

Prototype Sistem Peringatan Dini Berbasis Iot (Internet of Things) untuk Mitigasi Bencana Tsunami di Pantai Pancer, Puger, Jember

Ahmad Fauzil Akbar¹, Widya Cahyadi², Wahyu Muldayani³

Teknik Elektro, Universitas Jember

ahmadfauzilakbar@gmail.com

Abstrak

IoT merupakan infrastruktur jaringan global yang menghubungkan objek, perangkat dan lain – lain baik secara fisik maupun virtual melalui intelligents object, komunikasi dan kemampuan aktuasi. Manajemen sistem peringatan dini untuk berbagai masalah dalam penanggulangan bencana alam yang didukung teknologi Internet of Things (IoT) secara fundamental cukup mampu untuk memberikan solusi yang lebih signifikan, terukur, portable dan hemat energi. Tsunami adalah salah satu bencana alam berupa gelombang besar yang cukup sering terjadi di kawasan cincin api Pasifik, dimana Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di kawasan tersebut. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah prototype alat yang dapat memonitor secara real time tinggi muka air laut untuk diolah datanya sebagai salah satu acuan potensi terjadinya tsunami. Tinggi muka air laut selama pasang surut dimonitor secara real time menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 yang diletakkan di pesisir pantai. Data yang telah didapat dikirimkan ke database server melalui modul GPRS Sim900 dan ditampilkan di website secara real time. Ketika nilai tinggi muka air laut berubah tiba – tiba secara drastis maka sistem akan mengirimkan notifikasi pemberitahuan potensi terjadi tsunami ke alamat email yang telah didaftarkan sebelumnya. Hasil pembacaan sensor untuk mengukur tinggi muka air laut akurat karena memiliki error persen sebesar 6.606781019%. Website dapat menampilkan secara real time hasil pembacaan sensor ultrasonic pada alat yang telah dirancang. Ketika nilai tinggi muka air laut diubah secara drastis terdapat notifikasi pemberitahuan tentang potensi terjadinya tsunami.

Kata Kunci — HC-SR04, Iot, Sim900, Tsunami

Abstract

IoT is a global network infrastructure that connects objects, devices and things both physically and virtually through intelligent objects, communication and actuation capabilities. Management of early warning systems for various problems in natural disaster management supported by Internet of Things (IoT) technology is fundamentally capable of providing solutions that are more significant, scalable, portable and energy efficient. Tsunami is a natural disaster in the form of large waves that quite often occur in the Pacific Ring of Fire, where Indonesia is one of

the countries that located in the region. In this study, a prototype will be designed that can monitor sea level in real time for processing the data as an reference for the potential for a tsunami to occur. Sea level during high and low tide is monitored in real time using the ultrasonic sensor HC-SR04 which is placed on the coast. The data that has been obtained is sent to the database server via GPRS module Sim900 and displayed on the website in real time. When the sea level changes drastically in a short time, the system will send a notification the possibility of a tsunami to the previously registered email address. The results of sensor readings that measure sea level are accurate because they have a percentage error of 6.606781019%. The website can display in real time data of ultrasonic sensor readings on the prototype that has been designed. When the sea level is drastically changed, there is a notification about the possibility of a tsunami.

Keywords — HC-SR04, IoT, Sim900, Tsunami

I. PENDAHULUAN

Industri 4.0 adalah konsep revolusi industri ke 4 yang menggabungkan teknologi otomasi dengan cyber technology [1]. Industri 4.0 pertama kali diperkenalkan selama Hannover Fair pada tahun 2011; selanjutnya, secara resmi diumumkan pada tahun 2013 sebagai inisiatif strategis Jerman untuk mengambil peran perintis dalam industri yang saat ini sedang merevolusi sektor manufaktur. Industri 4.0 mewakili tren teknologi otomasi saat ini dalam industri manufaktur, dan ini terutama mencakup teknologi yang memungkinkan seperti cyber- physical systems (CPS), Internet of Things (IoT) dan cloud computing [2].

