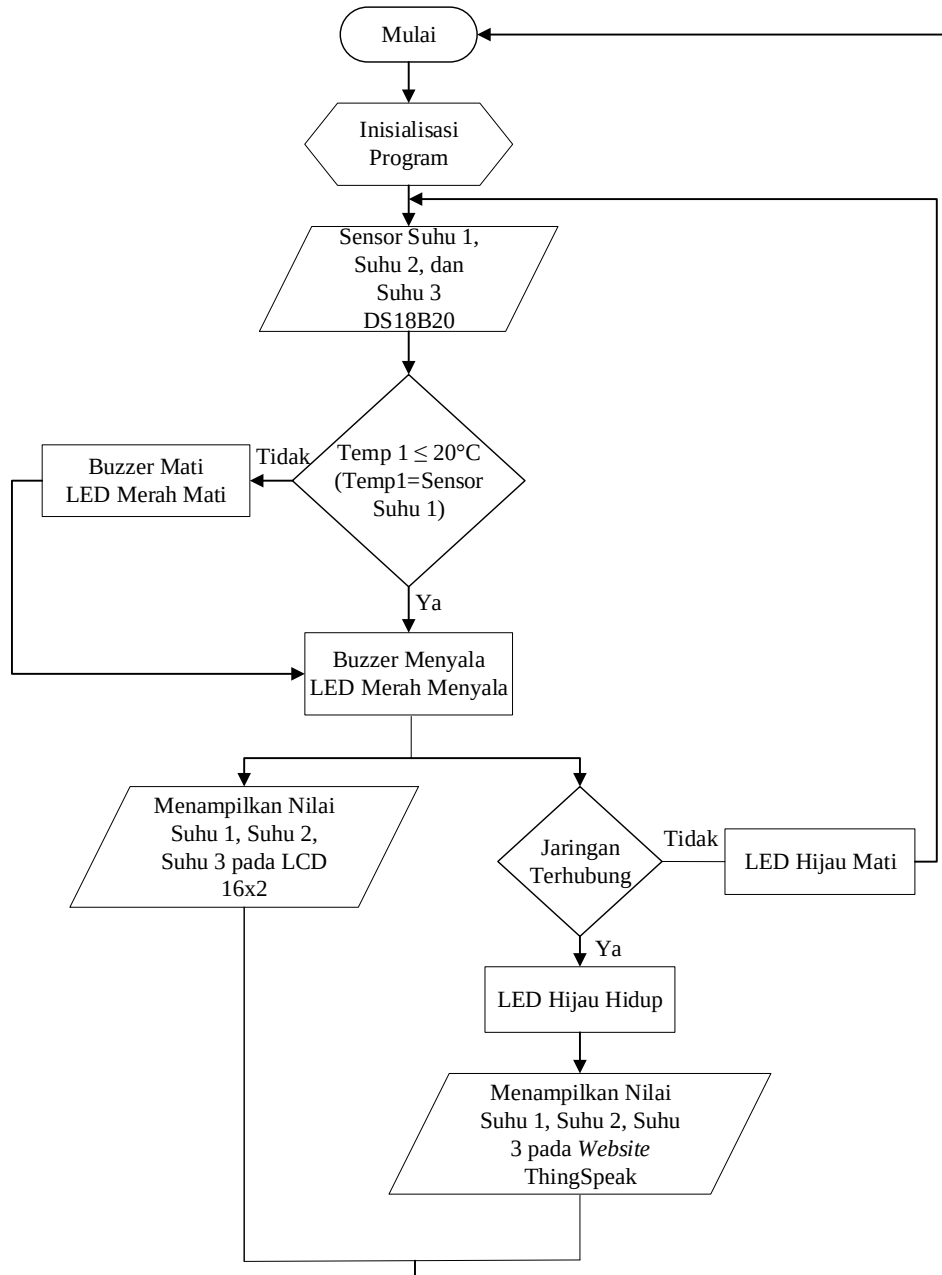
Perancangan *hardware* dari sistem pemantau suhu dikendalikan oleh NodeMCU ESP8266 yang bertugas sebagai pengolah data yang terbaca dari tiga buah sensor DS18B20. Pemilihan sensor DS18B20 untuk digunakan pada penelitian ini dikarenakan sensitivitas sensor lebih baik dengan ketelitian yang tinggi dibandingkan sensor suhu lainnya dan mendekati nilai sebenarnya [19]-[21]. Diagram blok dari perancangan *hardware* dari sistem pemantau suhu dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3 dari sistem pemantau suhu, sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu *input*, *controller*, dan *output*. Pada bagian *input* terdiri dari sensor suhu DS18B20 yang berjumlah tiga buah, diletakkan pada *cooler box*, *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan ruangan. Ketiga sensor DS18B20 ini mengolah data yang masuk atau terbaca dari ketiga tempat tersebut dan dikirim oleh data bus menuju nodeMCU ESP8266 yang berperan sebagai *controller* [22]. Hasil olahan dari data suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan dikirimkan menuju LCD 16x2 untuk menampilkan suhu dalam bentuk angka, dan juga dikirimkan pada *website* Thingspeak melalui jaringan wifi untuk menampilkan serta memvisualisasikan suhu dalam bentuk grafik [23]. LCD 16x2 dan *website* Thingspeak ini berperan sebagai *output* sistem.

Rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 4 merupakan diagram pengkabelan sistem pemantau suhu. Sumber energi atau tegangan dari sistem pemantau suhu menggunakan *power bank* 3,7v yang dihubungkan pada USB serial. Kemudian tiga buah sensor suhu DS18B20 dirangkai secara paralel dan diberikan resistor sebesar 4,7k Ω . Data sensor DS18B20 dihubungkan pada pin D4 pada nodeMCU

TABEL 1
INPUT OUTPUT SISTEM PEMANTAU SUHU

Pin NodeMCU	Sensor/Aktuator
D4, Vcc, Ground	Sensor DS18B20
D8, Ground	LED Hijau
D0, Ground	LED Merah
D0, Ground	Buzzer



Gambar 5. Flowchart Sistem Pemantau Suhu

ESP8266 yang akan dikirimkan pada LCD 16x2 dan *website* Thingspeak melalui jaringan wifi. *Input* dan *output* pada nodeMCU dapat dilihat pada Tabel 1.

