

Sistem Pemantauan dan Pengontrolan Kebisingan, Pencahayaan dan Kesejukan Ruang Laboratorium Terintegrasi

Sri Yeni Widianti^{1*}, Zumaidar², Nuraini¹, Anita Yuniarti¹, Assyifa Cindykia³, Syamsul¹

¹ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

² Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

³ Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara Medan

Jln. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

^{1*}sriyeni@pnl.ac.id

Abstrak—Fokus penelitian adalah memantau dan mengontrol tingkat kebisingan, tingkat pencahayaan dan kesejukan pada laboratorium agar proses pembelajaran praktek terasa nyaman sehingga kompetensi pada setiap praktikum meningkat. Untuk meralisasikan kenyamanan pada ruang laboratorium dan mempermudah proses monitoring dan pengontrolannya dirancang bangun sistem berbasis mikrokontroler. Dan untuk meningkatkan efektivitas dan prosedur pengoperasiannya ditambahkan sistem berbasis IoT (*Internet of Thing*). Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kompetensi mahasiswa dari pembelajaran praktek pada laboratorium yang nyaman dengan menerapkan sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan ruangan. Metode penelitian adalah mendesain sistem berbasis mikrokontroler nodemcu esp32, sensor suara untuk mendeteksi tingkat kebisingan, sensor cahaya untuk mengukur tingkat pencahayaan ruangan, dan sensor suhu untuk mengukur kesejukan ruangan. Rancangan sistem dibangun untuk digunakan sebagai trainer kit dalam praktikum. Oleh karena itu dalam realisasinya sistem dibangun dalam bentuk modul-modul. Sistem terbagi atas 2 fungsi yaitu modul trainer kit utama, dan dua modul tambahan. Modul trainer kit utama terdiri dari modul esp32, modul sensor dan modul tampilan. Modul tambahan terdiri dari dari modul esp32 dan modul sensor. Pengujian sistem meliputi pengujian modul trainer kit utama dan modul tambahan. Pengujian modul trainer kit terdiri dari pengujian respon sensor cahaya, sensor suara dan sensor suhu dan pemantauan serta pengontrolan dilakukan melalui smart phone menggunakan aplikasi blynk iot. Pengujian modul tambahan dipantau dan dikontrol melalui smart phone menggunakan aplikasi blynk iot. Hasil dari penelitian ini adalah modul utama trainer kit dan modul tambahan dapat memantau suhu, cahaya dan suara sesuai kondisi yang ada, dan melakukan pengontrolan sesuai setting yang ditentukan. Dan dengan hasil yang sesuai ini, maka sistem dapat digunakan sebagai modul praktikum berbasis IoT pada laboratorium mikroprosesor dan interface.

Kata kunci— internet of things, modul praktikum, pemantauan dan pengontrolan, sensor, trainer kit.

Abstract—The focus of the research is to monitor and control noise levels, lighting levels and coolness in the laboratory so that the practical learning process feels comfortable so that competency in each practicum increases. To realize comfort in the laboratory space and simplify the monitoring and control process, a microcontroller-based system was designed. And to increase effectiveness and operating procedures, an IoT (Internet of Thing) based system was added. The aim of this research is to increase student competence from practical learning in a comfortable laboratory by implementing a system for monitoring and controlling noise, lighting and room coolness. The research method is to design a system based on a node mcu esp32 microcontroller, a sound sensor to detect noise levels, a light sensor to measure room lighting levels, and a temperature sensor to measure room coolness. The system design was built to be used as a trainer kit in practicum. Therefore, in its realization the system is built in the form of modules. The system is divided into 2 functions, namely the main trainer kit module and two additional modules. The main trainer kit module consists of an esp32 module, a sensor module and a display module. Additional modules consist of an esp32 module and a sensor module. System testing includes testing the main trainer kit module and additional modules. Testing of the trainer kit module consists of testing the response of light sensors, sound sensors and temperature sensors and monitoring and control is carried out via a smart phone using the Blynk IoT application. Testing of additional modules is monitored and controlled via smartphone using the Blynk IoT application. The results of this research are that the main module of the trainer kit and additional modules can monitor temperature, light and sound according to existing conditions, and carry out controls according to the specified settings. And with these appropriate results, the system can be used as an IoT-based practical module in microprocessor and interface laboratories

Keywords— internet of things, monitoring and control, practical modules sensors, trainer kit.

