

## Rancang Bangun Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

### *Design of an Integrated Tsunami Siren System*

**Hanif Andi Nugraha<sup>1</sup>, Yohanes Tasar<sup>2</sup>, Yusup<sup>3\*</sup>, Maulana Putra<sup>4</sup>, Dwi Agus Soeprapto<sup>5</sup>,  
Ahmad Furqon<sup>6</sup>, Anggie Patria Pramagusta<sup>7</sup>, Tiven Sandro<sup>8</sup>, Dyah Prihartini Djenal<sup>9</sup>  
Abdul Aziz<sup>10</sup>**

<sup>1-10</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Jl. Angkasa I No.2 Kemayoran, Jakarta, (021) 4246321

hanif.andi@bmgk.go.id<sup>1</sup>, yohanes.tasar@bmgk.go.id<sup>2</sup>, yusup@bmgk.go.id<sup>3\*</sup>,  
maulana.putra@bmgk.go.id<sup>4</sup>, dwi.agus@bmgk.go.id<sup>5</sup>, ahmad.furqon@bmgk.go.id<sup>6</sup>,  
anggie.pramagusta@bmgk.go.id<sup>7</sup>, tiven.sandro@bmgk.go.id<sup>8</sup>, dyah.djenal@bmgk.go.id<sup>9</sup>,  
abdul.aziz@bmgk.go.id<sup>10</sup>

**Abstrak** – Indonesia merupakan negara yang secara geografis dilalui oleh jalur cincin gunung api dunia (Ring of Fire) sehingga memiliki banyak potensi bencana alam. Salah satu bencana yang terjadi adalah tsunami. Pemerintah Indonesia terus berusaha untuk mengurangi risiko dari bencana tsunami yang seringkali terjadi dengan skala dan dampak beragam. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyatakan Indonesia masih kekurangan sirine dan buoy (alat deteksi tsunami). Penelitian ini bertujuan membuat sebuah rancang bangun sirine tsunami terintegrasi. Sirine tsunami menggunakan teknologi radiokomunikasi dan IoT dengan prinsip teknoekonomis. Perpaduan kemajuan teknologi radio serta biaya ekonomis akan mudah diimplementasikan dalam jumlah banyak dengan tujuan keselamatan masyarakat. Rancang bangun sirine tsunami terintegrasi difokuskan terhadap rancangan serta hasil implementasi sistem sirine yang dipasang di area Pantai Anyer. Desain sistem sirine tsunami terintegrasi mempunyai kontrol radio pemancar yang diletakkan di kantor BPBD Provinsi Banten dan radio penerima diletakkan di Pos BPBD Anyer. Hasil ujicoba prototipe sistem sirine tsunami terintegrasi memberikan hasil yang baik. Ketika uji simulasi, pusat kontrol mendapatkan informasi tsunami kemudian diteruskan ke radio pemancar untuk mengaktifkan sirine peringatan dini tsunami. Radio penerima mendapatkan informasi peringatan dini, kemudian menyebarkan informasi melalui pengeras suara. Pengeras suara memiliki daya jangkauan yang luas sehingga masyarakat sekitar pesisir Pantai Anyer dapat mendengar suara peringatan dini dengan jelas dan cepat agar dapat menyelamatkan diri. Berdasarkan hasil tersebut rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi diharapkan dapat memberikan informasi peringatan dini tsunami yang cepat, tepat, akurat, luas dan mudah dipahami oleh masyarakat agar dapat menyelamatkan jiwa dan harta benda untuk mengurangi risiko dampak dari terjadinya bencana tsunami.

**Kata Kunci:** Sirine, Tsunami, Pemancar, Penerima, Teknoekonomis

**Abstract** – Indonesia is a country geographically traversed by the Ring of Fire, so it has a lot of potential for natural disasters. One of the disasters that occurred was a tsunami. The Indonesian government continues to strive to reduce the risk of tsunami disasters that often occur with varying scales and impacts. The National Disaster Management Agency (BNPB) stated that Indonesia still lacked sirens and buoys (tsunami detection tools). This research aims to make an integrated tsunami siren design. Tsunami sirens use radiocommunication technology and IoT with technoeconomic principles. The combination of advances in radio technology and economic costs will be easily implemented in large numbers with the aim of public safety. The design of the integrated tsunami siren is focused on the design and implementation results of the siren system installed in the Anyer Beach area. The integrated tsunami siren system design has a radio transmitter control which is located at the BPBD Banten Province office and the radio receiver is positioned at the BPBD Anyer Post. The test results of the integrated tsunami siren

