

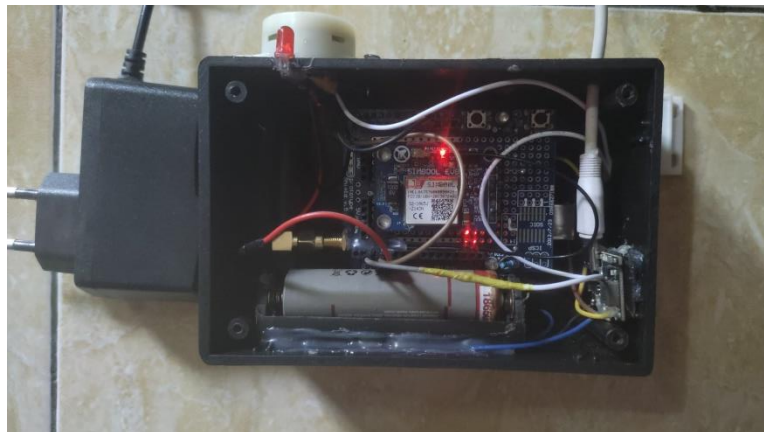
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap realisasi dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Sistem alarm pintu anti maling ini dirancang untuk mendeteksi kondisi buka/tutup pintu secara otomatis dan memberikan peringatan suara, visual, serta mengirimkan SMS ke pemilik saat terjadi pembobolan. Komponen utama yang digunakan terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali, sensor magnetik MC-38 untuk deteksi pintu, buzzer dan LED sebagai *Output* alarm lokal, serta modul GSM SIM900 untuk pengiriman notifikasi jarak jauh melalui SMS.

Sumber daya sistem berasal dari adaptor 5V sebagai input utama, yang dikombinasikan dengan baterai isi ulang 18650 dan modul UPS 5V sebagai cadangan daya ketika listrik padam. Seluruh rangkaian disusun dalam sebuah project box agar lebih rapi, terlindung, dan mudah dipasang di bagian atas pintu. Gambar berikut menunjukkan implementasi fisik alat setelah dirakit.



**Gambar 4. 1 Tampilan Fisik Sistem Setelah Dirakit**

Implementasi sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak, yang dijelaskan secara rinci pada subbab berikut.

#### **4.1.1 Implementasi Perangkat Keras**

Perangkat keras dari sistem ini terdiri atas beberapa komponen yang dirangkai berdasarkan kebutuhan fungsionalnya. Berikut penjelasan dari setiap komponen utama:

1. Arduino Uno

Digunakan sebagai mikrokontroler utama untuk memproses input dari sensor dan mengontrol *Output* seperti buzzer, LED, serta komunikasi dengan modul SIM900. Arduino Uno dipilih karena mudah diprogram dan kompatibel dengan berbagai modul eksternal.

2. Sensor Magnetik MC-38

Berfungsi sebagai pendeteksi kondisi buka/tutup pintu. Sensor ini terpasang antara kusen dan daun pintu. Jika pintu dibuka, sensor akan memicu alarm.

3. Modul GSM SIM900

Modul ini bertugas mengirimkan notifikasi dalam bentuk SMS ke pemilik. Komunikasi dilakukan melalui pin digital Arduino menggunakan komunikasi serial software.

4. Buzzer dan LED

Berfungsi memberikan peringatan lokal saat sistem mendeteksi pembobolan. Buzzer mengeluarkan bunyi, sedangkan LED menyala sebagai indikator visual.