I. PENDAHULUAN

Ruang laboratorium yang nyaman dapat dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu tingkat kebisingan, tingkat pencahayaan dan tingkat kesejukan [1],[2],[3]. Tingkat kebisingan, tingkat pencahayaan dan kesejukan ruang laboratorium yang terkontrol dengan baik dapat meningkatkan kenyamanan dalam pembelajaran praktek [8],[12],[13]. Kenyamanan dalam pembelajaran praktek akan meningkatkan kompetensi mahasiswa dan pada gilirannya akan meningkatkan kompetensi lulusan. Saat ini sistem monitoring dan pengontrolan ruang laboratorium terhadap tiga faktor ini belum tersedia. Tingkat kebisingan dikontrol oleh dosen dan teknisi, pencahayaan dilakukan permanen, dan tingkat kesejukan ruangan dikontrol secara manual. Dengan kondisi seperti ini kenyamanan ruang laboratorium belum diperoleh secara optimal. Sehingga dengan kondisi seperti ini capaian

kompetensi mahasiswa dalam pembelajaran praktikum belum dapat dioptimalkan.

Sistem monitoring dan pengontrolan ruangan laboratorium meliputi pencahayaan, kesejukan dan kebisingan dan dirancang dalam bentuk modul praktikum. Dengan tersedianya sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan dalam bentuk trainer kit, sehingga sistem ini juga dapat dimanfaatkan mahasiswa dalam pembelajaran praktikum untuk melengkapi modul praktikum yang belum ada.

Permasalahan pada ruang laboratorium salah satunya adalah belum tersedianya sistem yang dapat memonitor dan mengontrol ruang laboratorium secara terintegrasi dari tingkat kebisingan, pencahayaan dan kesejukan untuk mendapatkan ruang praktikum yang nyaman untuk proses pembelajaran praktek. Sistem yang tersedia masih bekerja secara terpisah dan ada yang dilakukan secara manual. Oleh karena itu

diperlukan sistem yang terintegrasi berbasis mikrokontroler dan mudah dioperasikan untuk memonitor dan mengontrol tingkat kebisingan, pencahayaan dan kesejukan.

Urgensi penelitian ini adalah merealisasikan ruang laboratorium yang nyaman dari kebisingan, pencahayaan dan kesejukan sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dalam pembelajaran praktek dan pada gilirannya akan meningkatkan kompetensi mahasiswa. Sedangkan Tujuan khusus penelitian ini adalah:

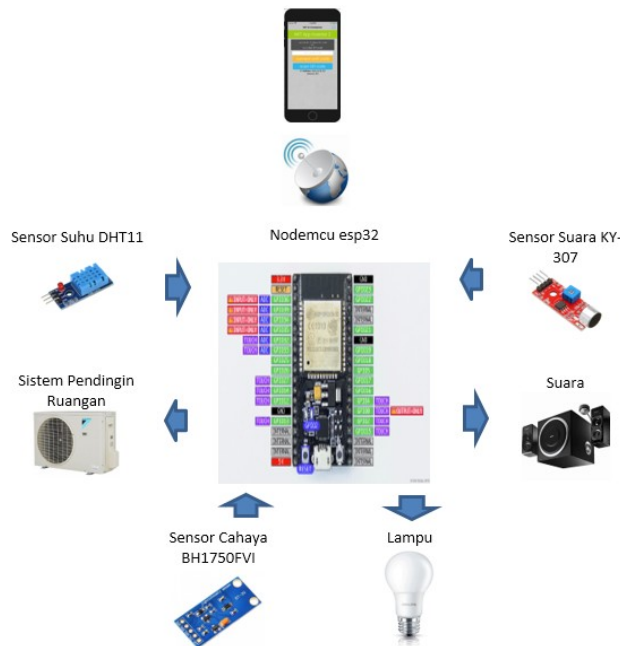
1. Menghasilkan ruang laboratorium yang memiliki sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan yang terintegrasi.
2. Menghasilkan sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan yang efektif dan mudah dioperasikan

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terbagi atas 4 tahapan yaitu: Rancangan sistem, Realisasi sistem, Pengujian sistem dan Pabrikasi sistem.

