

RANCANG BANGUN ALAT PENDTEKSI GEMPA BERBASIS IOT BERTENAGA SURYA

Fiki Dwi Sasongko^{1✉}, Rizki Nurilyas Ahmad²

¹Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura,
Sukoharjo, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura,
Sukoharjo, Indonesia

✉ Email korespondensi: fikidwisasongko@gmail.com

Abstrak. Indonesia merupakan daerah yang rawan gempa, baik gempa tektonik maupun gempa vulkanis. Kejadian gempa tidak dapat diprediksi. Akibatnya, gempa di daerah seismik terjadi secara tiba-tiba. Banyak korban yang tidak dapat menyelamatkan diri karena terjebak di suatu tempat atau minimnya informasi mengenai gempa. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dikembangkanlah sebuah inovasi yang memanfaatkan detektor gempa dengan accelerometer dan sensor getar untuk mendeteksi pergerakan tanah atau getaran tanah dan memberitahukan kepada pengguna atau warga melalui aplikasi android ketika gempa terjadi. sehingga dengan adanya alat ini dapat menjadi solusi sebagai salah satu cara peringatan dini bencana gempa bumi. Dalam pembuatan alat pendeteksi gempa ini menggunakan beberapa metode, antara lain, yang pertama dilakukan adalah identifikasi kebutuhan sistem kemudian dilanjutkan dengan perancangan system, selanjutnya ada implementasi dan pengujian, kemudian yang terakhir ada penulisan laporan hasil penelitian. Alat ini terdiri dari Mikrokontroler Esp32, sensor akselerometer, sensor getar dan buzzer. Mikrokontroler Esp32 digunakan sebagai alat pengolah data yang dideteksi oleh sensor percepatan dan sensor getar. Kesimpulannya alat ini mampu memberi peringatan saat terjadi gempa bumi dengan skala lebih dari 5 MMI selain itu alat ini juga mampu bekerja optimal 24 jam karena menggunakan panel surya sebagai sumbernya dan baterai 12 volt sebagai penyimpanan otomatis agar alat ini dapat bekerja dengan optimal saat tidak terkena cahaya matahari.

Kata kunci: Alat Pendeteksi Gempa, Gempa, Internet of Things (IoT)



PENDAHULUAN

Teknologi sekarang berkembang begitu cepat, perkembangan teknologi ini bisa berdampak positif bagi masyarakat salah satunya yaitu IoT atau *Internet of Things* yaitu sebuah konsep dimana berbagai perangkat fisik yang memiliki sensor, perangkat lunak, dan konektivitas internet dapat saling terhubung dan berkomunikasi dengan baik satu sama lain, serta dengan sistem lain melalui jaringan internet. Tujuannya adalah mengumpulkan dan menganalisis data untuk menciptakan otomatisasi, efisiensi, atau pengalaman yang lebih baik. Teknologi IoT ini dapat dimanfaatkan sebagai pencegahan dini terjadinya gempa bumi, sehingga dapat mengurangi banyak korban jiwa ketika gempa bumi terjadi[1].

Perancangan alat pendeteksi gempa bumi yang efektif ini dibutuhkan komponen komponen diantaranya yaitu Panel Surya yaitu sebuah modul yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik selanjutnya ada mikrokontroler Esp32 yaitu mikrokontroler modern yang mendukung konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* dengan performa tinggi dan efisien sehingga dapat dijadikan solusi yang baik. Sensor ADXL335 adalah sensor akselerometer analog 3 sumbu yaitu X, Y, dan Z. Sensor getar 801s merupakan modul sensor getaran yang mampu mendeteksi guncangan atau getaran mekanis dan memiliki sensitivitas yang tinggi serta konsumsi daya yang rendah sehingga cocok dipakai untuk alat pendeteksi gempa bumi. *Buzzer* komponen elektronik yang digunakan untuk mengasilkan suara dengan merubah gelombang listrik menjadi gelombang suara kemudian terdapat *Blynk* yang berfungsi sebagai monitoring atau pemantauan jarak jauh melalui *smartphone* untuk mengetahui besarnya gempa bumi yang terjadi[2].