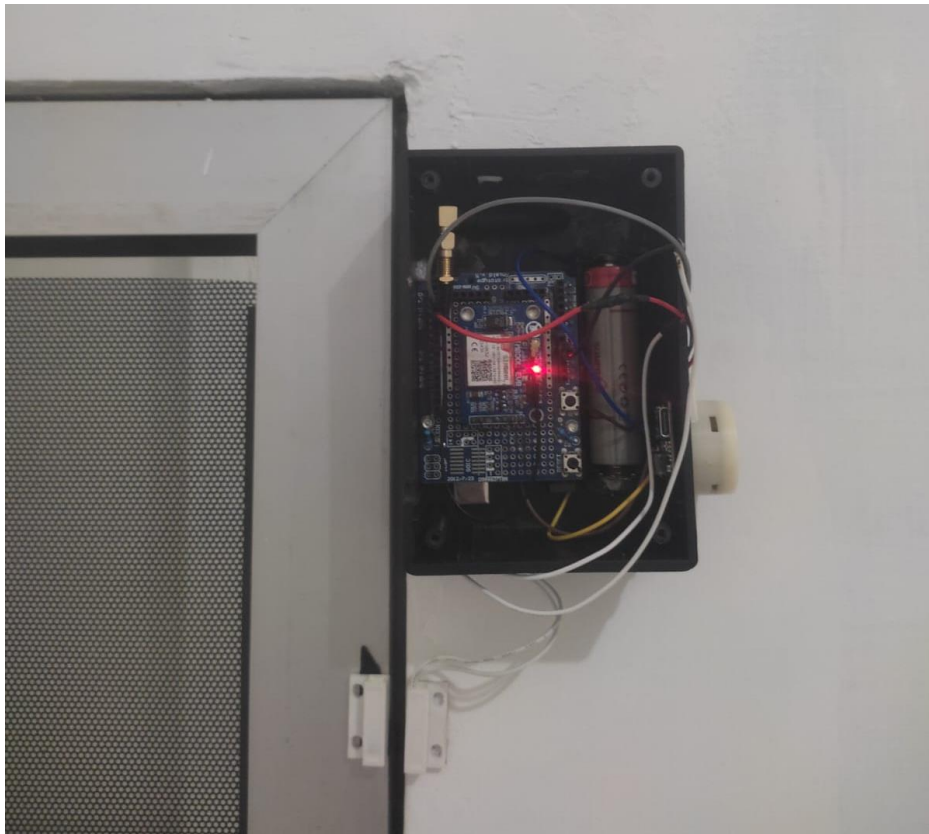
#### 5. Adaptor 5V dan Modul UPS 5V

Sistem mendapat daya utama dari adaptor 5V. Saat listrik padam, modul UPS secara otomatis beralih ke baterai 18650 agar alat tetap menyala.

