TELEKONTRAN: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan
Vol. 13, No. 2, Oktober 2025
DOI : 10.34010/telekontran.v13i2.17817
p-ISSN : 2303 – 2901; e-ISSN : 2654 – 7384

Integrasi Sistem IoT Multi-Platform Untuk Deteksi Gempa Melalui Telegram dan Whatsapp

Integration of Multi-Platform IoT System for Earthquake Detection via Telegram and WhatsApp

Satria Fitrah Nugraha*, Mahesa Sangga Bhuwana, Dwi Taufik Hidayat
Universitas Widya Kartika, Kalisari, Kec. Mulyorejo, Kota Surabaya 60112, Provinsi Jawa Timur
Email* : satriafn.051988@gmail.com

Abstrak - Gempa bumi merupakan bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan signifikan terhadap infrastruktur dan membahayakan keselamatan manusia. Oleh karena itu, deteksi dini dan penyampaian informasi secara cepat menjadi aspek penting dalam mitigasi risiko. Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem deteksi gempa berbasis *Internet of Things* (IoT), namun sebagian besar masih terbatas pada satu platform komunikasi sehingga jangkauan informasi kurang luas dan kecepatan distribusi notifikasi belum optimal. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pendeteksi gempa berbasis IoT yang terintegrasi dengan multi-*platform* komunikasi untuk memberikan peringatan secara real-time melalui aplikasi Telegram dan WhatsApp. Sistem menggunakan sensor MPU6050 untuk mendeteksi getaran tanah, yang kemudian dikonversi menjadi nilai Skala Richter (SR) sebagai indikator kekuatan gempa. Jika nilai SR melampaui ambang batas, sistem otomatis mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui Telegram dan WhatsApp, sekaligus mengaktifkan buzzer dan menampilkan informasi pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi getaran dengan nilai SR antara 0,67 hingga 5,10. Rata-rata waktu pengiriman notifikasi tercatat 1,4 detik untuk Telegram dan 2,6 detik untuk WhatsApp. Kontribusi penelitian ini adalah menghadirkan integrasi IoT dengan dua platform komunikasi populer secara simultan, sehingga memperluas jangkauan, mempercepat penyampaian informasi, dan meningkatkan efektivitas mitigasi bencana gempa bumi.

Kata kunci : IoT, sistem pendeteksi gempa, Telegram, WhatsApp, peringatan dini, MPU6050, Skala Richter.

Abstract *- Earthquakes are natural disasters that can cause significant damage to infrastructure and endanger human lives. Therefore, early detection and rapid information dissemination are essential aspects of risk mitigation. Previous studies have developed earthquake detection systems based on the Internet of Things (IoT), but most were limited to a single communication platform, resulting in restricted information coverage and less optimal notification speed. This study aims to design and develop an IoT-based earthquake detection system integrated with multi-platform communication to provide real-time alerts via Telegram and WhatsApp applications. The system employs the MPU6050 sensor to detect ground vibrations, which are then converted into Richter Scale (SR) values as indicators of earthquake magnitude. If the SR value exceeds a certain threshold, the system automatically sends notifications to users through Telegram and WhatsApp, while simultaneously activating a buzzer and displaying information on the LCD. The test results indicate that the system can detect vibrations with SR values ranging from 0.67 to 5.10. The average notification delivery time was recorded at 1.4 seconds for Telegram and 2.6 seconds for WhatsApp. The contribution of this study is the integration of IoT with two popular communication platforms simultaneously, thereby expanding coverage, accelerating information delivery, and enhancing the effectiveness of earthquake disaster mitigation.*

Keywords *: IoT, earthquake detection system, Telegram, WhatsApp, early warning, MPU6050, Richter Scale.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia karena terletak di pertemuan Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mencatat lebih dari 5.000 gempa bumi terjadi setiap tahun dengan magnitudo bervariasi, sebagian di antaranya berdampak signifikan terhadap kerusakan infrastruktur maupun korban jiwa. Sistem peringatan dini gempa yang tersedia saat ini masih bersifat terpusat sehingga penyampaian informasi kepada masyarakat belum sepenuhnya real-time. Oleh karena itu, diperlukan inovasi berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendistribusikan peringatan dini secara cepat melalui media komunikasi populer seperti WhatsApp dan Telegram.

Secara global, tren pengembangan Earthquake Early Warning (EEW) bergerak menuju pemanfaatan sensor cerdas, komputasi awan, dan perangkat konsumen. Studi terbaru menunjukkan bahwa integrasi TinyML pada IoT dapat meningkatkan akurasi deteksi gempa skala kecil dengan latensi rendah [1]. Penelitian RT-MEMS di Taiwan membuktikan bahwa deep learning dapat mengoptimalkan pemantauan mikro-gempa secara real-time sehingga menghasilkan katalog lebih cepat dibanding metode konvensional [2]. Hal serupa juga dibuktikan oleh riset di Italia, di mana jaringan sensor MEMS berbiaya rendah dapat digunakan untuk estimasi cepat peta intensitas gempa pada wilayah padat penduduk [3].