prototype test showed good results. During the simulation test, the control center gets tsunami information and then forward it to the radio transmitter to activate the tsunami early warning siren. Radio receivers get early warning information, then disseminate the information via loudspeakers. The loudspeaker has a wide coverage so that people around the coast of Anyer Beach can hear early warning sounds clearly and quickly so they can save themselves. Based on these results, the integrated tsunami siren system design is expected to provide tsunami early warning information that is fast, precise, accurate, extensive and easily understood by the community in order to save lives and property to reduce the risk of the impact of a tsunami disaster.

**Keywords:** Siren, Tsunami, Transmitter, Receiver, Technoeconomic.

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terhadap bencana tsunami, karena dikelilingi oleh tiga lempeng tektonik yang terus bergerak, yakni lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Sebagai negara maritim yang sebagian penduduknya tinggal di daerah pesisir, Indonesia memiliki potensi ancaman tsunami yang cukup besar.

Indonesia memiliki 25 dari 34 provinsi dengan 172 kabupaten/ kota yang mempunyai bahaya potensi tsunami. Untuk melindungi masyarakat yang berada di wilayah tersebut apabila muncul ancaman tsunami, maka dibutuhkan sebuah alat peringatan dini massal yang mudah dimengerti oleh masyarakat sehingga mereka secara cepat dan dengan cara yang tepat dapat melakukan tindakan penyelamatan mandiri. [1]

Dalam skala besar, kejadian bencana ini relatif tidak terlalu sering terjadi dibandingkan dengan bencana hidrometeorologis. Akan tetapi, dampak yang ditimbulkannya akan sangat merusak dan menimbulkan banyak korban jiwa. Korban dan kerusakan yang timbul pada umumnya disebabkan karena kurangnya kesiapsiagaan dalam menghadapi bahaya.[2]

Daerah dengan ancaman tsunami yang sangat tinggi dan tinggi tersebar hampir seluruh wilayah Indonesia. Daerah ancaman tersebut dimulai dari pantai Barat Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, selatan Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi bagian tengah dan utara, Maluku dan Maluku utara serta Papua bagian barat dan utara. Pemerintah Indonesia saat ini terus berusaha mengurangi risiko dari bencana tsunami yang telah seringkali terjadi dengan skala dan dampak beragam.

Alat peringatan dini tsunami yang sudah ada di Indonesia yaitu InaTEWS (Indonesia Tsunami Early Warning System) milik BMKG dan EWS (Early Warning System) milik BPBD. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyatakan bahwa Indonesia masih kekurangan sirine dan buoy (alat deteksi tsunami). Berdasarkan data BMKG, jumlah sirine tsunami di seluruh Indonesia hanya berjumlah sekitar 255 unit. Dari jumlah itu, 55 unit diantaranya milik BMKG dan 200 unit lainnya milik komunitas lain. Padahal, secara keseluruhan wilayah Indonesia idealnya membutuhkan sirine tsunami sebanyak seribu unit.

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah rancang bangun sirine tsunami yang terintegrasi menggunakan teknologi radiokomunikasi dan IoT. Hal ini dilakukan sebagai upaya dalam menambah jumlah sirine tsunami yang sudah ada sehingga dapat meningkatkan kapasitas sistem peringatan dini tsunami.