B. Perancangan Software

Perancangan *software* pada penelitian ini menggunakan *software* Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram nodeMCU dalam bahasa C++. Pembuatan diagram alir (*flowchart*) dilakukan sebelum melakukan pemrograman menggunakan *software* Visio, diagram alir (*flowchart*) dapat dilihat pada Gambar 5. Diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 5 menunjukkan sistem kerja pemantau suhu menggunakan sensor DS18B20.

Sistem pemantau suhu diawali dengan pemberian tegangan input dari *power bank* ke mikrokontroler nodeMCU, lalu memulai inisialisasi program, ketiga sensor suhu DS18B20 hidup dan membaca suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan. Pada sensor suhu 1 (suhu *cooler box*) terdapat keputusan (*decision*), jika nilai suhu dalam *cooler box* kurang dari sama dengan 20°C, maka *buzzer* dan indikator LED Merah akan menyala, dilanjutkan untuk ditampilkan pada LCD 16x2 dan *website* Thingspeak, jika nilai suhu dalam *cooler box* lebih dari 20°C, maka data juga tetap dilanjutkan untuk ditampilkan pada LCD 16x2 dan *website* Thingspeak. Data yang terbaca pada sensor 2 dan 3 (suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC) dan suhu ruangan) tidak terdapat keputusan (*decision*), kemudian data ditampilkan pada LCD 16x2 dan *website* Thingspeak. Selanjutnya terdapat keputusan (*decision*) data dari ketiga sensor suhu untuk ditampilkan pada *website* Thingspeak, jika *website* Thingspeak dan jaringan terkoneksi internet oleh sinyal wifi yang dikirim oleh nodeMCU ESP8266, maka indikator LED Hijau akan menyala, jika *website* Thingspeak dan jaringan tidak terkoneksi, terjadi proses perulangan (*looping*) hingga nodeMCU ESP8266 terkoneksi dengan *website* Thingspeak. Proses sistem pemantau suhu ini dilakukan terus menerus atau diulang (*looping*).

C. Uji Kualitas Sensor

Untuk membuktikan akurasi dari ketiga sensor DS18B20 pada penelitian ini, digunakan pengujian hipotesis dengan metode analisis data yang telah didapat dari suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan. Analisis data kualitas sensor diuji menggunakan uji akurasi dan uji-t sampel independen [24]. Sebelum dilakukan uji-t sampel independen terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan metode *Levene's Test* dari data suhu ketiga sensor sebagai prasyarat dilakukannya uji-t [25]. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak dan uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data memiliki varians yang homogen. Tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dengan toleransi kesalahan sebesar 5% ($\alpha=0,05$) [26]. Dengan demikian, berikut adalah hipotesis statistik dan hipotesis penelitian dalam perhitungan uji-t sampel independen untuk uji kualitas sensor adalah sebagai berikut.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Rerata pengukuran sensor suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan pada sensor sama dengan pengukuran pada alat ukur sebenarnya (termometer digital).

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$: Rerata pengukuran sensor suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan pada sensor tidak sama dengan pengukuran pada alat ukur sebenarnya (termometer digital).

Kemudian untuk menentukan diterima atau tidaknya kesimpulan dari hipotesis statistik dan hipotesis penelitian uji kualitas sensor dalam perhitungan uji-t sampel independen pada penelitian ini, didasarkan pada kriteria berikut.

$\text{Sig} > \alpha$, H_0 diterima/ H_a tidak diterima

$\text{Sig} < \alpha$: , H_0 tidak diterima/ H_a diterima

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem pemantau suhu dengan sensor DS18B20 bertujuan untuk memantau dan mengetahui performansi dari sensor suhu, apakah telah berfungsi dengan baik untuk membaca data suhu *cooler box*, suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan suhu ruangan berdasarkan parameter-parameter yang ada. Terdapat dua pengujian pada data ini, yaitu menggunakan uji akurasi dan uji-t sampel independen. Pengukuran suhu pada tiga tempat menggunakan sensor suhu DS18B20 maupun thermometer digital sebagai komparator, masing-masing pengukuran menggunakan sampel sebanyak 85 sampel dengan waktu pengambilan sampel setiap lima menit. Data hasil pengukuran suhu di tiga tempat yang berbeda pada *cooler box* dapat dilihat pada Tabel 2.

A. Akurasi Sensor DS18B20

Perhitungan nilai akurasi dari ketiga sensor suhu bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat tiga sensor suhu DS18B20 dalam mendeteksi suhu dengan pembandingan nilai dari data suhu thermometer digital. Pembandingan dengan thermometer digital ini digunakan untuk menghitung persentase *error* sebagai ralat sistematis, dengan Persamaan (1).

$$\%Error = \left| \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Referensi}}{\text{Nilai Referensi}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

TABEL 2
 HASIL PENGUKURAN SUHU

No	Waktu	Suhu Cooler Box (sensor)	Suhu Cooler Box (termometer)	Suhu Thermoelectric Cooler (sensor)	Suhu Thermoelectric Cooler (termometer)	Suhu Ruangan (sensor)	Suhu Ruangan (termometer)
1	08.15	28,81	29,1	28,44	28,8	29,5	29,5
2	08.20	28,44	29,1	28,94	28,9	29,5	29,7
3	08.25	25,06	25,2	29,5	29,3	29,44	29,4
4	08.30	26,19	26,3	31,31	30,8	29,63	29,4
5	08.35	29	29	35	34,6	30,13	29,8
6	08.40	19,63	18,7	23,5	23,7	29,38	29,3
7	08.45	17,5	17,8	20,5	20,7	27,5	28,2
8	08.50	18,38	18,5	20,88	20,9	26,5	26,9
9	08.55	20,88	19,7	23,13	22,8	26,63	26,7
10	09.00	22,94	21,4	25	24,4	27,25	27
...	...	...	...	...	...	...	...
85	15.15	15,31	14,8	20,13	20,2	31,75	31,7
Rerata		18,07	17,83	22,07	22	29,60	29,58