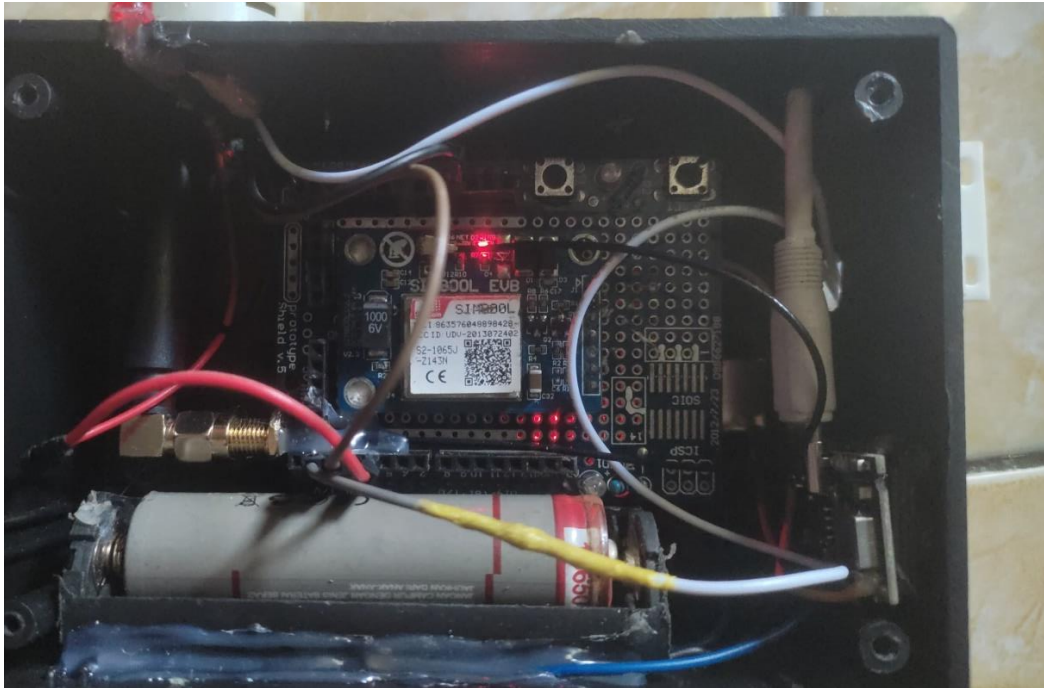
#### 6. Baterai 18650 *Rechargeable*

Sebagai sumber daya cadangan, memastikan sistem tetap aktif selama pemadaman listrik.

Seluruh komponen disusun secara sistematis di dalam project box hitam agar aman dari gangguan luar dan lebih praktis saat dipasang. Sensor MC-38 diletakkan di kusen pintu, sedangkan rangkaian utama diletakkan di bagian atas pintu bagian dalam.



**Gambar 4. 2 Alat diletakkan Dipintu Ruangan Kaprodi**



**Gambar 4. 3 Wiring Perangkat Dalam Box**

Gambar 4.3 menunjukkan tampilan wiring keseluruhan sistem yang telah dirakit di dalam sebuah project box. Modul komunikasi SIM900 terpasang langsung di atas Arduino Uno, sehingga tidak memerlukan kabel jumper tambahan untuk koneksi komunikasi serial. Tabel berikut ini menunjukkan koneksi pin (*wiring*) antara masing-masing komponen utama:

**Tabel 4. 1Wiring Keseluruhan Sistem Alarm**

| No | Komponen     | Pin Modul | Pin Arduino Uno | Keterangan                 |
|----|--------------|-----------|-----------------|----------------------------|
| 1  | Sensor MC-38 | OUT       | D2              | Deteksi buka/tutup pintu   |
|    |              | VCC       | 5V              | Sumber daya sensor         |
|    |              | GND       | GND             | Ground sensor              |
| 2  | Buzzer       | +         | D3              | <i>Output</i> suara alarm  |
|    |              | -         | GND             | Ground                     |
| 3  | LED          | Anoda     | D4 (via         | <i>Output</i> visual alarm |

|   |                 |                |                     |                                       |
|---|-----------------|----------------|---------------------|---------------------------------------|
|   |                 |                | resistor)           |                                       |
|   |                 | Katoda         | GND                 | Ground LED                            |
| 4 | Modul<br>SIM900 | TX             | D7                  | Komunikasi ke Arduino<br>(RX)         |
|   |                 | RX             | D8                  | Komunikasi dari Arduino<br>(TX)       |
|   |                 | VCC            | 5V UPS              | Sumber daya dari <i>Output</i><br>UPS |
|   |                 | GND            | GND                 | Ground                                |
| 5 | Modul UPS<br>5V | OUT+           | Arduino +<br>SIM900 | <i>Output</i> utama ke sistem<br>(5V) |
|   |                 | OUT-           | GND                 | Ground                                |
|   |                 | BAT+ /<br>BAT- | Baterai<br>18650    | Terminal baterai<br>cadangan          |

Setiap kabel keluar dari box bagian atas melalui lubang kecil, yang kemudian dihubungkan ke pintu untuk sensor, serta diletakkan di posisi strategis untuk LED dan buzzer.

Sistem ini disuplai oleh baterai lithium 18650 yang terpasang di sisi kanan box. Baterai ini dihubungkan ke modul UPS 5V sebagai penstabil dan pengatur tegangan, sehingga perangkat tetap aktif walaupun suplai listrik utama (adaptor) terputus.

Dengan perancangan *wiring* seperti ini, alat alarm pintu anti maling menjadi lebih praktis untuk pemasangan dan mudah dalam proses pemeliharaan. Semua komponen utama terlindungi di dalam box, sementara hanya sensor yang tampak di luar dan ditempel pada daun dan kusen pintu.