## 2. Metode Penelitian

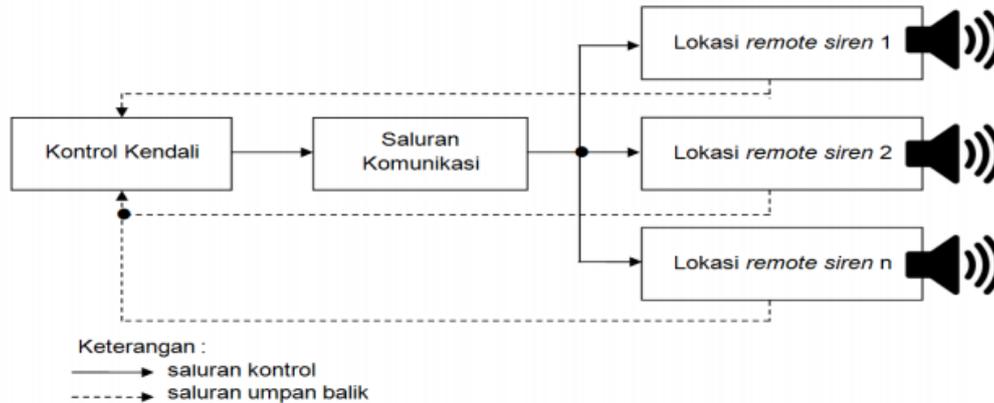
Penelitian rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi mengacu pada dokumen Badan Standardisasi Nasional tentang Sirene Peringatan Dini Tsunami. Standar komponen peralatan sirine peringatan dini tsunami meliputi [1]:

- a) Kontrol Kendali  
Peralatan yang berfungsi untuk mengaktifkan sirine.
- b) Sirene Jarak Jauh

Peralatan yang berada di daerah beresiko tsunami dan berfungsi sebagai penguat bunyi sirene yang akan didengar masyarakat dalam radius tertentu sebagai peringatan (*warning*).

c) Saluran Komunikasi

Media Penghubung antara kontrol kendali dengan sirine jarak jauh.



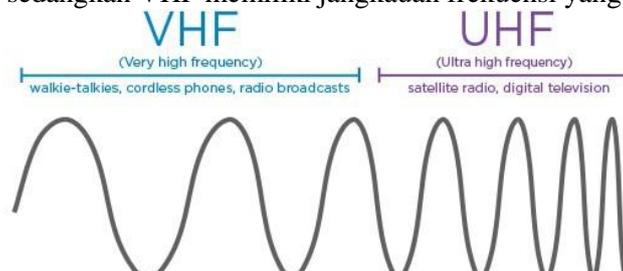
Gambar 1. Skema sistem sirene peringatan dini tsunami[1]

Gambar 1 menunjukkan ketersambungan ketiga komponen sirene peringatan dini tsunami. Operator menggunakan peralatan kontrol kendali akan mengaktifkan sirene jarak jauh melalui saluran komunikasi. Pada saat dilakukan dilakukannya aktivasi sirene, operator juga akan mengetahui sirene jarak jauh mana yang aktif atau tidak melalui saluran umpan balik. [1]

Penelitian ini menggunakan 2 (dua) media komunikasi yaitu radio frekuensi dan IoT. Radio frekuensi digunakan sebagai media antara pemancar dan penerima. IoT digunakan sebagai kontrol jarak jauh. Oleh sebab itu, perlu pemilihan jenis media yang baik dalam penggunaan radio frekuensi dan IoT. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari transceiver radio frekuensi dualband UHF/VHF, antena UHF/VHF, arduino ESP8266, amplifier, speaker dan catu daya. Perangkat lunak dalam penelitian ini menggunakan IDE Arduino untuk pemrograman mikrokontroler.

2.1. Frekuensi Radio UHF dan VHF

Frekuensi radio digunakan sebagai medium untuk dapat melakukan komunikasi. Frekuensi radio yang digunakan ada dua jenis, yaitu UHF (*Ultra High Frequency*) dan VHF (*Very High Frequency*). Seringkali banyak orang bertanya, frekuensi manakah yang paling baik untuk digunakan. Secara sederhana, perbedaan di antara keduanya terletak frekuensinya dimana UHF memiliki jangkauan frekuensi yang lebih kuat untuk menembus hambatan, sedangkan VHF memiliki jangkauan frekuensi yang lebih luas [3].



