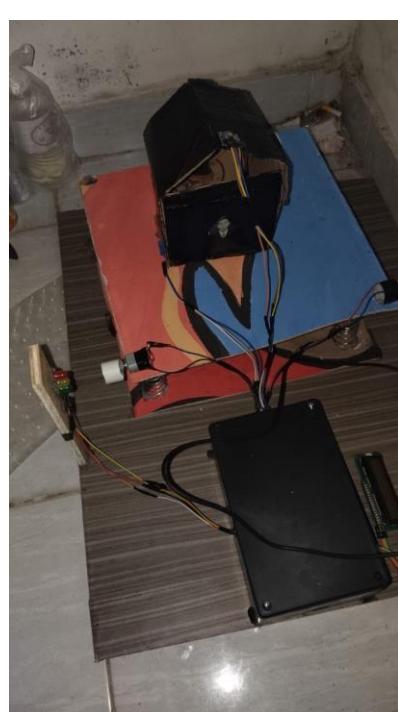


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa rangkaian yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Tahap ini diawali dengan melakukan serangkaian langkah pengujian serta pengamatan langsung terhadap rangkaian dan setiap komponen yang digunakan. Melalui hasil pengukuran, dapat diketahui apakah rangkaian telah bekerja dengan baik atau masih memerlukan perbaikan, sehingga kesalahan maupun kekurangan dapat segera teridentifikasi dan diperbaiki.

Gambar 4.1 berikut ini merupakan gambar dari alat yang telah dibuat



Gambar. 4.1. Hasil Perakitan Alat

4.1 Hasil Pengujian Sensor SW-420

Pengujian dilakukan untuk mengetahui respons sensor getaran SW-420 terhadap variasi tingkat intensitas getaran pada miniatur bangunan, yaitu getaran ringan, sedang, dan kuat. Sensor SW-420 pada penelitian ini digunakan hanya sebagai deteksi awal getaran dengan keluaran berupa sinyal digital HIGH dan LOW (1 / 0) yang dibaca oleh mikrokontroler. Tujuan pengujian ini adalah memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi adanya getaran dengan memberikan logika 1 ketika

getaran terdeteksi, dan 0 ketika tidak ada getaran. Dengan demikian, sensor ini tidak digunakan untuk mengukur besarnya getaran secara kuantitatif, melainkan hanya sebagai pemicu awal sebelum dilakukan validasi lebih lanjut oleh sensor MPU6050. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan untuk setiap tingkat intensitas getaran, kemudian dicatat output digital yang dihasilkan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.1 dalam bentuk status 1 (terdeteksi getaran) atau 0 (tidak terdeteksi getaran).

Tabel 4. 1 Percobaan sensor SW 420

Percobaan	Output getaran	Serial Monitor
1	1	SW420: 1
2	0	SW420: 0
3	1	SW420: 1
4	1	SW420: 1
5	0	SW420: 0

Dari data pada Tabel 4.1 terlihat bahwa pada percobaan pertama hingga kelima, sensor SW-420 mampu memberikan respon berupa perubahan logika output. Saat terjadi getaran pada miniatur bangunan, sensor menghasilkan sinyal 1 yang menandakan adanya getaran terdeteksi. Sebaliknya, ketika tidak ada getaran atau getaran sangat kecil, sensor memberikan keluaran 0. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor SW-420 dapat bekerja dengan baik sebagai deteksi awal getaran. Namun, karena keluarannya bersifat biner (1 / 0), sensor ini tidak dapat menunjukkan besarnya intensitas getaran secara kuantitatif. Oleh karena itu, validasi tingkat getaran lebih lanjut dilakukan menggunakan sensor MPU6050 yang mampu membaca nilai percepatan pada tiga sumbu..

4.2 Hasil Pengujian Sensor MPU6050

Selain pengujian terhadap keluaran sensor SW-420 yang digunakan sebagai deteksi awal getaran, dilakukan juga pengujian pada sensor MPU6050 untuk membaca percepatan pada tiga sumbu, yaitu gx, gy, dan gz dengan satuan m/s². Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi tingkat getaran secara kuantitatif berdasarkan

perubahan percepatan yang dialami oleh miniatur bangunan. Sensor MPU6050 memiliki akselerometer internal yang dapat mendeteksi percepatan linier pada masing-masing sumbu.