Selain itu, penelitian berbasis akselerometer MEMS menunjukkan potensi deteksi getaran dengan biaya murah namun tetap akurat [4]. Beberapa implementasi IoT bahkan sudah mengintegrasikan notifikasi berbasis Telegram dalam sistem peringatan dini [5]. Di sisi lain, pendekatan berbasis satelit dan GNSS telah digunakan untuk mendeteksi anomali ionosfer sebelum gempa besar terjadi [6], [7], sementara metode berbasis data HR-GNSS dengan anomaly detection juga mulai diuji untuk mempercepat identifikasi gempa bermagnitudo tinggi [8]. Faktor kepadatan jaringan sensor turut memengaruhi kinerja deteksi, sebagaimana ditunjukkan dalam kajian EGU 2023 yang menyoroti pentingnya distribusi sensor MEMS untuk meningkatkan reliabilitas sistem EEW [9].

Dalam konteks komunikasi bencana, media populer seperti WhatsApp terbukti efektif digunakan oleh relawan untuk menyebarkan informasi darurat secara cepat, sebagaimana pada studi gempa Turki 2023 [10]. Fakta ini menguatkan relevansi pemanfaatan aplikasi instant messaging sebagai jalur distribusi notifikasi bencana di Indonesia.

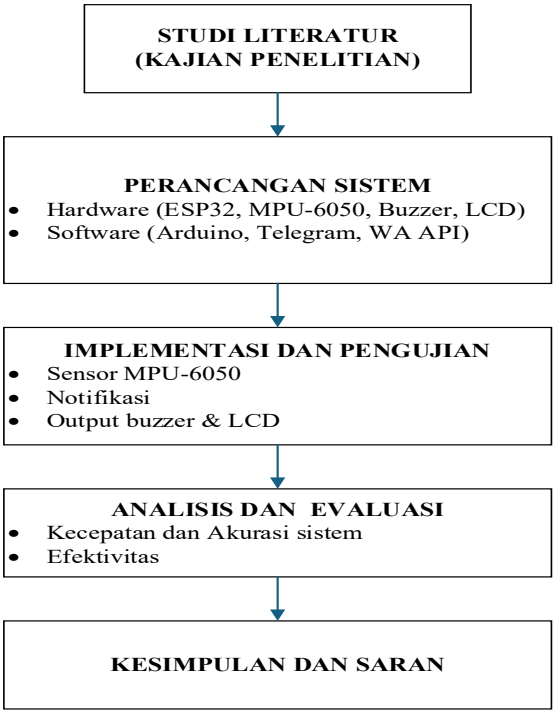
Sementara itu, penelitian di Indonesia yang menggabungkan IoT dengan sistem notifikasi multi-platform masih terbatas. Sebagian besar sistem hanya menggunakan satu jalur komunikasi, baik Telegram maupun WhatsApp, serta belum dilengkapi redundansi lokal melalui indikator seperti buzzer atau LCD. Penelitian-penelitian sebelumnya di Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan telah membahas penerapan ESP32 dalam berbagai sistem IoT, seperti jaringan sensor nirkabel [11], sistem absensi berbasis cloud [12], dan analisis ketidakpastian pengukuran sensor dalam sistem IoT [13]. Kajian tersebut menunjukkan bahwa platform ESP32 memiliki kemampuan komputasi dan konektivitas yang andal untuk mendukung sistem monitoring real-time, sehingga potensial untuk diimplementasikan dalam sistem deteksi gempa berbasis IoT.

Beberapa penelitian lainnya juga menunjukkan perkembangan serupa. Misalnya, Riadi et al. (2025) mengembangkan sistem deteksi gempa berbasis IoT dengan notifikasi cerdas melalui jaringan lokal [14]. Tisnadinata et al. (2019) mengusulkan sistem peringatan dini berbasis sensor MPU6050 dan algoritma fuzzy Mamdani untuk mendeteksi getaran tanah [15]. Penelitian oleh Siswanto et al. (2022) memanfaatkan IoT untuk sistem peringatan dini tsunami berbasis MQTT [16], sementara Putra dan Sukarno (2023) mengembangkan sistem pendeteksi getaran menggunakan sensor SW-420 berbasis Arduino [17]. Siregar et al. (2024) mengimplementasikan jaringan LoRa dan ESP32 untuk memperluas jangkauan transmisi data bencana [18]. Di sisi lain, Rahmadani dan Nugroho (2023) mengembangkan sistem pemantauan bencana berbasis Telegram bot dengan integrasi server lokal [19], serta Wulandari dan Hidayat (2024) merancang sistem multi-platform berbasis IoT untuk notifikasi peringatan dini bencana menggunakan media sosial [20].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem IoT multi-platform untuk deteksi gempa yang terintegrasi dengan Telegram dan WhatsApp secara simultan, serta dilengkapi indikator lokal berupa buzzer dan layar OLED 0.96 inci. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat memperluas cakupan komunikasi, mempercepat distribusi notifikasi secara real-time, serta meningkatkan keandalan dan redundansi sistem peringatan dini dibandingkan penelitian sebelumnya.

II. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode R&D (Research and Development). Sumber data pada penelitian ini berasal dari beberapa jurnal, tesis skripsi dan beberapa literatur terkait dengan penelitian ini. Alur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada flowchart penelitian pada **Gambar 1**.