Gambar 2. Gelombang Radio VHF dan UHF[3]

Frekuensi radio UHF dapat memancar menembus hambatan fisik, seperti gedung, pepohonan, tebing, atau hanya sekedar tembok. Frekuensi UHF memiliki tingkat frekuensi antara 330 hingga 400 MHz. Ada juga yang berada di tingkat frekuensi 400 hingga 520 MHz. Namun, frekuensi UHF dan yang lebih tinggi lagi lebih sering dipakai oleh aparat

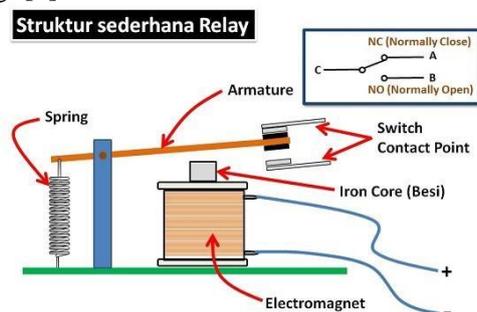
pemerintahan karena membutuhkan perizinan khusus. Frekuensi radio VHF memiliki karakteristik dapat memancar jauh bebas di udara dan bahkan memiliki jangkauan pancar yang lebih luas daripada frekuensi UHF. Namun, frekuensi VHF kurang baik untuk digunakan di tempat yang banyak halangan seperti gedung, pepohonan, tembok, dan penghalang lainnya. Frekuensi VHF memiliki rentang frekuensi antara 136 hingga 174 MHz.

## 2.2. Internet of Things

Internet berkembang jauh lebih pesat dibandingkan dengan teknologi lain. Bermula dari hanya beberapa komputer yang terhubung satu dengan yang lain hingga saat ini internet dapat diakses oleh hampir semua orang didunia dan telah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Internet dapat menghubungkan kita, peralatan, perangkat lunak, mesin, dan hal-hal di sekitar kita. Rancangan jaringan ini disebut IoT. IoT adalah sebuah istilah di mana setiap benda dalam kehidupan kita sehari-hari terhubung oleh Internet dalam suatu bentuk atau yang lain [4]. IoT didefinisikan sebagai suatu jaringan terbuka dan komprehensif dimana didalamnya terdapat objek-objek cerdas yang memiliki kemampuan untuk pengaturan otomatis, berbagi informasi, data dan sumber daya, bereaksi dan bertindak dalam menghadapi situasi dan perubahan lingkungan [5]. Istilah IoT pertama kali diformalkan oleh pusat Massachusetts Institute of Technology (MIT) Auto-ID pada tahun 2003.

## 2.3. Relay

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [6].



Gambar 3. Gambar Struktur Relay

## 2.4. Arduino Wemos ESP8266

Wemos merupakan suatu modul perangkat elektronik yang dapat digunakan dengan arduino berbasis pada ESP8266 sehingga mudah digunakan untuk membuat suatu project yang khusus menggunakan konsep IoT. Wemos berbeda dari modul Wi-Fi yang lainnya, ini dikarenakan wemos dilengkapi dengan mikrokontroler yang dapat diprogram melalui serial port sehingga wemos dapat diprogram tanpa ada modul tambahan untuk melengkapinya. Menurut juga mengungkapkan bahwa Wemos memiliki 2 buah chipset yang digunakan sebagai otak kerjanya [7], antara lain:

### a. Chipset CH340

CH340 adalah chipset yang mengubah Universal Serial Bus (USB) serial menjadi serial interface, contohnya adalah aplikasi converter to IrDA atau aplikasi USB converter to printer. Dalam mode serial interface, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. CH340 digunakan untuk mengubah perangkat serial interface umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung.

### b. Chipset ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah chipset yang memiliki fitur Wi-Fi dan mendukung *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) sehingga memungkinkan sebuah mikrokontroler terhubung kedalam jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan command yang sederhana. Dengan clock 80 MHz chip ini dibekali dengan 4MB eksternal Random Access Memory (RAM) serta mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan gangguan bagi yang lain.