#### 4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program ini bertugas membaca input dari sensor MC-38, mengaktifkan buzzer dan LED saat ada pembobolan, serta mengirim SMS peringatan melalui SIM900. Sistem juga dilengkapi dengan fitur kendali SMS seperti perintah “MATIKAN” dan “AKTIFKAN”. Struktur program dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut:

1. Inisialisasi Komponen

Program mengatur mode komunikasi serial untuk SIM900, serta mengatur pin *Output* seperti LED dan buzzer.

```

Alarm_Pintu.ino
1  #include <SoftwareSerial.h>
2  // Pin konfigurasi
3  #define pinSensor 2      // Sensor magnetik MC-38
4  #define pinLED 3        // LED indikator visual
5  #define pinBuzzer 4     // Buzzer alarm
6
7  // Inisialisasi komunikasi serial ke SIM900 (RX=7, TX=8)
8  SoftwareSerial sim900(7, 8);
9
10 // Status sistem
11 bool alarmAktif = true;
12 String nomorPemilik = "+6285129682874";
13
14 // Variabel untuk mencegah pengiriman SMS berulang
15 bool sudahKirimSMS = false;
16
17 void setup() {
18     pinMode(pinSensor, INPUT_PULLUP);
19     pinMode(pinLED, OUTPUT);
20     pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
21
22     digitalWrite(pinLED, LOW);
23     digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
24
25     Serial.begin(9600);
26     sim900.begin(9600);
27
28     delay(1000);
29     sim900.println("AT");           // Cek koneksi SIM900
30     delay(1000);
31     sim900.println("AT+CMGF=1");   // Mode SMS teks

```

**Gambar 4. 4 Sketch Inisialisasi Perangkat**

## 2. Pemantauan Sensor Pintu

Arduino terus memantau pin sensor. Jika terdeteksi pintu terbuka, alarm akan aktif dan SMS dikirim.

```
Alarm_Pintu.ino
56   if (alarmAktif && digitalRead(pinSensor) == HIGH) {
57       // Pintu terbuka
58       digitalWrite(pinLED, HIGH);
59       digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
60
61       if (!sudahKirimSMS) {
62           kirimSMS("⚠ PINTU DIBUKA! Alarm aktif.");
63           sudahKirimSMS = true;
64       }
65   } else {
66       // Pintu tertutup atau alarm dimatikan
67       digitalWrite(pinLED, LOW);
68       digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
69       sudahKirimSMS = false; // Reset agar bisa kirim lagi kalau pintu dibuka lagi
70   }
71 }
```

**Gambar 4. 5 Skecth Pemantauan Sensor Pintu**

## 3. Pengiriman SMS Otomatis

Jika sistem aktif dan pintu terbuka, maka Arduino mengirim pesan ke nomor pemilik yang telah disetting.

```
Alarm_Pintu.ino
56   if (alarmAktif && digitalRead(pinSensor) == HIGH) {
57       // Pintu terbuka
58       digitalWrite(pinLED, HIGH);
59       digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
60
61       if (!sudahKirimSMS) {
62           kirimSMS("⚠ PINTU DIBUKA! Alarm aktif.");
63           sudahKirimSMS = true;
64       }
65   }
```

**Gambar 4. 6 Skecth Pengiriman SMS Otomatis**

## 4. Penerimaan SMS Perintah

Program dapat menerima SMS dari pengguna. Jika pesan berisi "MATIKAN", maka alarm akan nonaktif. Jika "AKTIFKAN", sistem kembali bekerja.

```

Alarm_Pintu.ino
37 void loop() {
38   // Baca SMS masuk
39   if (sim900.available()) {
40     String pesan = sim900.readString();
41     Serial.println("✉ SMS Diterima:");
42     Serial.println(pesan);
43
44     pesan.toUpperCase(); // Agar case-insensitive
45
46     if (pesan.indexOf("MATIKAN") >= 0) {
47       alarmAktif = false;
48       kirimSMS("Alarm telah dimatikan.");
49     } else if (pesan.indexOf("AKTIFKAN") >= 0) {
50       alarmAktif = true;
51       kirimSMS("Alarm telah diaktifkan kembali.");
52     }
53   }
}

```

**Gambar 4. 7 Sketch Perintah SMS**

#### 5. Mode Siaga dan Reset

Setelah alarm aktif atau perintah diproses, sistem kembali ke mode siaga untuk menunggu kejadian selanjutnya. Perangkat lunak ini berjalan secara terus menerus (*looping*), memungkinkan sistem mendeteksi peristiwa dan merespons secara otomatis kapan saja.