A. Rancangan Sistem

Rancangan sistem terbagi atas dua bagian yaitu perancangan rangkaian berupa trainer kit seperti diperlihatkan pada Gambar 1, dan perancangan program untuk mengoperasikan trainer kit.



Gambar 1. Rancangan Trainer Kit Sistem Monitoring dan Pengontrolan Kebisingan, Pencahayaan dan Kesejukan Ruang Laboratorium.

Rancangan rangkaian trainer kit sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan ruang laboratorium terbagi atas sistem monitoring dan pengontrolan menggunakan mikrokontroler nodemcu esp32. Nodemcu esp32 dihubungkan dengan sensor-sensor dan untuk tampilan data menggunakan lcd 2x16 dan dot matrik. Untuk mendeteksi kebisingan menggunakan sensor suara KY-307, sensor cahaya BH1750FVI untuk merespon tingkat pencahayaan dan sensor DHT11 untuk merespon suhu pada ruangan. Sedangkan pengontrolan pada trainer kit ini berupa

pengontrolan sistem pendingin ruangan dan pengontrolan cahaya (lampu). Peringatan kebisingan berupa tulisan pada dot matrik. Untuk mengefektifkan dan mempermudah operasional sistem, teknologi IoT (*Internet of Things*) diterapkan sehingga monitoring dan pengontrolan lebih terintegrasi. Platform aplikasi IoT yang dipilih adalah blynk iot, di mana aplikasi ini banyak diterapkan dalam sistem berbasis iot. Blynk iot juga memiliki keunggulan dalam perancangan sistem dan kemudahan dalam penerapannya.

Indikator keberhasilan pada rancangan sistem yaitu menghasilkan sistem yang dapat beroperasi melalui simulasi dan dapat direalisasikan dengan tersedianya komponen di pasaran. Indikator keberhasilan dari alat adalah semua fungsi seperti fungsi monitoring dan pengontrolan kebisingan, kesejukan dan pencahayaan dapat dijalankan pada trainer kit ini.

Perancangan program untuk mengoperasikan trainer kit menggunakan Arduino ide. Pada penelitian ini, program pengoperasian trainer adalah untuk sistem monitoring ruangan laboratorium menggunakan blynk iot dan program pengoperasian monitoring dan pengontrolan ruangan laboratorium menggunakan blynk iot. Rancangan program pengoperasian trainer kit seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Program pengoperasian trainer kit

Pengoperasian Trainer Kit	Fungsi	Tampilan	Platform IoT
Sistem Monitoring	Memonitor suhu, tingkat kebisingan dan pencahayaan ruangan	Menampilkan suhu, kebisingan dan pencahayaan pada LCD dan dot matrix serta menampilkan pada telepon pintar (<i>smartphone</i>)	Blynk iot
Sistem Monitoring dan Pengontrolan	Memonitor suhu, tingkat kebisingan dan pencahayaan ruangan, dan memberikan perintah pengontrolan sistem pendingin, pencahayaan dan peringatan kebisingan	Menampilkan suhu, kebisingan dan pencahayaan pada LCD dan dot matrix serta menampilkan pada telepon pintar (<i>smartphone</i>)	Blynk iot

B. Realisasi Sistem

Realisasi sistem dilakukan setelah keberhasilan rancangan menggunakan bantuan software. Realisasi dan perakitan dilakukan dengan komponen yang tersedia di pasaran. Indikator keberhasilan pada tahapan ini adalah hasil perakitan menjadi modul dalam bentuk trainer kit sistem monitoring dan pengontrolan dan dapat diuji pada laboratorium

C. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan setelah tahap perakitan selesai, yaitu untuk mendapatkan modul yang paling optimal berdasarkan rancangan. Pengujian sistem akan mendapatkan data-data eksperimen sehingga menghasilkan modul sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan yang efektif dan mudah dioperasikan. Pengujian juga akan mendapatkan data yang akan dianalisa untuk mengoptimalkan

