

RANCANG BANGUN ALAT PENCEGAH PERPENCARAN ROMBONGAN WISATA BERBASIS MIKROKONTROLER

Setyawan Ajie Sukarno^{1*}, Fikri Milsa Ananda², Muhammad Fikri³, Rofli Ageng Budiman⁴

^{1,2,3,4}Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung

Received: 25 Juli 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

Communication;
Radio frequency;
Microcontroller;
Tour.

Correspondent Email:

ajie@ae.polman-bandung.ac.id

Abstrak. Makalah ini membahas tentang rancang bangun inovatif suatu alat pencegah perpencaran rombongan wisata yang memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan frekuensi radio. Perpencaran rombongan seringkali mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi dan dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi para anggota rombongan serta pihak penyelenggara. Penelitian ini mengusulkan solusi berbasis teknologi mikrokontroler dan komunikasi frekuensi radio untuk meningkatkan manajemen dan keamanan rombongan wisata. Penggunaan frekuensi radio memungkinkan komunikasi yang efektif antara anggota rombongan dan pemandu wisata, bahkan dalam kondisi geografis yang sulit, dan kondisi sinyal GSM yang kurang baik.

Makalah ini membahas secara rinci tentang desain fisik alat, implementasi sistem, dan pengujian fungsionalitasnya. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa integrasi teknologi mikrokontroler dan frekuensi radio efektif dalam mencegah perpencaran rombongan wisata, meningkatkan koordinasi, dan mengoptimalkan pengalaman wisata secara keseluruhan. Dengan demikian, implementasi alat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan manajemen rombongan wisata dan memberikan pengalaman yang lebih aman dan menyenangkan.

Abstract. *This paper explores the innovative design of a device aimed at preventing the dispersal of tourist groups by leveraging microcontroller technology and radio frequency communication. The scattering of tourist groups often leads to coordination challenges, causing discomfort for both group members and organizers. This research proposes a technology-based solution utilizing microcontrollers and radio frequency communication to enhance the management and security of tourist groups.*

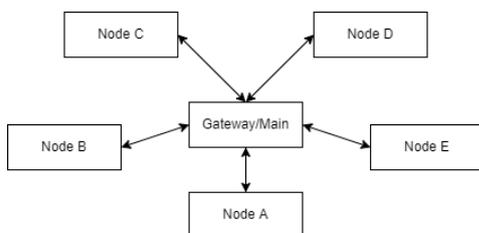
The use of radio frequency communication enables effective interaction among group members and tour guides, even in challenging geographic conditions and areas with poor GSM signal strength. The paper provides a detailed discussion of the physical design of the device, system implementation, and functional testing. Experimental results demonstrate that the integration of microcontroller technology and radio frequency communication is effective in preventing the dispersal of tourist groups, improving coordination, and optimizing the overall tourist experience. Conclusively, the implementation of this device is expected to make a positive contribution to enhancing tourist group management, providing a safer and more enjoyable experience for all participants.

1. PENDAHULUAN

Aktivitas manusia sangatlah beragam, salah satunya merupakan kegiatan berkelompok dalam tujuan berwisata ke tempat yang baru. Dan perkembangan teknologi mendorong pengelola tempat wisata untuk menggunakan teknologi informasi untuk membantu menavigasi wisatawan agar mendapatkan informasi yang cukup dan benar, seperti pada [1] - [5]. Ada kalanya rombongan wisata menggunakan jasa pemandu wisata dalam memudahkan kegiatannya, untuk memperhatikan dan mengetahui anggota kelompoknya. Namun tetap saja sering terjadi terpisahnya anggota dari rombongan tanpa sepengetahuan pemandu wisata atau anggota lainnya [6][7]. Hal tersebut bisa jadi disebabkan oleh padatnya kawasan atau tidak terjangkaunya sinyal seluler dan internet di kawasan wisata seperti pada [8]. Maka dari itu diperlukan alat pemantauan oleh pemimpin wisata pada setiap anggota agar tidak terpisah serta mempermudah komunikasi bilamana salah satu anggota membutuhkan pertolongan atau kesulitan.

2. METODE PENELITIAN

Blok diagram dari alat pencegah perpencaran rombongan wisata berbasis mikrokontroler diperlihatkan pada gambar 1.