IoT merupakan salah satu pilar utama dalam perkembangan revolusi industri 4.0. Fondasi IoT dapat dianggap sebagai infrastruktur jaringan global yang terdiri dari banyak perangkat terhubung yang mengandalkan teknologi sensorik, komunikasi, jaringan, dan pemrosesan informasi [2]. IoT secara luas dapat didefinisikan sebagai infrastruktur jaringan global yang menghubungkan objek, perangkat, dan hal-hal secara fisik maupun virtual melalui intelligent objects, komunikasi, dan kemampuan aktuasi [3]. Dengan pengumpulan dan

kemampuan berbagi data yang lebih kuat dan efisien, visi untuk menjadi sistem pendukung dalam pengambilan keputusan yang canggih menjadi mungkin untuk diwujudkan, dengan menyediakan layanan dengan cara yang lebih akurat, terperinci, dan cerdas. IoT adalah konsep multidisiplin yang melibatkan penelitian di bidang perangkat keras, komunikasi jarak dekat, pengolahan data, dan pengambilan keputusan [4]. Manajemen sistem peringatan dini untuk berbagai masalah dalam penanggulangan bencana yang didukung teknologi Internet of Things (IoT) secara fundamental cukup mampu untuk memberikan solusi yang lebih signifikan, terukur, portabel, dan hemat energi [5].

Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana [6]. Manajemen bencana bukanlah tentang mencegah atau menghilangkan ancaman melainkan menekankan pada pembuatan rencana untuk mengurangi konsekuensi bencana [4]. Teknologi IoT yang tersedia saat ini sudah cukup matang dan berpotensi sangat berguna dalam situasi bencana [7]. Penekanan diberikan pada bagaimana teknologi penginderaan dan komunikasi IoT dapat digunakan secara efektif dalam pemantauan Smart City serta dalam kasus manajemen bencana [8]. Pada penelitian ini, IoT tidak dapat mencegah terjadinya bencana, namun konsep IoT dapat diaplikasikan dalam pelaksanaan mitigasi bencana untuk kesiapsiagaan, seperti prediksi dan peringatan dini adanya tsunami.

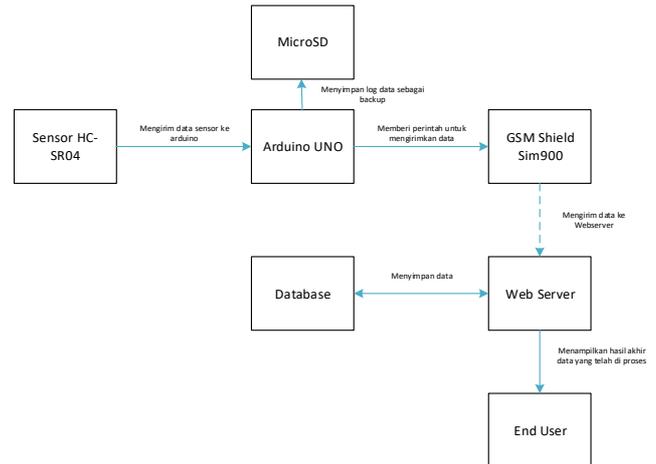
Tsunami (津波, "ombak besar di pelabuhan") adalah gelombang air besar yang diakibatkan oleh gangguan di dasar laut, seperti gempa bumi [9]. Gempa berkaitan dengan dinamika lempeng tektonik. Lokasi sumber gempa ditunjukkan oleh pusat gempa. Lokasi ini penting diketahui sebagai bagian dari informasi mitigasi prabencana agar memiliki kesiapan dalam menangani ancaman tsunami [10]. Sistem pemantauan dan pemrosesan gempa memberikan informasi yang akurat dan andal dalam berkontribusi pada layanan peringatan tsunami, sehingga mendorong pengembangan teknologi peringatan tsunami, yang meningkatkan kemampuan peringatan tsunami dan tanggap darurat tsunami [11].

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan dan analisis kinerja prototype perangkat pendeteksi tsunami berbasis IoT akibat aktivitas gempa di bawah laut. Perubahan tinggi pasang surut air laut akan dimonitor secara real-time dan diolah sehingga dapat memberikan peringatan dini apabila parameter terjadinya tsunami terdeteksi. Selain itu data yang dikumpulkan juga dapat digunakan sebagai basis data untuk melakukan analisis lebih lanjut serta prediksi yang lebih akurat dimasa mendatang.

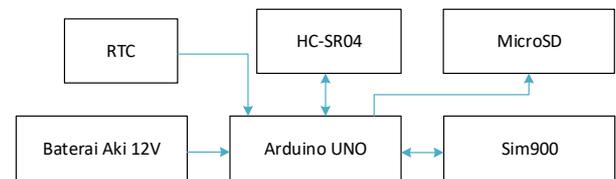
II. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas tentang perancangan sistem, konfigurasi alat dan konfigurasi webserver.