### 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang telah dirancang dapat berfungsi sesuai dengan tujuan, baik dari sisi deteksi, respons *Output*, maupun sistem komunikasi jarak jauh. Pengujian ini dibagi menjadi lima bagian utama, yaitu pengujian sensor magnetik MC-38, buzzer dan LED sebagai alarm fisik, pengiriman SMS otomatis melalui modul SIM900, pengendalian sistem melalui SMS, dan pengujian daya saat terjadi pemadaman listrik. Setiap pengujian dilakukan di lokasi sebenarnya, yaitu di ruang Kepala Program Studi Teknologi Informasi Universitas Labuhanbatu.



#### 4.2.1 Pengujian Sensor Magnetik MC-38

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor magnetik MC-38 dapat mendeteksi kondisi pintu dalam keadaan tertutup atau terbuka. Sensor ini berfungsi sebagai pemicu utama sistem, sehingga harus merespons perubahan posisi pintu dengan akurat.

**Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Magnetik MC-38**

| No | Kondisi Pintu | Status Sensor | Respon Arduino              | Keterangan                                                                                                               |
|----|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Tertutup      | LOW           | Tidak Menghidupkan apa-apa  | Sensor Normal jadi menjadi <i>trigger</i> untuk komponen lain                                                            |
| 2  | Terbuka       | HIGH          | Menghidupkan buzzer dan LED | Sensor mendeteksi pintu terbuka karena kedua sensor MC-38 berpisah dan menjadi trigger untuk menghidupkan buzzer dan LED |

#### 4.2.2 Pengujian Buzzer dan LED

Setelah sensor mendeteksi adanya pembukaan pintu, sistem akan mengaktifkan buzzer dan LED sebagai alarm suara dan visual. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kedua komponen ini bekerja sesuai kondisi sistem, baik saat aktif maupun saat dinonaktifkan.

**Tabel 4. 3 Pengujian Buzzer dan LED**

| No | Alarm Aktif? | Pintu Terbuka | Buzzer | LED | Keterangan                        |
|----|--------------|---------------|--------|-----|-----------------------------------|
| 1  | Ya           | Ya            | On     | On  | Berfungsi sesuai dengan keinginan |

|   |       |       |     |     |                               |
|---|-------|-------|-----|-----|-------------------------------|
| 2 | Tidak | Tidak | Off | Off | Buzzer dan LED Dinon Aktifkan |
|---|-------|-------|-----|-----|-------------------------------|

#### 4.2.3 Pengujian Pengiriman SMS Otomatis

Modul SIM900 digunakan untuk mengirim SMS peringatan ke pemilik ketika pintu dibuka secara ilegal. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses pengiriman SMS dapat berjalan secara otomatis dan dalam waktu yang efisien.

