

Original paper

UJI KARAKTERISTIK SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN *MULTI-CHANNEL* MENGGUNAKAN PLATFORM *INTERNET OF THINGS (IoT)*

Erus Rustami*, Rima Fitria Adiati, Mahfuddin Zuhri, Ardian Arif Setiawan

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University

Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

*Email : erus.rustami@apps.ipb.ac.id

Received: 11 Januari 2022; revised: 2 Maret 2022; accepted: 15 April 2022

ABSTRAK

Telah berhasil dilakukan uji kinerja empat jenis sensor suhu dan kelembaban yang tersedia di pasaran, yaitu DHT22, BME280, SHT31 dan DS18B20. Sensor tersebut dihubungkan dengan WeMos D1 R1 ESP8266 yang bertugas untuk mengelola dan mengirimkan data ke platform internet of things (IoT) ThingSpeak. Pengiriman data menggunakan protokol message queue telemetry transport (MQTT) yang berdaya rendah (low-power) dan dapat diandalkan (reliable). Laman web ThingSpeak menampilkan grafik suhu dan kelembaban masing-masing sensor. Data suhu dan kelembaban tersebut dibandingkan dengan thermohygrometer sebagai referensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan suhu ruangan dengan nilai pembacaan yang tidak berbeda jauh dengan referensi. Secara umum, semua sensor bekerja dengan cukup baik yang ditandai dengan koefisien determinasi yang cukup tinggi pada kurva kalibrasi yaitu lebih dari 0,94 untuk suhu dan 0,96 untuk kelembaban.

Kata kunci: sensor suhu, sensor kelembaban, IoT, ThingSpeak, WeMos D1 board controller.

ABSTRACT

The performance analysis of four different temperature and humidity sensors, DHT22, BME280, SHT31 and DS18B20 has been done. The sensors are connected to WeMos D1 R1 ESP8266 which works to manage and send data to internet of things (IoT) platform ThinkSpeak. The data transfer uses low-power and reliable message queue telemetry transport (MQTT) protocol. The ThinkSpeak website shows the temperature and humidity graph for each sensor. The data are compared to thermohygrometer measurement as reference. The measurement shows that the sensors are capable of detecting changes of room temperature, with readings closely comparable to the reference. All the sensors performed well indicated by a high determination coefficient of calibration curve, namely above 0,94 for temperature and 0,96 for humidity.

Keywords: temperature sensors, humidity sensors, IoT, ThingSpeak, WeMos D1 board controller.

PENDAHULUAN

Suhu dan kelembaban merupakan besaran fisis yang sering diukur untuk menggambarkan keadaan sebuah sistem

makroskopis. Pengukuran suhu dan kelembaban dapat dilakukan dengan metode konvensional seperti menggunakan *thermohygrometer* ataupun terintegrasi

dengan perangkat elektronik. Beberapa sistem yang telah dikembangkan diantaranya pengukuran suhu dan kelembaban pada ruangan yang terkendali seperti *greenhouse* [1-3] dan kumbung jamur tiram [4] atau lingkungan bebas seperti pada aplikasi pertanian [5-7].

Perkembangan penelitian di bidang instrumentasi didorong oleh adanya kebutuhan akan data yang bersifat *real-time*, *in-situ*, dan akurasi tinggi. Secara khusus, pada beberapa aplikasi seperti *greenhouse* [1-3], gudang penyimpanan [8-10], dan yang lainnya, mengharuskan *monitoring* suhu dan kelembaban selama 24 jam. Kebutuhan pengukuran seperti ini sangat sulit dipenuhi dengan cara konvensional. Selain itu, berlimpahnya ketersediaan komponen elektronik berupa sensor dan papan pengendali (*controller board*) di pasaran dengan harga yang cukup terjangkau juga menjadi faktor pendorong perkembangan penelitian di bidang instrumentasi.

Beberapa jenis sensor suhu dan kelembaban sering digunakan dalam berbagai penelitian dan pendidikan diantaranya DHT11 [11-13] dan DHT22 [14-16]. Berdasarkan spesifikasi dan hasil pengujian, sensor DHT22 dilaporkan memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan sensor DHT11 [17]. Beberapa sensor suhu dan kelembaban lain yang juga sering digunakan adalah sensor BME280 [18,19], SHT31 [20], dan DSB1280 [21,22]. Sistem pengukuran berjalan dalam platform yang secara umum terbagi dua, yaitu yang bersifat *portable* serta *in-situ* dan yang berjalan pada platform berbasis *internet of things* (IoT). Platform IoT memiliki keunggulan pada pengelolaan data yang lebih mudah karena semua mengandalkan penyimpanan di *cloud*. Hanya saja platform ini membutuhkan infrastruktur pendukung yang lebih banyak, salah satunya adalah ketersediaan akses internet.

Saat ini, platform IoT lebih banyak digunakan untuk pengukuran suhu dan kelembaban dengan mengandalkan sensor

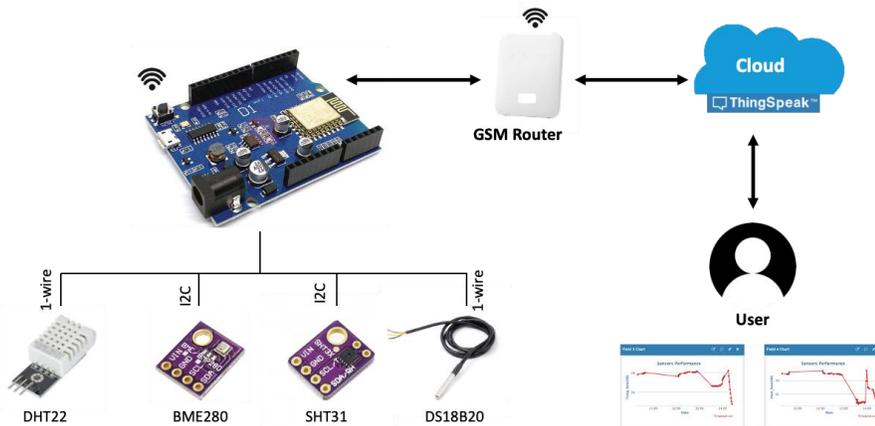
tunggal yang akurasinya sangat tergantung pada spesifikasi sensor. Hanya saja, sering kali pengukuran suhu dan kelembaban dengan sensor di lapangan menunjukkan hasil berbeda dengan *thermohygrometer* sebagai referensi. Berangkat dari adanya perbedaan antara spesifikasi dan pengujian dan banyaknya jenis sensor suhu dan kelembaban yang tersedia di pasaran, maka uji sensor menjadi penting untuk dilakukan. Hasil pengujian yang membandingkan nilai sensor dengan *thermohygrometer* dapat dijadikan sebagai rujukan kinerja sensor secara riil di lapangan. Informasi ini akan menjadi tambahan referensi bagi pengguna dalam mendesain dan menentukan sensor suhu dan kelembaban yang akan digunakan.

Pada penelitian ini dilakukan uji kinerja empat jenis sensor suhu dan kelembaban yang sering digunakan pada kegiatan penelitian dan pendidikan, yaitu DHT22, BME280, SHT31 dan DS18B20. Keempat sensor mengukur lingkungan yang sama dengan *thermohygrometer* sebagai referensi. Proses akuisisi dan pengolahan data dilakukan menggunakan platform IoT yang disediakan oleh ThingSpeak. Data keluaran berupa grafik yang menampilkan nilai suhu dan kelembaban yang dibandingkan nilai *thermohygrometer* dan kurva kalibrasi untuk semua sensor.

METODE

Alat, Bahan dan *Set-up* Eksperimen

Pengujian sensor suhu dan kelembaban memerlukan alat, bahan dan koneksi ke platform IoT. Alat dan bahan yang digunakan diantaranya laptop, multimeter digital, sensor suhu DHT22, BME280, SHT31, DS18B20, *thermohygrometer* HTC-1, *breadboard*, kabel *jumper*, kabel *micro USB type B*, modem GSM dan *microcontroller board* berbasis ESP8266-12 WeMos D1 R2 yang kompatibel dengan Arduino IDE. Sedangkan platform IoT yang digunakan adalah ThingSpeak dengan akun gratis yang dapat menampung maksimal 8 *field*.



Gambar 1. Skema sistem pengujian sensor suhu dan kelembaban *multi-channel* berbasis IoT

Pengujian respons sensor suhu dan kelembaban dilakukan di dalam ruang tertutup dengan mengatur suhu pada *air conditioner* (AC). Ukuran ruangan adalah 3 x 4 meter² dengan AC tipe 1 PK berada pada jarak sekitar 1,5 m dari sensor yang diuji. Suhu ruangan turun secara bertahap dari 27 °C sampai angka 16°C menurut nilai yang terbaca pada perangkat kendali AC. Pada saat pengujian, suhu dan kelembaban ruangan juga diukur menggunakan *thermo hygrometer* HTC-01 sebagai referensi.

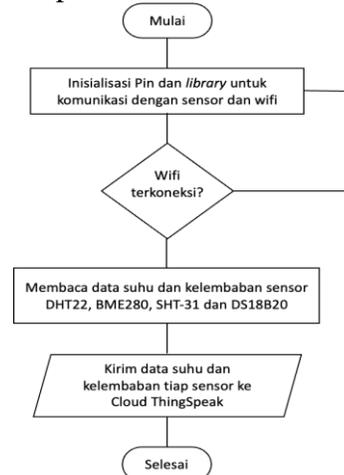
Diagram Blok Sistem dan Alur Pengujian

Pengujian sensor suhu dilakukan menggunakan platform IoT agar memudahkan dalam pengelolaan datanya. Gambar 1 memperlihatkan skematis sistem pengujian yang dilakukan. Modul WeMos D1 terhubung dengan empat buah sensor suhu dan kelembaban, yaitu: DHT22, BME280, SHT31, dan DS18B20. Setiap sensor berkomunikasi dengan WeMos melalui protokol yang sesuai berupa *inter integrated circuit* (I2C) dan *1-wire*. Selanjutnya, WeMos mengirimkan data suhu dan kelembaban via protokol *message queue telemetry transport* (MQTT) ke layanan awan (*cloud*) ThingSpeak menggunakan jaringan internet yang disediakan oleh GSM *router*.

Pengguna dapat mengakses data suhu dan kelembaban tiap sensor pada platform ThingSpeak dalam bentuk grafik yang mudah dipahami.

Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perangkat lunak dibuat menggunakan bahasa C pada Arduino IDE (*integrated development environment*). Secara umum, terdapat dua proses yang berlangsung yaitu membaca data suhu dan kelembaban tiap sensor dan mengirimkan data ke *cloud* ThingSpeak. Diagram alir perangkat lunak sistem pengujian sensor suhu dan kelembaban ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perangkat lunak pengujian sensor suhu dan kelembaban.

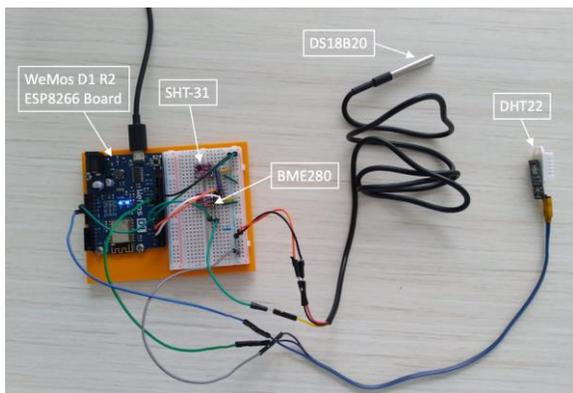
Pengumpulan dan Analisis Data

Data suhu dan kelembaban setiap sensor diunduh dari *cloud* Thingspeak dan dibandingkan dengan data referensi *thermohygrometer* HTC-01. Pengambilan data dilakukan secara tunggal dengan pertimbangan bahwa respons sensor langsung dibandingkan dengan referensi. Selain itu, ada kesulitan dalam mendapatkan titik-titik pengamatan yang sama pada saat ulangan pengujian sensor.

HASIL DAN DISKUSI

Pengujian Performa Platform IoT ThingSpeak

Sebelum dilakukan uji kinerja sensor suhu, pengujian dilakukan terhadap sistem akuisisi data dengan platform ThingSpeak. Platform menyediakan tujuh buah *field* yang menampung data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22, BME280 dan SHT31, dan data suhu dari sensor DS18B20. Gambar 3 menunjukkan rangkaian elektronik untuk menguji platform ThingSpeak.



Gambar 3. Rangkaian elektronik pengujian sensor suhu dan kelembaban dengan platform ThingSpeak.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data dari sensor ke *cloud* ThingSpeak. Tidak ada data yang hilang selama pengujian. Gambar 4 memperlihatkan dari grafik suhu dan

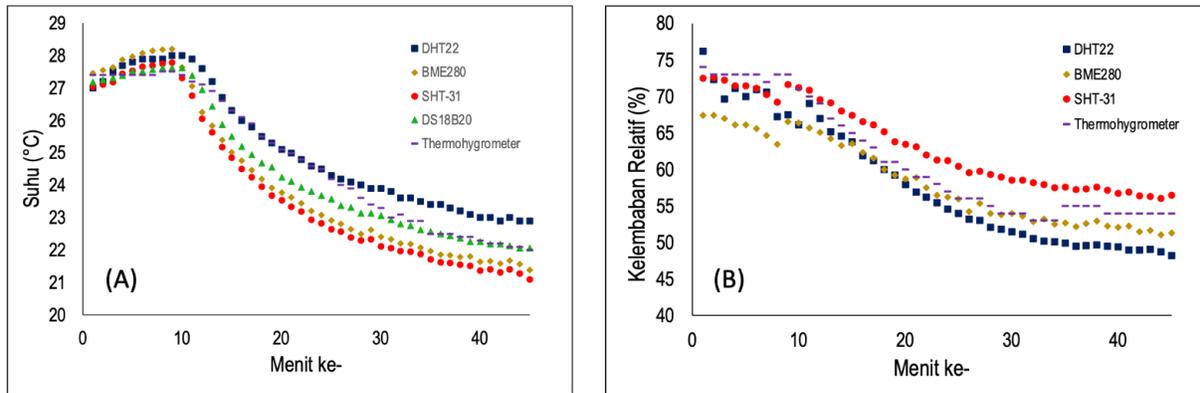
kelembaban tiap menit yang kontinu. Uji kestabilan sistem dilakukan selama sekitar 30 menit sebelum pengambilan data.

Pengujian Kinerja Sensor Suhu dan Kelembaban

Pengujian kinerja sensor dilakukan dengan membandingkan suhu yang terukur pada sensor dengan *thermohygrometer* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 (A). Terlihat bahwa pada 10 menit pertama suhu ruangan naik dari 27 °C ke 28 °C dan selanjutnya turun sampai suhu 21°C pada waktu pengujian 45 menit. Semua sensor memberikan respons yang hampir sama terhadap pola naik dan turunnya suhu ruangan seperti yang ditampilkan oleh *thermohygrometer*. Pada 10 menit pertama, hampir semua sensor mendeteksi adanya kenaikan suhu ruangan, sedangkan *thermohygrometer* cenderung stabil pada angka 27,5 °C. Pada menit berikutnya ketika suhu ruangan diturunkan, keempat sensor suhu menampilkan respons yang hampir sama dengan *thermohygrometer*. Hanya saja, gradien kemiringannya yang sedikit berbeda. Sensor BME280 dan SHT31 mendeteksi penurunan suhu yang lebih besar dibandingkan *thermohygrometer*. Melihat profil data hasil pengukurannya, dapat dikatakan bahwa sensor BME280 dan SHT31 memiliki karakteristik yang hampir sama. Pengguna dapat menggunakan salah satu sensor untuk menggantikan sensor yang lain. Sementara itu, penurunan suhu yang terukur sensor DS18B20 terlihat lebih kecil dibandingkan dua sensor sebelumnya. Suhu sensor DS18B20 pada menit akhir pengujian mendekati nilai dari *thermohygrometer*. Sedangkan sensor DHT22 memiliki respons penurunan suhu yang paling kecil dengan nilai suhu di menit akhir pengujian yang lebih tinggi dibandingkan *thermohygrometer*.



Gambar 4. Tampilan data suhu dan kelembaban pada platform ThingSpeak.



Gambar 5. Perbandingan data pengukuran sensor dan *thermohygrometer*: (A) suhu, (B) kelembaban.

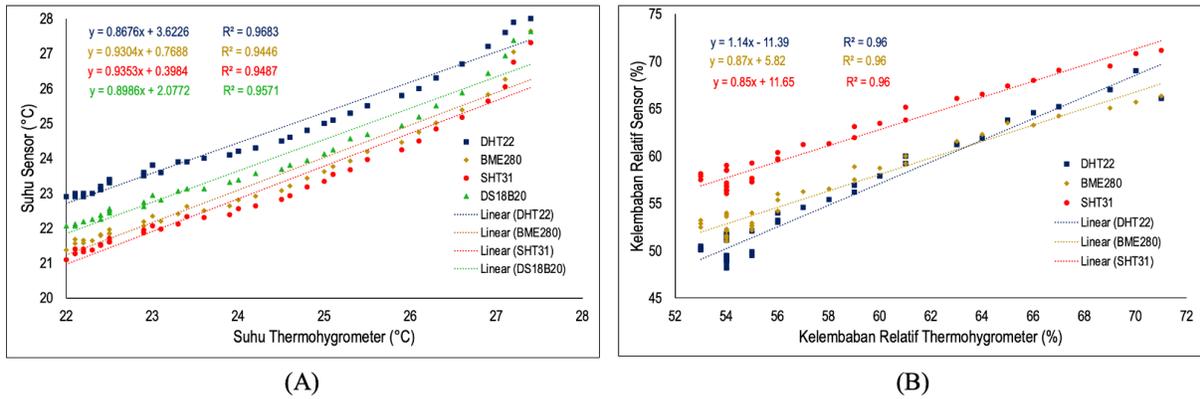
Data kelembaban ruangan menunjukkan pola yang hampir sama antara sensor dengan *thermohygrometer* seperti yang terlihat pada Gambar 5 (B). Hanya tiga sensor yang menampilkan data kelembaban, yaitu DHT22, BME280 dan SHT31 karena sensor DS18B20 hanya mendeteksi suhu. Pada 10 menit pertama, *thermohygrometer* menunjukkan nilai kelembaban relatif yang cenderung stabil, yaitu sekitar 73%. Sedangkan data sensor uji terlihat belum stabil. Perbedaan yang sangat signifikan di awal pengamatan dapat disebabkan oleh perbedaan kecepatan adaptasi sensor pada lingkungan. Setelah menit ke 10, *thermohygrometer* mengukur penurunan kelembaban ruangan sampai pada nilai 55% pada akhir pengujian. Pada area pengujian ini, terlihat bahwa data kelembaban yang paling mendekati *thermohygrometer* dihasilkan oleh sensor BME280. Nilai kelembaban sensor DHT22 secara umum lebih rendah dari *thermohygrometer*, dan sebaliknya sensor SHT31 menghasilkan nilai kelembaban yang lebih tinggi dari *thermohygrometer*.

Kurva Kalibrasi Suhu dan Kelembaban

Setelah mendapatkan data suhu dan kelembaban dalam domain waktu, tahapan berikutnya adalah membuat kurva kalibrasi setiap sensor. Kurva ini dibuat dengan

membandingkan nilai yang dihasilkan setiap sensor terhadap nilai *thermohygrometer*. Dari kurva kalibrasi akan didapatkan regresi linier dan koefisien determinasi.

Gambar 6 menunjukkan kurva kalibrasi suhu (A) dan kelembaban (B) setiap sensor. Pada kurva kalibrasi suhu, terlihat bahwa semua sensor memiliki persamaan regresi linier dengan koefisien determinasi yang tinggi, yaitu lebih tinggi dari 0,94. Nilai koefisien determinasi tertinggi berasal dari sensor DHT22 sebesar 0,97. Hal ini sejalan dengan kurva pengujian suhu yang menunjukkan bahwa sensor DHT memberikan nilai yang paling mendekati *thermohygrometer*. Kurva kalibrasi kelembaban pada Gambar 6 (B) menampilkan pola regresi linier semua sensor dengan nilai koefisien determinasi yang seragam, yaitu 0,96. Bila dihubungkan dengan data pengujian kelembaban, sensor BME280 menampilkan data yang lebih mendekati *thermohygrometer*. Hanya saja ketidakstabilan pengukuran pada 15 menit pertama menyebabkan nilai koefisien determinasi tidak lebih tinggi dibandingkan yang lain. Pada sisi yang lain, sensor BME280 dan SHT31 memiliki gradien yang hampir sama dengan titik data yang juga memiliki kemiripan.



Gambar 6. Kurva kalibrasi semua sensor terhadap *thermohygrometer*.
 (A) Suhu, (B) Kelembaban.