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini yaitu untuk mendeteksi bencana alam gempa bumi agar masyarakat sekitar menjadi lebih waspada akan bahaya yang ditimbulkan akibat gempa bumi selain itu juga nantinya masyarakat dapat mengetahui berapa besarnya gempa yang terjadi melalui tampilan layar yang ada pada layar di alat pendeteksi gempa dan dapat dilihat juga melalui *Smartphone* yang sudah terpasang aplikasi *Blynk*, dengan adanya sistem pemantauan dan alat pendeteksi gempa masyarakat sekitar dapat mengetahui terlebih dahulu informasi terkait gempa bumi tanpa harus menunggu kabar yang tersiar pada televisi atau media informasi lainnya. Dengan dibuatnya alat ini yang mampu memberikan peringatan dini secara efektif terhadap bencana alam terutama gempa bumi dan sistem pengoperasian otomatis sepanjang waktu peneliti berharap alat ini bisa memberi manfaat seperti meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap gempa bumi yang bisa saja terjadi secara tiba tiba, sehingga memungkinkan evakuasi yang cepat karena alat ini memberikan peringatan ketika terdapat getaran dan gerakan yang tidak wajar[3].

METODE

Metode Penelitian

Tahap pertama yang dilakukan yaitu studi literature dimana pada tahap ini melakukan penguasaan materi terkait pembacaan dan pengiriman data sensor getar 801s dan ADXL335 dengan ESP32 dan mengirimkan sinyal ke buzzer, kemudia melakukan pengembangan engan menghubungkannya ke IoT melalui aplikasi *Blynk*. Selajutnya yaitu proses perancangan alat



dimana pada proses ini penulis melakukan sebuah rancangan alat yang akan dibuat seperti komponen yang dibutuhkan dan pemrograman Arduino ide pada ESP32 agar bisa dikomunikasikan dengan sensor yang dipakai dan pada tahap ini juga membuat ide bagaimana desain alat yang akan digunakan. Selanjutnya yaitu pembuatan alat pada tahap ini melakukan pembuatan dari hasil yang sudah dirancang sebelumnya, Alat dibuat sesuai desain yang telah dibuat serta melakukan *upload* program ke mikrokontroler yang akan digunakan. Selanjutnya yaitu pengujian alat dalam tahapan ini melakukan pengujian dan pengamatan alat yang telah dibuat, pengujian dilakukan di lokasi yang telah ditentukan. Jika pada saat pengujian terdapat error maka alat akan melalui perbaikan terlebih dahulu dan jika alat telah siap maka akan dilakukan pengujian ulang sehingga tidak terdapat error. Selanjutnya yaitu analisis data dimana hasil dari pengujian dan pengukuran alat akan diperoleh nilai akurasi, setelah itu dilakukan pengumpulan data yang berupa pengukuran pada arus, tegangan, dan daya pada alat yang nantinya akan dimonitoring. Terakhir merupakan tahap terakhir yang dilakukan yaitu proses pembuatan laporan yang terdiri dari penjelasan mengenai alur perancangan dan pembuatan alat serta hasil yang didapatkan dari pengujian alat yang telah dilakukan.

Penelitian yang dilakukan yang diawali dari studi literatur kemudian perancangan alat yaitu proses menuangkan ide dan juga persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan selanjutnya pembuatan alat kemudian pengujian alat pada tahap ini ketika terdapat kendala pada saat pengujian alat maka alat harus diperbaiki terlebih dahulu dan ketika alat sudah selesai dan tidak ada kendala akan dilanjutkan ke proses analisis data yaitu pengambilan data dari alat pendeteksi gempa bumi ini setelah data didapatkan maka menuju tahap terakhir yaitu pembuatan laporan.