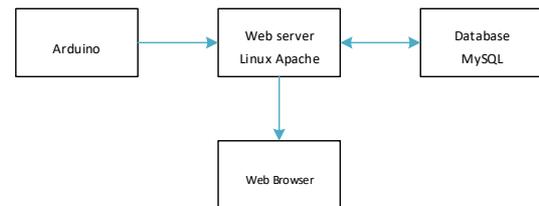
A. Perancangan Sistem



Gbr 1. Blok Diagram Sistem



Gbr 2. Konfigurasi Alat



Gbr 3. Konfigurasi Webserver

Diagram blok pada Gbr 1 merupakan gambaran secara garis besar dari sistem yang akan dibangun pada penelitian kali ini. Sensor ultrasonik HC-SR04 akan membaca nilai ketinggian muka air laut kemudian arduino akan menyimpan data sebagai backup di microSD. Data yang telah dibaca oleh sensor ultrasonik berikutnya akan dikirimkan ke webserver dengan menggunakan sim900. Data tersebut akan disimpan di database webserver. Data yang telah tersimpan di database dapat diakses oleh end user pada website yang telah dibuat.

B. Konfigurasi Alat

Prototype alat akan mendapat sumber daya dari baterai aki 12v, sensor ultrasonic HC-SR04 membaca nilai pengukuran kemudian mengirim data ke Arduino UNO untuk diolah. Data tersebut disimpan di MicroSD sebagai backup sebelum dikirim ke Webserver menggunakan modul Sim900.

C. Konfigurasi Webserver

Web server digunakan sebagai jembatan untuk mengirimkan data dari arduino UNO ke database. Web server dirancang agar berhasil menyimpan data yang telah dikirimkan oleh arduino ke dalam database. Setelah data tersimpan, web server akan

melakukan analisa tren data ketinggian muka air laut. Ketika terjadi perubahan tren data dan terindikasi akan terjadi tsunami, maka web server secara real time memberi peringatan pada end user.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang akan dibahas meliputi pengujian fungsi monitoring secara *real time* dari *prototype* alat tersebut dan hasil pengujian *early warning system* ketika perubahan pasang surut yang terjadi melebihi asumsi batas ambang.

A. Perancangan Prototype Alat Sistem Peringatan Dini

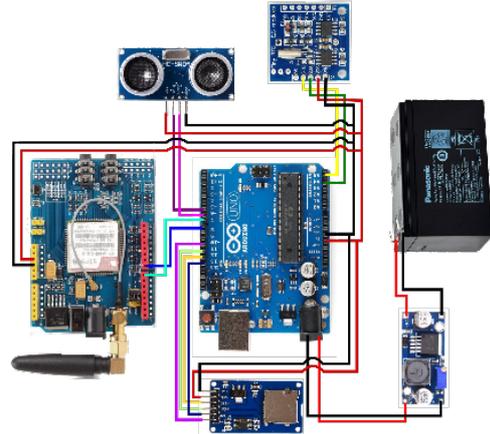
Perangkat keras yang telah dirancang akan diimplementasikan pada system yang akan dibangun. Komponen-komponen perangkat keras dibangun sesuai dengan konfigurasi yang telah dirancang. Pada pin digital Arduino 7 dihubungkan dengan pin nomor 8 pada modul Sim900 sedangkan untuk pin digital Arduino 8 dihubungkan dengan pin nomor 9 pada modul Sim900.

Pada modul sensor ultrasonik HC-SR04 pin Vcc dihubungkan dengan pin Vcc 5V pada modul Sim900 dan pin GND dihubungkan dengan pin GND pada modul Sim900. Sedangkan pin Trig dihubungkan dengan pin digital 6 pada Arduino dan pin Echo dihubungkan dengan pin digital 5 pada Arduino.

Modul microSD Card dihubungkan pada pin digital arduino 10,11,1 dan 13 dengan urutan pin yang tersambung pada modul microSD Card adalah CS, MOSI, MOSO dan SCK. Untuk modul RTC DS1307 pin SCL dihubungkan pada pin analog arduino A6 dan pin SDA dihubungkan pada pin analog arduino A5.