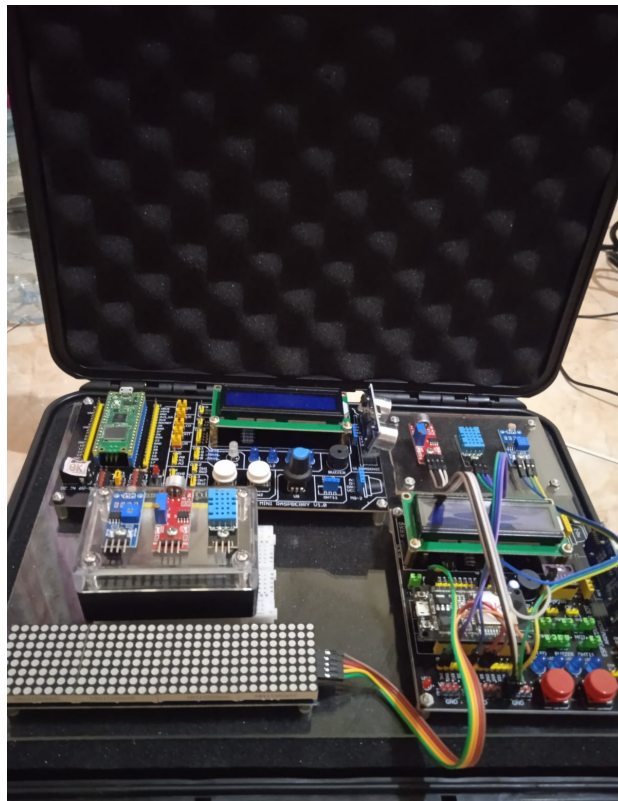
sistem dan perbaikan sistem. Indikator keberhasilan pada tahapan ini adalah data pengujian sistem sehingga modul siap untuk dipabrikasi.

D. Pabrikasi Sistem

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pabrikasi, yaitu tahap mengimplementasikan sistem berdasarkan rancangan yang sesuai, perakitan yang tepat dan pengujian sistem yang menghasilkan modul sistem yang handal. Indikator keberhasilan dari tahap pabrikasi adalah modul hasil penelitian dapat diimplementasikan berdasarkan fungsi yaitu memonitor dan mengontrol kebisingan, pencahayaan dan kesejukan yang paling optimal untuk menghasilkan kenyamanan ruang laboratorium secara terintegrasi. Pabrikasi mengindikasikan hasil rancangan dapat diimplementasikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pabrikasi sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan terintegrasi pada penelitian adalah dalam bentuk trainer kit seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pabrikasi berupa trainer kit sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan terintegrasi

Berdasarkan Gambar 2, trainer kit terdiri dari modul utama dan 2 (dua) modul tambahan. Modul utama terdiri dari rangkaian nodemcu esp32, rangkaian sensor suara, rangkaian sensor cahaya, rangkaian sensor suhu, rangkaian tampilan lcd, dan rangkaian tampilan dot matrik. Modul utama ini difungsikan untuk pemantauan (*monitoring*) tingkat kebisingan, pencahayaan dan kesejukan melalui tampilan lcd dan dot matrik. Pemantauan juga dapat dilakukan melalui telepon pintar (*smart phone*). Penggunaan modul utama trainer kit ini adalah untuk praktikum bagi mahasiswa.

Modul tambahan pada trainer kit ini terdiri atas 2 (dua) modul yaitu modul rangkaian pemnataan yang terdiri dari nodemcu esp32 dengan sensor suara, sensor cahaya dan sensor suhu, dan modul rangkaian pengontrolan yang terdiri dari rangkaian nodemcu esp32 dengan rangkaian relay.

Fungsi dari sistem ini berdasarkan dari hasil pabrikasi adalah untuk monitoring tingkat kebisingan, pencahayaan, dan kesejukan ruangan laboratorium secara terintegrasi dari dua lokasi rangkaian sensor dan ditampilkan pada lcd dan dot matrik untuk serta pada telepon pintar (*smart phone*). Selanjutnya dapat melakukan pengontrolan pencahayaan (lampu) berdasarkan intensitas cahaya dan pengontrolan kesejukan berdasarkan suhu yang ada pada ruang laboratorium.