Tabel 4. 2 Percobaan MPU6050

Percobaan n	Gx	Gy	Gz	Nilai G	Tampilan pada LCD
1	0.381	-0.026	0.354	1.086	
2	0.381	-0.026	0.354	1.086	
3	-0.039	1.267	-0.750	1.693	
4	-0.184	-0.340	2.000	1.552	
5	0.230	-0.280	1.124	1.169	

Nilai percepatan total inilah yang selanjutnya dibandingkan dengan ambang batas tertentu untuk menentukan kondisi struktur, yaitu Aman, Siaga, atau Bahaya. Hasil pengujian dicatat dalam beberapa kali percobaan dengan menampilkan data percepatan pada masing-masing sumbu (gx, gy, gz) serta nilai percepatan total (g) yang diperoleh. Data ini menjadi dasar dalam menentukan status kondisi.

4.3 Hasil Pengujian LCD I2C

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa modul LCD 16x2 dengan protokol komunikasi I2C dapat menampilkan data dengan benar. Pada penelitian ini, LCD digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan data dari sensor MPU6050 serta status koneksi ESP32 dengan jaringan WiFi. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah data percepatan dari sensor MPU6050 dan informasi status koneksi WiFi dapat ditampilkan secara real-time dan tanpa kesalahan pada layar LCD. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi getaran yang terjadi serta memastikan perangkat terhubung dengan jaringan sebelum mengirimkan data ke Firebase.

Tabel 4. 3 Pengujian LCD

No	Output LCD I2C	Keterangan
1		LCD Status koneksi WiFi
2		LCD menampilkan data dari sensor MPU6050

4.4 Hasil Pengujian Firebase

Pengujian Firebase dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor dapat dikirimkan dan tersimpan dengan benar pada Firebase Realtime Database. Pada penelitian ini, Firebase berfungsi sebagai media penyimpanan data berbasis cloud yang digunakan untuk memantau kondisi getaran secara real-time melalui aplikasi Android. Data yang dikirimkan ke Firebase meliputi hasil pembacaan sensor MPU6050 pada tiga sumbu percepatan (gx, gy, gz), nilai

percepatan total (g), serta status kondisi bangunan (Aman, Siaga, atau Bahaya). Proses pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem, kemudian membandingkan data yang ditampilkan pada serial monitor dan LCD I2C dengan data yang tersimpan di Firebase. Hal ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa data yang dikirim oleh ESP32 sama dengan data yang masuk ke Firebase, serta memastikan bahwa tidak terjadi keterlambatan atau kehilangan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh data sensor, nilai percepatan total, dan status kondisi dapat terkirim dan tersimpan di Firebase secara real-time dengan baik. Dengan demikian, Firebase dapat berfungsi sesuai kebutuhan sebagai media penyimpanan data dan integrasi dengan aplikasi Android. Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Pengujian Firebase

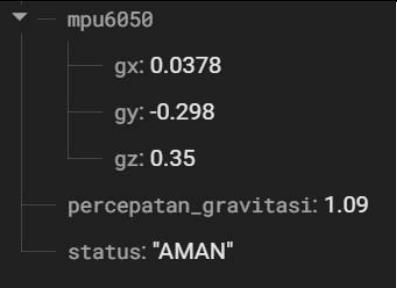
Percobaan	Tampilan pada Firebase	Serial monitor
1	<pre> mpu6050 -- gx: 0.187 -- gy: -0.039 -- gz: 1.051 percepatan_gravitasi: 1.068 status: "AMAN" </pre>	gX: 0.187 gY: -0.039 gZ: 1.051 g_total: 1.068
2	<pre> mpu6050 -- gx: 0.45 -- gy: 0.794 -- gz: -0.15 percepatan_gravitasi: 1.429 status: "SIAGA" </pre>	gX: 0.450 gY: 2.000 gZ: -0.784 g_total: 1.429
3	<pre> mpu6050 -- gx: -2 -- gy: 1.118 -- gz: 0.762 percepatan_gravitasi: 1.719 status: "BAHAYA" </pre>	gX: -2.000 gY: 1.118 gZ: 0.762 g_total: 1.719

4.5 Hasil Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi Android dilakukan untuk memastikan bahwa data yang tersimpan di Firebase Realtime Database dapat ditampilkan secara real-time dan sesuai dengan hasil pembacaan sensor. Aplikasi Android pada penelitian ini

berfungsi sebagai antarmuka pemantauan yang menampilkan informasi hasil pengolahan data sensor. Data yang ditampilkan pada aplikasi meliputi nilai percepatan pada tiga sumbu (gx, gy, gz), nilai percepatan total (g), serta status kondisi bangunan (Aman, Siaga, atau Bahaya). Proses pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dan membandingkan data yang muncul pada aplikasi Android dengan data yang tersimpan di Firebase.