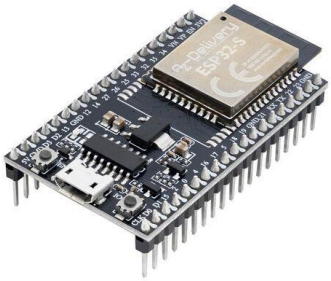


Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

A. Komponen Utama Penelitian

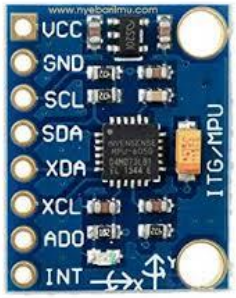
Berikut adalah daftar alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini :

1. ESP32 (Mikrokontroler):
   Sebagai pusat kendali sistem, ESP32 menerima data dari sensor memproses data untuk menentukan apakah getaran yang terdeteksi melebihi ambang batas yang ditetapkan sebagai indikasi gempa, seperti pada **Gambar 2**. Jika ambang batas terlampaui, ESP32 akan mengaktifkan buzzer, menampilkan status pada LCD, dan mengirim notifikasi melalui WiFi ke bot Telegram dan Whatsapp.



Gambar 2. ESP 32

2. Sensor MPU 6050 (Accelerometer/Gyroscope): Sensor ini bertugas mendeteksi getaran atau perubahan akselerasi pada sumbu X, Y, dan Z. Sensor ini mengirim data getaran ke ESP32 secara kontinu, Bentuk sensor MPU 6050, seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Sensor MPU6050

B. Blok Diagram

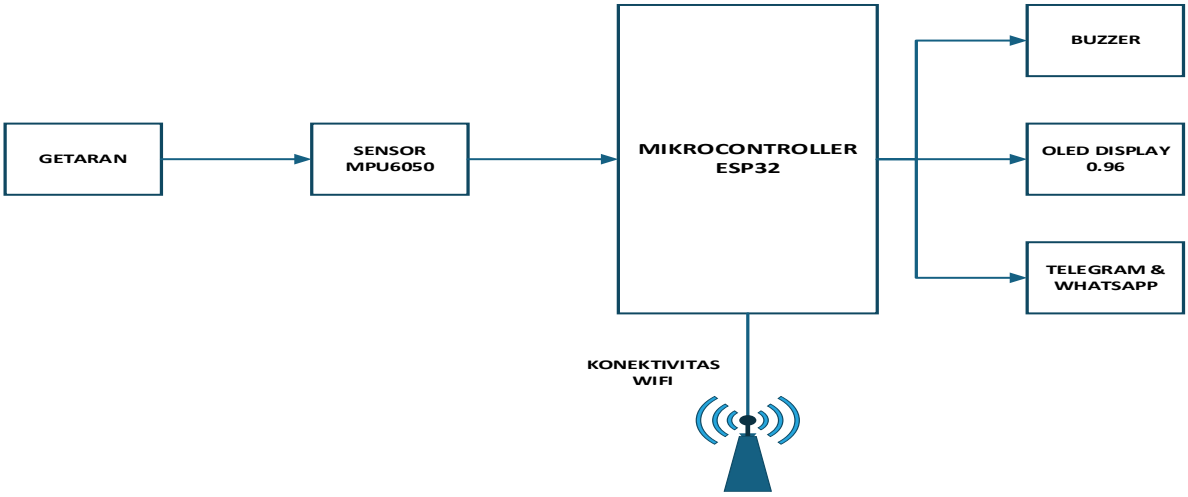
Blok diagram sistem menggambarkan alur kerja dan hubungan antara komponen-komponen utama dalam sistem deteksi gempa berbasis *Internet of Things* (IoT). Diagram ini memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana data mengalir dari sensor hingga ke sistem notifikasi pengguna.

C. Flow Chart

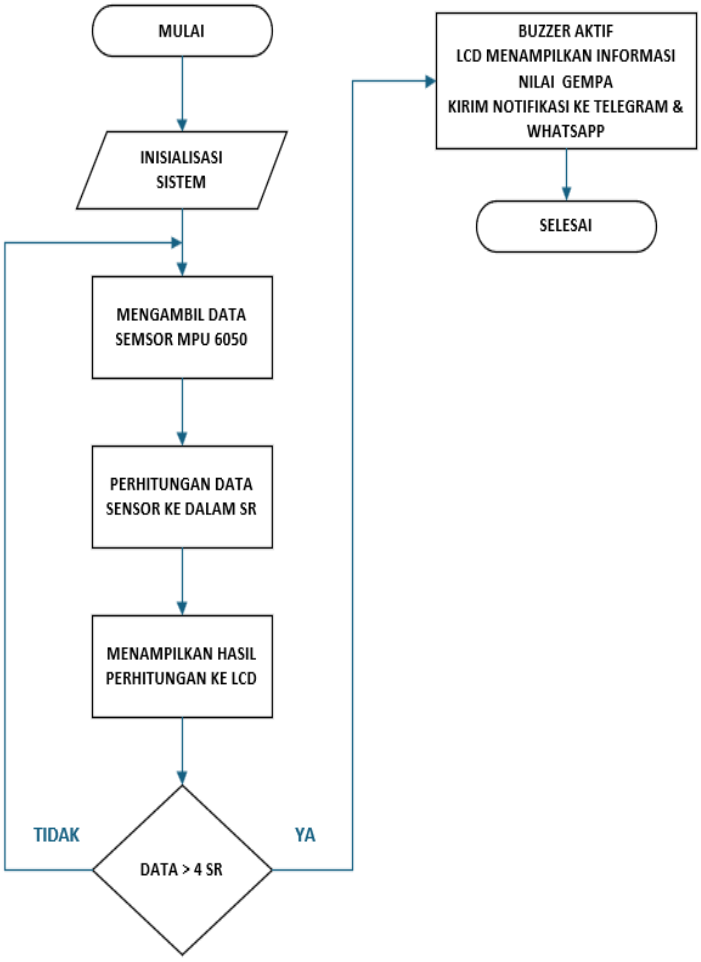
Pada flow chart dapat dijelaskan dalam mendeteksi gempa yang menggunakan sensor MPU 6050 dan mengirimkan notifikasi peringatan gempa melalui Telegram dan WhatsApp. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, yang mencakup semua perangkat keras dan perangkat lunak yang terlibat dalam deteksi gempa. Inisialisasi Sistem Pada tahap ini, sistem diatur untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik, termasuk sensor MPU 6050 dan modul komunikasi (seperti untuk Telegram dan WhatsApp).