Gbr 4. Alat Prototype yang telah terpasang



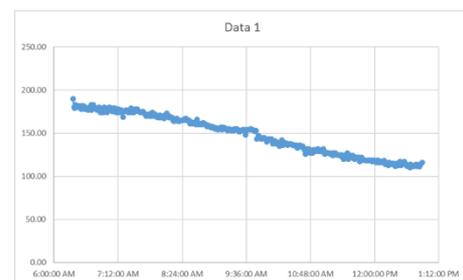
Gbr 5. Skema Perancangan Alat

B. Analisis Perubahan Trend Data

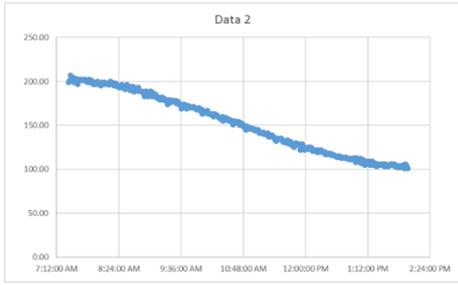
Analisis perubahan trend data diperlukan agar dapat memprediksi ketika muncul tanda-tanda kemungkinan terjadinya tsunami. Data yang telah diambil sebelumnya dijadikan sebagai acuan analisis untuk dapat memperkirakan kemungkinan terjadi tsunami.

Berikut merupakan data dari pasang surut yang telah diambil dari lapangan selama beberapa hari. Namun dipilih lima data dengan hasil pengukuran sensor yang paling bagus, tidak terlalu banyak kesalahan dalam pembacaan sensor.

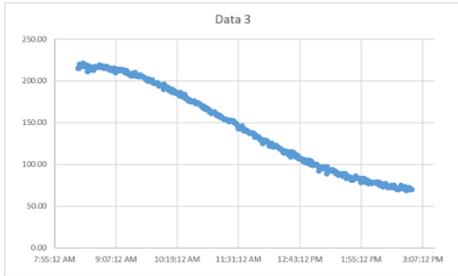
Data sumbu x adalah waktu (jam), sumbu y adalah tinggi (cm), data pertama diambil pada tanggal 9 Oktober 2019 mulai pukul 6:21 AM hingga 12:53 PM ketika terjadi fenomena surut. Data 2 diambil pada tanggal 10 Oktober 2019 mulai pukul 7:26 AM hingga 1:58 PM. Data 3 diambil pada tanggal 12 Oktober 2019 mulai pukul 8:22 AM hingga 2:54 PM. Data 4 diambil pada tanggal 13 Oktober 2019 mulai pukul 9:03 AM hingga 3:35 PM. Data 5 diambil pada tanggal 14 Oktober 2019 mulai pukul 9:32 AM hingga 4:04 PM.



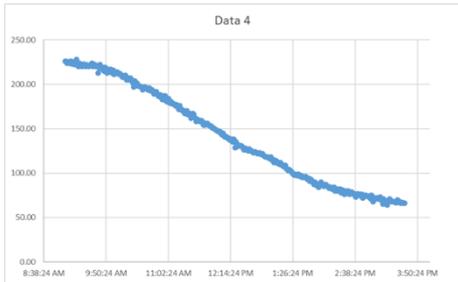
Gbr 6. Grafik Data 1



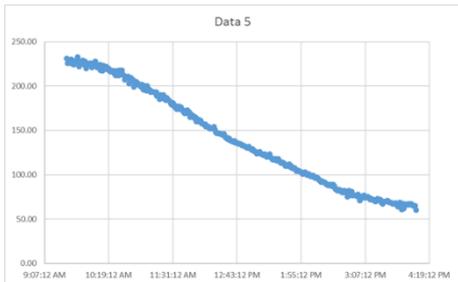
Gbr 7. Grafik Data 2



Gbr 8. Grafik Data 3



Gbr 9. Grafik Data 4



Gbr 10. Grafik Data 5

Dari kelima sampel data yang telah diambil rata – rata perubahan ketinggian yang terjadi dalam rentang waktu 10 menit adalah 7 cm.

C. Analisis Gradient

Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis gradient. Dengan menggunakan analisis gradient, ditentukan

nilai kemiringan dari beberapa sample data yang telah diambil sebelumnya. Rumus 1 dari analisis gradient adalah sebagai berikut.

$$m = \frac{\text{rise}}{\text{run}} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (1)$$

Nilai y_2 merupakan nilai tinggi muka air laut terakhir dan nilai y_1 merupakan nilai tinggi pertama. Sedangkan nilai x_2 merupakan menit pada nilai y_2 yaitu menit kesepuluh dan x_1 merupakan menit pertama. Nilai – nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam rumus gradient, dengan hasil pada tabel I.

