

Sistem Peringatan Gempa Bumi pada Gedung Bertingkat Terintegrasi dengan Pintu Darurat Otomatis

Alfina Putri Mulyo¹, Endah Setyaningsih², Wahidin Wahab³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara; email: alfina.525200010@stu.untar.ac.id, endahs@ft.untar.ac.id, wahidinwahab@ft.untar.ac.id

[Dikirimkan: 05 Januari 2024, Direvisi: 17 Mei 2024, Diterima: 27 Mei 2024]

Corresponding Author: Alfina Putri Mulyo

INTISARI — Indonesia terletak diantara pertemuan lempeng besar tektonik dunia dan masuk ke dalam wilayah *Ring of Fire*. Tingginya tingkat aktivitas tektonik menyebabkan Indonesia sering kali dilanda bencana gempa bumi yang dapat memberi risiko ancaman dan dampak yang signifikan terhadap kerusakan properti, infrastruktur, bahkan korban jiwa. Gempa bumi yang tidak dapat diprediksi kedatangannya dapat mengguncang gedung bertingkat yang menimbulkan kondisi penghuni menjadi panik dan berhamburan keluar menuju titik evakuasi. Optimasi waktu dalam memberikan peringatan dan memulai evakuasi sangat penting untuk mengurangi risiko adanya korban jiwa. Oleh karena itu, dirancanglah sebuah sistem peringatan bencana gempa bumi pada gedung bertingkat yang mampu membuka pintu darurat secara otomatis dilengkapi dengan alarm dan lampu darurat. Sistem peringatan gempa ini akan mengaktifkan pintu darurat otomatis, alarm, dan lampu darurat secara bersamaan. Konsep ini dirancang dalam bentuk prototipe yang terdiri dari sensor *accelerometer* MPU6050, Arduino Nano, motor servo MG90, *buzzer*, *pilot lamp*, serta modul catu daya UPS DC 12V. Batas nilai percepatan total untuk mengaktifkan sistem adalah 1.89 m/s^2 yang diambil dari hasil perhitungan rata-rata total pengujian sensor MPU6050 terhadap meja simulasi gempa saat digerakan pada 1,5 Hz, 2,5 Hz, 3,5 Hz, 4,5 Hz, 5,5 Hz, dan 6 Hz. Sistem dipasang pada maket bangunan bertingkat 3 dan diuji di atas meja simulasi gempa sebanyak 5 kali dengan frekuensi yang berbeda seperti disebutkan diatas. Hasilnya sistem peringatan gempa bumi ini dapat mengaktifkan modul alarm, modul lampu darurat, dan modul aktuator untuk membuka pintu darurat secara bersamaan.

KATA KUNCI — Gedung Bertingkat, Gempa Bumi, Pintu Darurat, Sistem Peringatan.

ABSTRACT — Indonesia is situated at the convergence of major tectonic plates and falls within the *Ring of Fire*. This high level of tectonic activity makes Indonesia prone to frequent earthquakes, which pose significant risks and can cause substantial damage to property, infrastructure, and even loss of life. The unpredictable nature of earthquakes can shake tall buildings, causing panic among occupants and forcing them to evacuate to designated safe zones. Optimizing the time taken to provide warnings and initiate evacuations is crucial to reducing the risk of casualties. To address this challenge, an earthquake early warning system for high-rise buildings has been designed. This system automatically opens emergency doors, activates alarms, and turns on emergency lights. The earthquake warning system activates the emergency doors, alarm, and emergency lights simultaneously. The system is designed as a prototype consisting of an MPU6050 accelerometer sensor, Arduino Nano, MG90 servo motor, buzzer, pilot lamp, and a 12V DC UPS power supply module. The threshold value for total acceleration to activate the system is 1.89 m/s^2 , derived from the average total testing results of the MPU6050 sensor against an earthquake simulation table when shaken at 1.5 Hz, 2.5 Hz, 3.5 Hz, 4.5 Hz, 5.5 Hz, and 6 Hz. The system was installed on a 3-story building model and tested on an earthquake simulation table five times with different frequencies as mentioned above. The results demonstrate that the earthquake early warning system can simultaneously activate the alarm module, emergency light module, and actuator module to open the emergency door.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terletak pada zona pertemuan tiga lempeng besar tektonik aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Lempeng-lempeng pertemuan pada zona tersebut dapat bergerak saling mendekati, menjauhi, ataupun bergesekan [1]. Selain berada pada zona lempeng tektonik aktif, Indonesia dilalui jalur pegunungan api sirkum Pasifik atau *Ring of Fire* yang dimana 80% dari total aktivitas gempa bumi dunia terjadi di wilayah tersebut [2,3]. Oleh karena itu, Indonesia menempati posisi peringkat tiga teratas negara rentan bencana di dunia terutama gempa bumi.