Sistem mulai mengumpulkan data dari sensor MPU 6050, yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan akselerasi atau getaran yang bisa mengindikasikan adanya gempa bumi. Perhitungan Data Sensor ke Dalam SR (Skala Richter): Data yang diperoleh dari sensor MPU 6050 kemudian dihitung dan diubah ke dalam bentuk Skala Richter (SR) untuk mengukur kekuatan gempa berdasarkan pergerakan atau getaran yang terdeteksi. Menampilkan Hasil Perhitungan ke LCD: Hasil dari perhitungan Skala Richter ditampilkan pada LCD untuk memberi informasi tentang kekuatan gempa yang terdeteksi. Pengecekan Nilai Gempa: Di sini, ada proses pengkondisian untuk memeriksa apakah nilai Skala Richter (SR) yang dihitung lebih

besar dari 4 SR. Jika TIDAK, berarti gempa yang terdeteksi tidak cukup kuat dan tidak ada notifikasi yang dikirim. Proses kembali ke tahap pengambilan data sensor. Jika YA, berarti gempa cukup kuat (>4 SR), dan sistem melanjutkan untuk mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna. Mengaktifkan Buzzer, Menampilkan Informasi di LCD, dan Mengirim Notifikasi: Buzzer akan berbunyi sebagai tanda peringatan bahwa gempa kuat terdeteksi. LCD akan menampilkan informasi mengenai nilai gempa. Notifikasi dikirim ke pengguna melalui Telegram dan WhatsApp untuk memberikan peringatan dini tentang gempa yang terjadi.



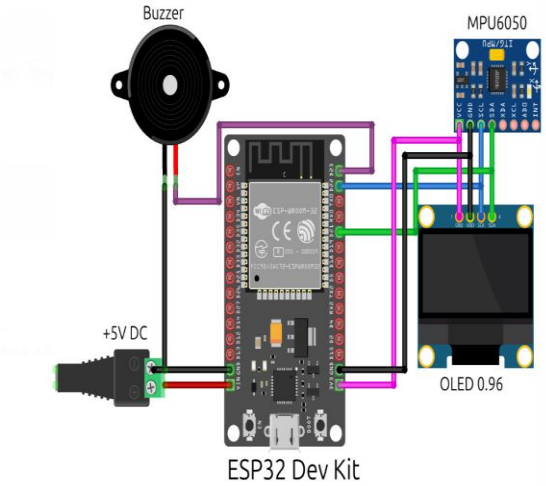
Gambar 4. Blok Diagram Sistem



Gambar 5. Flowchart Sistem

D. Skema Rancangan Sistem

Skema rancangan sistem deteksi gempa berbasis IoT pada Gambar 6 menunjukkan integrasi antara ESP32 sebagai mikrokontroler utama dengan sensor MPU6050, layar OLED, dan buzzer. Rangkaian ini dirancang untuk mendeteksi getaran gempa, menampilkan data secara real-time, serta memberikan peringatan dini melalui alarm lokal dan notifikasi berbasis internet.



Gambar 6. Skema Rancangan Sistem

Tabel I. Konfigurasi Antar Komponen

Komponen	PIN ESP32	Fungsi
MPU6050	GPIO21 (D21)/ GPIO22(D22)	I2C SDA/SCL
OLED 0.96”	GPIO21 (D21)/ GPIO22(D22)	I2C SDA/SCL
Buzzer	GPIO19	Output digital
Semua GND	GND	Ground (common)
Semua VCC	3V3	Tegangan sensor & OLED

E. Metode Simulasi Getaran Gempa

Untuk menguji keandalan sistem dalam mendeteksi getaran yang menyerupai aktivitas gempa bumi ringan, dilakukan simulasi getaran mekanis menggunakan metode jatuh beban. Metode ini bertujuan untuk menghasilkan impuls atau getaran mendadak pada permukaan di sekitar sensor MPU6050, sehingga dapat diamati apakah sistem mampu membaca perubahan akselerasi dan meresponsnya sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

Simulasi dilakukan dengan menjatuhkan beban dari berbagai ketinggian dan jarak terhadap sensor, guna menghasilkan variasi intensitas getaran. Parameter-parameter pengujian yang digunakan dirancang untuk merepresentasikan kondisi getaran ringan hingga sedang, sebagaimana dijelaskan di bawah ini:

1. Menjatuhkan benda dengan berat dan ketinggian yang bervariasi guna menghasilkan getaran dengan percepatan yang berbeda-beda.
2. Merekam data percepatan yang terdeteksi pada tiap percobaan untuk dianalisis.
3. Membandingkan hasil pembacaan sensor dengan nilai referensi untuk mengetahui sensitivitas sistem.