Tabel 4. 5 Pengujian Aplikasi

Percobaan n	Tampilan Aplikasi	Tampilan Firebase
1	 <p>The screenshot shows the application's interface. At the top, it says "Monitoring Gempa". Below that is a large green button with a white checkmark icon and the word "AMAN". Underneath is a card labeled "Percepatan Gravitasi" showing "1.09 g". Below that are three buttons labeled "GX 0.38", "GY -0.03", and "GZ 0.35".</p>	 <p>The screenshot shows the Firebase database structure under the "mpu6050" node. It contains three child nodes: "gx: 0.0378", "gy: -0.298", and "gz: 0.35". Below the "mpu6050" node is a parent node "percepatan_gravitasi: 1.09" which has a child node "status: "AMAN"".</p>

2	<p>12:12 PM • ☀️ 🔋</p> <p> Status Bahaya! • now 🚨 Segera evakuasi dan cari tempat aman!</p> <p>BAHAYA</p> <p>Percepatan Gravitasi 1.69 g</p> <p>GX -0.04 GY 1.27 GZ -0.75</p>	<pre>mpu6050 gx: -0.039 gy: 1.267 gz: -0.75 percepatan_gravitasi: 1.693 status: "BAHAYA"</pre>
3	<p>12:20 PM • ☀️ 🔋</p> <p> Peringatan Siaga! • now 🚨 Gempa telah mencapai status SIAGA. Har...</p> <p>SIAGA</p> <p>Percepatan Gravitasi 1.32 g</p> <p>GX 0.33 GY 0.18 GZ 0.21</p>	<pre>mpu6050 gx: 0.327 gy: 0.184 gz: 0.213 percepatan_gravitasi: 1.324 status: "SIAGA"</pre>

4.6 Hasil Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat dapat memberikan peringatan audio sesuai dengan status kondisi bangunan yang ditentukan oleh sistem. Pada penelitian ini, buzzer memiliki tiga mode kerja berdasarkan status:

1. Aman → buzzer dalam kondisi LOW (tidak berbunyi).
2. Siaga → buzzer berbunyi dengan jeda (delay) sebagai peringatan awal.

- Bahaya → buzzer berbunyi panjang/berkelanjutan sebagai peringatan darurat.

Pengujian dilakukan dengan menjalankan simulasi getaran pada miniatur bangunan dan mengamati apakah kondisi buzzer sesuai dengan status yang ditampilkan pada sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa buzzer dapat bekerja dengan baik sebagai indikator audio

Tabel 4. 6 Pengujian BUZZER

Percobaan	Status	Kondisi Buzzer	Keterangan
1	Aman	LOW (tidak berbunyi)	Normal
2	Siaga	Berbunyi dengan jeda/delay	Peringatan awal
3	Bahaya	Berbunyi panjang.	Peringatan darurat

4.7 Hasil Pengujian Led

Selain buzzer, sistem juga menggunakan LED sebagai indikator visual untuk memberikan informasi status secara langsung. LED yang digunakan terdiri dari tiga warna, yaitu hijau, kuning, dan merah, dengan kondisi sebagai berikut:

- Aman → LED hijau menyala.
- Siaga → LED kuning menyala.
- Bahaya → LED merah menyala.

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi getaran pada miniatur bangunan sehingga sistem menghasilkan status yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa LED menyala sesuai dengan kondisi status yang ditentukan, sehingga indikator visual dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 4. 4 Pengujian LED

Percobaan	Status	LED Hijau	LED Kuning	LED Merah	Keterangan
1	Aman	ON	OFF	OFF	Indikator normal
2	Siaga	OFF	ON	OFF	Peringatan awal
3	Bahaya	OFF	OFF	ON	Peringatan darurat