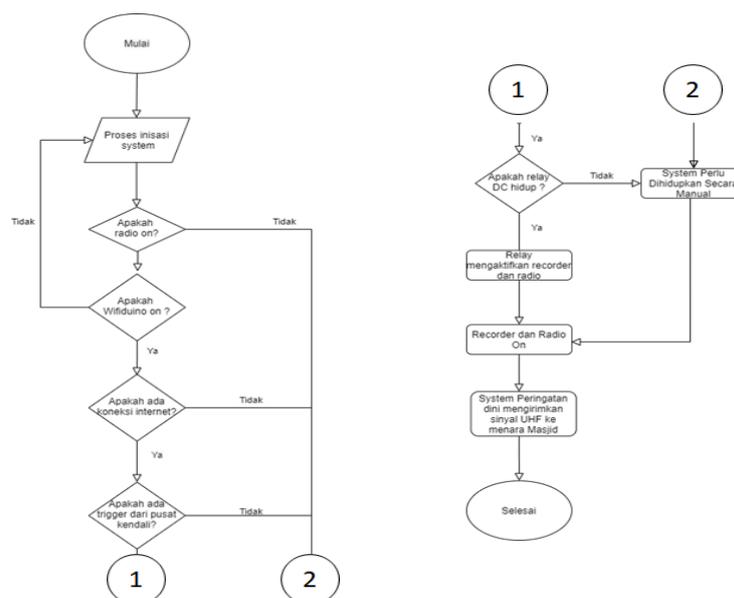
Gambar 4. Tampilan Wemos D1 R1

**2.5. Amplifier**

Amplifier adalah komponen elektronika yang di pakai untuk menguatkan daya atau tenaga secara umum. Dalam penggunaannya, amplifier akan menguatkan sinyal suara yaitu memperkuat sinyal arus I dan tegangan V listrik dari inputnya. Sedangkan outputnya akan menjadi arus listrik dengan tegangan yang lebih besar. Besarnya pengertian amplifier sering di sebut dengan istilah Gain. Nilai dari gain yang dinyatakan sebagai fungsi penguat frekuensi audio, Gain power amplifier antara 200 kali sampai 100 kali dari signal output. Jadi gain merupakan hasil bagi dari daya di bagian output dengan daya di bagian input dalam bentuk fungsi frekuensi. Ukuran gain biasanya memakai decible (dB) [8].

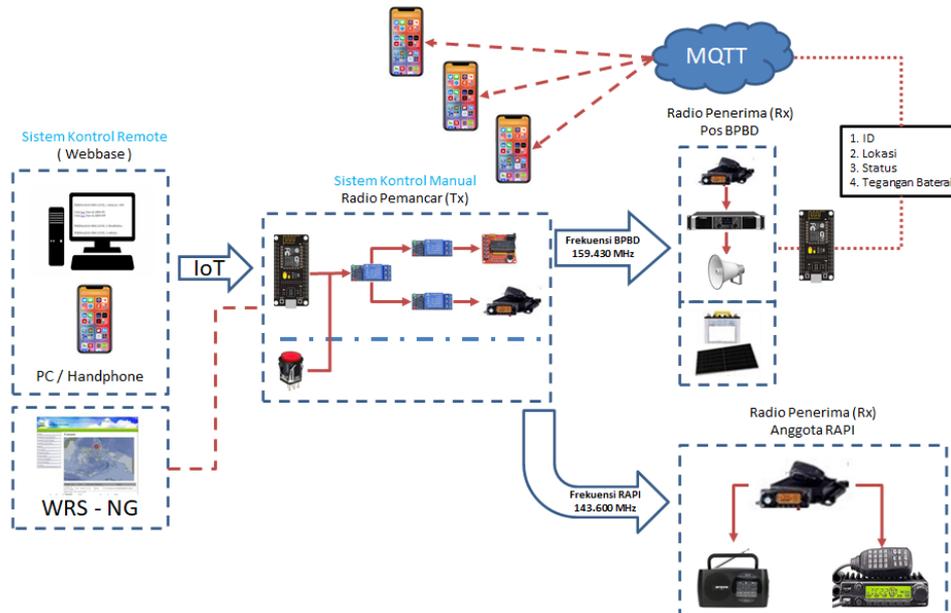
**2.6. Alur Kerja Sistem**

Alur kerja pada sistem rancangan dimulai dari proses konfigurasi sistem. Pada sisi radio pemancar terdapat radio pemancar, pemutar suara, microphone, serta relay dan arduino wemos ESP8266. Semua perangkat pada radio pemancar terhubung dalam sebuah sakelar dan relay. Sedangkan pada sisi radio penerima terdapat radio penerima yang output suaranya dihubungkan dengan amplifier dan terdapat speaker TOA sebagai pengeras suara. Gambar 4 berikut adalah diagram alir dari sistem rancangan.