Gempa bumi adalah guncangan atau getaran yang terjadi pada kerak bumi akibat pelepasan energi oleh tekanan lempeng di dalam bumi yang bersifat merusak [4,5]. Sebagai contoh, gempa bumi magnitudo >5 dengan potensi tsunami pernah melanda Lombok Utara dan gempa bumi disusul tsunami juga melanda Palu-Donggala sehingga menimbulkan banyak korban jiwa dan kerusakan fasilitas bangunan, properti, dan infrastruktur [6,7]. Sejak tahun 2018 tren aktivitas gempa bumi melonjak secara signifikan yakni mencapai 11.417 kali gempa [8]. Peningkatan tren ini diperkirakan akan semakin meningkat disetiap tahun nya.

Bencana gempa bumi yang sering terjadi tanpa adanya peringatan dapat membuat perubahan situasi tenang menjadi darurat dengan sangat cepat. Situasi darurat ini menyebabkan masyarakat berhamburan keluar dari dalam rumah atau bangunan dalam kondisi panik. Hal ini juga terjadi kepada para penghuni gedung bertingkat yang harus keluar melalui pintu darurat menuju titik kumpul evakuasi [9]. Proses evakuasi pada gedung bertingkat membutuhkan waktu karena dipengaruhi oleh desain jalur evakuasi, jumlah orang yang dievakuasi, dan beberapa elemen pendukung lainnya [10]. Oleh karena itu, optimasi waktu dalam memberikan peringatan dan memulai evakuasi sangat penting untuk mengurangi risiko adanya korban jiwa.

Penelitian [11], membuat sistem deteksi gempa bumi otomatis yang dapat mendeteksi getaran mencapai nilai 6000 yang direpresentasikan setara 4.0 SR. Sistem mampu mendeteksi gempa pada daerah rawan gempa yang jauh dari posko BMKG. Alat pendeteksi getaran gempa berbasis IoT Arduino dapat dimonitoring dimana saja menggunakan internet dan mengirim *email* ke alamat yang sudah ditentukan, hal ini sesuai dengan penelitian [12]. Rancangan lainnya dapat mendeteksi gempa dengan menggunakan sensor 801S yang hasilnya akan dibandingkan dengan skala MMI dilengkapi *buzzer* sebagai sinyal peringatan dan LCD (*Liquid Crystal Display*) untuk menampilkan besaran gempa [13].