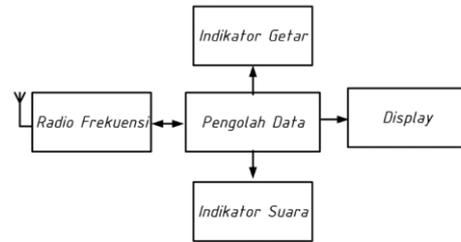


Gambar 1. Blok Diagram Alat

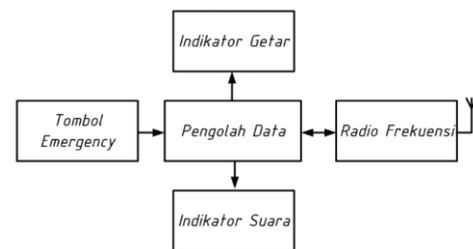
Alat ini bekerja dengan menggunakan sistem node dan gateway/main. Perangkat node memberikan sinyal secara terus-menerus kepada perangkat gateway/main. Sinyal dari perangkat node terputus dari perangkat gateway/main, maka display akan menampilkan pemberitahuan perangkat node mana yang terputus dan getaran serta suara akan berfungsi. Perangkat node akan digunakan oleh anggota rombongan dan perangkat gateway/main akan digunakan oleh pemimpin rombongan. Gambar 2 menunjukkan diagram blok perangkat gateway/main dan Gambar 3 menunjukkan diagram blok perangkat node.

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1. Jaringan Sensor Nirkabel

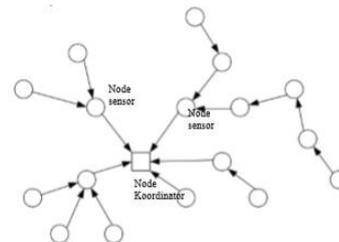


Gambar 2. Diagram Blok Gateway/main



Gambar 3. Diagram Blok Node

Jaringan Sensor merupakan struktur jaringan sensor nirkabel yang mana jaringan sensor nirkabel adalah suatu jejaring nirkabel menggunakan alat berupa sensor yang bekerja sama untuk memantau kondisi tertentu seperti temperatur, suara, cahaya, tekanan dan lain-lain [9].



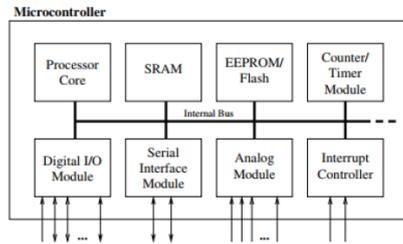
Gambar 4. Struktur Jaringan Sensor Nirkabel

Jaringan sensor nirkabel merupakan suatu jaringan sensor yang terdiri dari node sensor yang disebar pada beberapa titik, dan dapat melakukan komunikasi tanpa kabel. Jadi konsep sederhana suatu jaringan sensor nirkabel adalah berdasarkan fungsi pengindraan, CPU dan radio [10][11].

2.1.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang mana seluruh atau sebagian besar elemennya di kemas dalam satu chip IC (Integrated Circuit), sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler juga merupakan sebuah sistem komputer yang

memiliki satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan PC yang memiliki fungsi beragam [12].

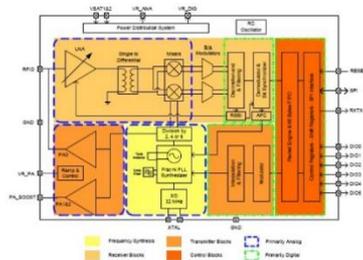


Gambar 5. Diagram Blok Mikrokontroler

Mikrokontroler memiliki kemampuan untuk mengolah serta memproses data dan dapat digunakan sebagai unit kendali, maka dengan sekeping chip mikrokontroler dapat mengendalikan suatu alat. Dalam aplikasi Wireless Sensor Network, mikrokontroler sering digunakan sebagai otak dari sistem tersebut [13]. Mikrokontroler mempunyai perbedaan dengan mikroprosesor dan mikrokomputer. Suatu mikroprosesor merupakan bagian dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung sebuah komputer, sedangkan mikrokontroler umumnya terdiri atas CPU, Memory, I/O tertentu dan unit-unit pendukung lainnya [14].

2.1.3. Modul Frekuensi Radio

RFM69 merupakan modul komunikasi serial nirkabel yang didesain untuk aplikasi ultra low power wireless dengan pita frekuensi ISM 433 MHz. RFM69 dikonfigurasi dan dioperasikan melalui antarmuka perangkat serial. Register map tersedia melalui antarmuka ini. Register map sendiri berisikan semua konfigurasi register pada RFM69 dan dapat diakses pada semua mode operasi dari chip [15].



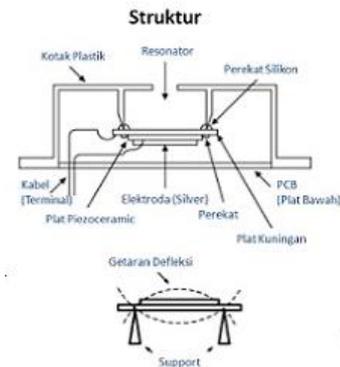
Gambar 6. Diagram Blok Modul Frekuensi Radio

Terdapat total 100 node yang dapat digunakan pada RFM69. Untuk dapat saling terhubung, node harus berada pada channel yang sama. RFM69 memiliki 2 mode yaitu TX

mode dan RX mode di mana TX mode merupakan mode ketika RFM69 berfungsi sebagai pengirim paket data, sedangkan RX mode merupakan mode ketika RFM69 berfungsi sebagai penerima paket data. Area yang dapat dijangkau oleh RFM69 mencapai radius 100 m pada lapangan terbuka [16].

2.1.4. Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen yang berfungsi mengubah arus listrik menjadi suara. Buzzer terdiri dari sebuah diafragma yang memiliki kumparan. Ketika kumparan tersebut dialiri arus listrik sehingga menjadi elektromagnet, kumparan akan tertarik ke dalam atau keluar tergantung dari polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap getaran diafragma akan bergerak secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar dan menghasilkan suara [17].



Gambar 7. Struktur Dasar Piezoelektrik Buzzer

2.1.5. Motor Vibrasi

Motor Vibrasi adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan magnet untuk diubah menjadi energi mekanik. Vibrasi atau getaran berasal dari gaya sentrifugal bermassa dari stator yang berputar. Vibrasi atau getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar [18].

2.1.6. Display OLED

OLED (Organic Light-Emitting Diode) adalah Light-Emitting Diode (LED) yang memiliki lapisan emissive electroluminescent dan merupakan lembaran senyawa organik yang akan memancarkan cahaya bila dilalui arus elektrik. Lapisan bahan semikonduktor organik diletakkan di antara dua elektroda. Umumnya salah satu elektroda tersebut tembus pandang. Lapisan bahan organik untuk menyusun OLED bisa 2 atau 3 lapis. Struktur dasar OLED terdiri dari bahan organik yang diletakkan di antara katoda dan anoda, yang terbuat dari Indium Tin Oxide (ITO) tembus pandang. Sedangkan bahan organik tersusun dari beberapa lapis lembaran tipis, meliputi *Hole Transporting Layer (HTL)*, *Emissive Layer (EML)*, dan *Electron Transporting Layer (ETL)* [19].

2.1.7. Baterai

Baterai merupakan perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi dan dikonversi menjadi daya. Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel [20].

2.1.8. Gelombang Frekuensi Radio

Gelombang radio frekuensi merupakan gelombang elektromagnetik yang perambatannya diruang angkasa dan sebagai dasar untuk banyak sistem komunikasi yang berbeda. Karakteristik yang bervariasi, gelombang radio dari frekuensi yang berbeda beda digunakan tidak hanya untuk broadcasting tetapi juga pada perangkat tanpa kabel, transmisi telepon, televisi, radar, sistem navigasi, dan bentuk lain dari komunikasi.

Spektrum elektromagnetik adalah rentang semua radiasi elektromagnetik. Spektrum elektromagnetik dapat dijelaskan dalam

panjang gelombang, frekuensi, atau tenaga per foton, seperti tercantum pada Tabel 1. Bagian spektrum elektromagnetik banyak dikenali oleh manusia adalah cahaya, yang merupakan bagian spektrum elektromagnetik yang terlihat oleh mata. Spektrum frekuensi radio adalah sumber daya alam yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas serta dapat meningkatkan kualitas masyarakat suatu bangsa [21].

Tabel 1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Nama Band	Singkatan	Band ITU	Frekuensi (f)	Panjang Gelombang (λ)
Extremely Low Frequency	ELF	1	3 - 30 Hz	100.000 km - 10.000 km
Super Low Frequency	SLF	2	30 - 300 Hz	10.000 km - 1000 km
Ultra Low Frequency	ULF	3	300 - 3000 Hz	1000 km - 100 km
Very Low Frequency	VLF	4	3 - 30 KHz	100 km - 10 km
Low Frequency	LF	5	30 - 300 KHz	10 km - 100 m
Medium Frequency	MF	6	300 - 3000 KHz	1 km - 100 m
High Frequency	HF	7	3 - 30 MHz	100 m - 10 m
Very High Frequency	VHF	8	30 - 300 MHz	10 m - 1 m
Ultra High Frequency	UHF	9	300 - 3000 MHz	1 m - 100 mm
Super High Frequency	SHF	10	3 - 30 GHz	100 mm - 10 mm
Extremely High Frequency	EHF	11	30 - 300 GHz	10 mm - 1 mm

2.1.9. Frekuensi 433 MHz

Frekuensi 433 MHz termasuk dalam spesifikasi kanal Industrial, scientific and medical (ISM) yang ditujukan untuk aplikasi lokal dalam dunia industri, pengujian ilmu pengetahuan, dan aplikasi kedokteran. Rentang frekuensi ISM dimulai dari beberapa kHz sampai beberapa ratus GHz dengan variasi penggunaan yang beragam, seperti tercantum pada tabel 2 [21].

Tabel 2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Frekuensi (MHz)	Aplikasi Utama	RF Power (umum)	Perkiraan Jumlah Pengguna
Dibawah 0.15 0.15-1	Industrial (Pengelasan dan peleburan logam)	10 kW-10 MW	> 100.000
	Pembersihan secara ultrasonic	20-1000 W	> 100.000
	Aplikasi kedokteran	100-1000 W	> 10.000
	Pemanasan induksi industri	1 kW-1 MW	> 100.000
1-10	Diagnostik medis ultrasonik	100-1000 W	> 100.000
	<i>Surgical diathermy</i> (1-10 MHz <i>dampened wave oscillator</i>)	100-1000 W	> 100.000
	Pemrosesan kayu (3.2 dan 6.5 MHz)	10kW-1.5 MW	> 100.000
	<i>Valve induction generators</i>	1-200 kW	> 1000
10-100	Produksi mater semi-konduktor	2-10 kW	> 10.000
	Pengelasan listrik (1-10 MHz <i>dampened wave oscillator</i>)		
	Pemanasan dielektris (kebanyakan pada frekuensi ISM band 13.56, 27.12, dan 40.68 MHz, tetapi banyak yang beroperasi pada frekuensi diluar ISM band)		
	- Keramik	15-300 kW	< 1000
	- pengeringan <i>foundy core</i>	15-300 kW	< 1000
	- pengeringan tekstil	15-300 kW	> 1000
	- produk bisnis (buku, kertas, lem, dan pengeringan)	5-25 kW	> 1000
	- makanan (pasca pembakaran kue, pengolahan daging dan ikan)	10-100 kW	< 1000
	- pengeringan <i>solvent</i>	5-400 kW	> 10.000
	- pengeringan dan pengeleman kayu	5-1000 kW	> 100.000
	- pengeringan dielektrik umum	1-50 kW	> 10.000
	- pemanasan plastic	(kebanyakan 100-1000 W)	
	Aplikasi Kedokteran		
	- <i>medical diathermy</i> (27 MHz)	< 5 kW	> 1000
- <i>magnetic resonance imaging</i> (10-100 MHz di ruangan tertutup)			
100-1000	Pemrosesan makanan (915 MHz) Aplikasi kedokteran (433 MHz)	< 200 kW	< 1000

Diatas	RF Plasma generators	Power	Perkiraan Jumlah Pengguna
1000	Vulkanisir Karet (915 MHz)		< 1000
1000	<i>RF Plasma generators</i>		
	<i>Microwave oven</i> (2450 MHz)	600-1500 W	> 200 juta
	<i>Microwave oven</i> komersial (2450 MHz)	1.5-200 kW	
	Vulkanisir karet (2450 MHz)	6-100 kW	< 1000
	Pengobatan ultraviolet		

2.2 Perancangan Aspek Elektronik

Perancangan elektronik terdiri dari pemilihan komponen maupun modul elektronik yang digunakan dan diagram pengkabelan atau detail koneksi antar komponen atau modul elektronik.

1) Modul Radio Frekuensi

Berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 13 tahun 2018 mengenai Alokasi Spektrum Frekuensi Indonesia [22] bahwa frekuensi yang dapat digunakan bebas (amatir) untuk keperluan ilmu pengetahuan adalah frekuensi 430-440 Mhz. Tegangan operasi modul sensor yang digunakan sekitar 3,3 V ~ 5,0 V dengan jumlah node yang digunakan cukup banyak. Dimensi modul yang kecil dan daya yang digunakan relatif rendah.

2) Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan memiliki pin input output analog dan digital, dan dapat digunakan untuk interfacing modul sensor yang digunakan dan perangkat lainnya. Tegangan operasi sekitar 3,0 V ~ 3,3 V dengan penggunaan daya cukup rendah.

3) Display

Display yang digunakan mampu menampilkan karakter dengan jelas, posisi karakter dapat diatur, ukuran karakter dapat disesuaikan, serta dimensi modul yang kecil serta daya yang digunakan relatif rendah.

4) Indikator Suara

Indikator suara yang digunakan memiliki kemampuan untuk mengeluarkan suara dengan baik dengan tegangan operasi 3,0 V ~ 4,0 V.

5) Indikator Getar

Indikator getar yang digunakan memiliki kemampuan untuk menggetarkan casing yang akan digunakan dengan tegangan operasi 3,0 V ~ 4,0 V.

6) Tombol Emergency

Tombol yang digunakan mampu merubah logic, sehingga dari perubahan logic tersebut dapat mengaktifkan suatu perintah atau program. Dengan tegangan yang digunakan 3,0 V ~4,0 V.

7) Modul Pengisian Baterai

Modul pengisian baterai digunakan sebagai rangkaian pengisian ulang daya dari baterai Li-ion 3,7 V. Tegangan input pengisian daya baterai 4,0 V sampai 8,0 V dengan arus maksimum 1 A. Pengisian daya baterai dapat melalui port mikro USB.

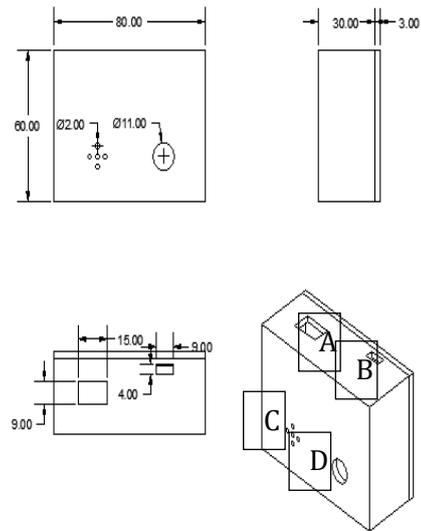
8) Baterai

Baterai yang digunakan berupa baterai Li-ion 3,7 V sebagai sumber daya utama komponen mikrokontroler dan modul-modul yang digunakan. Dimensi baterai yang kecil dan kapasitas yang cukup untuk bertahan dengan modul-modul yang digunakan.

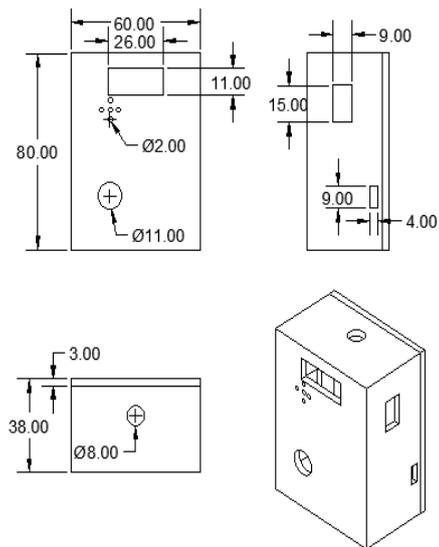
2.3 Perancangan Aspek Mekanik

Perancangan casing alat yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Berdasarkan Gambar 8 perancangan mekanik perangkat gateway/main yang menunjukkan huruf A-E, di mana pada huruf-huruf tersebut akan ditempati oleh masing-masing komponen yaitu (A) Antena (B) Switch on-off (C) OLED 128x32 (D) Buzzer (E) Modul Charger Baterai.

Berdasarkan Gambar 9 perancangan mekanik perangkat node ditunjukkan huruf A-F, di mana pada huruf-huruf tersebut akan ditempati oleh masing-masing komponen yaitu (A) Switch On-Off (B) Modul Charger Baterai (C) Buzzer (D) Push button.



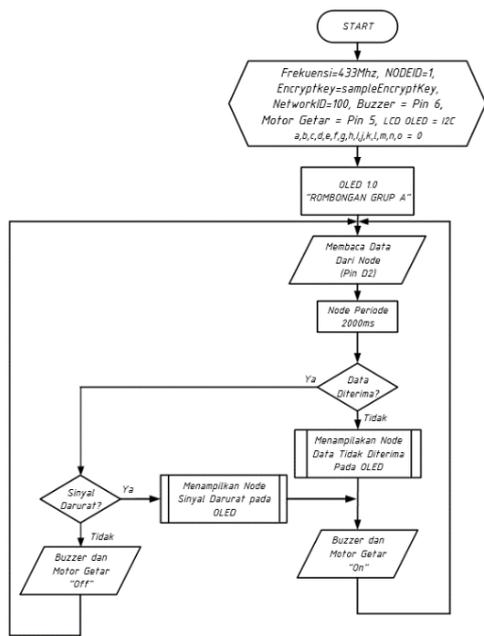
Gambar 8. Perancangan Mekanik Perangkat Gateway/Main



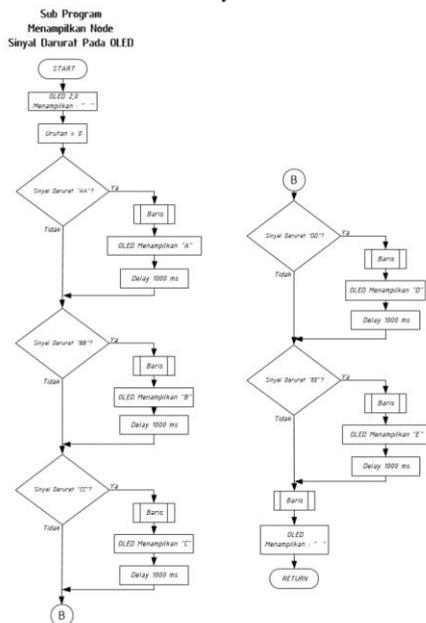
Gambar 9. Perancangan Mekanik Perangkat Node

2.4 Perancangan Aspek Perangkat Lunak

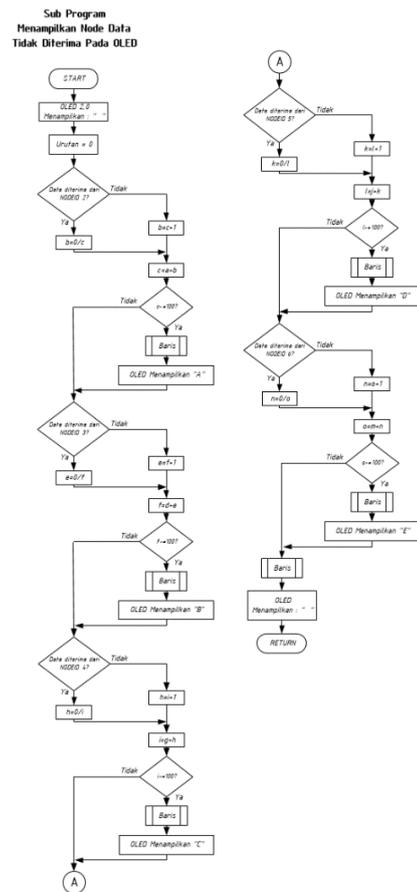
Program yang dibuat berdasarkan perancangan diagram alir seperti yang ditunjukkan Gambar 10 untuk diagram alir perangkat gateway/main, Gambar 12 untuk sub program menampilkan node data tidak diterima pada OLED, Gambar 11 untuk sub program menampilkan node sinyal darurat pada OLED, Gambar 13 untuk sub program baris, dan Gambar 14 untuk diagram alir perangkat node.



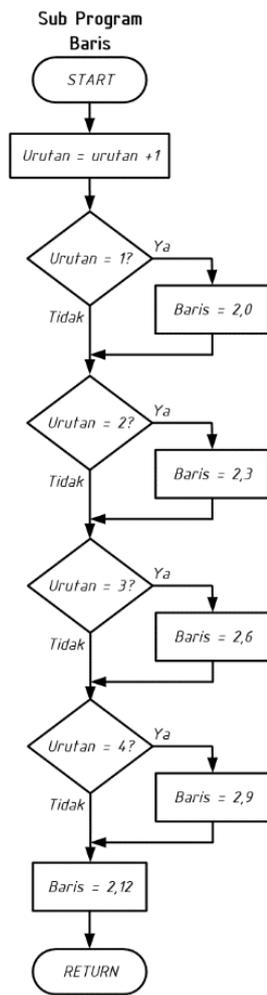
Gambar 10. Diagram Alir Perangkat Gateway/main



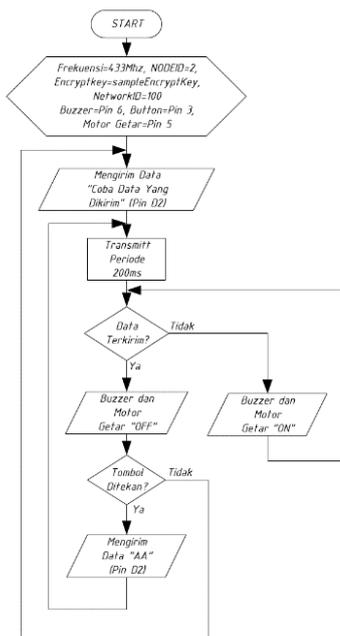
Gambar 11. Sub Program Menampilkan Node Sinyal Darurat pada OLED



Gambar 12. Sub Program Menampilkan Node Data Tidak Terkirim pada OLED



Gambar 13. Sub Program Baris



Gambar 14. Diagram Alir Perangkat Node

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pembuatan



Gambar 15. Hasil Pembuatan Alat

Hasil implementasi dalam rancang bangun alat pencegah perpencaran rombongan wisata dapat dilihat pada Gambar 15. Dengan perangkat yang memiliki antena merupakan gateway/main dan perangkat lainnya merupakan node. Untuk memastikan hasil pembuatan alat sesuai dengan harapan, maka diperlukan beberapa pengujian.

Pengujian dilakukan untuk memastikan perangkat gateway/main dan node dapat berkomunikasi dan memberikan informasi ketika perangkat node di luar jangkauan dan saat perangkat node menekan tombol emergency. Pengujian dilakukan dengan cara mengintegrasikan seluruh sistem dan melakukan pengujian koneksi dari 5 perangkat node pada 1 perangkat gateway/main. Pengujian jarak dilakukan untuk menentukan seberapa jauh jangkauan sinyal yang dapat diterima perangkat gateway/main dari perangkat node. Pengujian daya tahan baterai pada kondisi standby alat dilakukan untuk mengetahui berapa lama alat dapat berfungsi.

3.2 Pengujian Koneksi Perangkat

Tabel 3. Pengujian Koneksi Perangkat node dan tampilan OLED gateway/main

Node A	Node B	Node C	Node D	Node E	Tampilan pada OLED Gateway/main	Buzzer & Getar
ON	ON	ON	ON	ON	Rombongan Grup A	OFF
OFF	ON	ON	ON	ON	Rombongan Grup A A	ON
ON	OFF	ON	ON	ON	Rombongan Grup A B	ON
ON	ON	OFF	ON	ON	Rombongan Grup A C	ON
ON	ON	ON	OFF	ON	Rombongan Grup A D	ON
ON	ON	ON	ON	OFF	Rombongan Grup A E	ON
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Rombongan Grup A B C D E	ON

Pengujian koneksi dilakukan dengan cara mengaktifkan push button on/off dari tiap *node*. Pada tabel 3 didapatkan bahwa *node* dalam posisi off, maka akan mengaktifkan buzzer dan motor getar gateway/main dengan tampilan di OLED *node* mana yang tidak aktif.

3.3 Pengujian Tombol *Emergency*

Tabel 4. Pengujian Tombol *Emergency*

Node A	Node B	Node C	Node D	Node E	Tampilan pada OLED Gateway/main	Buzzer & Getar
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	Rombongan Grup A A	ON
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	Rombongan Grup A B	ON
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	Rombongan Grup A C	ON
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	Rombongan Grup A D	ON
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Rombongan Grup A E	ON

Pengujian tombol *emergency* dilakukan dengan cara mengaktifkan *emergency* dengan menekan push botton secara bergantian. Dari hasil percobaan pada tabel 4 didapatkan bahwa jika *emergency* button pada *node* ditekan, akan memberikan sinyal kepada *gateway/main* berupa buzzer dan motor getar beserta tampilan di OLED.

3.4 Pengujian Jarak

Tabel 5. Pengujian Jarak

Node	Jarak	Tampilan pada OLED Gateway/Main	Buzzer & Motor Getar
A	80 m		ON
B	95 m		ON
C	80 m	Rombongan Grup A	ON
D	80 m	A B C D	ON
E	0 m		OFF

Pengujian jarak ini dilakukan pada lapangan terbuka. Pada tabel 5 dapat dilihat jika jarak *node* dengan *gateway/main* lebih dari 80 m, maka akan mengaktifkan buzzer dan motor getar *gateway/main*.

3.5 Pengujian Baterai

Tabel 6. Pengujian Baterai

	Tegangan Baterai		Waktu	
	Aktif	Mati	Mulai	Berhenti Lama
Baterai A		2,8 V		17:42 1287 menit
Baterai B		3 V		20:13 1438 menit
Baterai C	4V	2,8 V	20:15	18:11 1316 menit
Baterai D		3 V		18:24 1341 menit
Baterai E		2,8 V		19:02 1367 menit
Baterai F		2,8 V		17:54 1299 menit

Tabel 6 merupakan tabel hasil pengujian rata-rata penggunaan baterai dengan jarak antar perangkat yang dekat yaitu 1341 menit atau sekitar 22 jam. Baterai yang digunakan adalah baterai Li-Ion dengan kapasitas tertera 1500mAh. Tegangan yang terukur oleh multimeter ketika baterai full charge adalah 4 V pada semua baterai dan rata-rata 2.86 V tegangan baterai yang terukur ketika perangkat sudah tidak dapat mengirim data karena tegangan baterai/sumber daya yang kurang. Daya tahan baterai tersebut dinilai cukup baik karena dapat bertahan kurang lebih satu hari dengan posisi alat *standby*.

4 KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan pengujian alat pencegah perpencaran rombongan wisata, berbasis mikrokontroler telah berfungsi sesuai yang diharapkan. Kelima *node* dapat terhubung ke *gateway/main* melalui jaringan radio, *gateway/main* dapat memantau kelima *node* berupa tampilan OLED, suara buzzer dan motor getar bila perangkat *node* nonaktif atau jauh dari jangkauan *gateway/main*. Serta perangkat *emergency* button pada *node* dapat berfungsi dengan baik berupa munculnya tampilan OLED, suara buzzer dan motor getar untuk membantu anggota rombongan wisata sewaktu-waktu membutuhkan pertolongan dari *tour guide*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulfikar, Purnawansyah, L. N. Hayati, *Aplikasi Pemandu Wisata Kota Makassar Menggunakan Augmented Reality Dengan Metode Location Based Services (LBS) Berbasis Android*. Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam (BUSITI), Vol 1, No 3, 2020.
- [2] E. Kurniadi, H. Budianto, *Rancang Bangun Aplikasi Wisata Kabupaten Kuningan Berbasis Android Menggunakan Metode Location Based Service (LBS)*. Cloud Information Journal of Information System. Vol 3, No 2, 2018.
- [3] A. Putera, *Implementasi Informasi Pariwisata Kabupaten Wonogiri Menggunakan Location Based Service (LBS)*. Tugas Akhir Thesis, Universitas Teknologi Yogyakarta, 2018.
- [4] B. M. S. Nirmala, I. G. Suardika, I. W. Ardiyasa, *Analisis Usabilitas Aplikasi Mobile eTourism Objek Wisata di Bali Berbasis Location Based Services*. EXPLORE, Vol 9, No 1, 2019.
- [5] B. D. Teang, N. Faizah, W. Nurcahyo, *Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Pariwisata Berbasis Web Di Kabupaten Nagekeo Provinsi Nusa Tenggara Timur Dengan Metode Location Based Service (LBS)*. Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi, 4(1), 8-14, 2023.
- [6] A. I. Ardaneriawan, *Penerapan Metode LBS (Location Base Service) Sebagai Pencarian Lokasi Wisatawan Studi Kasus pada Jurusan UPW (Usaha Perjalanan Wisata) SMKN 1 Sumbawa Besar*. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), Vol 2, No 2, 2018.
- [7] E. R. Banurea, M. D. Sinaga, E. V. Haryanto, R. A. Destari, F. Tambunan, *Rancang Bangun Aplikasi Wisata Kabupaten Aceh Singkil Berbasis Android Menggunakan Metode Location Based Service (LBS)*. Jurnal VOI (Voice of Informatics), Vol 11, No 2, 2022.
- [8] L. Hakim, *Implementasi Wajan Bolic pada Daerah Blankspot Desa Wisata Cibuntu-Kuningan*. Jurnal Format, Vol 6, No 1, 2017.
- [9] D. I. Afidah, A. F. Rochim and E. D. Widiyanto, *Perancangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) Untuk Memantau Suhu dan Kelembaban Menggunakan nRF24L01+*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 2, pp. 267-276, 2014.
- [10] D. Kandris, C. Nakas, D. Vomvas, G. Koulouras, *Applications of wireless sensor networks: an up-to-date survey*. Applied System Innovation, mdpi.com, 2020.
- [11] T. Bala, V. Bhatia, S. Kumawat, V. Jaglan, *A survey: issues and challenges in wireless sensor network*. International Journal of Engineering and Technology, Vol 7, 2018.
- [12] E. Permana, S. Herawati, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Ruangan Bagian Pembukuan Berbasis Web Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi , pp. 18-33, 2018.
- [13] A. Khalifeh, F. Mazunga, A. Nechibvute, B. M. Nyambo, *Microcontroller Unit-Based Wireless Sensor Network Nodes: A Review*. Sensors. mdpi.com, 2022.
- [14] D. E. Bolanakis, *A survey of research in microcontroller education*. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, Vol 14, Issue 2, 2019.
- [15] Z. F. Ruhayat, Y. Somantri, D. Wahyudin, D. L. Hakim, *Evaluation of an Affordable Wireless Node Sensor (Mote69) Designed for Internet of Thing (IoT) Device*. IOP Conference Series: Material Sciences and Engineering, 2018.
- [16] L. HOPE MICROELECTRONICS CO., RFM69HW ISM TRANSCEIVER MODULE V1.3, China: HOPE MICROELECTRONICS CO., LTD, 2006.
- [17] Efrianto, Ridwan, I. Fahrudi, *Sistem Pengaman Motor Menggunakan Smartcard Politeknik Negeri Batam*. Jurnal Intehrasi, vol. 8, pp. 1-5, 2016
- [18] R. C. G. Tangdiongan, E. K. Allo, S. R. U. A. Sompie, *Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 6, pp. 79-86, 2017.
- [19] L. B. Setyawan, *Prinsip Kerja dan Teknologi OLED*. Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika, vol. 16, pp. 121-132, 2017.
- [20] A. Mulyadi, Zulfikar, Zulhelmi, *Desain Sistem Transfer Beban Otomatis dari Sumber PLN Ke PLTS pada Waktu Beban Puncak (WBP)*. Jurnal Online Teknik Elektro, vol. 2, pp. 73-77, 2017.
- [21] R. Maulana, *Rancang Bangun Perangkat Telemetri Radio 433 MHz Untuk Transmisi Data Gambar*, Medan: Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [22] S. Haryadi, *Ikhtisar Organisasi Regulasi Telekomunikasi*, 28-Feb-2018. [Online]. Available: osf.io/preprints/inarxiv/g9m