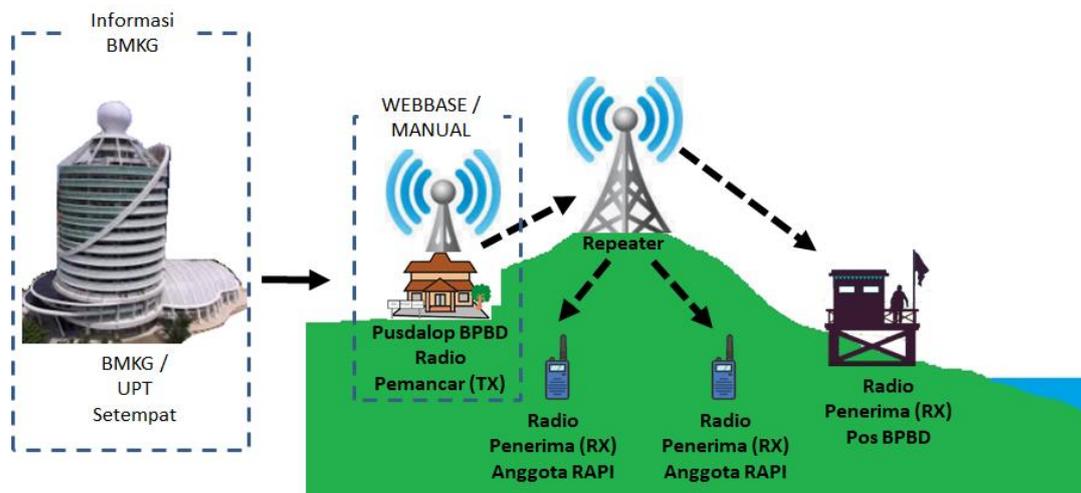
Gambar 5. Flowchart Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

Tahap awal rancangan pada penelitian ini masih menggunakan informasi yang bersumber dari informasi peringatan dini tsunami dari BMKG secara manual. Namun untuk penelitian selanjutnya akan diujicoba untuk menggunakan informasi yang terdapat dari WRS (*Warning Receiver System*) yang langsung dapat diterima dan diterjemahkan oleh radio pemancar unit sebagai peringatan dini tsunami. Gambar 6 berikut adalah blok diagram dari sistem rancangan.



Gambar 6. Blok diagram Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

Informasi gempabumi dan peringatan dini potensi tsunami dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang selanjutnya diteruskan pejabat daerah sebagai pengambil keputusan (*Decision Maker*) dan kantor BPBD dimana terdapat sistem radio pemancar. Kemudian setelah mengaktifkan sirine di radio pemancar maka radio pemancar akan mengirimkan transmisi sinyal ke repeater, selanjutnya repeater akan meneruskan dan menyebarkan informasi sirine tersebut ke Pos Pantau Anyer sebagai radio penerima utama dan dapat juga diterima oleh penerima radio lainnya yang terhubung dengan frekuensi yang sama contohnya Handy Talkie (HT). Gambar 7 berikut adalah sistem kerja sirine tsunami terintegrasi.