Dari tabel I nilai gradient yang muncul bernilai negatif karena data yang digunakan merupakan data penurunan. Seperti terlihat pada grafik yang telah ditunjukkan bahwa nilai gradient negatif dihasilkan dari nilai data penurunan. Selisih terbesar nilai gradient dari data tersebut ada pada Data 2 dan Data 3 yaitu sebesar 0.4. Jika pada data yang diambil selisih nilai gradient jauh melebihi nilai tersebut maka terdapat kemungkinan akan terjadi tsunami.

D. Hasil Uji Monitoring dan Analisis Realtime di Website

Metode yang digunakan untuk melakukan uji coba monitoring secara realtime adalah dengan simulasi menggunakan akuarium yang telah terisi dengan air kemudian mengalirkannya. Akuarium dan air mengalir ini menggambarkan kondisi surut dari pasang surut air laut.

Setelah percobaan dilakukan, nilai ketinggian dari pembacaan alat akan dibandingkan dengan nilai pembacaan visual untuk mencari nilai error persen yang dihasilkan alat. Nilai error persen dapat digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian alat yang telah dibuat.



Gbr 11. Uji coba Realtime Monitoring Kondisi Penuh



Gbr 12. Uji coba Realtime Monitoring Kondisi Kosong

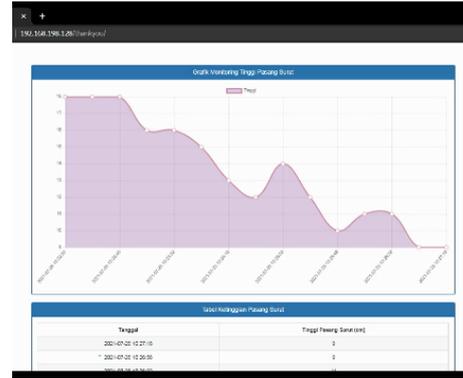
TABEL I
 NILAI GRADIENT

Data	Nilai				M
	X1	X2	Y1	Y2	
Data 1	1	10	152	145	-0.77777778
Data 2			139	134	-0.55555556
Data 3			115	106	-1
Data 4			204	196	-0.88888889
Data 5			192	186	-0.66666667

TABEL II
 NILAI ERROR PERSEN

No.	Data Alat (cm)	Data Visual (cm)	Error (%)
1	18	18	0
2	18	18	0
3	18	17	5.88235
4	16	17	5.882353
5	16	16	0
6	15	15	0
7	13	14	7.142857
8	12	13	7.692308
9	14	13	7.69231
10	12	12	0
11	10	11	9.090909
12	11	11	0
13	11	10	-10
14	9	9	0
15	9	9	0
16	8	8	0
17	7	7	0
18	7	7	0
19	7	6	16.6667
20	5	5	0
21	5	5	0
22	4	4	0
23	3	4	25
24	4	3	33.3333
25	3	3	0
26	3	2	50
27	1	1	0

Nilai dari kesalahan pembacaan alat akan dibandingkan dengan nilai pembacaan visual untuk dicari tingkat keakurasian alat ini. Dari perbandingan antara nilai pembacaan alat dan nilai visual seperti tertera pada Tabel II, didapatkan rata-rata nilai error persen dari alat sebesar 6.606781019%. Maka nilai akurasi alat yang telah dibuat adalah 100% - 6.606781019% yaitu sebesar 93.393218981%.



Gbr 13. Hasil Monitoring Pada Website



Gbr 14. Uji Coba Skenario Tsunami

E. Hasil Uji Coba Skenario Terjadinya Tsunami

Nilai skenario yang ditambahkan adalah 48 cm dengan asumsi surutnya air laut terjadi dengan cepat. Pada saat penurunan ketinggian sebesar 48 cm nilai gradient yang didapatkan yaitu -5,33. Nilai gradient tersebut jauh melebihi rata-rata batas ambang yang sebelumnya telah diasumsikan pada analisis gradient. Pada analisis gradient perubahan penurunan ketinggian memiliki nilai rentang terbesar adalah 0,4. Sedangkan pada saat uji coba skenario, rentang nilai gradient sebesar 4,33.

Karena sistem membaca perubahan penurunan nilai ketinggian secara drastis maka dikirimkan sebuah pemberitahuan melalui e-mail. Pada konfigurasi yang telah dilakukan telah diatur e-mail yang digunakan sebagai penerima pemberitahuan ketika terjadi skenario tersebut.

IV. KESIMPULAN (PENUTUP)

Dari analisa dan pengolahan data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut.