**Tabel 4. 4 Pengujian Pengiriman SMS Otomatis**

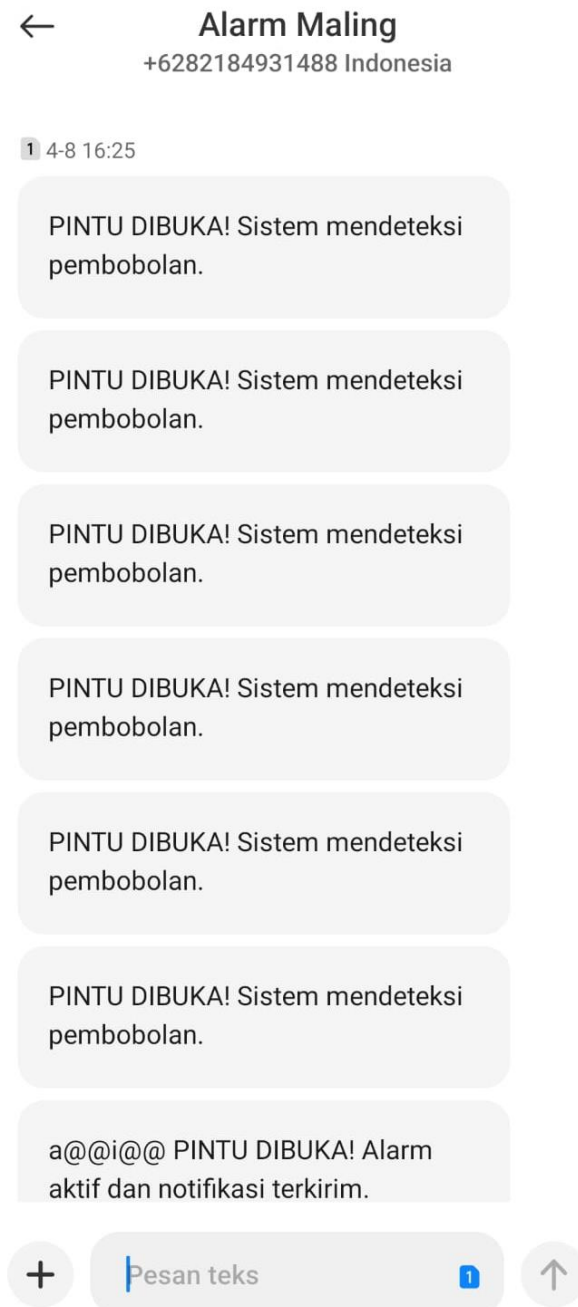
| Percobaan Ke | Kondisi        | SMS Terkirim | Waktu Pengiriman (detik) | Keterangan                      |
|--------------|----------------|--------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1            | Pintu dibuka   | Ya           | 5 detik                  | Notifikasi SMS Berhasil dikirim |
|              | Pintu Tertutup | Tidak        | -                        | Tidak Ada notifikasi SMS        |
| 2            | Pintu dibuka   | Ya           | 3 detik                  | Notifikasi SMS Berhasil dikirim |
|              | Pintu Tertutup | Tidak        | -                        | Tidak Ada notifikasi SMS        |
| 3            | Pintu dibuka   | Ya           | 3 detik                  | Notifikasi SMS Berhasil dikirim |
|              | Pintu Tertutup | Tidak        | -                        | Tidak Ada notifikasi SMS        |
| 4            | Pintu dibuka   | Ya           | 5 detik                  | Notifikasi SMS Berhasil dikirim |
|              | Pintu Tertutup | Tidak        | -                        | Tidak Ada notifikasi SMS        |
| 5            | Pintu          | Ya           | 2 detik                  | Notifikasi SMS                  |

|   |                |       |         |                                 |
|---|----------------|-------|---------|---------------------------------|
|   | dibuka         |       |         | Berhasil dikirim                |
|   | Pintu Tertutup | Tidak | -       | Tidak Ada notifikasi SMS        |
| 6 | Pintu dibuka   | Ya    | 2 detik | Notifikasi SMS Berhasil dikirim |
|   | Pintu Tertutup | Tidak | -       | Tidak Ada notifikasi SMS        |