F. Analisa Data

Analisis data pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem dari aspek kecepatan, akurasi, dan reliabilitas. Parameter pertama adalah *respons waktu deteksi dan notifikasi*, yang diukur berdasarkan selisih waktu antara deteksi awal getaran oleh sensor akselerometer, pemrosesan data oleh mikrokontroler ESP32, pengiriman pesan peringatan ke Telegram dan WhatsApp, hingga aktivasi buzzer dan LCD, dengan hasil tanggap dihitung dalam satuan detik untuk mengetahui efisiensi sistem. Parameter kedua adalah *keakuratan deteksi gempa*, yang diuji melalui simulasi getaran buatan dengan intensitas rendah, sedang, dan tinggi, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas (threshold) yang telah ditentukan guna menilai sensitivitas sensor. Parameter ketiga adalah *persentase notifikasi sukses*, yang dianalisis melalui pengujian berulang (misalnya 10 kali) dengan mencatat keberhasilan pengiriman notifikasi ke Telegram dan WhatsApp serta aktivasi buzzer dan LCD sesuai kondisi yang diharapkan.

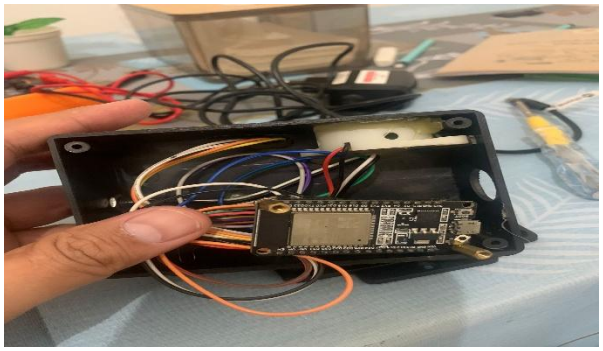
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras (hardware) merupakan komponen utama dalam sistem deteksi gempa yang dirancang, di mana instalasi dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa modul elektronik agar berfungsi secara otomatis. Mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai unit pemroses utama karena memiliki kemampuan komputasi tinggi serta dilengkapi modul WiFi dan Bluetooth bawaan, sehingga mampu menerima dan mengolah data dari sensor MPU6050, menjalankan logika program deteksi gempa, mengendalikan output berupa buzzer dan OLED, serta mengirimkan notifikasi ke Telegram dan WhatsApp.

Sensor MPU6050 sebagai Inertial Measurement Unit (IMU) digunakan untuk mendeteksi percepatan pada tiga sumbu (X, Y, dan Z), khususnya dari accelerometer untuk menganalisis getaran tanah dalam satuan gravitasi (g). Output lokal didukung oleh buzzer aktif 5V yang berfungsi sebagai alarm peringatan saat nilai percepatan melebihi ambang batas tertentu, serta layar OLED 0.96 inci beresolusi 128x64 piksel yang menampilkan data percepatan, estimasi kekuatan gempa dalam Skala Richter, dan status deteksi secara real-time melalui komunikasi I2C.

Seluruh sistem terhubung dengan jaringan WiFi untuk mendukung pengiriman notifikasi peringatan ke aplikasi Telegram dan WhatsApp secara otomatis dan real-time, sehingga sistem ini dapat memberikan peringatan dini baik secara lokal maupun melalui platform komunikasi digital.

