

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEMARI
PENDINGIN VAKSIN COVID-19 DALAM PROSES DISTRIBUSI**

TUGAS AKHIR

Revysha Diah Octhalia Regina Hiariej

1318010



INSTITUT
TEKNOLOGI
HARAPAN
BANGSA

Veritas vos liberabit

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG**

2022

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEMARI
PENDINGIN VAKSIN COVID-19 DALAM PROSES DISTRIBUSI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana dalam bidang Teknik Komputer**

Revysha Diah Octhalia Regina Hiariej

1318010



**INSTITUT
TEKNOLOGI
HARAPAN
BANGSA**

Veritas vos liberabit

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG**

2022

ABSTRAK

Nama : Revysha Diah Othalia Regina Hiariej
Program Studi : Teknik Komputer
Judul : RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* LEMARI PENDINGIN
VAKSIN *COVID-19* DALAM PROSES DISTRIBUSI

Dalam proses distribusi vaksin *Covid-19* ditemukan beberapa tantangan khususnya di Indonesia. Salah satu tantangan utama yaitu pemantauan suhu pada lemari pendingin vaksin. Pemantauan suhu lemari pendingin vaksin masih menggunakan sistem manual, dimana hal tersebut menyulitkan petugas, pemeriksaan manual juga tidak dapat menjamin karena pemeriksaan dilakukan secara berkala. Di samping itu, vaksin sangat rentan dengan kerusakan dan bukan hal yang mudah untuk menjaga suhu lemari pendingin pembawa vaksin agar sesuai dengan Standar Prosedur Operasional (SPO). Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem *monitoring* otomatis lemari pendingin vaksin dalam proses distribusi. Vaksin yang menjadi contoh objek pada penelitian ini adalah vaksin sensitif beku yaitu *Sinovac* dan *AstraZeneca* yang membutuhkan suhu pada 2 sampai 8 derajat celcius. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembapan BME280 juga *GPS* yang akan dihubungkan ke NodeMCU ESP8266. Sensor suhu akan mendeteksi suhu di dalam dan di luar lemari pendingin vaksin bersama *GPS* yang akan mendeteksi posisi lemari pendingin vaksin. Data-data yang ditangkap oleh NodeMCU ESP8266 akan dikirim ke *cloud* untuk diolah dan ditampilkan ke *dashboard*. Hasil dari penelitian adalah alat monitoring yang dapat membantu petugas pengangkut vaksin dalam monitoring lemari pendingin dengan waktu yang lebih efisien, karena berhasil menampilkan data suhu di dalam lemari pendingin dengan akurasi 97,23%, kelembapan di dalam lemari pendingin dengan akurasi 97,09%, suhu di luar lemari pendingin dengan akurasi 96,62%, dan *latitude longitude* lemari pendingin pada *dashboard*.

Kata kunci: Vaksin Covid-19, Sistem *Monitoring* Vaksin, NodeMCU ESP8266, *Sinovac*, *AstraZeneca*.

ABSTRACT

Name : Revysha Diah Othalia Regina Hiariej
Department : Computer Engineering
Title : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEMARI PENDINGIN
VAKSIN COVID-19 DALAM PROSES DISTRIBUSI

In the process of distributing the Covid-19 vaccine, several challenges were found, especially in Indonesia. One of the main challenges is monitoring the temperature of the vaccine cold box. Monitoring the temperature of the vaccine refrigerator still uses a manual system, which makes it difficult for officers, manual inspection also cannot guarantee because the inspection is carried out periodically. In addition, vaccines are very susceptible to damage and it is not easy to maintain the temperature of the vaccine carrier cold box to comply with Standard Operating Procedures (SOP). In this study, an automatic monitoring system for vaccine cold box was developed in the distribution process. The vaccines that become the object of this research are freeze sensitive vaccines, namely Sinovac and AstraZeneca which require temperatures at 2 to 8 degrees Celsius. This system uses a BME280 temperature and humidity sensor as well as GPS which will be connected to the ESP8266 NodeMCU. The temperature sensor will detect the temperature inside and outside the vaccine cold box along with GPS which will detect the position of the vaccine cold box. The data captured by the NodeMCU ESP8266 will be sent to the cloud to be processed and displayed on the dashboard. The result of the research is a monitoring tool that can assist vaccine transport officers in monitoring the cold box with a more efficient time, because it successfully displays temperature data in the cold box with an accuracy of 97.23%, humidity in the cold box with an accuracy of 97.09%, temperature outside the cold box with an accuracy of 96.62%, and latitude longitude of the cold box on the dashboard.

Keywords: Covid-19 Vaccine, Vaccine Monitoring System, NodeMCU ESP8266, Sinovac, AstraZeneca.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuihan Yang Maha Esa atas segala rahmat, berkat, dan karunia-Nya, akhirnya karya tulis ini dapat diselesaikan, dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Lemari Pendingin Vaksin Covid-19 Dalam Proses Distribusi”. Dalam laporan penelitian ini, banyak pengalaman dan wawasan baru yang didapat sehingga dapat menjadi bekal di kemudian hari. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada semester VII tahun akademik 2021/2022.

Dengan segala kerendahan hati, disadari bahwa karya tulis ini belum sempurna. Oleh karena itu, diharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Saran dan kritik yang diberikan dapat membantu memperbaiki kinerja pembuatan karya tulis lainnya di masa yang akan datang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Diucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Melalui kesempatan ini, disampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat, rahmat, anugerah, keajaiban dan segala yang telah diatur oleh-Nya sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan.
2. Ayah, Mama, Rian, Riri, Tante Debora, Oma Fien, Lukas, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun material selama menempuh Pendidikan sarjana di Institut Teknologi Harapan Bangsa, terutama dalam penelitian ini.
3. Terkhusus untuk Ketua Yayasan Institut Teknologi Harapan Bangsa yang sudah memberikan beasiswa penuh selama 4 tahun berkuliah di Institut Teknologi Harapan Bangsa.
4. Kedua pembimbing tugas akhir, Ibu Dina Angela, M.T. dan Bapak Tunggul Arief Nugroho, M.T. yang telah dengan sabar mendukung, membimbing, memberi masukan, arahan, semangat, dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Kedua penguji tugas akhir, Bapak Dr. Herry I. Sitepu dan Bapak Yoyok Gamaliel, M.Eng. yang telah berjasa mendukung, membimbing, memberikan masukan, arahan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknologi Informasi yang telah turut serta membantu dalam menyusun tugas akhir ini.

7. Rekan jurusan *Media and Internet Technology* dan *Mobile Technology* Angkatan 2018 yang sudah mendukung selama menempuh pendidikan ini.
8. Teman-teman saya yang lain, yaitu Adelin, Nafisy, Anggi, Grace, dan Elin yang selalu memotivasi dan mendukung dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
9. Untuk kakak Monika Fitri, S.T., Nari, S.T., Monika Meliana, S.T., Yohana Aurelia Santoso, S.T., dan Gita Vella Situmeang, S.T. yang sudah membantu dalam hal teknis ketika mengerjakan tugas akhir ini dan juga membantu selama menempuh pendidikan.
10. Seluruh staf, dosen, dan keluarga besar Institut Teknologi Harapan Bangsa yang telah memberikan bantuan, fasilitas, dan pelayanan yang baik sehingga proses pengerjaan Tugas Akhir dapat berjalan dengan baik.

Sangat disadari bahwa penelitian yang sudah disusun ini tidak luput dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu, mohon maaf jika ada kesalahan atau belum memuaskan harapan dari pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat digunakan dan menambah wawasan para pembaca serta bisa bermanfaat untuk perkembangan dan peningkatan ilmu pengetahuan.

Bandung, 05 Mei 2022

Hormat penulis,

Revysha Diah Octhalia Regina Hiariej

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Rumusan Masalah	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Batasan Masalah	1-3
1.5 Hasil dan Manfaat	1-4
1.6 Metodologi Penelitian	1-4
1.6.1 Tempat dan Waktu Penelitian	1-4
1.6.2 Alat Penelitian	1-5
1.6.3 Prosedur Penelitian.....	1-5
1.7 Sistematika Penulisan	1-3
BAB 2 KAJIAN REFERENSI	2-1
2.1 Identifikasi Masalah.....	2-1
2.2 Pemangku Kepentingan (<i>Stakeholder</i>).....	2-2
2.2.1 Petugas Pengangkut Vaksin	2-2
2.2.2 Rumah Sakit dan Puskesmas.....	2-2
2.2.3 Kementerian Kesehatan	2-2
2.2.4 Masyarakat	2-2
2.3 Riset / Produk Terkait	2-2
2.3.1 <i>A Novel Deployment of Smart Cold Chain System using 2G-RFID-Sys Temperature Monitoring in Medicine Cold Chain based on Internet of Things</i>	2-3
2.3.2 Purwarupa Alat <i>Monitoring</i> Suhu Untuk Rantai Dingin Produk Menggunakan <i>Near Field Communication</i>	2-3
2.3.3 In Temp CX Gateway (CX5000)	2-4

2.3.4	Sistem <i>monitoring</i> dari PT. Elmecon Multikencana	2-4
2.4	Gambaran Sistem Yang Sudah Ada.....	2-5
2.5	Gambaran Sistem Yang Diusulkan	2-5
2.6	Analisis Kebutuhan	2-6
2.6.1	Analisis Kebutuhan Fungsional	2-6
2.6.2	Analisis Kebutuhan Non Fungsional	2-7
BAB 3	PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	3-1
3.1	Arsitektur Sistem.....	3-1
3.2	Komponen Alat Monitoring.....	3-2
3.2.1	Sensor BME280	3-2
3.2.2	Sensor AHT10.....	3-3
3.2.3	GPS Module	3-4
3.2.4	LCD (Liquid Crystal Display)	3-4
3.2.5	Buzzer	3-4
3.2.6	NodeMCU	3-5
3.3	Cara Kerja Sistem	3-5
3.4	Perancangan Hardware	3-6
3.5	Perancangan Database.....	3-10
3.6	Perancangan Dashboard.....	3-11
3.7	Implementasi Sistem.....	3-2
BAB 4	PENGUJIAN DAN ANALISIS	4-1
4.1	Metode Pengujian	4-1
4.2	Skenario Pengujian Fungsional.....	4-2
4.2.1	Skenario Pengujian F001	4-2
4.2.2	Skenario Pengujian F002	4-4
4.2.3	Skenario Pengujian F003	4-5
4.2.4	Skenario Pengujian F004	4-7
4.2.5	Skenario Pengujian F005	4-7
4.3	Skenario Pengujian Non-Fungsional	4-8
4.3.1	Skenario Pengujian NF001	4-8
4.3.2	Skenario Pengujian NF002	4-9
4.4	Pengujian Fungsional.....	4-9
4.4.1	Pengujian F001.....	4-9
4.4.2	Pengujian F002.....	4-11
4.4.3	Pengujian F003.....	4-12

4.4.4	Pengujian F004.....	4-13
4.4.5	Pengujian F005.....	4-14
4.5	Pengujian Non-Fungsional.....	4-14
4.5.1	Pengujian NF001.....	4-15
4.5.2	Pengujian NF002.....	4-15
4.6	Analisis Hasil Pengujian Sensor	4-16
4.6.1	Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu BME280	4-16
4.6.2	Perbandingan Hasil Pengukuran Kelembapan BME280	4-2
4.6.3	Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu AHT10.....	4-1
4.6.4	Perbandingan Hasil Pengukuran GPS Module	4-1
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran.....	5-2