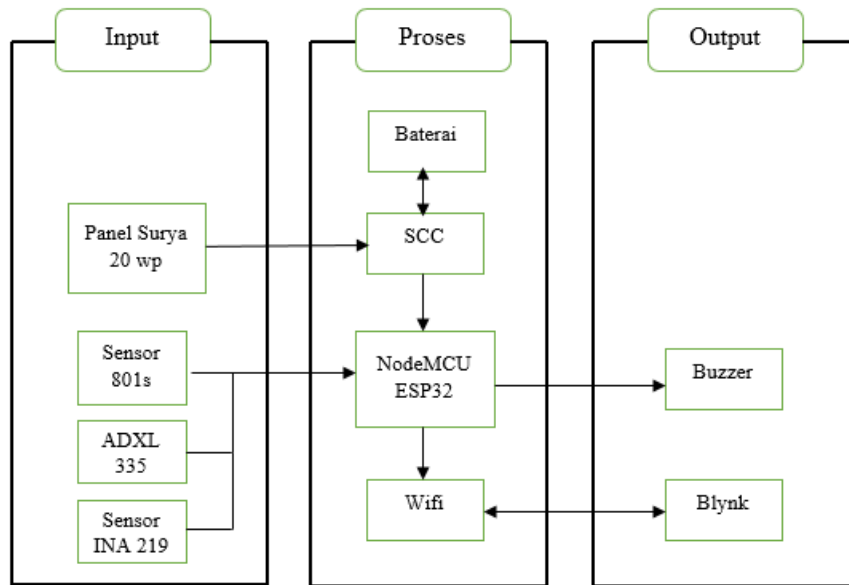
Persiapan Alat dan Bahan

Alat pendeteksi gempa bumi ini memerlukan beberapa komponen yang dibutuhkan untuk membantu kinerja dari alat ini. Komponen yang dibutuhkan diantaranya terdapat panel surya yang digunakan sebagai sumber yang ramah lingkungan, selanjutnya untuk memonitoring atau melakukan pemantauan melalui *smartphone* menggunakan aplikasi *Blynk*. Alat pendeteksi gempa ini dirancang apabila sensor getar 801s dan ADXL335 mendapat getaran yang tidak wajar atau melebihi batas tertentu akan memberikan peringatan suara melalui buzzer sebagai peringatan dini kepada masyarakat. Komponen yang dibutuhkan pada alat pendeteksi gempa ini yaitu panel surya, *solar charge controller* (SCC), Baterai, ESP32, sensor getar 801s, akselerometer ADXL335 dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan beberapa komponen yang digunakan pada alat pendeteksi gempa dengan panel surya.



Perancangan Sistem Blok Diagram

Perancangan alat ini dikerjakan sesuai dengan urutan yang ada pada blok diagram berikut.

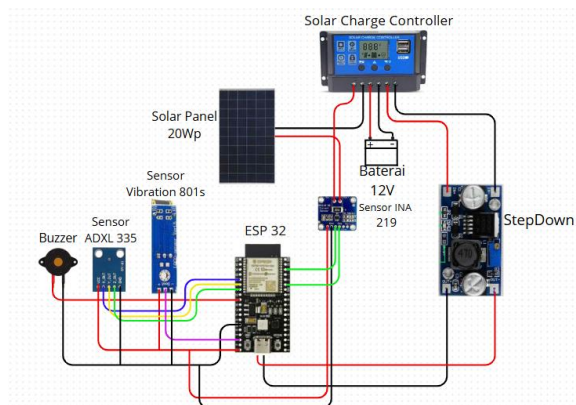


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Proses dimulai dari input, proses, dan output dimana pada input terdapat power dan juga sensor pada power yaitu sebuah panel surya dengan kapasitas 20 wp dan pada sensor terdapat sensor getar 801s yang berfungsi untuk membaca getaran apabila terdapat gempa dan sensor akselerometer ADXL 335 berfungsi untuk mendeteksi posisi, kemiringan, getaran, dan gerakan yang berdasarkan pada percepatan linear serta sensor INA 219 yang berfungsi untuk mengukur arus, tegangan, dan daya. SCC atau solar charge controller berfungsi untuk mengatur pengisian baterai dari panel surya selain itu juga berfungsi untuk mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai dan esp32. ESP32 berfungsi untuk meneruskan sinyal digital atau sinyal analog yang dikirim ke output berupa buzzer dan blynk, untuk menyinkronkan antara IoT dan rangkaian diperlukan wifi untuk pemantauan besar gempa secara real time.

Perancangan Hardware

Rancangan hardware yang digunakan pada alat pendeteksi gempa ini ditampilkan pada gambar.



Gambar 2. Rangkaian hardware



Gambar 2 merupakan *hardware* alat pendeteksi gempa bumi. Rangkaian ini merupakan sistem monitoring dengan ESP32 yang menggunakan sumber dari panel surya 20Wp. Panel surya menghasilkan listrik DC yang disalurkan ke solar charge controller untuk mengatur pengisian baterai 12V agar tetap aman. Energi yang tersimpan di baterai kemudian diturunkan tegangannya menggunakan modul step down menjadi 5V agar sesuai dengan kebutuhan ESP32 dan sensor sensor lainnya. ESP32 berperan sebagai otak sistem yang menerima data dari beberapa sensor: sensor INA219 yang memantau arus dan tegangan dari baterai, sensor getaran 801s yang mendeteksi adanya getaran mekanis, serta sensor ADXL335 yang mendeteksi percepatan atau perubahan posisi dalam tiga sumbu (X, Y, Z). Berdasarkan data yang diterima, ESP32 dapat memproses informasi dan mengirim ke aplikasi *blynk*, sekaligus mengendalikan buzzer sebagai alarm peringatan jika terdeteksi kondisi tidak normal yaitu getaran yang melebihi threshold. Seluruh sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis tanpa tergantung pada jaringan listrik PLN dan cocok digunakan di lokasi terpencil yang membutuhkan pemantauan kondisi secara real time.

HASIL

Hasil Pengujian Getaran

Tabel 1. Pengujian Alat

No	Jarak Horizontal (cm)	Massa Beban (kg)					
		1kg		2kg		3kg	
		Buzzer	Display	Buzzer	Display	Buzzer	Display
1	0	Nyala	Gempa 5 MMI	Nyala	Gempa 6 MMI	Nyala	Gempa 6 MMI
2	15	Mati	Tidak Gempa	Nyala	Gempa 6 MMI	Nyala	Gempa 7 MMI
3	30	Mati	Tidak Gempa	Mati	Tidak Gempa	Nyala	Gempa 7 MMI

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa alat pendeteksi gempa ini mampu membaca getaran yang dihasilkan dari beban yang dijatuhkan setinggi 30cm, simulasi ini dilakukan untuk menciptakan getaran karena semakin jauh dan semakin berat beban yang jatuh maka getaran yang dihasilkan akan semakin besar, dapat disimpulkan bahwa jika terjadi getaran, getaran tidak bisa dipastikan bahwa terjadi gempa namun saat ada gerakan atau perubahan posisi dan juga getaran kemungkinan hal tersebut merupakan gempa bumi.

Hasil Pengujian Besaran Listrik

Tabel 2. Pengukuran besaran listrik panel surya

Waktu	Irradiasi Matahari	Panel Surya		
		Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [W]
08:00	751	16,74	0,81	13,55
10:00	713	16,11	0,62	9,98
12:00	792	17,21	1,13	19,44
15:00	659	16,43	0,61	10,02



Tabel 2 merupakan pengukuran besaran listrik keluaran panel surya yang dilakukan pada jam 08.00, 10.00, 12.00 dan 15.00 WIB dapat dilihat bahwa untuk nilai tegangan maksimal pada saat pengambilan data yaitu pada jam 12.00 WIB dengan nilai tegangan 17.21V dan arus maksimal sebesar 1,13A.

Tabel 3. Pengukuran besaran listrik pada baterai

Waktu	Irradiasi Matahari	Panel Surya		
		Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [W]
08:00	751	12,34	0,49	6,04
10:00	713	12,23	0,46	5,62
12:00	792	12,47	0,62	7,73
15:00	659	12,18	0,41	4,49

Tabel 3 merupakan pengukuran besaran listrik pada baterai yang dilakukan pada jam 08.00, 10.00, 12.00 dan 15.00 WIB dapat dilihat bahwa untuk nilai tegangan maksimal pada saat pengambilan data yaitu pada jam 12.00 WIB dengan nilai tegangan 12,47V dan arus maksimal sebesar 0,62A.

Tabel 4. Pengukuran besaran listrik pada beban

Waktu	Irradiasi Matahari	Panel Surya		
		Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [W]
08:00	751	5,03	0,64	3,21
10:00	713	5,01	0,62	3,10
12:00	792	5,14	0,68	3,49
15:00	659	4,99	0,62	3,09

Tabel 4 merupakan pengukuran besaran listrik pada beban yang dilakukan pada jam 08.00, 10.00, 12.00 dan 15.00 WIB dapat dilihat bahwa untuk nilai tegangan maksimal pada saat pengambilan data yaitu pada jam 12.00 WIB dengan nilai tegangan 5,14V dan arus maksimal sebesar 0,68A.

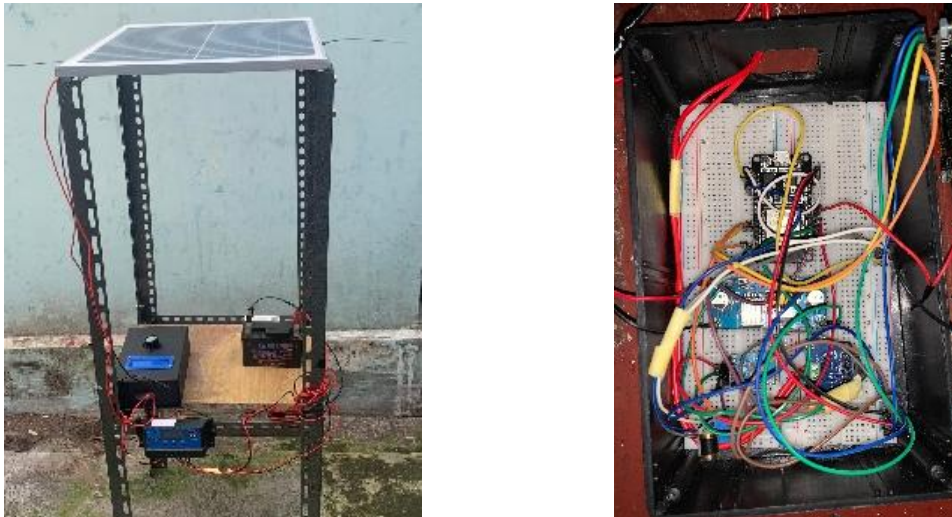
PEMBAHASAN

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini yaitu untuk mendeteksi bencana alam gempa bumi agar masyarakat sekitar menjadi lebih waspada akan bahaya yang ditimbulkan akibat gempa bumi selain itu juga nantinya masyarakat dapat mengetahui berapa besarnya gempa yang terjadi melalui tampilan layar yang ada pada layar di alat pendeteksi gempa dan dapat dilihat juga melalui *Smartphone* yang sudah terpasang aplikasi *Blynk*, dengan adanya sistem pemantauan dan alat pendeteksi gempa masyarakat sekitar dapat mengetahui terlebih dahulu informasi terkait gempa bumi tanpa harus menunggu kabar yang tersiar pada televisi atau media informasi lainnya. Dengan dibuatnya alat ini yang mampu memberikan peringatan dini secara efektif terhadap bencana alam terutama gempa bumi dan sistem pengoperasian otomatis sepanjang waktu peneliti berharap alat ini bisa memberi manfaat seperti meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap gempa bumi yang bisa saja terjadi secara tiba tiba, sehingga memungkinkan evakuasi yang cepat karena alat ini memberikan peringatan ketika terdapat getaran dan gerakan yang tidak wajar.



Perancangan alat pendeteksi gempa bumi yang efektif ini dibutuhkan komponen komponen diantaranya yaitu Panel Surya yaitu sebuah modul yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik selanjutnya ada mikrokontroler Esp32 yaitu mikrokontroler modern yang mendukung konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* dengan performa tinggi dan efisien sehingga dapat dijadikan solusi yang baik. Sensor ADXL335 adalah sensor akselerometer analog 3 sumbu yaitu X, Y, dan Z[5]. Sensor getar 801s merupakan modul sensor getaran yang mampu mendeteksi guncangan atau getaran mekanis dan memiliki sensitivitas yang tinggi serta konsumsi daya yang rendah sehingga cocok dipakai untuk alat pendeteksi gempa bumi[6]. *Buzzer* komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara dengan merubah gelombang listrik menjadi gelombang suara kemudian terdapat *Blynk* yang berfungsi sebagai monitoring atau pemantauan jarak jauh melalui *smartphone* untuk mengetahui besarnya gempa bumi yang terjadi[7].

Desain Alat



Gambar 3. Desain alat pendeteksi gempa

Gambar 3 menunjukkan sebuah desain dari alat pendeteksi gempa dimana terdapat komponen komponen berupa panel surya 20wp, baterai 12V 5Ah, SCC (*Solar Charge Controller*), dan panel box. Panel box tersebut berisi mikrokontroler ESP32 dan sensor sensor yang digunakan untuk mendukung kinerja dari alat pendeteksi gempa, sensor sensor yang digunakan yaitu sensor ADXL335, sensor getar 801s, dan sensor INA219.



Monitoring *Internet of Things* (IOT)



Gambar 4. Tampilan Blynk

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pendeteksi gempa memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam memantau secara *real-time*. Salah satu platform yang populer dan mudah digunakan untuk pengembangan sistem IoT adalah aplikasi *blynk*, yang memungkinkan integrasi antara mikrokontroler (seperti NodeMCU, ESP32, atau Arduino dengan modul *Wi-Fi*) dengan smartphone melalui antarmuka berbasis internet[8].

Dalam sistem ini, berbagai sensor seperti sensor ADXL335, sensor getar 801s, dan sensor INA219 dipasang untuk mendeteksi adanya getaran yang disebabkan oleh gempa bumi secara berkelanjutan. Data dari sensor tersebut dikirimkan ke *cloud blynk* dan ditampilkan dalam bentuk *dashboard* di aplikasi smartphone. Melalui Blynk, pengguna dapat melihat data besaran gempa yang terjadi.

Keunggulan utama dari penggunaan Blynk dalam sistem ini adalah kemudahan akses dan kendali. Ketika sensor mendeteksi bahwa terjadi getaran yang sudah melewati batas yang sudah ditentukan, sistem dapat secara otomatis mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm atau peringatan dini bahwa sedang terjadi bencana alam gempa bumi. Semua aktivitas ini dapat dipantau langsung melalui Blynk[9].

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tegangan, arus, dan daya pada alat pendeteksi gempa dipengaruhi oleh irradiasi matahari selain itu PLTS juga mampu bekerja secara optimal pada saat jam 12.00 WIB karena tingkat irradiasi matahari yang tinggi, saat dilakukan pengambilan data tingkat irradiasi tertinggi didapatkan pada hari ke 3 pada jam 12.00 WIB yaitu 795 lux meter. Ujicoba alat pendeteksi gempa dilakukan dengan menjatuhkan beban seberat 1kg, 2kg, dan 3kg dari ketinggian 30cm dan jarak sejauh 0cm, 15cm, dan 30cm untuk menghasilkan getaran lokal setelah dilakukan uji coba didapatkan hasil tertinggi pada percobaan terakhir yaitu dengan beban 3kg yang dijatuhkan dari jarak 30cm dengan hasil penjumlahan vektor yaitu 2.26 dan pada LCD serta *blynk* menampilkan gempa skala 7 MMI. Alat pendeteksi gempa ini mampu berjalan sesuai dengan perancangan dan dapat memberi peringatan saat terjadi gempa.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan juga hidayah nya kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua dan juga keluarga penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan dan doa yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Terimakasih juga saya ucapkan kepada bapak Rizki Nurilyas Ahmad, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktunya di sela kesibukan. Teman-teman Teknik Elektro yang telah membersamai penulis sampai saat terakhir berkuliah di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat untuk penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bengi, N. S., Syamsul, S., & Nasri, N. (2024). Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi Dan Peringatan Dini Berbasis Internet of Things. *Jurnal TEKTR0*, 8(1), 138–144.
- [2] Kristanto, N. (2023). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENDETEKSI GEMPA BERBASIS INTERNET OF THINGS DI UNIVERSITAS TARUMANAGARA. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 2(2), 609–622. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i2.589>
- [3] Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- [4] Qothrunnada, N. H., Utami, R. Y., & Rizky, S. A. (2022). Menganalisis bencana alam gempa bumi dalam perspektif Al-Quran. *Jurnal Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4, 257–260. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/kiiis/article/view/3225>
- [5] Rajagukguk, L. (2022). Implementasi Metode Marr-Hilldert Untuk Mendeteksi Batas Wilayah Gempa. *Jurnal Kajian Ilmiah Teknologi Informasi Dan Komputer*, 1(1), 24–29. <https://doi.org/10.62866/jutik.v1i1.38>
- [6] Ramadhan, D. F., & Royhan, M. (2017). Simulasi Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getaran Berbasis Arduino Uno. *Ejournal.Akademitelkom.Ac.Id*. <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/emit/index.php/eMit/article/view/14>
- [7] Tehseen, R., Farooq, M. S., & Abid, A. (2020). Earthquake prediction using expert systems: A systematic mapping study. *Sustainability (Switzerland)*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/su12062420>
- [8] Rayes, A., & Salam, S. (2022). Internet of Things from Hype to Reality (3rd Ed.).2.
- [9] Usman, B., & Bernadhita, H. S. . (2019). Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis Internet Of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya*, 1, 264–270. <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/PSND/article/view/1725>