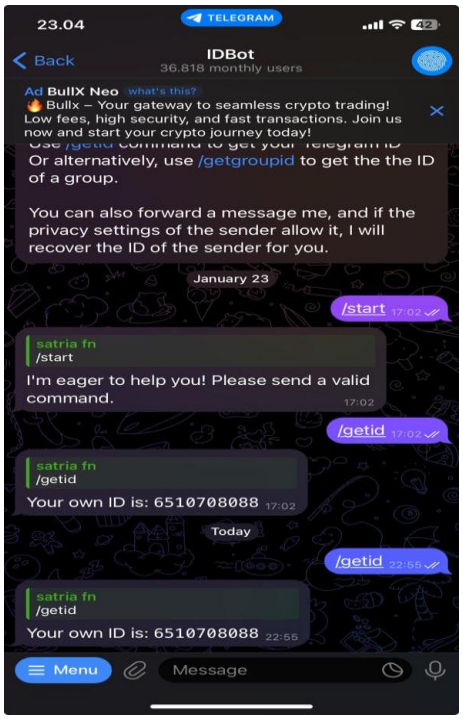


Gambar 7. Perakitan Sistem

Gambar 8. Tampak Depan Sistem

B. Pembuatan chat ID Telegram menggunakan MyIDBot

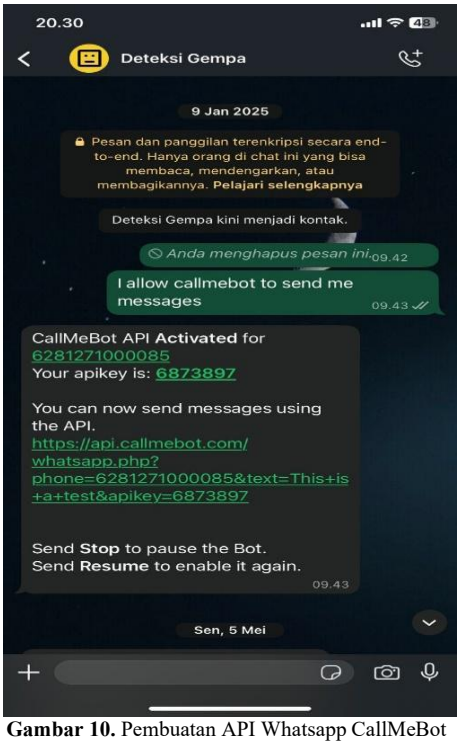
Agar sistem deteksi gempa dapat mengirimkan pesan otomatis ke akun Telegram pengguna, diperlukan Chat ID atau yang biasa disebut juga Telegram User ID. ID ini dibutuhkan dalam program ESP32 agar bot dapat mengetahui ke mana pesan harus dikirim. Salah satu cara paling mudah untuk mendapatkan Chat ID adalah melalui bantuan bot Telegram bernama MyIDBot.



Gambar 9. Pembuatan Chat ID Bot

C. Pembuatan API WhatsApp melalui CallMeBot

CallMeBot merupakan layanan pihak ketiga berbasis API yang memungkinkan perangkat IoT seperti ESP32 untuk mengirim pesan WhatsApp tanpa perlu menggunakan WhatsApp Business API resmi yang kompleks dan berbayar.

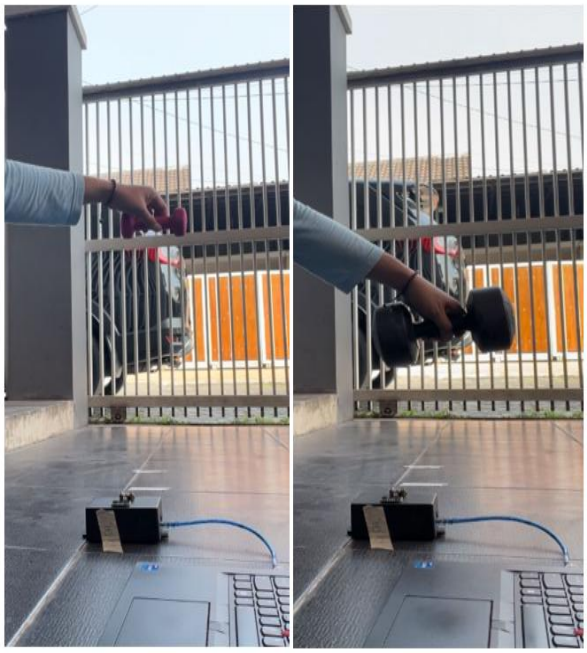


Gambar 10. Pembuatan API Whatsapp CallMeBot

D. Hasil Pengujian Deteksi Getaran Gempa

Pengujian dilakukan dengan menjatuhkan beban dari ketinggian tertentu dan pada jarak berbeda terhadap sensor MPU6050. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat pengaruh variasi beban, ketinggian, dan jarak sensor terhadap nilai getaran (Skala Richter buatan/SR) yang terdeteksi, serta mengevaluasi apakah sistem dapat mengaktifkan buzzer dan mengirimkan notifikasi secara otomatis.

1. Pada beban 1 kg dan ketinggian berapapun, sistem tidak aktif karena nilai SR berada di bawah ambang batas.
2. Pada beban 3 kg dan ketinggian 50 cm dengan jarak sensor 30 cm, sistem mulai aktif.
3. Beban 5 kg menghasilkan nilai SR tertinggi, terutama pada jarak 30 cm.
4. Terjadi penurunan nilai SR saat jarak sensor diperbesar dari 30 cm menjadi 50 cm untuk kombinasi beban dan tinggi yang sama.