TABEL 3
 HASIL PERHITUNGAN AKURASI SENSOR PADA COOLER BOX

No	Waktu	Suhu Cooler Box (sensor)	Suhu Cooler Box (termometer)	Nilai Sensor- Nilai Referensi	Error (%)	Akurasi (%)
1	08.15	28,81	29,1	0,29	1,00	99,00
2	08.20	28,44	29,1	0,66	2,27	97,73
3	08.25	25,06	25,2	0,14	0,56	99,44
4	08.30	26,19	26,3	0,11	0,42	99,58
5	08.35	29	29	0,00	0,00	100,00
6	08.40	19,63	18,7	0,93	4,97	95,03
7	08.45	17,5	17,8	0,30	1,69	98,31
8	08.50	18,38	18,5	0,12	0,65	99,35
9	08.55	20,88	19,7	1,18	5,99	94,01
10	09.00	22,94	21,4	1,54	7,20	92,80
...	...	...	...	...	...	...
85	15.15	15,31	14,8	0,51	3,45	96,55
Rerata				0,37	2,20	97,80

1) Akurasi Sensor pada Cooler Box

Berdasarkan Tabel 3 perhitungan sensor suhu DS18B20 di dalam *cooler box* pada pukul 08.15 memiliki akurasi suhu sebesar 99%, pada pukul 08.20 memiliki akurasi suhu sebesar 97,73%, pada pukul 08.25 memiliki akurasi suhu sebesar 99,44%, pada pukul 08.30 memiliki akurasi suhu sebesar 99,58%, pada pukul 08.35 memiliki akurasi suhu sebesar 100%, pada pukul 08.40 memiliki akurasi suhu sebesar 95,03%, pada pukul 08.45 memiliki akurasi suhu sebesar 98,31%, pada pukul 08.50 memiliki akurasi suhu sebesar 99,35%, pada pukul 08.55 memiliki akurasi suhu sebesar 94,01%, pada pukul 09.00 memiliki akurasi suhu sebesar 92,80%, ..., dan pada pukul 15.15 memiliki akurasi suhu sebesar 96,55%. Pada data tersebut dari 85 sampel yang dihitung memiliki rerata akurasi sebesar 97,80%, dapat disimpulkan bahwa jangkauan nilai data tersebut tidak berbeda jauh antara sensor dan termometer digital.

2) Akurasi Sensor pada Thermoelectric Cooler (TEC)

Berdasarkan Tabel 4 perhitungan sensor suhu DS18B20 di *Thermoelectric Cooler* (TEC) pada pukul 08.15 memiliki akurasi suhu sebesar 98,75%, pada pukul 08.20 memiliki akurasi suhu sebesar 99,86%, pada pukul 08.25 memiliki akurasi suhu sebesar 99,32%, pada pukul 08.30 memiliki akurasi suhu sebesar 98,34%, pada pukul 08.35 memiliki akurasi suhu sebesar 98,84%, pada pukul 08.40 memiliki akurasi suhu sebesar 99,16%, pada pukul 08.45 memiliki akurasi suhu sebesar 99,03%, pada pukul 08.50 memiliki akurasi suhu sebesar 99,9%, pada pukul 08.55 memiliki akurasi suhu sebesar 98,55%, pada pukul 09.00 memiliki akurasi suhu sebesar 97,54%, ..., dan pada pukul 15.15 memiliki akurasi suhu sebesar 99,65%. Pada data tersebut dari 85 sampel yang dihitung memiliki rerata akurasi sebesar 98,56%, dapat disimpulkan bahwa jangkauan nilai data tersebut tidak berbeda jauh antara sensor dan termometer digital.

3) Akurasi Sensor pada Ruangan

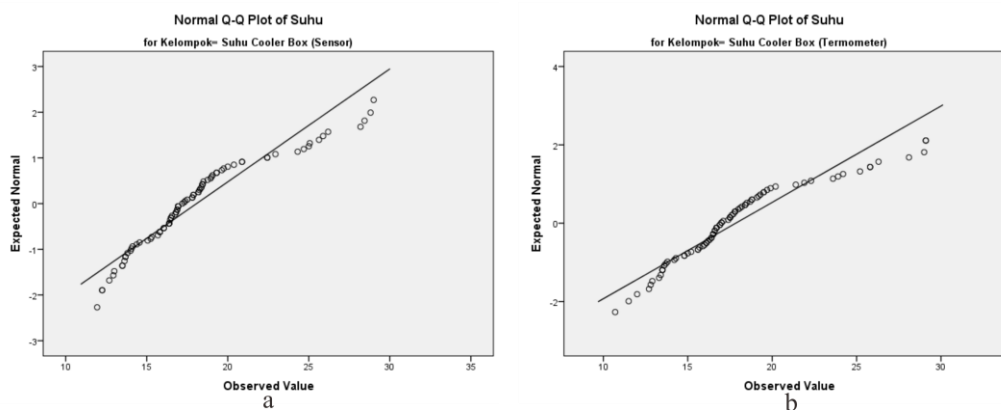
Berdasarkan Tabel 5 perhitungan sensor suhu DS18B20 di ruangan uji pada pukul 08.15 memiliki akurasi suhu sebesar 100%, pada pukul 08.20 memiliki akurasi suhu sebesar 99,33%, pada pukul 08.25

TABEL 4
 HASIL PERHITUNGAN AKURASI SENSOR PADA THERMOELECTRIC COOLER (TEC)