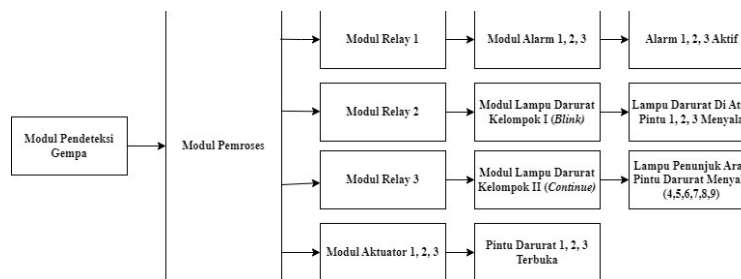
Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirancanglah sebuah prototipe sistem peringatan bencana gempa bumi pada gedung bertingkat yang diintegrasikan dengan pintu darurat otomatis, alarm, dan lampu darurat. Modul-modul yang digunakan pada rancangan ini adalah sensor *accelerometer* MPU6050, Arduino Nano, *Buzzer*, *Pilot Lamp*, dan modul UPS DC 12 V. Tujuannya adalah merancang sistem peringatan gempa bumi terintegrasi dengan pintu darurat otomatis, alarm, dan lampu darurat yang dapat aktif secara bersamaan saat gempa bumi terjadi.

II. METODE

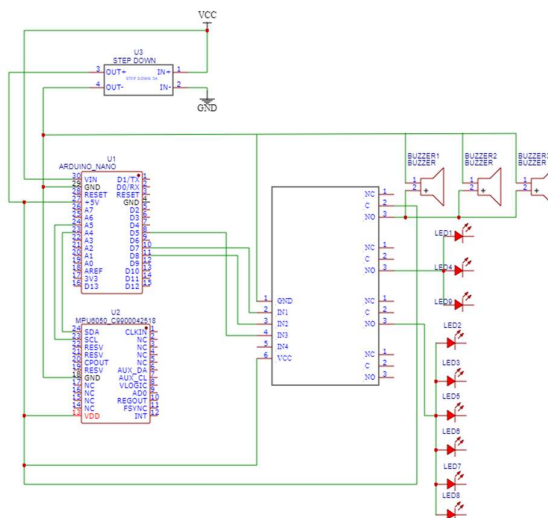
Metode penelitian yang digunakan dalam sistem ini adalah eksperimen. Konsepnya adalah membuat prototipe sistem peringatan gempa bumi pada gedung bertingkat menggunakan alarm, lampu darurat sebagai penunjuk jalur evakuasi dan letak pintu darurat, serta diintegrasikan dengan pintu darurat yang akan terbuka secara otomatis. Sistem ini dapat *direset* menggunakan *push button*. Adapun spesifikasi rancangannya yaitu:

1. Satu daya 12V sebagai sumber daya.
2. Modul pendeteksi gempa berupa sensor *accelerometer*.
3. Modul aktuator berupa servo motor 180°.
4. Modul alarm berupa interrupted *buzzer*.
5. Modul lampu darurat berupa *pilot lamp* 12V.
6. Modul pemroses menggunakan Arduino Nano.

Diagram blok sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan skematik rancangan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Skematik Diagram

Berdasarkan kedua gambar di atas, rancangan tersusun dari beberapa modul yaitu modul catu daya cadangan modul pendeteksi gempa menggunakan sensor *accelerometer* MPU6050, mikrokontroler Arduino Nano sebagai modul pemroses, modul aktuator berupa *micro-servo* MG90, modul alarm menggunakan *buzzer*, dan modul lampu darurat sebanyak 9 buah menggunakan *pilot lamp*. Cara kerja rancangan ini adalah modul pendeteksi gempa akan mendeteksi nilai percepatan, kemudian data tersebut dikirim dan diproses modul pemroses. Jika data memiliki nilai lebih dari atau sama dengan batas nilai gempa yang telah ditetapkan yaitu 1,89

m/s^2 , maka modul pemroses akan mengaktifkan modul aktuator pembuka pintu darurat, modul alarm, dan modul lampu darurat secara bersamaan.

A. SENSOR ACCELEROMETER MPU6050

Sensor MPU6050 merupakan perangkat *motion tracking* berupa percepatan yang menggabungkan 3 *axis accelerometer*, 3 *axis gyroscope*, dan *digital motion processor (DMP)*. Sensor MPU6050 termasuk ke dalam golongan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) karena penggabungan dari *accelerometer* dan *gyroscope* dan bekerja dalam sistem *Micro-electromechanical system (MEMS)* [14,15]. Pada rancangan ini sensor MPU6050 digunakan sebagai modul pendeteksi gempa bumi.



