

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan rumah tidak hanya berkaitan dengan ancaman intrusi, tetapi juga mencakup bahaya kebocoran gas, nyala api, dan gangguan kelistrikan seperti beban lebih. Sistem keamanan konvensional yang hanya mengandalkan pengawasan manual memiliki keterbatasan dalam memberikan informasi secara cepat ketika pemilik rumah berada jauh dari lokasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu melakukan deteksi dini, monitoring parameter listrik, memberikan peringatan lokal, serta mengirimkan informasi secara real-time melalui jaringan internet.

Perkembangan mikrokontroler berkemampuan Wi-Fi memungkinkan beberapa sensor dan aktuator diintegrasikan pada satu pengendali. Pada penelitian ini NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali sekaligus komunikasi Wi-Fi. Sensor PIR HC-SR501 digunakan untuk mendeteksi gerakan, sensor MQ-2 untuk memantau perubahan gas atau asap, flame sensor untuk mendeteksi keberadaan api, sedangkan PZEM-004T digunakan untuk memantau tegangan, arus, dan daya beban AC.

1. Sensor PIR HC-SR501 berfungsi sebagai pendeteksi gerakan manusia berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang diterima elemen PIR. Keluaran digital sensor digunakan sebagai informasi adanya gerakan pada area yang dipantau.
2. Sensor MQ-2 berfungsi sebagai indikator relatif keberadaan gas atau asap. Pada implementasi akhir, nilai analog sensor dibaca oleh A0 NodeMCU dan dibandingkan dengan batas warning 400 ADC. Sensor ini berfungsi sebagai sistem peringatan dan tidak digunakan sebagai pemicu pemutusan relay.

3. Flame sensor digunakan untuk mendeteksi radiasi inframerah dari nyala api. Pada program akhir sensor bekerja aktif-LOW; ketika api terdeteksi sistem menyalakan LED indikator, menampilkan peringatan pada LCD, dan mengirim status ke Blynk tanpa memutus relay.

Fitur pemutus daya otomatis pada penelitian ini difokuskan pada proteksi beban lebih berdasarkan hasil pengukuran PZEM-004T. Overload dinyatakan ketika arus melebihi 0,30 A atau daya melebihi 60 W secara terus-menerus selama satu detik. Relay kemudian memutus beban selama 10 detik, melakukan uji ulang satu kali, dan masuk kondisi LOCK SYSTEM apabila kejadian overload terkonfirmasi sebanyak tiga kali. Mekanisme tersebut dirancang untuk mengurangi relay bekerja ON-OFF secara cepat (chatter).

Informasi sistem ditampilkan secara lokal melalui LCD I2C 20×4 dan dikirimkan ke platform Blynk IoT melalui Wi-Fi. Data tegangan, arus, daya, nilai gas, status PIR, status api, status sistem, serta counter overload dapat dipantau dari smartphone. Blynk V6 digunakan sebagai perintah reset setelah sistem memasuki kondisi lock.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini merancang Smart Home Security System berbasis NodeMCU ESP8266 yang menggabungkan fungsi monitoring keamanan, pemantauan parameter kelistrikan, peringatan lokal, pemantauan jarak jauh, serta pemutusan beban otomatis berbasis PZEM-004T. Sistem dirancang sebagai prototipe laboratorium dengan pemisahan yang jelas antara fungsi peringatan sensor lingkungan dan fungsi proteksi kelistrikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan implementasi akhir alat, rumusan masalah difokuskan pada integrasi sensor keamanan, monitoring parameter kelistrikan, proteksi overload, tampilan lokal, serta komunikasi IoT.

Rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan NodeMCU ESP8266 dengan sensor PIR HC-SR501, MQ-2, flame sensor, PZEM-004T, LCD I2C 20×4, LED indikator, dan modul relay dalam satu sistem Smart Home Security?
2. Bagaimana merancang mekanisme pemutus daya otomatis berbasis hasil pengukuran PZEM-004T ketika arus melebihi 0,30 A atau daya melebihi 60 W, termasuk mekanisme delay, retry, counter, lock, dan reset?
3. Bagaimana menampilkan status keamanan dan parameter kelistrikan secara lokal melalui LCD serta secara jarak jauh melalui Blynk IoT?
4. Bagaimana karakteristik respons sensor PIR, MQ-2, flame sensor, relay, serta komunikasi Blynk berdasarkan skenario pengujian yang dilakukan?
5. Bagaimana selisih dan persentase error pembacaan tegangan, arus, dan daya PZEM-004T dibandingkan alat ukur referensi serta bagaimana pengaruhnya terhadap keputusan overload?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian terarah dan sesuai dengan implementasi prototipe akhir, batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama sekaligus perangkat komunikasi Wi-Fi; Arduino Uno dan modul ESP8266 terpisah tidak digunakan pada implementasi akhir.
2. Sensor keamanan yang digunakan terdiri dari PIR HC-SR501 untuk gerakan, MQ-2 untuk gas/asap, dan flame sensor untuk api. PZEM-004T digunakan khusus untuk monitoring parameter kelistrikan.
3. Sensor MQ-2 dan flame sensor hanya memberikan peringatan melalui LCD/Blynk; flame sensor juga mengaktifkan LED indikator. Kedua sensor tersebut tidak menjadi pemicu pemutusan relay.
4. Pemutusan daya otomatis dilakukan oleh modul relay 1 channel 5 V berdasarkan pembacaan PZEM-004T ketika arus $> 0,30$ A atau daya > 60 W selama satu detik, serta pada kondisi error PZEM yang berulang.
5. Sistem proteksi menggunakan relay OFF selama 10 detik, retry satu kali, verifikasi ulang pembacaan, counter maksimum tiga kejadian, kemudian LOCK SYSTEM sampai reset Blynk V6.
6. Monitoring lokal menggunakan LCD I2C 20×4 , sedangkan monitoring jarak jauh menggunakan Blynk IoT melalui jaringan Wi-Fi 2,4 GHz.
7. Pengujian dilakukan pada skala prototipe laboratorium. Modul relay tidak diposisikan sebagai pengganti MCB proteksi instalasi rumah; penerapan pada daya yang lebih besar memerlukan perangkat proteksi dan kontaktor yang sesuai rating.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun Smart Home Security System berbasis NodeMCU ESP8266 yang mengintegrasikan deteksi gerakan,

gas/asap, api, monitoring parameter listrik, tampilan LCD, dan Blynk IoT.

2. Mengembangkan mekanisme proteksi overload berbasis PZEM-004T dengan batas arus 0,30 A atau daya 60 W, delay pemutusan, retry, counter, lock, serta reset melalui Blynk V6.
3. Membangun sistem pemantauan lokal dan jarak jauh sehingga tegangan, arus, daya, nilai gas, status PIR, status api, status sistem, dan counter overload dapat dipantau melalui LCD dan Blynk IoT.
4. Melakukan pengujian dan analisis kinerja PZEM-004T, MQ-2, flame sensor, PIR, relay, LCD, serta Blynk untuk mengetahui akurasi, respons, keterbatasan, dan kestabilan sistem.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis: Menjadi sarana penerapan ilmu sistem kendali, instrumentasi, proteksi kelistrikan, pemrograman mikrokontroler, dan komunikasi IoT dalam satu prototipe terintegrasi.
2. Bagi Masyarakat: Memberikan gambaran alternatif sistem monitoring keamanan rumah yang mampu memberikan peringatan dini serta proteksi beban lebih secara otomatis pada skala prototipe.
3. Bagi Institusi: Menambah khazanah referensi ilmiah di lingkungan Politeknik Negeri Bengkalis, khususnya dalam pengembangan teknologi rumah pintar (*smart home*) yang berbasis pada efisiensi dan keamanan energi listrik.
4. Bagi Ilmu Pengetahuan: Memberikan gambaran nyata mengenai efektivitas integrasi sensor lingkungan dengan sistem kendali daya berbasis IoT, yang dapat menjadi landasan bagi pengembangan penelitian keamanan gedung yang lebih luas di masa depan.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Dalam penelitian ini, metode penyelesaian masalah yang digunakan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. *Studi literatur*

Mengumpulkan referensi dari buku, jurnal, artikel, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan IoT, sistem keamanan rumah (*smart home security*), karakteristik sensor PIR, MQ-2, dan Flame Sensor, serta implementasi proteksi arus listrik (*Smart MCB*) . Tujuan tahap ini adalah memperoleh landasan teori dan konsep yang kuat untuk merancang sistem deteksi dan proteksi yang akan dibuat.

2. Perancangan sistem

Merancang blok diagram, perancangan sistem Smart Home, wiring diagram, dan arsitektur sistem yang terdiri dari sensor PIR, MQ-2, flame sensor, PZEM-004T, NodeMCU ESP8266, LCD I2C 20×4, LED indikator, modul relay, adaptor 5 V, stopkontak beban, dan Blynk IoT.

3. Pemilihan dan integrasi komponen

Memilih dan mengintegrasikan komponen sesuai kebutuhan tegangan, level logika, antarmuka komunikasi, serta fungsi masing-masing. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali, PZEM-004T melalui serial D6/D5, LCD melalui I2C D1/D2, relay melalui D7, LED D3, PIR D4, flame D0, dan MQ-2 A0.

4. Perancangan perangkat lunak

Menulis perangkat lunak pada Arduino IDE menggunakan C++ dengan pendekatan non-blocking. Program mengatur pembacaan sensor, warning gas/api, deteksi PIR, proteksi overload, state machine relay, lock tiga kejadian, reset V6, tampilan LCD, dan pertukaran data Blynk V0-V9.