

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Mengacu pada hasil perancangan, pengujian, serta analisis data yang telah dilaksanakan pada prototipe lift barang tiga tingkat, dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring beban telah berhasil dirancang dan diterapkan dengan memanfaatkan sensor *load cell*, modul penguat HX711, mikrokontroler ESP32, dan layar TFT LCD. Sistem ini mampu mendeteksi massa beban serta menampilkannya kepada operator secara *real-time*, dan telah terintegrasi dengan baik sebagai sistem proteksi overload yang terhubung ke unit kendali utama PLC Siemens S7-200 melalui modul *relay* 3,3 V sebagai antarmuka.
2. Pengujian akurasi sensor menghasilkan kinerja yang sangat memuaskan, dengan rata-rata persentase penyimpangan (*error*) sebesar 0,42% dari total 50 titik pengujian. Angka tersebut jauh berada di bawah ambang toleransi maksimal sensor (1%–2%), yang menunjukkan bahwa proses kalibrasi telah dilaksanakan dengan tingkat presisi tinggi sehingga data berat yang ditampilkan sangat akurat.
3. Perubahan variasi beban terbukti berpengaruh langsung terhadap status operasi sistem secara dinamis, di mana setiap perubahan massa dapat direspons tanpa adanya keterlambatan (*latensi*). Pada kondisi beban kritis ($>5,0$ kg), ESP32 langsung mengirimkan sinyal interupsi yang berhasil diterima oleh PLC untuk memutus aliran daya menuju kontaktor, sehingga motor terkunci dan operasional lift terhenti demi menjaga keselamatan sistem secara keseluruhan.

5.2. Saran

Guna penyempurnaan serta pengembangan penelitian ini pada masa mendatang, berikut beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan:

1. Pengembangan Sistem Berbasis IoT. Sistem monitoring yang saat ini masih bersifat lokal melalui layar TFT LCD dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan fitur Wi-Fi yang telah tersedia pada ESP32, sehingga pemantauan kapasitas beban dan status lift dapat dilakukan secara nirkabel melalui platform *Internet of Things* (IoT), baik melalui *smartphone* maupun web.
2. Penambahan Sensor Posisi Absolut. Selain *limit switch* mekanis yang telah digunakan, dapat ditambahkan sensor posisi seperti *rotary encoder* pada poros motor atau bagian mekanik lainnya untuk meningkatkan ketepatan titik pemberhentian (*leveling*) kabin lift pada setiap lantai.
3. Peningkatan Kapasitas Prototipe. Skala mekanik serta kapasitas load cell dapat ditingkatkan agar mampu mengakomodasi beban yang lebih besar, sehingga pengujian stabilitas sistem dapat lebih mencerminkan kondisi sesungguhnya pada *freight elevator* di lingkungan industri.