Gambar 7. Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

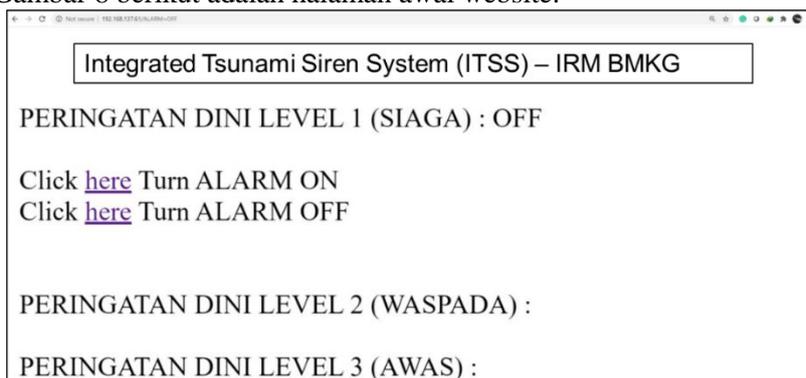
Rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi ini menggunakan 2 buah metode untuk mengaktifkan sirine yaitu secara manual dengan menggunakan sakelar dan secara otomatis dengan menggunakan *web based IoT*. Hal ini dilakukan semata-mata agar terdapat redundancy sistem kontrol. Peringatan dini dari BMKG yang kemudian diteruskan kepada setiap Pejabat Daerah yang bertindak sebagai pengambil keputusan *decision maker* harus bertindak cepat dalam memberikan informasi peringatan dini tsunami tersebut sehingga adanya sistem kontrol jarak jauh dengan menggunakan *web based IoT* sangat membantu, namun sistem kontrol manual juga penting apabila terjadi bencana alam tsunami yang tidak terdeteksi oleh sistem peringatan dini BMKG.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai implementasi hasil rancangan dan pengujian operasional sistem radio pemancar pada kantor BPBD Provinsi Serang dan radio penerima pada Pos Pantau BPBD Anyer. Pengujian dilakukan untuk mengetahui reliabilitas rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi dalam memberikan informasi peringatan dini tsunami kepada masyarakat sekitar pantai.

#### 3.1. Tampilan Rancangan dan Antarmuka

Untuk mengaktifkan sistem kontrol secara remote, pada tampilan website terdapat beberapa tombol untuk mengaktifkan sirine apabila terdeteksi tsunami, *decision maker* dapat langsung mengaktifkan sirine sebagai peringatan dini kepada masyarakat untuk meminimalisir korban jiwa. Gambar 8 berikut adalah halaman awal website.



Gambar 8. Tampilan Website Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

#### 3.2. Implementasi dan Pengujian Sistem Sirine Tsunami Terintegrasi

Pengujian dilakukan dengan simulasi mengaktifkan sirine peringatan dini tsunami dengan metode lokal dan metode remote jarak jauh untuk membuktikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan benar. Perangkat pemancar radio (Tx) ditempatkan pada kantor Pusdalops BPBD Provinsi Banten sedangkan perangkat penerima radio (Rx) ditempatkan pada Pos BPBD Anyer dengan *jarak line of sight* sebesar 35.81 km. Pada masing-masing radio disetting pada frekuensi VHF 159.430 Mhz untuk *input* serta 150.430 Mhz untuk *output* dengan settingan duplex (-) serta offset sebesar 9000. Pemancar radio membutuhkan repeater yang ada pada Gunung Karang dikarenakan kontur daerah Banten banyak memiliki gunung dan bukit sehingga menghalangi transmisi radio. Gambar 9 adalah settingan frekuensi pada pemancar dan penerima radio. Sedangkan pada Gambar 10 adalah jarak antara radio pemancar dan radio penerima



Gambar 9. Settingan frekuensi pada pemancar dan penerima radio



Gambar 10. Jarak antara radio pemancar dan radio penerima

Pada simulasi pertama perangkat radio pemancar (Tx) yang berada di Pusdalops BPBD Provinsi Banten diaktifkan secara manual atau lokal dengan menekan tombol sakelar ke arah microphone untuk memberikan informasi kepada setiap radio yang menerima frekuensi input 159.430 Mhz dan frekuensi output 150.430 Mhz bahwa akan dilakukan simulasi tes peringatan dini tsunami agar yang menerima informasi tidak panik. Setelah mendapat *feedback* dari stasiun radio yang mendengar pengumuman informasi tersebut, kemudian dilanjutkan dengan simulasi membunyikan sirine peringatan dini tsunami dengan menekan tombol sakelar ke arah sirine secara manual seperti pada gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. Perangkat radio pemancar (Tx) yang diinstalasi di Pusdalops BPBD Provinsi Banten

Kemudian pada simulasi kedua adalah dengan mengaktifkan perangkat radio pemancar (Tx) dengan menggunakan kontrol remote jarak jauh. Dengan aplikasi website yang telah dibuat maka para decision maker dapat dengan mudah mengaktifkan sirine apabila telah mendapat informasi peringatan dini tsunami dari BMKG secara resmi. Pada kontrol remote jarak jauh ini hanya dapat mengaktifkan suara sirine secara otomatis tanpa bantuan tangan di perangkat radio pemancar. Pada simulasi pertama dan kedua perangkat penerima radio (Rx) yang terdapat pada Pos BPBD Anyer berhasil menerima dengan baik dan jelas suara yang di pancarkan oleh radio pemancar dari Pusdalops BPBD Provinsi Banten. Perangkat radio penerima yang diinstalasi pada Pos BPBD Anyer adalah seperti dibawah ini.