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Riset Terkait	2-4
Tabel 2.2 Kebutuhan Fungsional.....	2-6
Tabel 2.3 Kebutuhan Non-Fungsional	2-7
Tabel 3.1 <i>Schematic</i> NodeMCU – BME280	3-8
Tabel 3.2 <i>Schematic</i> NodeMCU – AHT10.....	3-9
Tabel 3.3 <i>Schematic</i> NodeMCU – GPS	3-9
Tabel 3.4 <i>Schematic</i> NodeMCU – LCD.....	3-9
Tabel 3.5 <i>Schematic</i> NodeMCU – Buzzer.....	3-10
Tabel 4.1 Skenario Pengujian Fungsional	4-2
Tabel 4.2 Skenario Pengujian Non-Fungsional.....	4-8
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor BME280	4-9
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Transfer Data BME280 ke <i>Database</i>	4-10
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Data BME280 di <i>Dashboard</i>	4-10
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor AHT10	4-11
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Transfer Data AHT10 ke <i>Database</i>	4-11
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Data AHT10 di <i>Dashboard</i>	4-12
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>GPS Module</i>	4-12
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Transfer Data GPS ke <i>Database</i>	4-13
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Data GPS di <i>Dashboard</i>	4-13
Tabel 4.12 Hasil Pengujian <i>Buzzer</i>	4-14
Tabel 4.13 Hasil Pengujian di Jalan Raya	4-14
Tabel 4.14 Hasil Pengujian di Jalan Berbatu.....	4-14
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Alat <i>Monitoring</i>	4-15
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Penyimpanan Data Alat di <i>Database</i>	4-15
Tabel 4.17 Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu BME280.....	4-17
Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Pengukuran Kelembapan BME280.....	4-2
Tabel 4.19 Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu AHT10	4-2
Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Pengukuran <i>GPS Module</i> – <i>GPS Smartphone</i>	4-2
Tabel A.5.1 Spesifikasi Sensor BME280	A.1
Tabel A.5.2 Spesifikasi Sensor AHT10.....	A.1
Tabel A.5.3 Spesifikasi <i>GPS Module</i>	A.1
Tabel A.5.4 Spesifikasi <i>Buzzer</i>	A.1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Prosedur Penelitian.....	1-5
Gambar 1.2 Blok Diagram Desain Perancangan Alat.....	1-2
Gambar 2.1 Diagram Model Konseptual.....	2-3
Gambar 2.2 In Temp CX Gateway [5].....	2-4
Gambar 2.3 Sistem Yang Sudah Ada.....	2-5
Gambar 2.4 Sistem Yang Diusulkan.....	2-6
Gambar 3.1 Arsitektur Sistem.....	3-2
Gambar 3.2 Sensor BME280 [16].....	3-3
Gambar 3.3 Sensor AHT10 [17].....	3-3
Gambar 3.4 GPS <i>Module</i> [18].....	3-4
Gambar 3.5 LCD [19].....	3-4
Gambar 3.6 Buzzer [20].....	3-5
Gambar 3.7 NodeMCU [21].....	3-5
Gambar 3.8 Cara Kerja Sistem.....	3-6
Gambar 3.9 Skematik Perangkat Keras.....	3-6
Gambar 3.10 <i>Interface</i> NodeMCU [22].....	3-7
Gambar 3.11 Rangkaian PCB.....	3-8
Gambar 3.12 Struktur <i>Database</i>	3-11
Gambar 3.13 <i>Home Page I</i>	3-12
Gambar 3.14 <i>Home Page II</i>	3-12
Gambar 3.15 <i>Home Page III</i>	3-12
Gambar 3.16 <i>History Page</i>	3-12
Gambar 3.17 <i>Chart Page</i>	3-2
Gambar 3.18 <i>Notification</i>	3-2
Gambar 3.19 Alur <i>Hardware</i>	3-2
Gambar 3.20 Alur <i>Software (Database & Dashboard)</i>	3-2
Gambar 3.21 Alur Koneksi Sistem.....	3-3
Gambar 4.1 Tampak Luar <i>Cool Box</i>	4-1
Gambar 4.2 Tampak Dalam <i>Cool Box</i>	4-1
Gambar 4.3 Sensor BME280 Dalam <i>Cool Box</i>	4-3
Gambar 4.4 Pengujian Sensor BME280 Dalam <i>Cool Box</i>	4-3