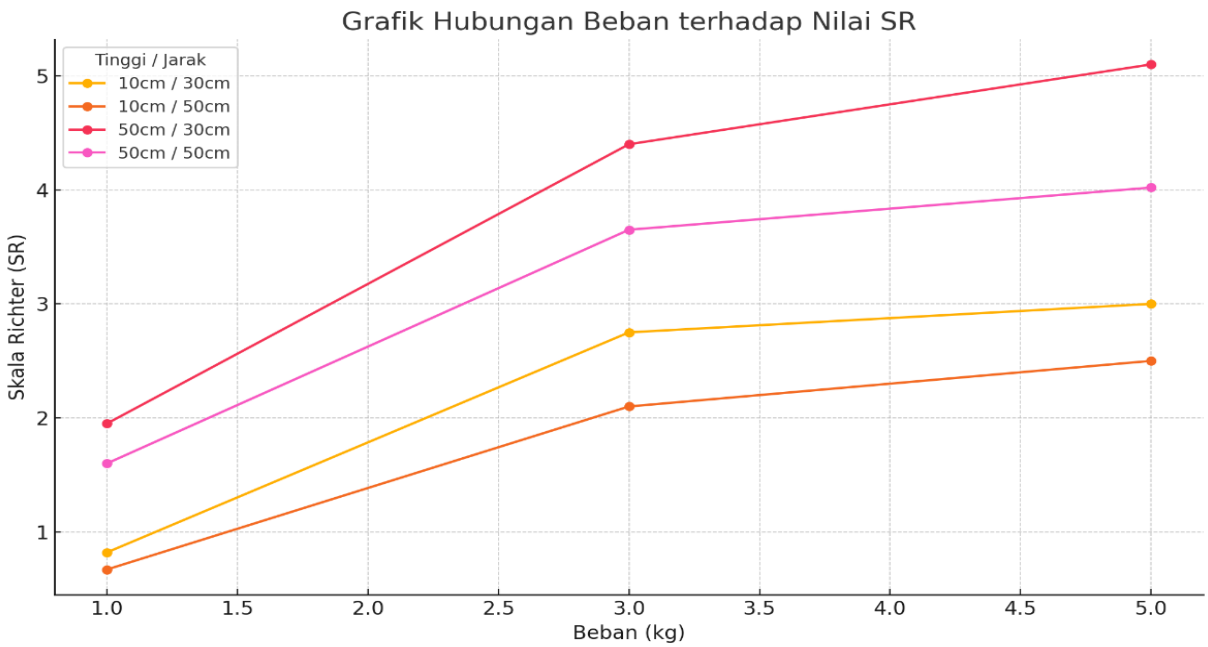
Gambar 11. Pengujian Deteksi Getaran

Tabel II. Hasil Pengujian Deteksi Getaran Jarak Sensor 30 cm

Beban (kg)	Ketinggian 10 cm	Ketinggian 50 cm	Buzzer	Telegram	WhatsApp
1	0.82	1.95	Tidak	Tidak	Tidak
3	2.75	4.40	Ya	Ya	Ya
5	3.00	5.10	Ya	Ya	Ya

Tabel III. Hasil Pengujian Deteksi Getaran Jarak Sensor 50 cm

Beban (kg)	Ketinggian 10 cm	Ketinggian 50 cm	Buzzer	Telegram	WhatsApp
1	0.67	1.60	Tidak	Tidak	Tidak
3	2.10	3.65	Tidak	Tidak	Tidak
5	2.50	4.02	Ya	Ya	Ya



Gambar 12. Grafik Hubungan Beban terhadap Nilai Getaran

Tabel IV. Hasil Pengujian Respon Notifikasi

No	Platform	Waktu Deteksi	Waktu Pesan Masuk	Durasi (detik)	Status
1	Telegram	13:18:34	13:18:35	1	Berhasil
2	Telegram	13:56:31	13:56:33	2	Berhasil
3	Telegram	14:23:32	14:23:33	1	Berhasil
4	Telegram	14:24:42	14:24:44	2	Berhasil
5	Telegram	14:26:15	14:26:16	1	Berhasil
6	WhatsApp	13:18:34	13:18:37	2	Berhasil
7	WhatsApp	13:56:31	13:56:34	3	Berhasil
8	WhatsApp	14:23:32	14:23:35	3	Berhasil
9	WhatsApp	14:24:42	14:24:44	2	Berhasil
10	WhatsApp	14:26:15	14:26:18	3	Berhasil

Rata-rata waktu pengiriman: Telegram: ± 1.4 detik sedangkan WhatsApp (via CallMeBot API): ± 2.6 detik. Notifikasi berhasil dikirim secara konsisten selama koneksi internet dalam kondisi.

Berdasarkan grafik hubungan antara beban terhadap nilai Skala Richter (SR), terlihat bahwa beban dan ketinggian jatuh merupakan variabel utama yang memengaruhi peningkatan nilai SR. Semakin besar beban dan semakin tinggi ketinggian, maka getaran yang dihasilkan semakin kuat, sehingga nilai SR yang terdeteksi oleh sistem juga meningkat secara signifikan. Selain itu, jarak sensor turut menentukan sensitivitas deteksi, di mana sensor yang ditempatkan lebih dekat (30 cm) mampu menghasilkan nilai SR yang lebih besar dibanding sensor pada jarak lebih jauh (50 cm). Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi posisi sensor sangat berpengaruh terhadap akurasi pengukuran getaran. Lebih lanjut, aktivasi sistem notifikasi baik melalui buzzer maupun platform komunikasi (Telegram dan WhatsApp) hanya terjadi pada nilai SR yang tergolong signifikan (≥ 4.0). Mekanisme ini terbukti efektif dalam mencegah terjadinya false alarm akibat getaran kecil yang tidak membahayakan. Hasil eksperimen ini sekaligus mendukung klaim bahwa implementasi multi-platform IoT yang terintegrasi dengan indikator lokal lebih responsif dan reliabel dibanding penelitian terdahulu yang umumnya hanya mengandalkan satu jalur komunikasi, sehingga sistem yang dikembangkan dinilai lebih adaptif dalam mendukung mitigasi bencana gempa bumi.

E. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi

Salah satu fitur utama dari sistem deteksi gempa berbasis IoT ini adalah kemampuannya dalam mengirimkan notifikasi secara otomatis dan real-time kepada pengguna melalui dua platform komunikasi, yaitu Telegram dan WhatsApp. Pengujian sistem notifikasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kecepatan, keakuratan, keandalan, dan format pesan yang dikirimkan ketika terdeteksi adanya getaran dengan intensitas tertentu. Sistem akan mengirimkan pesan peringatan apabila nilai Skala Richter (SR) buatan yang dihitung dari data sensor MPU6050 melebihi ambang batas, yaitu ≥ 4.0 SR. Pengukuran waktu pengiriman dilakukan sejak saat deteksi getaran hingga pesan diterima pada perangkat pengguna. Hasil pengujian seperti yang ditunjukan pada **Tabel IV.**

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem deteksi gempa berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor akselerometer MPU6050 yang mampu membaca perubahan percepatan akibat getaran dan mengolahnya untuk mendeteksi potensi gempa dengan akurasi yang memadai berdasarkan simulasi variasi beban, ketinggian, dan jarak. Sistem ini dilengkapi dengan fitur peringatan dini melalui dua metode, yakni bunyi lokal menggunakan *buzzer* dan notifikasi digital melalui aplikasi Telegram serta WhatsApp. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respons pengiriman notifikasi berada dalam kisaran cepat, dengan waktu rata-rata pengiriman notifikasi melalui Telegram sebesar ±1,4 detik dan melalui WhatsApp (menggunakan CallMeBot API) sebesar ±2,6 detik, sehingga keduanya layak digunakan sebagai sarana peringatan dini, dengan Telegram menunjukkan performa yang lebih cepat. Selain itu, sistem telah berhasil diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IOT), memungkinkan pengiriman data secara *real-time* dan otomatis kepada pengguna, sehingga meningkatkan efektivitas serta efisiensi penyampaian informasi terkait potensi gempa, khususnya di wilayah yang memiliki akses internet aktif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Joshi, S. Thakur, dan R. Kumar, "Earthquake detection using IoT and TinyML," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2070, no. 1, pp. 012–026, 2021.

[2] S.-H. Wu, Y.-M. Wu, C.-H. Lin, dan W.-T. Liang, "RT-MEMS: A real-time seismic monitoring system with MEMS accelerators based on deep learning," *Remote Sensing*, vol. 13, no. 22, p. 4610, 2021.

[3] M. Picozzi, L. Zollo, A. Emolo, C. Martino, dan F. Marra, "A low-cost dense MEMS seismic network for urban monitoring: The case study of Trentino, Italy," *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 21, no. 4, pp. 1207–1223, 2021.

[4] R. Tselentis, I. Kalogeras, dan K. Makropoulos, "IoT-based MEMS accelerometers for real-time earthquake monitoring and early warning," *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 22, pp. 25679–25688, Nov. 2021.

[5] R. K. Dewi dan A. S. Putra, "Perancangan sistem notifikasi bencana berbasis IoT menggunakan Telegram Bot," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 85–91, 2021.

[6] Venkatesan dan R. Ramakrishnan, "Satellite-based earthquake prediction using ionospheric anomalies," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 115789–115799, 2021.

[7] M. A. H. Alkenani, "GNSS-based earthquake early warning system using ionospheric perturbation analysis," *Sensors*, vol. 22, no. 3, p. 1124, 2022.

[8] K. Liang, X. Zhang, dan Y. Wang, "High-rate GNSS data and anomaly detection for rapid earthquake magnitude estimation," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 17, p. 2751, 2020.

[9] EGU, "Seismic monitoring with dense MEMS networks for earthquake early warning," *EGU General Assembly 2023*, Vienna, Austria, 2023.

[10] M. Karaca, A. Yildirim, dan B. Erden, "The role of WhatsApp communication among disaster volunteers during the 2023 Turkey earthquakes," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 98, p. 104020, 2024.

[11] D. R. Lazuardi dan F. N. Rizal, "Perancangan jaringan sensor nirkabel berbasis ESP32 untuk monitoring lingkungan," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 13, no. 1, pp. 45–54, 2025.

[12] F. Wibowo dan A. Pratama, "Implementasi sistem absensi berbasis cloud menggunakan ESP32 dan Firebase," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 12, no. 2, pp. 101–109, 2024.

[13] M. A. Setiawan, "Analisis ketidakpastian pengukuran sensor dalam sistem IoT berbasis ESP32," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 11, no. 2, pp. 65–74, 2023.

[14] Riadi, I., et al., "Pengembangan sistem deteksi gempa berbasis IoT menggunakan jaringan sensor dan gateway," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 12, no. 3, pp. 289–298, 2025.

[15] Tisnadinata, I. et al., "Penerapan algoritma fuzzy Mamdani pada sistem deteksi getaran tanah menggunakan sensor MPU6050," *Jurnal Infotel*, vol. 11, no. 2, pp. 112–120, 2019.

[16] Siswanto, A., et al., "Sistem peringatan dini tsunami berbasis IoT dengan protokol MQTT," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 11, no. 4, pp. 320–328, 2022.

[17] Putra, A. D., dan Sukarno, M., "Rancang bangun alat pendeteksi getaran berbasis Arduino dengan sensor SW-420," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, vol. 10, no. 1, pp. 15–22, 2023.

[18] Siregar, F., et al., "Implementasi komunikasi LoRa untuk sistem peringatan dini bencana berbasis ESP32," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 20, no. 1, pp. 88–96, 2024.

[19] Rahmadani, R., dan Nugroho, D., "Sistem notifikasi bencana berbasis Telegram bot dengan server lokal," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer (Teknomedia)*, vol. 8, no. 2, pp. 72–80, 2023.

[20] Wulandari, N., dan Hidayat, R., "Perancangan sistem multi-platform berbasis IoT untuk peringatan dini bencana menggunakan media sosial," *Jurnal Nasional Informatika dan Komputer (JANIKA)*, vol. 7, no. 1, pp. 45–53, 2024.