Gambar 12. Perangkat radio penerima (Rx) yang diinstalasi di Pos BPBD Anyer

Pada perangkat penerima radio (Rx) dilengkapi dengan speaker dalam dan speaker luar dengan tujuan redundansi apabila terdapat salah satu speaker yang terkendala akibat dampak dari gempa yang terjadi sebelum tsunami. Perangkat speaker dalam diletakkan di atas kotak perangkat penerima radio dengan tujuan apabila terjadi masalah pada salah satu speaker dapat membantu petugas Pos BPBD Anyer agar dapat memberikan informasi secara langsung kepada masyarakat. Sedangkan untuk speaker luar diletakkan di atas gedung Pos BPBD Anyer dengan posisi menghadap ke arah pantai dan pemukiman penduduk agar suara sirine peringatan dini dapat terdengar dengan jelas seperti pada gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Speaker Sistem Peringatan Dini Tsunami Terintegrasi yang dipasang pada atap gedung Pos BPBD Anyer

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi ini mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Berdasarkan uji coba dan simulasi perangkat keras yang dilakukan pada rancang bangun sistem sirine tsunami terintegrasi sudah berhasil mengirimkan sinyal suara sirine maupun suara operator lokal melalui kontrol lokal maupun kontrol remote jarak jauh dengan menggunakan IoT dari radio pemancar yang terletak di BPBD Provinsi Banten dan diterima dengan baik oleh radio penerima di Pos Pantau BPBD Anyer melalui repeater yang terletak di Gunung Karang Cilegon. Pada perangkat lunak juga telah berhasil membangun sistem remote jarak jauh berbasis internet dengan menggunakan Wemos

D1 R2 ESP8266 untuk mengaktifkan 2 channel relay tegangan 5V dan dapat berfungsi dengan baik. Pengembangan ini diharapkan dapat meningkatkan kecepatan dan cakupan wilayah yang luas dari sistem peringatan dini tsunami agar dapat menyelamatkan masyarakat di sekitar Pantai.

### Saran

Hasil yang lebih maksimal pada cakupan suara speaker TOA sirine disarankan untuk menggunakan perangkat sirine yang dayanya lebih besar agar suara yang dihasilkan juga dapat memperbesar radius informasi peringatan dini tsunami. Kemudian perlu menambahkan satu pemancar radio dengan frekuensi yang berbeda agar dapat diterima oleh anggota RAPI maupun ORARI disekitar wilayah pantai agar informasi peringatan dini tsunami yang diberikan terjangkau lebih luas.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilakukan atas kerjasama Pusat Instrumentasi, Kalibrasi, dan Rekayasa BMKG dengan Pusdalops Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Banten.

### Referensi

- [1] Badan Standardisasi Nasional, *SNI: Sirine Peringatan Dini Tsunami*. SNI 8040-2017, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2017.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Masterplan Pengurangan Resiko Benca Tsunami*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012.
- [3] R. I. Prasasti, "Pengaplikasian Sinyal *Tone Range* (Antena JT) dalam Mengoptimalkan Fungsi Kerja HT (*Handy Talky*)," Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2020.
- [4] E. Asaaldi, A. Tubaishat, "Internet of Things: Feature, Challenges, and Vulnerabililities," *International Journal of Advance Computer Science and Information Technology (IJACSIT)*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-13, 2015
- [5] S. Madakam, "Internet of Things: Smart Things," *International Journal of Future Computer and Communication*, Vol. 4, No. 4, Agustus, pp. 250-253, 2015.
- [6] M. Saleh, M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol. 8, No. 2, Mei., pp. 87-94, 2017.
- [7] D. M. Putri, "Mengenal Wemos D1 Mini dalam dunia IOT," 2008-2017.
- [8] F. Khairani, "Rancang Bangun Audio Amplifier Stereo Kendali Android," Thesis, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2017.