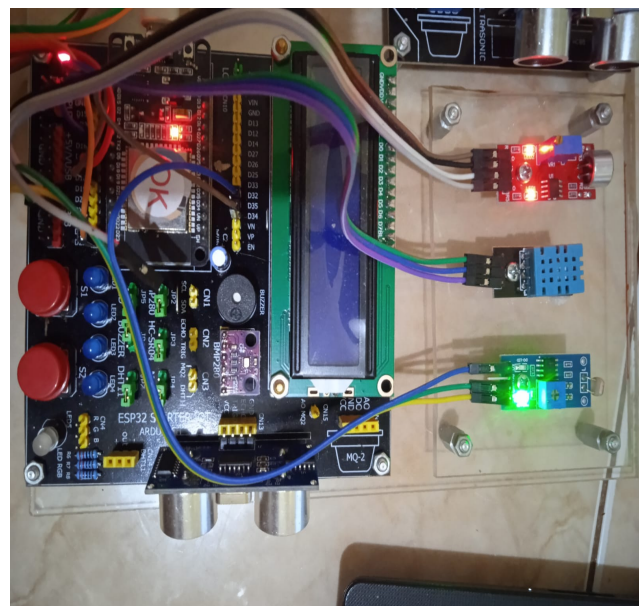
Pengujian sistem terbagi atas dua yaitu pengujian rangkaian dan pengujian IoT (internet of things) menggunakan platform aplikasi blynk iot.

Pengujian rangkian trainer kit dilakukan untuk mendapatkan rangkaian trainer yang dapat dioperasikan sesuai dengan fungsinya. Pengujian rangkaian dilakukan dengan menentukan titik pengukuran (TP). Hasil pengujian rangkaian diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian rangkaian nodemcu sp32 dengan sensor suara, sensor cahaya dan sensor suhu

Mikrokontroler Nodemcu esp32	Sensor Suara	Sensor Cahaya	Sensor Suhu	Keterangan
Led indikator Nodemcu esp32menyala	Led indikator sensor menyala	Led indikator sensor menyala	Led indikator sensor menyala	Nodemcu esp32 dan Sensor-sensor dapat berfungsi

Berdasarkan Tabel 2, nodemcu esp32 dihubungkan dengan sensor suara, sensor cahaya dan sensor suhu dapat berfungsi. Fungsi sensor-sensor tersebut akan sesuai berdasarkan program yang ditanamkan. Hasil pengujian nodemcu esp32 dengan sensor diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pengujian nodemcu esp32 dengan sensor

Tabel 3. Pengujian rangkaian nodemcu sp32 dengan relay

Mikrokontroler	Relay (untuk	Relay (untuk	Keterangan
----------------	--------------	--------------	------------

Nodemcu esp32	pengontrolan lampu)	alat pendingin ruangan)	
Led indikator Nodemcu esp32 menyala	Led indikator relay menyala	Led indikator relay menyala	Nodemcu esp32 dan relay-relay dapat berfungsi

Dari Tabel 3, nodemcu esp32 dihubungkan dengan relay dan relay dapat berfungsi, di mana fungsi relay ini adalah untuk mengontrol lampu dan alat pendingin sesuai dengan program yang ditanamkan.

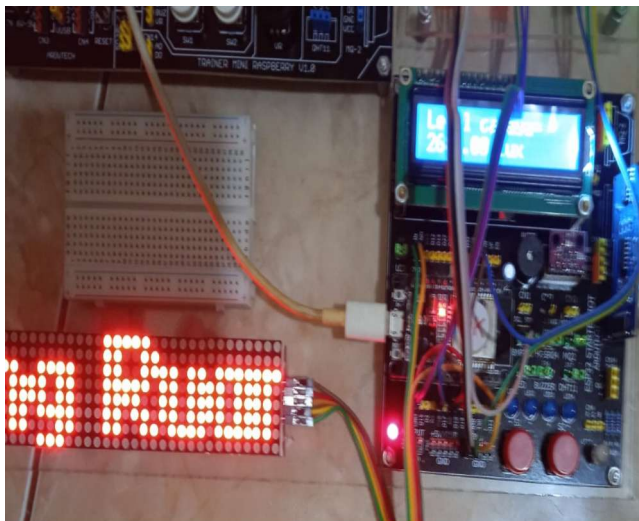
Hasil pengujian nodemcu esp32 dengan lcd dan dot matrix diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian rangkaian nodemcu sp32 dengan lcd dan dot matrix