No	Waktu	Suhu Thermoelectric Cooler (sensor)	Suhu Thermoelectric Cooler (termometer)	Nilai Sensor- Nilai Referensi	Error (%)	Akurasi (%)
1	08.15	28,44	28,8	0,36	1,25	98,75
2	08.20	28,94	28,9	0,04	0,14	99,86
3	08.25	29,5	29,3	0,20	0,68	99,32
4	08.30	31,31	30,8	0,51	1,66	98,34
5	08.35	35	34,6	0,40	1,16	98,84
6	08.40	23,5	23,7	0,20	0,84	99,16
7	08.45	20,5	20,7	0,20	0,97	99,03
8	08.50	20,88	20,9	0,02	0,10	99,90
9	08.55	23,13	22,8	0,33	1,45	98,55
10	09.00	25	24,4	0,60	2,46	97,54
...	...	...	...	...	...	...
85	15.15	20,13	20,2	0,07	0,35	99,65
		Rerata		0,32	1,44	98,56

TABEL 5
 HASIL PERHITUNGAN AKURASI SENSOR PADA RUANGAN

No	Waktu	Suhu Ruangan (sensor)	Suhu Ruangan (termometer)	Nilai Sensor- Nilai Referensi	Error (%)	Akurasi (%)
1	08.15	29,5	29,5	0,00	0,00	100,00
2	08.20	29,5	29,7	0,20	0,67	99,33
3	08.25	29,44	29,4	0,04	0,14	99,86
4	08.30	29,63	29,4	0,23	0,78	99,22
5	08.35	30,13	29,8	0,33	1,11	98,89
6	08.40	29,38	29,3	0,08	0,27	99,73
7	08.45	27,5	28,2	0,70	2,48	97,52
8	08.50	26,5	26,9	0,40	1,49	98,51
9	08.55	26,63	26,7	0,07	0,26	99,74
10	09.00	27,25	27	0,25	0,93	99,07
...	...	...	...	...	...	...
85	15.15	31,75	31,7	0,05	0,16	99,84
		Rerata		0,10	0,33	99,67



Gambar 6. (a) Plot Data Uji Normalitas pada Cooler Box (Sensor), (b) Plot Data Uji Normalitas pada Cooler Box (Termometer)

memiliki akurasi suhu sebesar 99,86%, pada pukul 08.30 memiliki akurasi suhu sebesar 99,22%, pada pukul 08.35 memiliki akurasi suhu sebesar 98,89%, pada pukul 08.40 memiliki akurasi suhu sebesar 99,73%, pada pukul 08.45 memiliki akurasi suhu sebesar 97,52%, pada pukul 08.50 memiliki akurasi suhu sebesar 98,51%, pada pukul 08.55 memiliki akurasi suhu sebesar 99,74%, pada pukul 09.00 memiliki akurasi suhu sebesar 99,07%, ..., dan pada pukul 15.15 memiliki akurasi suhu sebesar 99,84%. Pada data tersebut dari 85 sampel yang dihitung memiliki rerata akurasi sebesar 99,67%, dapat disimpulkan bahwa jangkauan nilai data tersebut tidak berbeda jauh antara sensor dan termometer digital.

B. Uji-T Sampel Independen

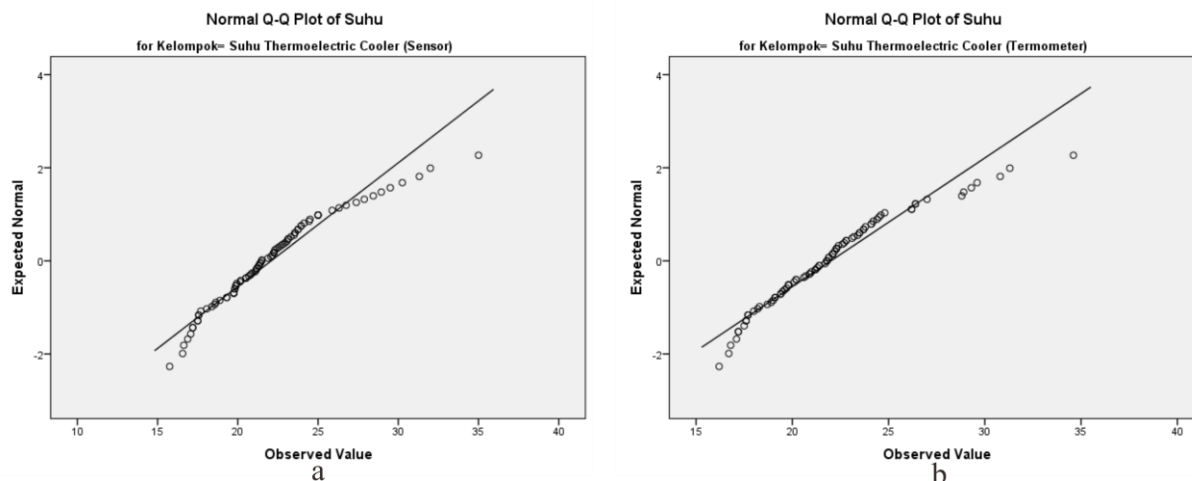
Uji-t sampel independen pada penelitian ini digunakan untuk menguji dan mengetahui apakah data yang terbaca dari tiga sensor suhu DS18B20 memiliki kesamaan atau tidak dengan termometer digital (alat referensi) sebagai komparator nya, dengan taraf signifikansi sebesar 5% ($\alpha=0,05$). Prasyarat untuk

TABEL 6
 HASIL UJI HOMOGENITAS PADA DATA SUHU COOLER BOX

Pengujian	Sig.	Alfa (α)	Kesimpulan
Levene's Test	0,888	0,05	Varians Homogen

TABEL 7
 HASIL UJI-T 2 SAMPEL INDEPENDEN PADA DATA SUHU COOLER BOX

Pengujian	Sig. (2-tailed)	Alfa (α)	Kesimpulan
T-Test	0,708	0,05	Tidak Berbeda Secara Nyata



Gambar 7. (a) Plot Data Uji Normalitas pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) (Sensor), (b) Plot Data Uji Normalitas pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) (Termometer)

melakukan uji-t sampel independen menggunakan uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan metode *Levene's Test*. Perhitungan dari uji-t dilakukan dengan bantuan *software* IBM SPSS 22.