KESIMPULAN

Pengujian kinerja berbagai sensor suhu dan kelembaban dengan memanfaatkan platform IoT telah berhasil dilakukan. Sistem dapat berkomunikasi dengan sensor melalui protokol komunikasi yang berbeda, membaca data secara *realtime* dan menampilkannya pada halaman web ThingSpeak. Pada pengujian suhu dan kelembaban, semua sensor merespon perubahan yang terjadi dengan profil yang mendekati referensi. Hal ini dikonfirmasi dengan kurva kalibrasi sensor yang mampu menghasilkan koefisien determinasi di atas 0,94 untuk pengukuran suhu dan 0,96 untuk kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hirasawa S, Nakatsuka M, Masui K, et al. Temperature and Humidity Control in Greenhouses in Desert Areas. *Agricultural Sciences*. 2014; 5: 1261-1268.

[2] Ichsan M & Zulwisli Z. Pengendalian Suhu dan Kelembapan Greenhouse Menggunakan Exhaust Fan. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*. 2020; 8(4):80-85.

[3] Khriswanti JT, Fitriyah H, Prasetio BH. Sistem Pengendali Suhu dan

Kelembaban Udara Prototipe Greenhouse pada Tanaman Hidroponik menggunakan Metode Regresi Linier Berganda berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2022;6(4):1531-1538.

[4] Rahman RA & Muskhir M. Monitoring Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur tiram. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2021; 2(2):266-272.

[5] Ambarwari A, Widyawati DK, Wahyudi A. Sistem Pemantau Kondisi Lingkungan Pertanian Tanaman Pangan dengan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi Berbasis IoT. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*. 2021; 5(3):496-503.

[6] Nurkamid M & Widodo A. Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Lingkungan Menggunakan Modul ESP-WROOM32. *Ikraith-informatika*. 2021;5(3):72-78.

[7] Hermadi I, Nugraha AF, Wahjuni S, et al. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Lingkungan Laut Pendukung Aplikasi Marikultur Cerdas K1000 dengan Protokol MQTT. *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*. 2021;8(1):20-30.

- [8] Sanhaji G. Rancang Bangun Sistem Pendeteksi dan Monitoring Kebakaran Berbasis IOT pada Gudang Penyimpanan Gas LPG. *Media Nusantara*. 2021; 18:219-228.
- [9] Putra AT & Risfendra R. Penggunaan Aplikasi Ubidots untuk Sistem Kontrol dan Monitoring pada Gudang Gula Berbasis Arduino UNO. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2021; 2(1):40-48.
- [10] Bhangun AK, Ichsan MHH, Setiawan E. Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu dan Kelembaban Pada Gudang Penyimpanan PR. Alfi Putra Trenggalek dengan LoRa, Metode CSMA/CA, dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2021;5(6): 2736-2745.
- [11] Aulia R, Fauzan RA, Lubis I. Pengendalian Suhu Ruang Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*. 2021: 6(1):30-38.
- [12] Hidayat D & Sari I. Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*. 2021: 4(1):525-530.
- [13] Dzulkifli D & Khansa FK. Rancang Bangun Perangkat Nyamuk Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Dan Kelembaban DHT11 Berbasis Arduino Uno. *Inovasi Fisika Indonesia*. 2022: 11(2):28-37.
- [14] Desnanjaya IGMN, Ariana AGB, Nugraha IMA, et al. Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors. *Journal of Robotics and Control (JRC)*. 2022; 3(2):205-211.
- [15] Ribeiro RR, Bauer E, Lameiras R. HIGROTERM: An Open-Source and Low-Cost Temperature and Humidity Monitoring System for Laboratory Applications. *Inventions*. 2021; 6(4):84.
- [16] Utomo B, Wisana I, Misra S. Design a Low-Cost Digital Pressure Meter Equipped with Temperature and Humidity Parameters. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics (IJEEEMI)*. 2021; 3(2):59-64.
- [17] Saptadi AH. Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*. 2014; 6(2):49-56.
- [18] Holovatyy A. Development of IOT weather monitoring system based on Arduino and ESP8266 Wi-Fi Module. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021;1016: 012014.
- [19] Purnomo FA, Yoeseph NM, Yulianto A, et al. Development of wind monitoring systems with LoRA technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 989:012011.
- [20] Cannon JB, Warren LT, Ohlson GC, et al. Applications of low-cost environmental monitoring systems for fine-scale abiotic measurements in forest ecology. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2022; 321:108973.
- [21] Elyounsi A, Kalashnikov AN. Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network. *Engineering Proceedings*. 2021; 10(1):56.
- [22] Kristya F, Luthfiyah S, Wisana IDGH, Thaseen M. Baby Incubator Monitoring Center for Temperature and Humidity using WiFi Network. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*. 2021; 3(1):8-13.