Mikrokontroler Nodemcu esp32	Lcd 2x16	Dot matrix max 7219	Keterangan
Led indikator Nodemcu esp32 menyala	Led indikator lcd menyala	Led indikator dot matrix menyala	Nodemcu esp32 dan led serta dot matrix dapat berfungsi

Berdasarkan Tabel 4, LCD 2x16 dan dot matrix max 7219 dihubungkan dengan nodemcu esp32 untuk menampilkan data suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kebisingan pada ruangan, Berdasarkan pengujian lcd dan dot matrik dapat berfungsi. Fungsi dot matrix dan lcd adalah untuk menampilkan data tingkat kebisingan, intensitas cahaya dan suhu pada ruangan laboratorium. Fungsi lcd dan dot matrix sesuai dengan program yang ditanamkan pada nodemcu esp32.

Hasil pengujian nodemcu esp32 dengan lcd dan dot matrik diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian nodemcu esp32 dengan lcd dan dot matrik

Berikut ini pada Tabel 5, adalah hasil pengujian sensor-sensor dan relay-relay pada tampilan lcd dan dot matrik.

Berdasarkan Tabel 5, Tingkat kebisingan ruangan laboratorium mulai diberi peringatan pada level 40-60 dB,

untuk pencahayaan lampu menyala pada intensitas cahaya kurang dari 1000 lux dan alat pendingin mulai menyala pada suhu ruangan lebih dari 27 °C.

Tabel 5. Hasil pengujian trainer kit

Sensor Suara (dB)	Sensor Cahaya (Lux)	Sensor Suhu (°C)	Lampu	Pendingin	Keterangan
30	1000	25	off	off	Tidak bising, cahaya terang dan suhu ruangan sejuk
40	1000	25	off	off	Mulai bising, cahaya terang dan suhu ruangan sejuk
50	1000	25	off	off	Mulai bising, cahaya terang dan suhu ruangan sejuk
60	1000	25	off	off	Bising, cahaya terang dan suhu ruangan sejuk
30	300	25	on	off	Tidak bising, cahaya redup terang dan suhu ruangan sejuk
40	500	25	on	off	Mulai bising, cahaya kurang terang dan suhu ruangan sejuk
50	700	27	on	on	Mulai Bising, cahaya kurang terang dan suhu ruangan mulai panas
60	800	31	on	on	Bising, cahaya kurang terang dan suhu ruangan mulai panas

Pengujian trainer kit saat dihubungkan ke internet menggunakan platform blynk iot yaitu pengujian pemantauan tingkat kebisingan, cahaya dan suhu pada dua lokasi sensor,

dan pengujian pemantauan tingkat kebisingan, pencahayaan dan kesejukan dan pengontrolan lampu dan alat pendingin.

Hasil pengujian ruangan laboratorium menggunakan platform blynk iot adalah pemantauan tingkat kebisingan ruangan, pencahayaan dan suhu pada dua lokasi yang berbeda. Hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengujian pemantauan tingkat kebisingan ruangan, pencahayaan dan suhu pada dua lokasi yang berbeda menggunakan blynk iot

Berdasarkan data dari Gambar 5 ini, suhu ruangan terpantau pada 28 °C dan 29 °C, level kebisingan adalah 100 dB, dan intensitas pencahayaan adalah 2605 lux dan 2980 lux. Ini menandakan bahwa suhu ruangan mulai panas, cahaya terang dan adanya kebisingan. Tetapi pada kasus ini pengontrolan lampu dan alat pendingin tidak dapat dilakukan.

Hasil pengujian ruangan laboratorium menggunakan platform blynk iot adalah monitoring tingkat kebisingan ruangan, pencahayaan dan suhu dan pengontrolan lampu dan alat pendingin. Hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 6.

Berdasarkan data dari Gambar 6 ini, suhu ruangan terpantau pada 28 °C, level kebisingan adalah 76 dB, dan intensitas pencahayaan adalah 2864 lux, switch on off lampu dapat di aktifkan serta switch on off alat pendingin juga dapat di aktifkan. Ini menandakan bahwa suhu ruangan mulai panas, cahaya terang dan adanya kebisingan. Pada kasus ini pengontrolan lampu dan alat pendingin sudah dapat dilakukan.