1) Uji-T Sensor Suhu pada Cooler Box

a. Uji Normalitas

Pada Gambar 6 dapat diketahui bahwa dua data dari uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* pada *cooler box* (sensor) dan *cooler box* (termometer) sudah memenuhi uji normalitas. Hal ini didasarkan pada data *ploting* dari titik pada gambar keduanya mengikuti garis diagonal sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh memiliki distribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Berdasarkan pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa uji homogenitas dari dua data menggunakan metode *Levene's Test* pada *cooler box* (sensor) dan *cooler box* (termometer) merupakan data dengan varians yang homogen. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi ($0,888 > \alpha$ ($0,05$)), sehingga H_0 diterima.

c. Uji-T

Setelah dilakukan analisis uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan metode *Levene's Test* dapat disimpulkan bahwa keduanya lolos sebagai prasyarat uji-t dari pada masing-masing 85 data sampel suhu *cooler box* (sensor) dan *cooler box* (termometer). Berdasarkan pada Tabel 7 didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar ($0,708$), nilai tersebut lebih dari nilai α ($0,05$), sehingga H_0 diterima, yang menyatakan bahwa pengukuran sensor suhu *cooler box* pada sensor sama dengan pengukuran pada alat ukur sebenarnya (termometer digital).

2) Uji-T Sensor Suhu pada Thermoelectric Cooler (TEC)

a. Uji Normalitas

Pada Gambar 7 dapat diketahui bahwa dua data dari uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) (sensor) dan *Thermoelectric Cooler* (TEC) (termometer) sudah memenuhi uji normalitas. Hal ini didasarkan pada data *ploting* dari titik pada gambar keduanya mengikuti garis diagonal sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh memiliki distribusi normal.

TABEL 8
HASIL UJI HOMOGENITAS PADA DATA SUHU *THERMOELECTRIC COOLER* (TEC)

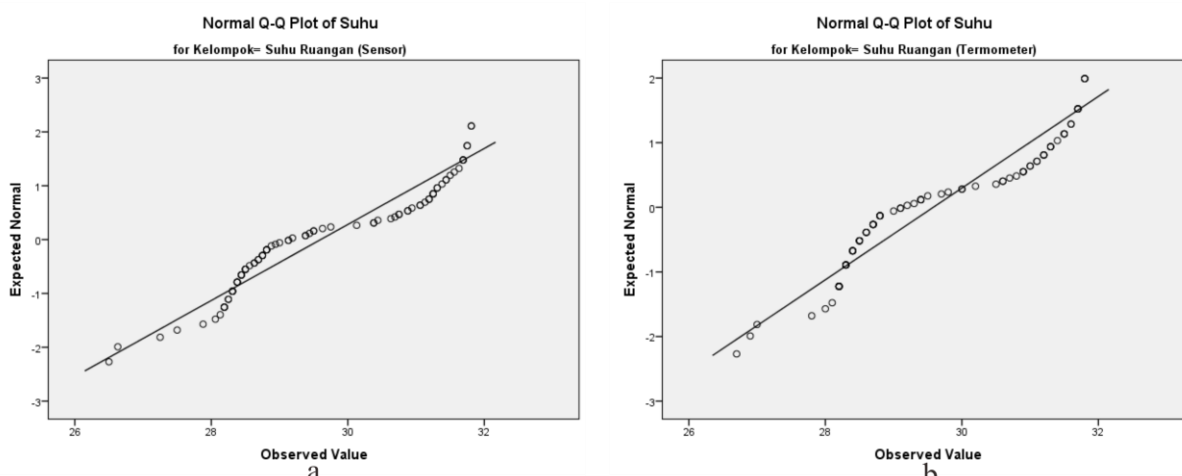
Pengujian	Sig.	Alfa (α)	Kesimpulan
<i>Levene's Test</i>	0,732	0,05	Varians Homogen

TABEL 9
HASIL UJI-T 2 SAMPEL INDEPENDEN PADA DATA SUHU *THERMOELECTRIC COOLER* (TEC)

Pengujian	Sig. (2-tailed)	Alfa (α)	Kesimpulan
<i>T-Test</i>	0,901	0,05	Tidak Berbeda Secara Nyata

TABEL 10
HASIL UJI HOMOGENITAS PADA DATA SUHU RUANGAN

Pengujian	Sig.	Alfa (α)	Kesimpulan
<i>Levene's Test</i>	0,993	0,05	Varians Homogen



Gambar 8. (a) Plot Data Uji Normalitas pada Ruangan (Sensor), (b) Plot Data Uji Normalitas pada Ruangan (Termometer)

b. Uji Homogenitas

Berdasarkan pada Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa uji homogenitas dari dua data menggunakan metode *Levene's Test* pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) (sensor) dan *Thermoelectric Cooler* (TEC) (termometer) merupakan data dengan varians yang homogen. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi (0,732) > nilai α (0,05), sehingga H_0 diterima.

c. Uji-T

Setelah dilakukan analisis uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan metode *Levene's Test* dapat disimpulkan bahwa keduanya lolos sebagai prasyarat uji-t dari pada masing-masing 85 data sampel suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC) (sensor) dan *Thermoelectric Cooler* (TEC) (termometer). Berdasarkan pada Tabel 9 didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar (0,901), nilai tersebut lebih dari nilai α (0,05), sehingga H_0 diterima, yang menyatakan bahwa pengukuran sensor suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC) pada sensor sama dengan pengukuran pada alat ukur sebenarnya (termometer digital).