Gambar 4.5 Pengujian Sensor AHT10	4-5
Gambar 4.6 Pengujian GPS <i>Module</i>	4-6
Gambar 4.7 Pengujian <i>Buzzer</i>	4-7
Gambar 4.8 Contoh Hasil Pengujian Transfer Data BME280	4-10
Gambar 4.9 Contoh Hasil Pengujian Transfer Data AHT10.....	4-12
Gambar 4.10 Contoh Hasil Pengujian Transfer Data GPS <i>Module</i>	4-13
Gambar 4.11 Tampilan Serial Monitor.....	4-15
Gambar 4.12 Hasil Pengukuran Suhu Termometer di Dalam <i>Cool Box</i>	4-17
Gambar 4.13 Contoh Hasil Pengukuran Suhu BME280	4-17
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Suhu Termometer – BME280	4-18
Gambar 4.15 Hasil Pengukuran Kelembapan <i>Hygrometer Analog</i>	4-2
Gambar 4.16 Contoh Hasil Pengukuran Kelembapan BME280	4-2
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Kelembapan <i>Hygrometer</i> – BME280.....	4-3
Gambar 4.18 Hasil Pengukuran Suhu Termometer di Luar <i>Cool Box</i>	4-2
Gambar 4.19 Contoh Hasil Pengukuran Suhu AHT10.....	4-2
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Suhu Termometer – AHT10.....	4-3
Gambar 4.21 Selisih Jarak GPS <i>Module</i> – Google Maps.....	4-2

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A A.1

DAFTAR REFERENSI

- [1] S. Ibrahim, dr, M Biomed. "ANALISIS: Tantangan Vaksinasi Covid-19 Global," 07 Juni 2021. [Daring]. Tersedia: <http://akademik.unika.ac.id/kedokteran/2021/06/07/analisis-tantangan-vaksinasi-covid-19-global/>. [14 Oktober 2021].
- [2] S. T. Alam, S. Ahmed, S. M. Ali, S. Sarker, A. ul-Islam, "Challenges to COVID-19 vaccine supply chain: Implications for sustainable development goals," *International Journal of Production Economics*, vol. 239, hlm. 1-16, 29 Mei 2021.
- [3] Antara. "68.000 Vaksin Covid-19 Dibuang karena Pendingin Rusak," 30 Juni 2021. [Daring]. Tersedia: <https://news.okezone.com/read/2021/06/30/18/2433125/68-000-vaksin-covid-19-dibuang-karena-pendingin-rusak>. [05 September 2021].
- [4] Redaksi Sehat Negeriku. "Kemenkes Terbitkan Surat Edaran Informasi Vaksin AstraZeneca, Begini Isinya," 09 April 2021. [Daring]. Tersedia: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20210409/3837444/kemenkes-terbitkan-surat-edaran-informasi-vaksin-astrazeneca-begini-isinya/>. [14 Oktober 2021].
- [5] Alat Uji. *In Temp CX Gateway (CX5000)* [Daring]. Tersedia: <https://alatuji.co.id/product/intemp-cx-gateway-cx5000>. [05 September 2021].
- [6] Primex. *COVID-19 Vaccine Storage Temperature Monitoring* [Daring]. Tersedia: <https://www.primexinc.com/en/solutions/environmental-monitoring/covid-19-vaccine-storage-monitoring>. [26 September 2021].
- [7] S. Monteleone, M. Sampaio, R.F. Maia, "A Novel Deployment of Smart Cold Chain System using 2G-RFID-Sys Temperature Monitoring in Medicine Cold Chain based on Internet of Things" *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, hlm. 205210, September 1820, 2017.
- [8] E. Saputri, "Evaluasi Penyimpanan Sediaan Vaksin Di Gudang Program Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang Berdasarkan Pada PERMENKES Nomor 12 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Imunisasi Periode April – Juni 2018," *Farmasi*, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia, 2018.
- [9] Hidayatullah. "Covid-19: Distribusi vaksin ke pulau di Aceh: 'Mana safety? Kita menggunakan kapal penumpang'," 20 Januari 2021. [Daring]. Tersedia: <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-55728377>. [20 September 2021].