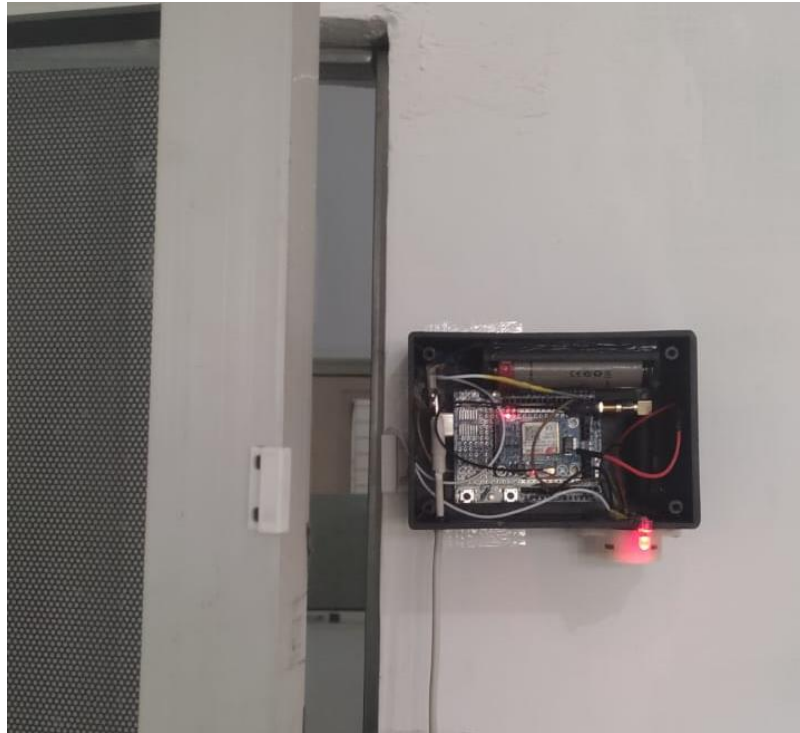
Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil mengirimkan SMS setiap kali pintu dibuka dengan waktu pengiriman yang bervariasi antara 2 hingga 5 detik, tergantung pada kekuatan sinyal GSM dan respon dari modul SIM900. Tidak ada SMS yang terkirim saat pintu ditutup kembali, karena sistem dirancang hanya untuk mengirimkan notifikasi saat pintu dibuka sebagai tanda potensi pelanggaran keamanan.

Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi pengiriman SMS otomatis berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dan sistem cukup responsif terhadap perubahan kondisi sensor dalam skenario nyata.

Untuk mendukung hasil pengujian pengiriman SMS otomatis yang telah disajikan dalam bentuk tabel, berikut ditampilkan dokumentasi visual yang menunjukkan kondisi saat sistem mendeteksi pintu terbuka dan berhasil mengirimkan notifikasi SMS ke nomor tujuan. Dokumentasi ini mencakup proses simulasi pembukaan pintu, aktifnya alarm berupa buzzer dan LED, serta tampilan SMS yang diterima di perangkat penerima. Gambar berikut bertujuan untuk memberikan bukti nyata bahwa fitur notifikasi jarak jauh melalui modul SIM900 berjalan sesuai dengan fungsinya.



**Gambar 4. 8 Notifikasi ke SMS**



**Gambar 4. 9 Alat Hidup Karena Pintu Terbuka**

#### **4.2.4 Pengujian Perintah SMS (MATIKAN dan AKTIFKAN)**

Salah satu fitur penting dalam sistem ini adalah kemampuannya untuk dikendalikan jarak jauh melalui perintah SMS. Pengujian ini dilakukan untuk melihat respons sistem terhadap perintah “MATIKAN” untuk menonaktifkan alarm dan “AKTIFKAN” untuk mengaktifkannya kembali.

**Tabel 4. 5 Pengujian Perintah SMS**

| No | SMS Dikirim | Respon Sistem       | Status Alarm | Keterangan                  |
|----|-------------|---------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | MATIKAN     | Menonaktifkan alarm | Off          | Sistem berhasil dimatikan   |
| 2  | AKTIFKAN    | Mengaktifkan alarm  | On           | Sistem Berhasil di Hidupkan |

#### 4.2.5 Pengujian Saat Listrik Padam (UPS Aktif)

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem alarm tetap dapat berfungsi dengan baik meskipun terjadi pemadaman listrik atau adaptor utama sengaja dicabut. Dalam kondisi ini, sistem seharusnya secara otomatis beralih ke sumber daya cadangan, yaitu baterai lithium 18650 yang terhubung melalui modul UPS 5V.

Pengujian dilakukan dengan dua skenario, yaitu saat adaptor dalam kondisi menyala (Adaptor ON) dan saat adaptor dicabut (Adaptor OFF). Dalam masing-masing skenario, diperhatikan apakah sistem tetap aktif, serta bagaimana kinerja alarm dan fitur pengiriman SMS ketika sensor mendeteksi pintu terbuka.