Gambar 3. Sensor Accelerometer MPU6050

B. Pilot Lamp NXD-213

Pilot lamp atau lampu indikator adalah lampu berukuran kecil yang digunakan untuk memberi informasi visual tentang status suatu perangkat atau sistem [16]. Lampu ini dirancang untuk memberikan indikasi cepat dan mudah kepada pengguna tentang keadaan suatu peralatan seperti sinyal indikator, sinyal kesalahan, dan sinyal kecelakaan. Jenis-jenis *pilot lamp* diantaranya adalah *pilot lamp LED (light emitting diode)*, *pilot lamp neon*, *pilot lamp flashing*, *pilot lamp LCD (liquid crystal display)*, dan sebagainya. *Pilot lamp LED* menjadi salah satu pilihan umum karena konsumsi daya yang rendah, umur panjang, dan ketersediaan dalam berbagai warna. Perancangan ini menggunakan *pilot lamp* sebagai lampu penunjuk arah jalur evakuasi dan posisi pintu darurat.



Gambar 4. Pilot Lamp

C. Micro Servo MG90

Motor servo adalah aktuator yang dirancang untuk mengendalikan posisi sudut dari suatu poros [17]. Penggunaan motor servo dalam perancangan ini adalah untuk membuka prototipe dari pintu darurat. *Micro Servo MG90* adalah sebuah motor servo DC berukuran $22 \times 12 \times 35,5$ mm dengan berat 13,4 gram yang beroperasi pada tegangan 4,8V sampai 6V. Kecepatan operasi sebesar 0,11 detik per 60° pada tegangan 4,8V dan 0,08 detik per 60° pada tegangan 6V. Motor servo MG90 memiliki sudut putaran yang terbatas, umumnya sekitar 180° yang dikontrol oleh *Pulse Width Modulation (PWM)* dengan rentang lebar pulsa sekitar 1 ms hingga 20 ms. [18]. Selain itu, torsi *stall* pada modul aktuator ini adalah 1,8 kgF cm pada tegangan 4,8V dan 2,5 kgF cm pada tegangan 6V [19]. Motor servo ini memiliki konektor tipe S universal yang terdiri dari 3 kabel berwarna merah sebagai VCC, coklat sebagai GND, dan oranye sebagai *input* kontrol sinyal PWM.

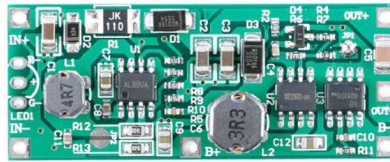


Gambar 5. Micro Servo MG90

D. Modul UPS DC 12V

UPS (*Uninterruptible Power Supply*) DC 12V modul adalah perangkat yang dirancang untuk mengatur pemberian daya cadangan menggunakan tegangan searah sebesar 12V saat pasokan listrik terputus. UPS dapat memberikan tenaga listrik selang beberapa waktu secara independen tanpa harus adanya catu daya utama [20]. Komponen-komponen pada modul UPS DC 12V yaitu baterai,

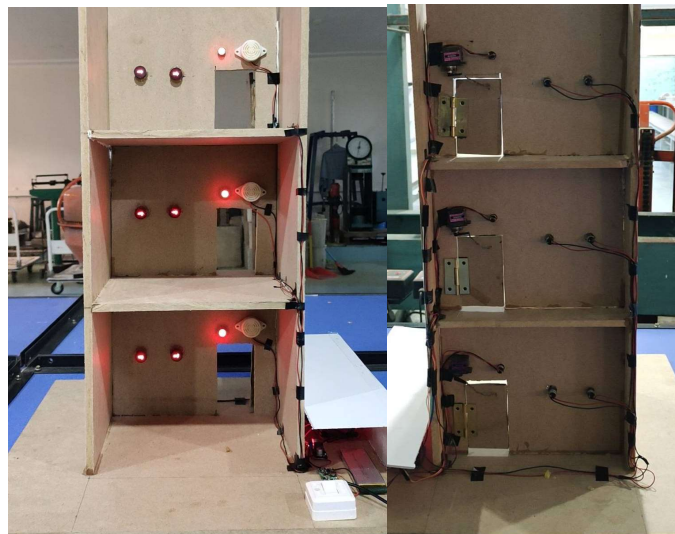
inverter, charge controller, transfer switch, indikator status, voltage protection, dan kontrol mikroprosesor. Tegangan pada UPS diperoleh dari baterai 12V yang digunakan untuk mengaktifkan seluruh rangkaian sistem.



Gambar 6. UPS DC 12V

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem dirangkai pada sebuah maket gedung bertingkat berukuran 60cm×25cm×25cm terbuat dari bahan MDF (*Medium Density Fiberboard*) dengan ketebalan 9 mm. Pada bagian depan lantai 1, 2, dan 3 terdapat *buzzer* dan 3 buah *pilot lamp* yang terhubung ke modul *relay* dan pada bagian belakang terdapat servo motor untuk menarik pintu darurat. Gambar hasil rancangan sistem pada maket dapat dilihat pada Gambar 6(a) dan 6(b).



Gambar 6. (a) Rancangan Sistem Tampak Depan, (b) Rancangan Sistem Tampak Belakang

Batasan nilai akselerasi dicari untuk mengaktifkan sistem saat terjadi gempa bumi. Nilai akselerasi diperoleh dari rata-rata perhitungan nilai percepatan total dengan metode *magnitude* yaitu menghitung besar vektor. Pada rancangan ini akselerasi pada sumbu X, Y, dan Z digunakan sebagai vektor dalam ruang 3 (tiga) dimensi. Nilai percepatan total yang dihasilkan oleh perhitungan metode *magnitude* ini bersifat positif yang artinya nilai tidak bergantung pada arah.

$$a_{total} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (1)$$

Keterangan:

- a_{total} = Percepatan Total.
- a_x = Percepatan sumbu X.
- a_y = Percepatan sumbu Y.
- a_z = Percepatan sumbu Z.

Perhitungan dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap sensor sensor *accelerometer* MPU6050 yang telah diprogram dan meletakkannya di atas alat uji yaitu meja simulasi gempa. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap frekuensi yaitu 1,5 Hz, 2,5 Hz, 3,5 Hz, 4,5 Hz, 5,5 Hz, dan 6 Hz. Rata-rata nilai percepatan total yang direkam oleh sensor MPU6050 saat kondisi meja simulasi dalam keadaan diam sekitar 1,55 m/s². Oleh karena itu batas nilai percepatan yang diindikasikan sebagai gempa bumi untuk mengaktifkan sistem adalah 1,89 m/s² karena nilai tersebut sudah tidak berada di dalam rentang 1,0 m/s². Tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN JUMLAH NILAI ACCELEROMETER SETIAP FREKUENSI

Frekuensi (Hz)	Nilai Akselerasi setiap Percobaan (m/s ²)					Rata-Rata (m/s ²)
	1	2	3	4	5	
0	1,56	1,53	1,55	1,56	1,54	1,55
1,5	1,93	1,64	1,98	1,86	2,03	1,89
2,5	2,41	2,67	2,85	2,86	2,25	2,61
3,5	3,64	3,34	4,56	4,16	3,62	3,87
4,5	5,59	6,05	4,82	5,00	5,39	5,37
5,5	6,45	6,62	7,43	6,54	6,45	5,76
6,0	6,45	6,62	7,43	6,54	4,55	6,32