Gambar 6 Hasil pengujian pemantauan tingkat kebisingan ruangan, pencahayaan dan suhu dan pengontrolan lampu dan alat pendingin menggunakan blynk iot

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa trainer kit sistem monitoring dan pengontrolan kebisingan, pencahayaan dan kesejukan ruangan yang ditampilkan pada modul dan juga dipantau dan dikendalikan melalui telepon pintar (*smart phone*). Trainer kit ini dapat digunakan sebagai modul praktikum untuk praktikum interface 2 pada program studi teknologi elektronika, praktikum jaringan sensor nirkabel pada program studi teknologi rekayasa jaringan telekomunikasi dan praktikum mikrokontroler pada program studi teknologi telekomunikasi. Berdasarkan hasil pengujian sistem, parameter suhu yang dihasilkan sensor dht11, tingkat kebisingan yang dihasilkan sensor suara KY-307, dan intensitas cahaya dari sensor cahaya BH1750FVI, dapat meningkatkan kenyamanan ruangan laboratorium.

REFERENSI

- [1] Ariadi, D. (2021). *Analisis Ergonomi Lingkungan Kerja Berdasarkan Temperatur, Pencahayaan dan Kebisingan Pada CV. Tirta Shahadah* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [2] Atina, A., & Jumingin, J. (2020). Pengukuran Parameter Fisika di Lingkungan Kampus Universitas PGRI Palembang. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 2(1), 7-11.
- [3] Gunawan, G., & Ananda, F. (2017). Aspek kenyamanan termal ruang belajar gedung sekolah menengah umum di wilayah Kec. Mandau. *Inovtek Polbeng*, 7(2), 98-103.
- [4] Hahury, S., & Rifaldi, A. (2018). Analisis Pengaruh Pencahayaan Temperatur Terhadap Kenyamanan Ruang Belajar Universitas Muhammadiyah Sorong. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, 4(2), 60-68.

- [5] Hendrawan, A., & Hendrawan, A. K. (2020). Analisa Kebisingan di Bengkel Kerja Akademi Maritim Nusantara. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 5(1), 1-5.
- [6] Hidayat, A. D., Sudibya, B., & Waluyo, C. B. (2019). Pendeteksi tingkat kebisingan berbasis Internet of Things sebagai media kontrol kenyamanan ruangan perpustakaan. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 1(1), 99-108
- [7] Jmr, S., & Widiarti, S. Y. (2018). Rancang Bangun Pengontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruang Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(1), 22-26.
- [8] Juliana, E. H. (2022). *Pengaruh Fasilitas Laboratorium Komputer Dan Kreativitas Belajar Terhadap Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Wan (Jaringan Berbasis Luas) Siswa Di Kelas Xi Jurusan Tkj Di Smk Hosana Tebas* (Doctoral Dissertation, Ikip Pgri Pontianak).
- [9] Kalengkongan, T. S., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. (2018). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 183-188.
- [10] Muthoharoh, W. (2022). Analisis Tingkat Kebisingan, Pencahayaan, Dan Iklim Kerja Panas Bengkel Motor Resmi (Studi Kasus: Ud. Utama Motor Sleman).
- [11] Nugraha, M. A. (2020). *Pengaruh Pencahayaan dan Suhu di Ruang Kerja terhadap Kinerja Karyawan* (Doctoral dissertation, Prodi Teknik Industri).
- [12] Poerwanto, E. (2019). Evaluasi Faktor Kebisingan Ruang Kuliah di STTA pada Gedung Halim Perdana Kusuma Dan Abdurahman Saleh. *Angkasa*, 6(2), 21-29.
- [13] Subahi, A. F., & Bouazza, K. E. (2020). An intelligent IoT-based system design for controlling and monitoring greenhouse temperature. *IEEE Access*, 8, 125488-125500.
- [14] Wandani, D. T., Sabilu, Y., & Munandar, S. (2017). *Hubungan Pencahayaan, kebisingan, suhu Udara Dengan terjadinya stress Kerja pada Pekerja di PT. Tofico Pelabuhan Perikanan Samudera (Pps) Tahun 2016* (Doctoral dissertation, Haluoleo University)