**Tabel 4. 6 Pengujian Saat Listrik Padam**

| No | Kondisi Catu Daya                                         | Sistem Menyala | Fungsi Alarm | Keterangan                           |
|----|-----------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------------------------------------|
| 1  | Adaptor ON Menggukana Listrik Langsung                    | Ya             | Aktif        | Normal                               |
| 2  | Adaptor Off, Modul UPS mengganti Sumber daya sari Baterai | Ya             | Aktif        | Hidup Meggunakan Sumber Daya Baterai |

Berdasarkan pengujian tersebut, diketahui bahwa sistem tetap aktif secara penuh saat adaptor dicabut dan sistem dialihkan ke baterai melalui UPS. Alarm tetap berbunyi ketika pintu dibuka, LED indikator menyala, dan notifikasi SMS berhasil dikirim ke nomor pengguna. Tidak ditemukan perbedaan waktu pengiriman SMS yang signifikan dibandingkan saat adaptor dalam kondisi menyala.

Selain itu, daya tahan baterai dalam kondisi penuh mampu menopang sistem bekerja selama  $\pm 6$  jam non-stop dalam mode siaga dengan beberapa kali pengujian alarm. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi penggunaan modul

UPS 5V sebagai pengatur catu daya darurat berfungsi dengan sangat baik, memastikan sistem tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik.

### 4.3 Pembahasan

Hasil implementasi sistem alarm pintu anti maling berbasis Arduino dan SIM900 menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang telah bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi kondisi pintu terbuka secara *Real-time* melalui sensor magnetik MC-38, lalu merespons dengan menyalakan buzzer dan LED sebagai alarm lokal, serta mengirimkan SMS otomatis ke nomor pengguna sebagai notifikasi jarak jauh.

Pengujian dilakukan dalam beberapa siklus, dan diperoleh hasil bahwa sistem hanya mengirimkan SMS saat pintu dibuka, sedangkan saat pintu ditutup kembali, tidak ada notifikasi yang dikirim. Hal ini menunjukkan bahwa logika kontrol sistem berjalan sesuai rancangan, yaitu hanya memicu notifikasi pada kondisi yang dianggap sebagai ancaman keamanan.

Waktu pengiriman SMS dari sistem ke nomor penerima berada dalam kisaran 1 hingga 5 detik, yang masih tergolong cepat dan dapat diterima dalam konteks sistem keamanan rumah atau ruang kerja. Perbedaan waktu pengiriman disebabkan oleh kualitas sinyal GSM yang dapat bervariasi.

Pada pengujian penerimaan perintah melalui SMS, sistem juga menunjukkan respons yang stabil. Perintah dengan isi pesan "MATIKAN" dapat menonaktifkan alarm, dan pesan "AKTIFKAN" dapat mengaktifkannya kembali. Hal ini membuktikan bahwa fitur kontrol jarak jauh via SMS bekerja dengan baik dan dapat digunakan sebagai pengamanan tambahan saat pemilik tidak berada di lokasi.

Sistem juga diuji dalam kondisi pemadaman listrik, untuk mengetahui apakah catu daya cadangan melalui modul UPS 5V dan baterai lithium dapat bekerja dengan stabil. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem tetap aktif dan dapat menjalankan seluruh fungsi secara normal meskipun adaptor utama dicabut. Baterai mampu menopang sistem selama  $\pm 6$  jam *non-stop* dalam kondisi siaga, membuktikan bahwa sistem mampu menghadapi skenario darurat tanpa kehilangan fungsionalitas.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa sistem alarm yang dibangun telah memenuhi fungsionalitas utama, yaitu:

- Deteksi kondisi pintu secara *real-time*
- Aktivasi alarm lokal
- Pengiriman notifikasi jarak jauh
- Kontrol sistem via SMS
- Ketahanan terhadap pemadaman listrik

Dengan demikian, sistem ini layak diterapkan untuk kebutuhan keamanan pintu ruang kerja atau ruangan penting lainnya di lingkungan kampus, seperti ruang Kepala Program Studi Teknologi Informasi di Universitas Labuhanbatu, yang menjadi lokasi uji coba alat ini.