3) Uji-T Sensor Suhu pada Ruangan

a. Uji Normalitas

Pada Gambar 8 dapat diketahui bahwa dua data dari uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* pada ruangan (sensor) dan ruangan (termometer) sudah memenuhi uji normalitas. Hal ini didasarkan pada data *ploting* dari titik pada gambar keduanya mengikuti garis diagonal sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh memiliki distribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Berdasarkan pada Tabel 10 dapat disimpulkan bahwa uji homogenitas dari dua data menggunakan metode *Levene's Test* pada ruangan (sensor) dan ruangan (termometer) merupakan data dengan varians yang homogen. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi (0,993) > nilai α (0,05), sehingga H_0 diterima.

c. Uji-T

Setelah dilakukan analisis uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan metode *Levene's Test* dapat disimpulkan bahwa keduanya lolos sebagai prasyarat uji-t dari pada masing-masing 85 data sampel suhu ruangan (sensor) dan ruangan (termometer). Berdasarkan pada Tabel 11

TABEL 11
 HASIL UJI-T 2 SAMPEL INDEPENDEN PADA DATA SUHU RUANGAN

Pengujian	Sig. (2-tailed)	Alfa (α)	Kesimpulan
T-Test	0,925	0,05	Tidak Berbeda Secara Nyata



Gambar 9. Grafik Pengukuran Sensor DS18B20 pada Website Thingspeak

didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar (0,925), nilai tersebut lebih dari nilai α (0,05), sehingga H_0 diterima, yang menyatakan bahwa pengukuran sensor suhu ruangan pada sensor sama dengan pengukuran pada alat ukur sebenarnya (termometer digital).

C. Hasil Pengujian Sistem Pemantau Suhu

Pemantauan sensor suhu DS18B20 pada penelitian ini berbasis telemetri atau pengukuran jarak jauh, dimana hasil pembacaan sensor dikoneksikan ke website Thingspeak melalui jaringan wifi oleh nodeMCU ESP8266 [21], [27]. Thingspeak merupakan platform analisis data untuk menampilkan dan memvisualisasikan pembacaan sensor secara *real time* [19]. Hasil pembacaan sensor tersebut kemudian diolah secara sistematis oleh website Thingspeak dalam bentuk grafik dan dapat diunduh dalam bentuk tabel. Data sensor yang sudah disusun secara struktural oleh Thingspeak kemudian diolah dan diuji menggunakan uji akurasi dan uji-t sampel independen. Pembacaan sensor dengan website Thingspeak sangat memudahkan pengguna (*user*) dalam memantau kondisi *cooler box* meskipun tidak berada langsung di tempat tersebut [21], [23], [27]. Tampilan *interface* pembacaan sensor suhu DS18B20 yang diletakkan pada *cooler box*, *Thermoelectric Cooler* (TEC), dan ruangan pada website Thingspeak dapat dilihat pada Gambar 9.

D. Hasil Pengujian Alat

Pemanfaatan *cooler box* pada penelitian ini memiliki dua sistem utama yaitu sistem pendingin menggunakan *Thermoelectric Cooler* (TEC) seri TEC1-12706 dan sistem pemantau suhu menggunakan sensor DS18B20 berbasis telemetri dengan memanfaatkan website Thingspeak sebagai pemantau suhu secara *real time*. *Cooler box* berukuran 34cm × 34cm × 34cm dengan *box styrofoam* sebagai media penyimpan ikan dalam *cooler box* berukuran 26cm × 12cm × 30cm yang dapat menampung sebanyak 9,36 liter. Dua buah *Thermoelectric Cooler* (TEC) disusun secara paralel sebagai sumber suhu dingin pada *cooler box*. Rangkaian paralel pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) sesuai untuk menjaga kualitas



Gambar 10. (a) Desain 3D Cooler Box, (b) Cooler Box



Gambar 11. (a) Ikan A Sebelum Dipantau, (b) Ikan B Sebelum Dipantau

dan mutu bahan mentah seperti ikan hasil tangkapan nelayan [12]. Perbedaan suhu pada sisi panas dan dingin *Thermoelectric Cooler* (TEC) $\pm 30^{\circ}\text{C}$, maka dari itu dalam penelitian ini ditambahkan bak air sebagai sirkulasi air yang dapat menampung air sebanyak 2 liter dan dihubungkan oleh *water block* untuk penggunaan jangka panjang [10]. Penggantian air dilakukan sebanyak 16 kali selama 7 jam ketika suhu air mencapai $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut digunakan untuk membuang rugi-rugi tegangan karena *overheat* dari sisi panas *Thermoelectric Cooler* (TEC) [11]. Desain 3D cooler box dan cooler box dapat dilihat pada Gambar 10.

Sampel ikan diambil sebanyak dua buah dengan penamaan ikan A dan ikan B di Pantai Depok Yogyakarta sesaat setelah kapal nelayan mendarat di tepi pantai pada pukul 07.48 WIB. Ikan yang diperoleh nelayan beraneka ragam salah satunya ikan selar tetengkek (*Megalaspis cordyla*) [28]. Ikan selar tetengkek (*Megalaspis cordyla*) merupakan salah satu ikan yang kerap ditangkap nelayan di Pantai Depok Yogyakarta, ciri morfologinya adalah bulat memanjang dengan sirip yang meruncing dan tangkai ekor mengecil kokoh [28][29]. Pengujian pada ikan A seberat 248 gram dan ikan B seberat 250 gram dimulai setelah membeli ikan lalu ditempatkan pada cooler box dengan *Thermoelectric Cooler* (TEC), kemudian dipantau setiap 5 menit selama 7 jam. Pemantauan suhu menggunakan *website* Thingspeak dimulai pukul 08.15 WIB hingga pukul 15.15 WIB. Suhu penyimpanan optimum untuk mempertahankan kualitas dan mutu ikan hasil tangkapan dalam satu hari agar terhindar dari pembusukan adalah $0^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ [3][30][31]. Sampel ikan A dan ikan B yang didapatkan nelayan di Pantai Depok Yogyakarta sebelum dipantau menggunakan cooler box dapat dilihat pada Gambar 11.

