

Rancangan Sistem Peringatan Berbasis Mikrokontroler dan Nodered Pada Gedung Asrama Delta di Politeknik Penerbangan Medan

M. Daffa Hamdi¹, Liber Tommy Hutabarat², Rifki Hutomo³

^{1,2,3} Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Medan

e-mail: daffa.hamdi15@gmail.com¹, limasodara@gmail.com², Rafkahutomo@gmail.com³

Abstrak

Keamanan dan keselamatan merupakan hal yang utama dimanapun berada termasuk dilingkungan pendidikan seperti gedung asrama delta politeknik penerbangan medan. Maka diperlukan juga fasilitas untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan. Sistem peringatan merupakan salah satu fasilitas keamanan dan keselamatan yang berguna memberi informasi suara yang keras ketika terjadi keadaan darurat. Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai alat pemberi informasi darurat ketika terjadi keadaan darurat ataupun bencana alam di asrama sehingga dapat mengurangi kerugian materi dan korban jiwa ketika terjadi situasi darurat. Peralatan ini dirancang menggunakan mikrokontroler dan NodeRED sehingga dapat dikontrol dan dimonitoring dari mana saja. Komunikasi antara mikrokontroler dan NodeRED tersambung melalui sistem MQTT sehingga dapat saling terhubung. Hasil rancangan ini menunjukkan sistem peringatan dapat terhubung dengan NodeRED melalui sistem MQTT. Sistem peringatan dapat dihidup dan dimatikan menggunakan NodeRED dan juga push button yang ada diperangkat keras. Dashboard dari NodeRED juga memberikan informasi tampilan saat sirene hidup, mati ataupun saat perangkat keras terhubung dengan jaringan internet. Pada masa mendatang diharapkan dapat dilakukan simulasi keadaan darurat menggunakan sistem peringatan sehingga para mahasiswa asrama delta mengetahui apa yang harus dilakukan ketika terjadi situasi darurat sesungguhnya.

Kata kunci: *Sistem peringatan, Mikrokontroler, NodeRED, Sirene, Keselamatan*

Abstract

Safety and security are the most important things wherever you are, even in an educational environment such as the delta dormitory building of the Medan Aviation Polytechnic. So facilities are also needed to improve safety and security. The warning system is a security and safety facility that is useful for providing loud sound information when an emergency occurs. The purpose of this design is as a tool to provide emergency information when an emergency or natural disaster occurs in the dormitory so that it can reduce material losses and casualties when an emergency situation occurs. The equipment is designed using a microcontroller and NodeRED so that it can be controlled and monitored from anywhere. Communication between the microcontroller and NodeRED is connected through the MQTT system so that it can be interconnected. The results of this design show that the warning system can be connected to NodeRED via the MQTT system. The warning system can be turned on and off using NodeRED and the hardware buttons. The NodeRED dashboard also provides display information when the siren is on, when it is off, and when the hardware is connected to the Internet network. In the future, it is hoped that the warning system will be able to simulate emergency situations so that students in the Delta dormitory will know what to do in a real emergency situation.

Keywords : *Warning system, Microcontroller, NodeRED, Sirene, Safety*

PENDAHULUAN

Berdiri pada tahun 1989 sebagai Balai Diklat Penerbangan, Politeknik Penerbangan Medan adalah sekolah tinggi kedinasaan yang dinaungi oleh Kementrian Perhubungan. Pada tahun 2002, berubah nama menjadi Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan (ATKP), dan pada tahun

2019 kembali berubah menjadi Politeknik Penerbangan Medan (POLTEKBANG). Poltekbang Medan merupakan lembaga pendidikan yang bertugas menyelenggarakan program pendidikan di bidang penerbangan. Dalam melaksanakan pendidikan tentu harus dilengkapi dengan berbagai macam fasilitas salah satunya adalah fasilitas untuk keselamatan dan keamanan.

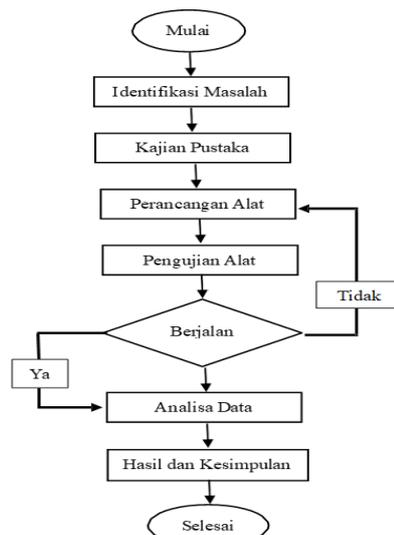
Keselamatan dan keamanan adalah hal yang utama dalam lingkungan pendidikan, termasuk didalam asrama mahasiswa. Kejadian yang dapat membahayakan bisa terjadi kapan saja sehingga bisa mengancam nyawa ataupun menyebabkan kerugian pada lingkungan pendidikan seperti kebakaran, banjir, gempa bumi dan masih banyak yang lain. Gedung asrama delta di Politeknik Penerbangan Medan merupakan tempat tinggal bagi mahasiswa yang mengemban pendidikan di institusi ini. Dengan banyaknya jumlah penghuni dan aktivitas yang padat setiap harinya, resiko terjadinya situasi darurat harus diperhitungkan. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan yang efektif untuk mengatasi jika terjadi ancaman dan memastikan keselamatan mahasiswa. Sistem peringatan sendiri sudah ada di asrama delta namun sistem ini sudah dalam keadaan rusak. Sistem peringatan yang lama masih menggunakan media kabel sebagai media transmisi sehingga susah untuk diperbaiki.

Teknologi yang semakin berkembang menawarkan berbagai Solusi yang canggih untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan melalui penerapan sistem berbasis mikrokontroler dan IoT (Internet of Things). Penggunaan mikrokontroler memberikan keuntungan dalam memproses data secara lokal dengan kecepatan tinggi dan respons yang cepat. Mikrokontroler erat dikaitkan dengan IoT (Internet of Things) yaitu menghubungkan peralatan dengan jaringan internet. Mikrokontroler seperti Arduino memungkinkan pemantauan sistem peringatan menggunakan media transmisi nirkabel. Kemudian adanya NodeRED yaitu sebuah tools pengembangan berbasis visual untuk menghubungkan perangkat keras dan layanan online, menawarkan platform yang kuat dan fleksibel untuk mengintegrasikan sistem peringatan ini.

Rancangan sistem peringatan berbasis mikrokontroler dan NodeRED pada gedung asrama delta dapat memungkinkan pemberian informasi menggunakan sistem peringatan jika terjadi situasi darurat serta membantu melatih kewaspadaan mahasiswa. Selain itu, sistem ini memungkinkan pemantauan langsung kondisi alat yang berada di asrama secara real-time, sehingga status keamanan dan keselamatan dapat diketahui setiap saat dan dapat mengaktifkan sirene dimana saja menggunakan NodeRED selama tersambung dengan jaringan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang mencoba apakah dapat menghubungkan NodeRED dengan sirene menggunakan jaringan internet sehingga menjadi sistem peringatan berbasis mikrokontroler dan NodeRED.



Gambar 3. 1 Flowchart tahapan penelitian (Sumber: Data Penelitian)

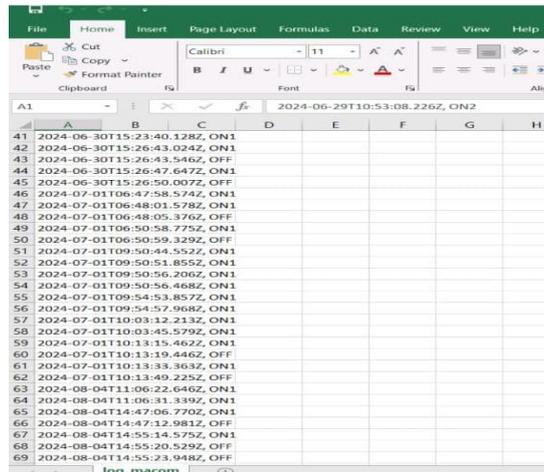
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan desain penelitian dan perancangan alat yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dalam bab 4 ini akan membahas mengenai proses kerja alat sesuai dengan sistem yang telah dirancang serta akan dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui kinerja dari sistem yang sudah dirancang. Adapun beberapa perancangan yang dibuat meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga menjadi satu sistem.

Hasil Monitoring

Hasil monitoring dari pengoperasian alat secara otomatis akan tersimpan didalam folder: My computer/Data C:/MQTT

Hasil monitoring akan berupa file ekstensi “.csv” yang bernama “log_macom”. Lalu file ini akan dapat dibuka dan dilihat dengan menggunakan MS excel.

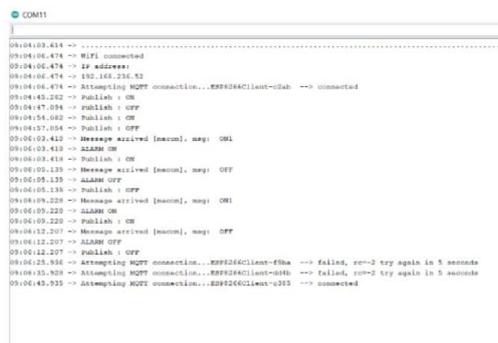


A	B	C	D	E	F	G	H
41	2024-06-30T15:23:40.128Z	ON1					
42	2024-06-30T15:26:43.024Z	ON1					
43	2024-06-30T15:26:43.546Z	OFF					
44	2024-06-30T15:26:47.647Z	ON1					
45	2024-06-30T15:26:50.007Z	OFF					
46	2024-07-01T06:47:58.574Z	ON1					
47	2024-07-01T06:48:01.578Z	ON1					
48	2024-07-01T06:48:05.376Z	OFF					
49	2024-07-01T06:50:58.775Z	ON1					
50	2024-07-01T06:50:59.329Z	OFF					
51	2024-07-01T09:50:44.552Z	ON1					
52	2024-07-01T09:50:51.855Z	ON1					
53	2024-07-01T09:50:56.206Z	ON1					
54	2024-07-01T09:50:56.468Z	ON1					
55	2024-07-01T09:54:53.857Z	ON1					
56	2024-07-01T09:54:57.968Z	ON1					
57	2024-07-01T10:03:12.213Z	ON1					
58	2024-07-01T10:03:45.579Z	ON1					
59	2024-07-01T10:13:15.462Z	ON1					
60	2024-07-01T10:13:19.446Z	OFF					
61	2024-07-01T10:13:33.363Z	ON1					
62	2024-07-01T10:13:49.232Z	OFF					
63	2024-08-04T11:06:22.646Z	ON1					
64	2024-08-04T11:06:31.339Z	ON1					
65	2024-08-04T14:47:06.770Z	ON1					
66	2024-08-04T14:47:12.581Z	OFF					
67	2024-08-04T14:55:14.575Z	ON1					
68	2024-08-04T14:55:20.529Z	OFF					
69	2024-08-04T14:55:23.948Z	OFF					

Gambar 4. 9 Log report sistem peringatan
(Sumber: Data penelitian)

Pengujian Alat

Setelah alat dirancang selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk memastikan apakah alat sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan dengan beberapa cara pengujian pertama dilakukan pengecekan apakah kodingan yang dimasukkan pada script Arduino IDE dan NodeRED bekerja sesuai dengan fungsinya.

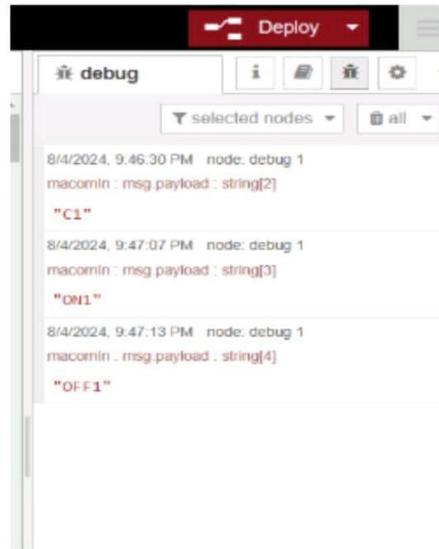


```
COM11
09:04:03.414 => .....
09:04:04.474 => WiFi connected
09:04:04.474 => IP address:
09:04:04.474 => 192.168.236.52
09:04:04.474 => Attempting MQTT connection...ESP8266Client-03ab -> connected
09:04:45.252 => Publish : ON
09:04:47.094 => Publish : OFF
09:04:54.682 => Publish : ON
09:04:57.054 => Publish : OFF
09:05:03.410 => Message arrived [mqtt], msg: ON1
09:05:03.410 => ALARM ON
09:05:03.410 => Publish : ON
09:05:05.130 => Message arrived [mqtt], msg: OFF
09:05:05.130 => ALARM OFF
09:05:05.130 => Publish : OFF
09:05:09.228 => Message arrived [mqtt], msg: ON1
09:05:09.228 => ALARM ON
09:05:09.228 => Publish : ON
09:05:12.207 => Message arrived [mqtt], msg: OFF
09:05:12.207 => ALARM OFF
09:05:12.207 => Publish : OFF
09:05:23.536 => Attempting MQTT connection...ESP8266Client-03ba -> failed, ret=2 try again in 5 seconds
09:05:25.929 => Attempting MQTT connection...ESP8266Client-03bb -> failed, ret=2 try again in 5 seconds
09:05:43.035 => Attempting MQTT connection...ESP8266Client-03bc -> connected
```

Gambar 4. 10 Tampilan serial monitor pada arduino IDE
(Sumber:Data penelitian)

Pada gambar diatas terlihat bahwa mikrokontroler akan mencoba terhubung ke wifi yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Jika wifi sudah terhubung maka mikrokontroler akan mencoba terhubung ke broker mqtt yang sudah ditentukan. Jika mikrokontroler sudah terhubung dengan broker mqtt maka sirene sudah bisa dihidup dan matikan dengan menggunakan panic button maupun tombol virtual yang berada di NodeRED. Terlihat juga jika wifi yang terhubung dimatikan

atau tidak tersambung dengan mikrokontroler maka mikrokontroler akan terus mencoba terhubung dengan broker mqtt sampai terhubung.



Gambar 4. 11 Data yang masuk pada menu debug
 (Sumber: Data Penelitian)

Pada gambar diatas terlihat bahwa mikrokontroler akan mencoba terhubung ke wifi yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Jika wifi sudah terhubung maka mikrokontroler akan mencoba terhubung ke broker mqtt yang sudah ditentukan. Jika mikrokontroler sudah terhubung dengan broker mqtt maka sirene sudah bisa dihidup dan matikan dengan menggunakan panic button maupun tombol virtual yang berada di NodeRED. Terlihat juga jika wifi yang terhubung dimatikan atau tidak tersambung dengan mikrokontroler maka mikrokontroler akan terus mencoba terhubung dengan broker mqtt sampai terhubung.

Tabel 4. 5 Pengujian

No	Jenis Pengujian	Hasil
1	Pengujian apakah sirene bisa terhubung dengan NodeRED dengan cara memberikan tegangan ke rangkaian sirene.	Sirene dapat terhubung dengan Nodered dengan status memberikan status <i>START</i> .
2	Pengujian pengaktifan sistem peringatan melalui tombol virtual yang berada di <i>dashboard</i> NodeRED.	Hasilnya sirene berbunyi dengan keras dan secara <i>real-time</i> . <i>Dashboard</i> pada NodeRED memberikan status <i>ON</i> pada alarm yang menandakan bahwa alarm berbunyi.
3	Pengujian mematikan sistem peringatan yang sudah berbunyi melalui tombol virtual yang berada di <i>dashboard</i> NodeRED.	Hasilnya sirene mati secara <i>real-time</i> . <i>Dashboard</i> pada NodeRED memberikan status <i>OFF</i> pada alarm yang menandakan bahwa alarm tidak berbunyi.
4	Pengujian menekan <i>push button</i> untuk menghidupkan sistem peringatan.	Hasilnya sirene berbunyi dengan keras dan secara <i>real-time</i> . <i>Dashboard</i> pada NodeRED memberikan status <i>ON</i> pada alarm yang menandakan bahwa alarm berbunyi.
5	Pengujian mematikan sistem peringatan yang sudah bunyi melalui <i>push button</i> .	Hasilnya sirene mati dengan secara <i>real-time</i> . <i>Dashboard</i> pada NodeRED memberikan status <i>OFF</i> pada alarm yang

		menandakan bahwa alarm tidak berbunyi.
6	Pengujian menghidupkan sistem peringatan melalui tombol virtual kemudian mematikan melalui <i>push button</i> .	Hasilnya sirene dapat dihidup dan matikan. Status yang berada di <i>dashboard</i> juga sesuai dengan keadaan sirene.
7	Pengujian menghidupkan sistem peringatan melalui <i>push button</i> kemudian mematikan melalui tombol virtual.	Hasilnya sirene dapat dihidup dan matikan. Status yang berada di <i>dashboard</i> juga sesuai dengan keadaan sirene.
8	Pengujian sistem peringatan ditempat selain barak delta.	Hasilnya sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan catatan lingkungan disekitar sistem peringatan terdapat jaringan <i>wifi direct</i> yang tidak memerlukan <i>login</i> melalui website dan kodingan mikrokontroler disesuaikan dengan wifi yang ada disekitarnya.

Selanjutnya melakukan pengujian kecepatan jaringan internet apakah mempengaruhi delay mikrokontroler sistem peringatan untuk terhubung dengan NodeRED. Hasil yang didapat terdapat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 6 Pengujian jaringan internet

No	Kecepatan internet	Delay
1	0,14 Mbps	5,18 detik
2	2,84 Mbps	5,27 detik
3	8,31 Mbps	5,16 detik



Gambar 4. 12 Pengukuran kecepatan internet 1
 (Sumber: Data Penelitian)



Gambar 4. 13 Pengukuran kecepatan internet 2
 (Sumber: Data Penelitian)



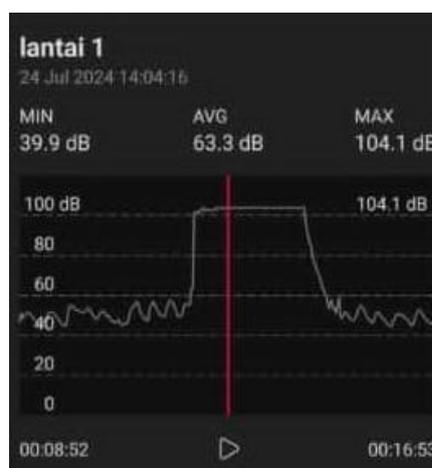
Gambar 4. 14 Pengukuran kecepatan internet 3
 (Sumber: Data Penelitian)

Terlihat pada tabel 4.6 setelah dilakukan pengujian dengan 3 kecepatan jaringan internet yang berbeda, sistem peringatan stabil terhubung pada NodeRED pada delay waktu 5 detik setelah perangkat dihubungkan dengan tegangan. Delay 5 detik adalah waktu yang dibutuhkan mikrokontroler untuk booting sehingga dapat disimpulkan sistem dapat terhubung secara langsung setelah terkoneksi dengan jaringan internet

Selanjutnya melakukan pengukuran seberapa besar suara yang dihasilkan oleh sirene yang dipasang dengan mengukur range suara dari lantai 1 hingga lantai 4. Pengukuran suara menggunakan smartphone dengan menginstal aplikasi bernama pengukur suara. Aplikasi ini dapat menampilkan seberapa keras suara yang diterima. Hasil yang diperoleh terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 7 kekerasan suara

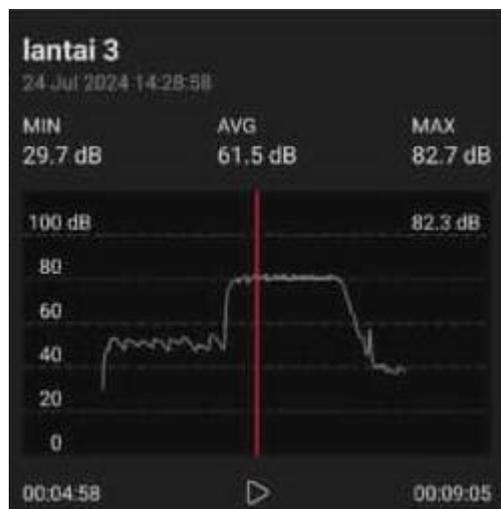
Lantai	Kekerasan suara
1	104.1 dB – 71.1 dB
2	86.4 dB – 70.4 dB
3	82.7 dB – 65.7 dB
4	80.2 dB - 67.1 dB



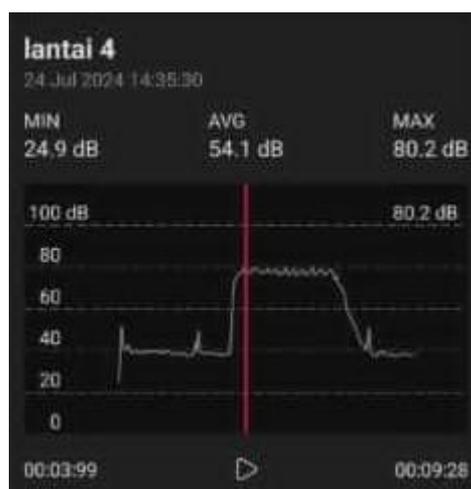
Gambar 4. 15 Hasil pengkuran suara lantai 1
 (Sumber: Data Penelitian)



Gambar 4. 16 Hasil pengukuran suara lantai 2
(Sumber: Data Penelitian)



Gambar 4. 17 Hasil pengukuran suara lantai 3
(Sumber: Data Penelitian)



Gambar 4. 18 Hasil pengukuran suara lantai 4
(Sumber: Data Penelitian)

Pada tabel 4.7 terlihat bahwa suara yang dihasilkan sirene akan semakin berkurang dipengaruhi oleh jarak sirene dari tempat tersebut seperti pada lantai 1 kekerasan suara bisa mencapai 104.1 dB namun seiring jauhnya jarak antar lantai, suara yang diterima menjadi lebih kecil hingga mencapai 67.1 Db.

Pembahasan

Setelah melakukan pengujian, pada bab ini akan membahas hasil pengujian sistem peringatan berbasis mikrokontroler dan NodeRED pada gedung asrama delta. Pertama dilakukan pengujian perangkat lunak yang ada di Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan melihat serial monitor yang ada di Arduino ide yang akan menampilkan output dari program yang sudah dirancang. Serial monitor memperlihatkan bahwa program yang dimasukkan sudah berjalan sesuai dengan kodingan yang dimasukkan. Selanjutnya, melakukan pengujian perangkat lunak yang berada di NodeRED dengan melihat melalui menu debug. Pada menu debug akan menampilkan pesan yang masuk ke NodeRED yang menunjukkan pesan diterima sesuai dengan kodingan yang telah diberikan.

Selanjutnya dilakukan pengujian sistem alat yang dilakukan pada tangga tengah lantai 1 gedung barak delta. Pengujian dilakukan di lokasi tersebut dikarenakan untuk memanfaatkan gema yang dihasilkan dari gedung sehingga suara yang dihasilkan sirene lebih nyaring. Pengujian sistem dilakukan dengan melakukan percobaan menghidup dan matikan sirene melalui NodeRED sekaligus melihat status alarm dari dashboard. Hasil pengujian menunjukkan sistem peringatan dapat dikontrol dan monitoring secara real-time melalui NodeRED maupun push button. Perangkat ini juga dapat menjadi alat yang mobile selama terdapat wifi direct disekitar dan mengatur kembali script kodingan wifi mikrokontroler.

Dilakukan juga pengujian kecepatan internet untuk mengetahui apakah kecepatan internet mempengaruhi delay sistem peringatan terhubung dengan NodeRED. Hasil dari pengujian terlihat sistem peringatan terhubung dengan NodeRED konsisten selama 5 detik yang merupakan waktu booting yang diperlukan oleh mikrokontroler hal ini membuktikan bahwa dengan menggunakan mqtt sebagai broker, komunikasi antara mikrokontroler dan NodeRED dapat dilakukan dengan cepat dan stabil tanpa membutuhkan jaringan internet yang kencang.

Pada hasil pengukuran kekerasan suara sirene yang digunakan pada sistem peringatan ini juga dapat menghasilkan suara sebesar 104.1 dB pada titik terdekat di lantai 1 delta yang menurut tabel referensi dari aplikasi pengukur suara itu sama seperti suara kereta api sampai pada titik terjauh lantai 4 delta sebesar 67.1 dB yang menurut tabel referensi dari aplikasi pengukur suara itu sama seperti suara percakapan atau musik latar. Pada hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan sirene satu lagi yang dipasang dilantai yang berbeda untuk memperluas kekerasan suara sirene sehingga kekerasan sirene dapat merata keseluruh asrama delta.

SIMPULAN

1. Sistem peringatan berbasis mikrokontroler dan NodeRED yang dirancang dan diimplementasikan pada gedung asrama delta di politeknik penerbangan medan telah diuji dan menunjukkan bahwa sistem ini dapat dikontrol dan monitoring secara real-time serta dapat menjadi alat sistem peringatan yang mobile selama ada jaringan wifi direct disekitarnya.
2. Sistem ini memiliki keunggulan dari sistem peringatan yang lain yaitu sistem ini dapat dikontrol dan dimonitoring dari mana saja. Namun, Sistem ini masih menggunakan broker mqtt yang tidak berbayar sehingga keamanan data yang dikirim dan terima masih belum terjaga. Kemudian Sistem ini masih dikontrol secara manual oleh operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrianto, H. H., Sari, K., & Irmayani, I. (2021). Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 4(1), 38–49. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i1.2687>
- Ajreen, M. (n.d.). IOT BASED TEMPERATURE AND HUMIDITY MOINTORING SYSTEM USING AURDINO UNO AND ESP8266 WIFI MODULE DHT-11.

- Awwal, D. A. (2023). Rancang Bangun Alat Proteksi Pemutus Aliran Listrik Saat Banjir. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(3), 33–39. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/56076/44313>
- Dias Valentin, R., Ayu Desmita, M., & Alawiyah, A. (2021). Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir. *Jimel*, 2(2), 2723–598.
- Engineers, L. M. (2024). WeMos D1 Mini Pinout Reference. <https://lastminuteengineers.com/wemos-d1-mini-pinout-reference/>
- Fikriultimate. (2019). LCD I2C: Memanfaatkan I2C untuk Mengontrol LCD. *fikriip.com*. <https://www.fikriip.com/2019/08/memanfaatkan-i2c-untuk-lcd/>
- Mishra, B., & Kertesz, A. (2020). The use of MQTT in M2M and IoT systems: A survey. *IEEE Access*, 8(November), 201071–201086. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3035849>
- Mulyono, S., Qomaruddin, M., & Anwar, M. (2018). Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT. *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, 3(1), 31–44.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 Tentang Pelaksanaan Undang-Undang No.28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. Peraturan Pemerintah (PP) No. 36, 2, 81.
- Pradana, I. Z. L., Pambudiyatno, N., & Moonlight, L. S. (2022). Rancangan Crash Bell atau Fire Alarm dari Tower ke Unit Pkp-Pk Berbasis Arduino Dan Lora Sx1276 Wireless Tower Ke Unit Pkp-Pk Berbasis Arduino Dan Lora Sx1276 Wireless. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 6(1), 1–5.
- Sabilla, R. Y., & Yendri, D. (2021). Sistem Monitoring Kondisi dan Posisi Pengemudi Berbasis Internet of things. *Chipset*, 2(01), 1–10. <https://doi.org/10.25077/chipset.2.01.1-10.2021>
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 8(2), 87–94. <https://media.neliti.com/media/publications/141935-ID-perancangan-simulasi-sistem-pemantauan-p.pdf>
- Texas Instruments. (2021). LM2596 SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator. Data Sheet, March, 1–49. www.ti.com
- Wattimury, L., Laamena, F., & Tehubijuluw, C. M. (2023). Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Sensor Radio Frekuensi Identification (Rfid) Sebagai Sistem Pengaman Otomatis. *ALE Proceeding*, 6, 102–109. <https://doi.org/10.30598/ale.6.2023.102-109>
- Yuhefizar. (2008). 10 Jam Menguasai Internet: Teknologi dan Aplikasinya. *Elex Media Komputindo*.