Proses pengujian sistem dilakukan dengan meletakkan sistem seperti pada Gambar 6. di atas alat uji berupa meja getar atau *shaking table*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan menjalankan meja getar selama 10 detik pada setiap frekuensi yaitu 1,5 Hz, 2,5 Hz, 3,5 Hz, 4,5 Hz, dan 5,5 Hz. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat aktif saat terjadi perubahan gerak pada meja getar yang diindikasikan sebagai gempa bumi. Gambar meja getar dapat dilihat pada Gambar 7 dan Tabel hasil keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 7. Meja Getar

TABEL 2
HASIL PENGUJIAN SISTEM

Frekuensi (Hz)	Modul Alarm (1,2,3)	Modul Lampu (1)	Modul Lampu (2)	Modul Aktuator (1,2,3)
1,5	✓	✓	✓	✓
2,5	✓	✓	✓	✓
3,5	✓	✓	✓	✓
4,5	✓	✓	✓	✓
5,5	✓	✓	✓	✓

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja dengan baik pada saat frekuensi meja simulasi gempa berada pada 1,5 Hz. Sistem sudah dapat mengaktifkan modul alarm 1, modul alarm 2, modul alarm 3, modul lampu darurat kelompok 1, modul lampu darurat kelompok 2, modul aktuator 1, modul aktuator 2, dan modul aktuator 3 secara bersamaan. Kemudian, ketika tombol *reset* sistem ditekan maka modul alarm 1, modul alarm 2, modul alarm 3, modul lampu darurat kelompok 1, modul lampu darurat kelompok 2 akan berhenti berbunyi dan tidak menyala serta modul aktuator 1, modul aktuator 2, dan modul aktuator 3 kembali ke posisi awal pada saat pintu dalam kondisi tertutup. Pada frekuensi berikutnya yaitu 2,5 Hz, 3,5 Hz, 4,5 Hz, dan 5,5 Hz, sistem menunjukkan kondisi yang sama seperti pada frekuensi 1,5 Hz.

IV. KESIMPULAN

Modul alarm, modul lampu darurat, dan modul aktuator aktif secara bersamaan ketika modul pendeteksi gempa bumi mendeteksi nilai percepatan total mencapai nilai batas yaitu 1,89 m/s² dari pergerakan meja simulasi gempa. Tingkat suara modul alarm dapat terdengar dengan jelas dan modul lampu darurat penunjuk jalur evakuasi dan letak posisi pintu dapat terlihat dengan jelas. Modul aktuator yang menggunakan motor servo MG90 ternyata sudah mampu menggerakkan pintu membuka atau menutup pada maket gedung yang dirancang. Sensor accelerometer MPU6050 telah berhasil mendeteksi adanya gempa walaupun hasil deteksi belum dapat dikalibrasi dengan ukuran kekuatan yang sebenarnya dengan nilai standar.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumangara yang telah menyediakan fasilitas penunjang perancangan dan penulisan artikel penelitian ini.

REFERENSI

- [1] R. Baihaqi and D. Pujiastuti, "Analisis Risiko Gempa Bumi di Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 2, pp. 207-213, 2023.
- [2] D.P. Utomo and B. Purba, "Penerapan Datamining pada Data Gempa Bumi Terhadap Potensi Tsunami di Indonesia," In *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, vol. 1, Sept., pp. 846-853, 2019.
- [3] R. Metrikasari and A. Choiruddin, "Pemodelan Risiko Gempa Bumi di Pulau Sumatera Menggunakan Model *Inhomogeneous Neyman-Scott Cox Process*," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 9, no. 2, pp. 102-107, 2020.
- [4] D.P. Ningtyas and D.F. Risina, "Pengembangan Permainan Sirkuit Mitigasi Bencana Gempa Bumi untuk Meningkatkan Self Awareness Anak Usia Dini," *Jurnal Caksana: Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 1, no. 2, pp. 172-187, 2018.
- [5] K.N. Suarbawa, I.K. Sukarasa, E. Riyono, "Identifikasi Deformasi Pulau Bali Berdasarkan Rekaman Data GPS, Menggunakan *Software GAMIT/GLOBK 10.6*," *Buletin Fisika*, vol. 22, no. 1, Feb., pp. 47-53, 2021.
- [6] E. Setyaningsih, Y. Calvinus, V.C. Marwadi, and P. Lukita, "Pemasangan Lampu sebagai Pencahayaan Tenda bagi Pengungsi di Desa Ciharang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat", *MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 232-241, 2023.
- [7] Herlina, S. Mulyeni, S.M. Ulha, S. T. Partini, F. Redjeki, "Edukasi Wirausaha dan Pendampingan Psikologis Pasca Gempa Bumi Cianjur," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, pp. 135-146, 2023.
- [8] Badan Pusat Statistik Indonesia, *Statistik Indonesia 2023*, Jakarta: BPS Indonesia, 2023.
- [9] M.R.S. Damanik, M.F.G. Matondang, A.M. Situmorang, A.V. Sinabutar, R Fadilah, "Identifikasi Jalur Evakuasi Bencana Alam dan Non Alam di Gedung Biro Pusat Administrasi Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara," *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, vol. 5, no. 2, Jul., pp. 106-114, 2023.
- [10] D. Seftyarizki, P.A. Ramawangsa, D.O. Saputri, "Evaluasi Jalur Evakuasi Bencana Kebakaran Pada Sirkulasi Gedung Serbaguna UNIB," *Jurnal Mana jemen Aset Infrastruktur&Fasilitas*, vol.3, 2019.
- [11] R. Effendi, R. Kania, and M. Muhammad, "Rancang Bangun Pendeteksi Getaran Gempa Berbasis Mikrokontroler IOT Arduino", *IFTECH*, vol. 3, no. 2, Aug., pp. 41-55, 2021.
- [12] F. A. Tritunggal, C. Pradana, and E. R. K. Pradani, "Sistem Deteksi Gempa Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino dan Sensor Accelerometer MPU6050", *Metrotech*, vol. 2, no. 2, Jul., pp. 98-104, 2023.
- [13] A. Ghifari, M.A. Murti, and R. Nugrah, "Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getar," In *eProc. of Engineering*, vol. 5, no. 3, Dec., pp. 4028-4035, 2018.
- [14] A.A. Rafiq, W.N. Rohman, S.D. Riyanto, "*Development of a Simple and Low-Cost Smartphone Gimbal with MPU6050 Sensor*", vol. 1, no. 4, Jul., pp. 136-140, 2020.
- [15] J. M. Sultan, N.H. Zani, M. Azuani, S.Z. Ibrahim, A.M. Yusop, "*Analysis of Inertial Measurement Accuracy Using Complementary Filter for MPU6050 Sensor*," *Jurnal Kejuruteraan*, vol. 34, no. 5, pp. 959-964, 2022.
- [16] MM. Watoni, R. Yasin, H.T. Alamsyah, "Sistem Pengendali Palang Pintu Kereta Api Berbasis Arduino," In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains*, vol. 2, Jan., pp. 463-468, 2023.
- [17] P.Yosua, D.B. Santoso, A. Stefanie, "Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor", *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 4, Aug., pp. 430-444, 2021.
- [18] B.S. Haryanto, H.S. Utama, and D.S. Naga, "Perancangan Robot dengan Kemampuan Mencari, Mendekati, dan Menggiring Bola ke Gawang", *TESLA*, vol. 20, no. 1, Marc., pp. 70-81, 2018.
- [19] M.E.Bunardi, K.O. Bachri, "Perancangan dan Implementasi Wiper Otomatis pada Helm Berbasis Mikrokontroler", *CYLINDER*, vol. 8, no. 1, Oct., pp. 1-13, 2022.
- [20] M. Hammam, A. Feriansah, "Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply (UPS) Berkapasitas Daya 1500 Watt Dengan Sistem Soft Start", *Jurnal Cahaya Bagaskara*, vol. 5, no. 1, Feb., pp. 32-45, 2020.