Berdasarkan Gambar 11 dapat diketahui bahwa kenampakan ikan A dan B secara organoleptik berdasarkan (SNI 2729:2013) pada bagian mata, bola mata cembung, kornea dan pupil jernih dan mengkilap. Pada lendir permukaan badan, lapisan lendir jernih, transparan, dan mengkilap. Kondisi bau sangat segar dan spesifik jenis kuat. Tekstur ikan padat, kompak, sangat elastis. Berdasarkan hal tersebut kondisi ikan A dan ikan B yang didapatkan nelayan di Pantai Depok Yogyakarta sebelum dipantau dikategorikan dalam ikan segar [3]. Setelah dilakukan pengamatan selama 7 jam sampel ikan A dan B dengan perlakuan ikan A ditempatkan pada cooler box dengan rerata suhu cooler box sebesar $18,07^{\circ}\text{C}$ dan ikan B diletakkan pada suhu ruangan dengan rerata suhu ruang sebesar $29,6^{\circ}\text{C}$ mengalami



Gambar 12. (a) Ikan A Setelah Dipantau, (b) Ikan B Setelah Dipantau

perubahan yang signifikan secara organoleptik. Sampel ikan A dan ikan B setelah dipantau menggunakan *cooler box* dapat dilihat pada Gambar 12.

Berdasarkan Gambar 12 dapat diketahui bahwa kenampakan ikan A secara organoleptik berdasarkan (SNI 2729:2013) pada bagian mata, bola mata cembung, kornea dan pupil jernih dan mengkilap. Pada lendir permukaan badan, lapisan lendir jernih, transparan, kering kesat, dan mengkilap. Kondisi bau sangat segar dan spesifik jenis. Tekstur ikan padat, kompak, elastis [3]. Berdasarkan hal tersebut kondisi ikan A yang telah dipantau menggunakan *cooler box* dikategorikan dalam ikan segar. Sedangkan, kenampakan ikan B secara organoleptik berdasarkan (SNI 2729:2013) pada bagian mata, bola mata agak cekung, kornea agak keruh, dan pupil agak keabu-abuan. Pada lendir permukaan badan, lapisan lendir mulai keruh. Kondisi bau, bau busuk kuat. Tekstur ikan lunak dan kurang elastis [3]. Berdasarkan hal tersebut kondisi ikan B yang telah dipantau menggunakan *cooler box* dikategorikan dalam ikan tidak segar atau busuk. Sehingga dari pengamatan dari sampel ikan A dan ikan B sebelum dan sesudah pemantauan, *cooler box* dengan menggunakan sensor DS18B20 berbasis telemetri dan memanfaatkan *website* Thingspeak sebagai bakteriostatik ikan hasil tangkapan nelayan dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan membuat kondisi fisik ikan stabil pasca mortem.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian sistem pemantau suhu *cooler box* berbasis telemetri dengan *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebagai bakteriostatik pada ikan dan memanfaatkan *website* Thingspeak sebagai pemantau suhu secara *real time*, sistem pemantau suhu *cooler box* dapat digunakan dengan baik dan dapat menjaga kualitas serta mutu ikan hasil tangkapan nelayan. Berdasarkan pengamatan organoleptik, hasil penelitian kondisi ikan A dan ikan B setelah dipantau selama 7 jam yaitu kondisi ikan A pada *cooler box* dikategorikan dalam ikan segar, sedangkan kondisi ikan B yang didiamkan dalam suhu ruangan dikategorikan dalam ikan tidak segar atau busuk. Uji akurasi menunjukkan bahwa jangkauan nilai data dari tiga sensor tidak berbeda jauh antara sensor dan termometer digital dengan nilai akurasi suhu *cooler box* sebesar 97,8%, nilai akurasi suhu *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebesar 98,56%, dan nilai akurasi suhu ruangan sebesar 99,67%. Hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* pada data suhu ketiga sensor menunjukkan hasil *ploting* dari titik pada gambar mengikuti garis diagonal, hal tersebut mengindikasikan bahwa data ketiga sensor suhu berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas menggunakan metode *Levene's Test* pada *cooler box* nilai signifikansi (0,888), pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) nilai signifikansi (0,732), dan pada ruangan nilai signifikansi (0,993). Hasil uji homogenitas dari ketiga data nilai signifikansi melebihi nilai α (0,05), sehingga H_0 diterima dan data bervariasi homogen. Hasil uji-t sampel independen pada *cooler box* nilai signifikansi (2-tailed) sebesar (0,708), pada *Thermoelectric Cooler* (TEC) nilai signifikansi (2-tailed) sebesar (0,901), dan pada ruangan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar (0,925). Ketiga data uji-t sampel independen melebihi nilai α (0,05), hal tersebut menunjukkan bahwa data suhu dari tiga sensor tidak berbeda secara nyata. Uji tersebut menandakan bahwa ketiga sensor suhu DS18B20 akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing, editor, dan *reviewer* atas saran dan masukan yang telah