DAFTAR REFERENSI

- [10] Dinas Kesehatan Gorontalo Utara. (07 Februari 2021) *Tantangan Distribusi Vaksin Covid19 dari IFK ke Puskesmas di Gorontalo Utara* [Daring]. Tersedia: <https://dinkes.gorontaloprov.go.id/tantangan-distribusi-vaksin-covid19-dari-ifk-ke-puskesmas-di-gorontalo-utara/>. [13 Oktober 2021].
- [11] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Gerakan Masyarakat Hidup Sehat, "Pengelolaan Rantai Dingin Vaksin,".
- [12] Y. Priyandari, I W. Suletra, A. Mas'ud, dan A. Nurrohmat, "Purwarupa Alat *Monitoring* Suhu Untuk Rantai Dingin Produk Menggunakan *Near Field Communication* Studi Kasus Distribusi Darah," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 16, no. 2, hlm. 115-122, Oktober, 2017.
- [13] Elmecon Multikencana, "Sistem *Monitoring* Fasilitas Dengan IoT," PT. Elmecon Multikencana, [Daring]. Tersedia: <https://elmecon-mk.com/article/sistem-monitoring-fasilitas-dengan-iot/> [26 September 2021].
- [14] IntialBoard, "Harus Beli Sensor Analog atau Sensor Digital," [Daring]. Tersedia: <https://www.initialboard.com/sensor-analog-atau-sensor-digital>. [Diakses 27 Mei 2022].
- [15] Kandrsmith, "*Wide Range of Hygrometers: DHT22, AM2302, AM2320, AM2321, AM2321, SHT71, HTU21D, Si7021, BME280,*" 2017. [Daring]. Tersedia: https://www.kandrsmith.org/RJS/Misc/Hygrometers/calib_many.html. [27 Mei 2022].
- [16] A. Faudin, "Tutorial Mengakses *Module* Sensor BME280," 25 Agustus 2019. [Daring]. Tersedia: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-mengakses-module-sensor-bme280/>. [27 Mei 2022].
- [17] Arduino Projects, "Cara Mengakses Sensor AHT10 Sensor Suhu dan Kelembaban," 01 Juni 2020. [Daring]. Tersedia: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-sensor-aht10-sensor-suhu-dan-kelembaban/>. [27 Mei 2022].
- [18] Random Nerd Tutorials, "*Guide to Neo-6M GPS Module with Arduino,*" [Daring]. Tersedia: <https://randomnerdtutorials.com/guide-to-neo-6m-gps-module-with-arduino/>. [27 Mei 2022].
- [19] Keyestudio, "KS0061 keyestudio 1602 I2C *Module,*" 22 September 2016. [Daring]. Tersedia: https://wiki.keyestudio.com/Ks0061_keyestudio_1602_I2C_Module. [29 Mei 2022].
- [20] DiyIoT, "*Active and Passive Buzzer for Arduino, ESP8266 and ESP32,*" [Daring]. Tersedia: <https://diyIoT.com/active-passive-buzzer-arduino-esp8266-esp32/>. [27 Mei 2022].

DAFTAR REFERENSI

- [21] StudioPieters, "NodeMcu V3 - ESP-12E *Development Board*," [Daring]. Tersedia: <https://www.studiopieters.nl/nodemcu-v3-esp-12e-development-board/>. [29 Mei 2022]
- [22] Last Minute Engineers, "*Insight Into ESP8266 NodeMCU Features & Using It With Arduino IDE*," [Daring]. Tersedia: <https://lastminuteengineers.com/esp8266-nodemcu-arduino-tutorial/>. [27 Mei 2022]