Kesimpulan

Dari analisa dan pengolahan data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototype alat system peringatan dini tsunami yang telah dibuat bekerja dengan baik dan benar. Hal ini dibuktikan dengan sensor ultrasonic dapat membaca data, modul sim900 dapat mengirimkan data dan database dapat menyimpan data yang telah dikirimkan.

- Analisis gradient tidak dapat digunakan untuk mendeteksi kemungkinan terjadi tsunami secara akurat karena nilai ambang batas ketika terjadi tsunami tidak dapat ditentukan secara pasti.
- Pembuatan website berhasil karena dapat menampilkan data yang terbaca dari sensor secara realtime. Sistem peringatan berhasil karena ketika diberi skenario tsunami dapat memberi pemberitahuan peringatan melalui email.

Saran

- Penelitian dapat dikembangkan dengan menambah sensor yang dapat membaca parameter lain ketika akan terjadi tsunami. Seperti sensor untuk mendeteksi gempa, sensor untuk mendeteksi arus yang terjadi di dalam laut.
- Perlu pengembangan algoritma dengan menggunakan lebih banyak data sekunder tinggi muka air laut dan data- data lainnya ketika tsunami terjadi.
- Pada penelitian berikutnya disarankan menggunakan metode perbandingan sinyal slope yang memiliki pengukuran nilai ambang batas untuk meningkatkan keakuratan hasil.
- Algoritma yang digunakan harus dapat membedakan tsunami dengan gelombang lainnya ketika terdeteksi oleh alat sebagai anomali.

REFERENSI

- “Revolusi Industri 4.0 - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.” [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Revolusi_Industri_4.0. [Accessed: 06-Mar-2021].
- L. Da Xu, E. L. Xu, and L. Li, “Industry 4.0: State of the art and future trends,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, no. 8, pp. 2941–2962, 2018.
- S. Vongsingthong and S. Smachat, “INTERNET OF THINGS : A REVIEW OF APPLICATIONS AND TECHNOLOGIES Suwimon Vongsingthong1 The Structure of the Internet of Things The Internet of Things can be viewed as a,” *J. Sci. Technol.*, vol. 21, no. 4, pp. 359–374, 2014.
- J. John Wellington and P. Ramesh, “Role of Internet of Things in disaster management,” *Proc. 2017 Int. Conf. Innov. Information, Embed. Commun. Syst. ICIECS 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–4, 2018.
- P. P. Ray, M. Mukherjee, and L. Shu, “Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects,” *IEEE Access*, vol. 5, no. c, pp. 18818–18835, 2017.
- J. Raikes, T. F. Smith, C. Baldwin, and D. Henstra, “Linking disaster risk reduction and human development,” *Clim. Risk Manag.*, vol. 32, p. 100291, 2021.
- A. Sinha, P. Kumar, N. P. Rana, R. Islam, and Y. K. Dwivedi, “Impact of internet of things (IoT) in disaster management: a task-technology fit perspective,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 283, no. 1–2, pp. 759–794, 2019.
- P. Sakhardande, S. Hanagal, and S. Kulkarni, “Design of disaster management system using IoT based interconnected network with smart city monitoring,” 2016 Int. Conf. Internet Things Appl. IOTA 2016, pp. 185–190, 2016.
- Wikipedia, “Tsunami - Wikipedia Bahasa Indonesia,” 2020. .
- T. Kurniawan, R. S. Yuliatmoko, B. Sunardi, A. S. Prayogo, M. Muzli, and S. Rohadi, “Tsunami simulation for disaster mitigation based on earthquake scenarios in the Molucca subduction zone (case study of the Molucca Sea earthquake on July 7, 2019),” 2021, p. 040026.
- Z. Xu, S. Liang, M. N. Bin Abd Rahman, H. Li, and J. Shi, “Historical earthquakes, tsunamis and real-time earthquake monitoring for tsunami advisory in the South China Sea region,” *Nat. Hazards*, Feb. 2021.
- I. Pariwono John, “Kondisi Pasang Surut di Indonesia,” *Dinas Pemetaan Topogr. Badan Koord. Surv. dan Pemetaan Nas. (Bakosurtanal), Cibinong, Bogor*, 1987.
- J. J. Dronkers, “Tidal computations in rivers and coastal waters,” 1964.
- S. Hall *et al.*, “Awareness of tsunami natural warning signs and intended evacuation behaviors in Java, Indonesia,” *Nat. Hazards*, vol. 89, no. 1, pp. 473–496, 2017..