membantu dalam proses penerbitan naskah ini. Terima kasih juga kepada dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan, laboran, dan teman-teman yang telah mendukung dalam penelitian ini serta memberikan bantuan moral maupun material. Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Ali, L. Y. Prakoso, and D. Sianturi, "Strategi Pertahanan Laut dalam Menghadapi Ancaman Keamanan maritim di Wilayah Laut Indonesia," *Strateg. Pertahanan Laut*, vol. 6, no. 2, pp. 169–188, 2021.
- [2] BPS, *Buku Statistik Indonesia*. Jakarta: BPS Jakarta, 2016.
- [3] SNI, "SNI 2729:2013 Ikan Segar," *Badan Standarisasi Nas.*, pp. 1–15, 2013.
- [4] Kemdikbud, *Dasar-dasar Teknik Penangkapan Ikan, Penanganan, dan Penyimpanan Hasil Tangkap*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2018.
- [5] S. Deni, "Karakteristik Mutu Ikan Selama Penanganan," *J. Ilm. Agribisnis dan Perikan. (agrian UMMU-Ternate)*, vol. 8, no. 2, pp. 72–80, 2015.
- [6] R. Susanti and F. Febriana, *Teknologi Enzim*. Yogyakarta: Andi, 2017.
- [7] I. A. Abriana, *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Ikan: Fish Processing and Preservation Technology (IND SUB) (Vol. 1)*. Celebes Media Perkasa, 2017.
- [8] I. R. Wibowo, Y. Darmanto, and A. D. Anggo, "Pengaruh Cara Kematian dan Tahapan Penurunan Kesegaran Ikan Terhadap Kualitas Pasta Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)," *J. Pengolah. dan Bioteknol. Has. Perikan.*, vol. 3, no. 3, pp. 95–103, 2014.
- [9] B. Vatria, "Pengolahan Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos*) Tanpa Duri," *e-Journals Iprekas POLNEP*, 2013.
- [10] J. Delly, M. Hasbi, and I. F. Alkhoiron, "Studi Penggunaan Modul Thermoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Portable," *ENTHALPY (Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin)*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2016.
- [11] M. Zola, L. Cahyadi, and T. Alamsyah, "Cooler Box dengan Thermoelectric Cooler dengan Monitoring Suhu Berbasis Labview dan IoT," *POLITEKNOLOGI*, vol. 17, no. 2, pp. 145–154, 2018.
- [12] L. P. I. Midiani and I. B. G. Widiantra, "Analisis Performansi (COP) Thermoelectric Cooler dengan Perangkaian Seri dan Paralel," *J. Log.*, vol. 13, no. 2, pp. 91–95, 2013.
- [13] E. S. Rahman, D. D. Andayani, and I. Suardi, "PKM kotak pendingin kelompok penjual ikan keliling Kelurahan Bontoa," in *Prosiding Seminar Nasional LPPM UNM*, 2019, pp. 254–257.
- [14] K. U. Bramantyo and I. M. Arsana, "Aplikasi Pendingin Elektrik TEC1-12706 dan TEC1-12715 dengan Heatsink pada Cooler Box Semi Konduktor," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 153–158, 2019.
- [15] N. Abas, A. R. Kalair, N. Khan, A. Haider, Z. Saleem, and M. S. Saleem, "Natural and synthetic refrigerants, global warming: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 90, no. February, pp. 557–569, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.03.099.
- [16] B. O. Bolaji and Z. Huan, "Ozone depletion and global warming : Case for the use of natural refrigerant – a review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 18, pp. 49–54, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.10.008.
- [17] M. Kristiyanti, "Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Pantai Melalui Pendekatan ICZM (Integrated Coastal Zone Management)," in *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers UNISBANK (Sendi_U) Ke-2*, 2016, no. 180, pp. 752–760.
- [18] R. Mardiana, Lidyawati, and M. Zulfikri, "Identifikasi Formalin Pada Ikan Segar di Pelabuhan Pendaratan Ikan Idi Rayeuk Kabupaten Aceh Timur," *J. Pharm. Heal. Res.*, vol. 1, no. 3, pp. 77–82, 2020, [Online]. Available: <http://ejurnal.seminar-id.com/index.php/jharma/article/view/597>.
- [19] A. A. G. Ekayana, "Implementasi dan Analisis Data Logger Sensor Temperature Menggunakan Web Server Berbasis Embedded System," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuruan.*, vol. 17, no. 1, p. 64, 2020, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22411.
- [20] Handayani, D. Titisari, and Sumber, "Perancangan Media Kalibrasi Termometer Suhu Badan dengan Sensor Ds18b20 Berbasis Arduino," in *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya*, 2019, pp. 161–166.
- [21] Periyaldi, A. Bramanto, and A. Wajiansyah, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (MQTT)," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 6, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.32487/jtt.v6i1.435.
- [22] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [23] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.
- [24] M. A. Widiyanto, *Statistika Terapan*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013.
- [25] G. Kurniadi and J. P. Purwaningrum, "Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa Melalui Discovery Learning Berbantuan Asesmen Hands On Activities," *J. Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–13, 2018.
- [26] S. T. Wahyudi, *Statistika Ekonomi: Konsep, Teori, Dan Penerapan*. Universitas Brawijaya Press, 2017.
- [27] S. Arrafat and Wildian, "Rancang Bangun Sistem Telemetri Pemantauan Temperatur Tubuh Pasien Menggunakan Sensor DS18B20 dan Transceiver nRF24L01 +," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 2, pp. 198–204, 2021.
- [28] Kurniawan, Asmarita, and O. Supratman, "Identifikasi Jenis Ikan (Penamaan Lokal, Nasional dan Ilmiah) Hasil Tangkapan Utama (HTU) Nelayan dan Klasifikasi Alat Penangkap Ikan di Pulau Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," *Akuatik J. Sumberd. Perair.*, vol. 13, no. 1, pp. 42–51, 2019.
- [29] A. Setyaningrum, H. B. Setyorini, and E. Masduqi, "Strategi Pengembangan Pariwisata Berbasis Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut di Pantai Depok Daerah Istimewa Yogyakarta," *J. Kebijak. Sosek KP*, vol. 7, no. 2, pp. 179–190, 2017.
- [30] A. I. Lesmana, U. Prayogi, and M. Taufiqurrohmah, "Penggunaan TEC (Thermo Electric Cooler) Sebagai Pendingin Palka Kapal Ikan Tradisional," in *Seminar Nasional Kelautan XIII*, 2018, pp. 105–115.
- [31] C. A. Lintang, T. W. Widodo, and D. Lelono, "Rancang Bangun Electronic Nose untuk Mendeteksi Tingkat Kebusukan Ikan Air Tawar," *IJEIS*, vol. 6, no. 2, pp. 129–140, 2016.