

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, teknologi manufaktur di sektor pencahayaan, khususnya lampu LED, berkembang sangat pesat untuk memenuhi permintaan masyarakat akan produk yang hemat energi dan ramah lingkungan. Jika dibandingkan dengan lampu konvensional, lampu LED jauh lebih unggul karena konsumsi dayanya lebih efisien, masa pakainya lebih panjang, dan kualitas cahayanya lebih baik. Keunggulan inilah yang kemudian memotivasi banyak pihak, mulai dari industri skala kecil hingga perguruan tinggi untuk ikut memproduksi lampu LED.

Melihat peluang tersebut, Program Studi Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro mendirikan Vocalite sebagai sebuah unit produksi untuk lampu LED. Fasilitas ini didedikasikan sebagai area kerja agar mahasiswa dapat mengasah keterampilan manufaktur mereka di lini produksi lampu LED. Rangkaian perakitan di dalam Vocalite mencakup beberapa fase penting yang mengutamakan kontrol kualitas. Contoh utamanya adalah tahap pengepresan mekanis modul LED AC dengan *housing* lampu.

Tahap pengepresan ini bertujuan untuk menyatukan modul LED AC ke dalam *housing* lampu bagian bawah yang berbahan dasar plastik menggunakan metode *press-fit*. Berbeda dengan penggunaan material logam, *housing* plastik memiliki tingkat elastisitas yang terbatas sehingga sangat rawan pecah jika menerima gaya tekan yang berlebih. Di sisi lain, modul LED AC terdiri atas komponen elektronik yang rapuh, seperti *chip* LED dan kapasitor, yang dapat mengalami kerusakan fisik permanen jika silinder pneumatik memberikan gaya dorong melampaui batas toleransi materialnya.

Berdasarkan hasil observasi awal di Vocalite, proses pengepresan hingga saat ini masih sering menghadapi kendala akibat ketiadaan sistem pemantauan beban yang akurat. Gaya tekan yang tidak konsisten pada alat pres manual maupun semi-otomatis berisiko menyebabkan *human error*, di mana gaya tekan yang terlalu kecil akan mengakibatkan modul tidak terkunci sempurna, sementara gaya tekan

yang terlalu besar akan memecahkan *housing* plastik. Kondisi ini secara langsung berdampak pada meningkatnya angka produk cacat dan kerugian material di sisi produksi.

Perkiraan operator dalam menentukan gaya pengepresan merupakan kelemahan utama dalam sistem produksi manual. Tanpa adanya indikator beban yang terukur, sulit untuk menjamin bahwa setiap lampu yang diproduksi memiliki standar kekuatan kunci yang sesuai. Hal tersebut berisiko mengurangi masa pakai lampu apabila perpindahan panas dari modul ke *housing* tidak maksimal akibat pengepresan yang kurang rapat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu mengubah parameter kualitatif tersebut menjadi data kuantitatif yang presisi dan konsisten melalui otomatisasi.

Integrasi sensor *load cell* pada rancang bangun alat ini digunakan sebagai sensor utama dalam memberikan umpan balik kepada sistem kendali. Sensor *load cell* berfungsi untuk membaca beban dorongan secara *real-time* selama proses pengepresan berlangsung. Dengan adanya data umpan balik dari sensor tersebut, sistem kendali dapat mendeteksi ketika gaya tekan mencapai nilai yang telah ditetapkan tepat saat modul telah terkunci sempurna pada posisinya. Hal ini memungkinkan sistem untuk segera menghentikan gerakan silinder pneumatik sebelum gaya tekan mencapai titik kritis yang merusak bodi plastik maupun komponen elektronik pada modul LED.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul **"IMPLEMENTASI *LOAD CELL* SEBAGAI UMPAN BALIK SISTEM KENDALI GAYA TEKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT PRES MODUL LED AC DI VOCALITE"**. Inovasi ini diharapkan mampu membantu mengurangi risiko kerusakan material dan meningkatkan konsistensi kualitas produksi lampu LED, sekaligus meminimalkan risiko kerusakan produk selama proses perakitan berlangsung. Selain itu, inovasi ini juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran aplikatif khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Industri dalam memahami penerapan sistem otomasi di bidang industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut adalah rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini:

1. Bagaimana merancang dan membangun alat pres modul LED AC berbasis pneumatik untuk mengatasi masalah inkonsistensi gaya tekan pada sistem perakitan manual di Vocalite?
2. Bagaimana menerapkan umpan balik *load cell* pada mikrokontroler untuk menghentikan proses penekanan dan menarik kembali silinder pneumatik ketika gaya tekan mencapai nilai yang ditetapkan?
3. Bagaimana tingkat konsistensi gaya tekan yang dihasilkan alat pres dan kedalaman pemasangan modul LED AC ke dalam *housing* berdasarkan pengujian berulang?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan alat ini adalah:

1. Merancang dan membangun alat pres modul LED AC berbasis pneumatik untuk meningkatkan konsistensi gaya tekan pada proses perakitan di Vocalite.
2. Menerapkan sistem kendali berbasis mikrokontroler dengan umpan balik *load cell* untuk menghentikan proses penekanan dan menarik kembali silinder ketika gaya tekan mencapai nilai yang telah ditetapkan.
3. Menguji dan menganalisis tingkat konsistensi gaya tekan yang dihasilkan alat serta kedalaman pemasangan modul LED AC ke dalam *housing* melalui pengujian berulang.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, penelitian ini meningkatkan pemahaman serta keahlian teknis secara mendalam dalam merancang sistem kendali otomatis, khususnya pada

integrasi sensor *load cell* dengan aktuator pneumatik untuk kebutuhan manufaktur.

2. Untuk masyarakat, penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan produk lampu LED dengan metode perakitan yang sudah sesuai dengan standar.
3. Untuk Universitas Diponegoro dan unit produksi Vocalite, hasil rancang bangun ini membantu menekan angka produk cacat dan meningkatkan efisiensi perakitan, sekaligus menjadi referensi akademis serta alat peraga praktikum yang aplikatif bagi mahasiswa.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dari tujuan utama, berikut adalah batasan masalah yang telah ditetapkan pada penyusunan Tugas Akhir ini:

1. Objek penelitian dibatasi pada proses pemasangan modul LED AC ke dalam *housing* plastik menggunakan metode *press-fit* tanpa penambahan bahan perekat.
2. Implementasi dan pengujian alat dilakukan menggunakan sampel modul LED AC dan *housing* yang digunakan di Vocalite.
3. Pengukuran gaya tekan menggunakan *load cell* sebagai sensor utama dan sebagai pemberi umpan balik bagi mikrokontroler. Sensor tekanan hanya digunakan untuk memantau tekanan udara pada sistem pneumatik.
4. Aktuator yang digunakan adalah silinder pneumatik *double-acting* yang dikendalikan melalui katup solenoid 5/2, sedangkan pengolahan data dan sistem kendali menggunakan Arduino Nano.
5. Sistem kendali dibatasi pada proses mengakhiri penekanan dan menarik kembali silinder ketika gaya tekan mencapai nilai yang telah ditetapkan, tanpa proses penahanan gaya dalam jangka waktu tertentu.
6. Pengujian kinerja sistem dibatasi pada konsistensi gaya tekan dan kedalaman pemasangan modul LED AC ke dalam *housing* melalui pengujian berulang.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan yang baik, diperlukan sebuah sistematika penulisan. Tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. Halaman Judul
2. Halaman Persetujuan Tugas Akhir
3. Halaman Pengesahan Tugas Akhir
4. Surat Pernyataan Keaslian
5. Abstrak
6. *Abstract*
7. Halaman Persembahan
8. Kata Pengantar
9. Daftar Isi
10. Daftar Tabel
11. Daftar Gambar
12. Daftar Lampiran

1.6.1 Bagian Utama

Pembagian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang menyeluruh, mulai dari pemaparan alasan dasar pengerjaan proyek, landasan teori yang digunakan, hingga proses teknis perancangan dan pengujian alat pres pneumatik di Vocalite. Adapun rincian isi dari masing-masing bab dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang perancangan tugas akhir, rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori dasar dan literatur pendukung yang digunakan sebagai landasan dalam perancangan alat, seperti prinsip kerja sistem pneumatik, karakteristik sensor *load cell*, dan komponen mekanik pendukung lainnya.

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini menjelaskan tahapan kerja penelitian, mulai dari perancangan desain mekanik, pembuatan sistem kontrol, hingga prosedur perakitan alat pres secara keseluruhan.

BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tahapan pembuatan alat tugas akhir, yang mencakup proses perancangan *hardware* serta penyusunan *software*.

BAB V HASIL ANALISIS DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini menguraikan proses pengujian alat yang telah dibuat, data hasil pembacaan sensor *load cell*, serta analisis kinerja alat dalam mengendalikan gaya tekan pada saat proses pres berlangsung.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perancangan dan pengujian alat, serta saran dari penyusun yang dapat digunakan untuk penyempurnaan alat di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN