

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis alat press PCB housing lampu pneumatik dengan proteksi tekanan berbasis pressure transducer dan Arduino Nano, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat press PCB housing lampu pneumatik berhasil dirancang dan dibangun sesuai kebutuhan produksi pada badan usaha Vocalite. Sistem mekanik terdiri dari rangka besi hollow, dudukan silinder pneumatik, jig/fixture pemosisian housing lampu, dan box panel kendali. Sistem pneumatik menggunakan silinder pneumatik dan solenoid valve 5/2. Sistem elektrik menggunakan PCB custom hasil desain EasyEDA yang difabrikasi di JLCPCB.
2. Pressure transducer transmitter 5 V 1,2 MPa berhasil diintegrasikan dengan Arduino Nano sebagai sistem pemantau dan proteksi tekanan. Sensor membaca tekanan udara secara kontinu, dan nilainya ditampilkan secara real-time pada LCD 20x4. Arduino Nano memakai nilai tersebut sebagai dasar logika sebelum proses press dijalankan, lalu mengendalikan solenoid valve melalui relay. Sistem ini dilengkapi proteksi kelistrikan berupa dioda flyback 1N4007, filter RC dan kapasitor pada jalur sensor, serta tombol Stop/Emergency pada jalur 12 V.
3. Pada pengujian karakteristik pengisian, kompresor mampu mencapai setpoint tekanan 6 bar dalam 120–130 detik pada tiga siklus pengujian, dengan laju pengisian rata-rata sekitar 0,046–0,050 bar/detik. Pada pengosongan, tekanan turun dari 6 bar hingga mendekati 0 bar dalam sekitar 29 menit dengan laju sekitar 0,0034 bar/detik (siklus 1 dan 3). Hasil ini menunjukkan suplai dan pembacaan tekanan yang konsisten antar siklus.
4. Pada pengujian kemampuan press, alat mampu melakukan penekanan

berulang dalam satu kali pengisian kompresor. Dari 7 siklus pengujian diperoleh total 147 kali press berhasil, dengan rata-rata 21 kali per siklus. Jumlah tertinggi 24 kali (siklus ke-4) dan terendah 18 kali (siklus ke-6). Selisih yang kecil ini menunjukkan mekanisme press bekerja cukup konsisten dan stabil.

5. Pengujian kebocoran menunjukkan sistem pneumatik masih mengalami kebocoran yang cukup signifikan. Tekanan turun dari 6 bar ke 0 bar dalam 39 menit 46 detik, dengan laju rata-rata 0,1509 bar/menit (0,002515 bar/detik). Pada menit ke-10 tekanan turun 1,509 bar, atau 25,15% dari tekanan awal. Sumber kebocoran teridentifikasi pada keluaran solenoid yang disumbat silencer. Kebocoran ini berpengaruh pada stabilitas tekanan, beban kerja kompresor, dan konsistensi gaya tekan silinder.
6. Secara keseluruhan, alat yang dibuat telah berfungsi sebagai kesatuan sistem mekanik, pneumatik, dan kendali. Alat ini dapat menekan housing lampu secara berulang dengan tekanan yang dipantau oleh sensor, sehingga mendukung konsistensi proses press dan mengurangi ketergantungan pada operator dibanding proses manual.

6.2. Saran

Untuk penyempurnaan alat dan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan:

1. Periksa dan perbaiki sumber kebocoran pada keluaran solenoid valve (silencer), serta fitting, sambungan selang, dan seal silinder. Gunakan seal tape atau fitting yang lebih rapat, lakukan uji kebocoran dengan air sabun, lalu ulangi pengujian hold-pressure untuk memastikan laju penurunan tekanan berkurang.
2. Lakukan pengujian pada beberapa variasi tekanan di bawah, sama dengan, dan di atas setpoint. Catat respons relay dan solenoid, waktu tanggap sistem, serta tingkat keberhasilan proteksi. Bandingkan pembacaan pressure transducer dengan pressure gauge terkalibrasi untuk mengetahui akurasi dan error sensor.
3. Sebagian data pengosongan pada penelitian ini diperoleh dari

interpolasi foto pressure gauge. Sebaiknya data dicatat langsung dari pembacaan pressure transducer melalui Serial Monitor atau data logger dengan interval lebih rapat, agar hasilnya lebih akurat dan dapat direproduksi.

4. Tambahkan regulator tekanan, unit filter, dan pressure relief/safety valve sebagai proteksi mekanis tambahan bila sistem kendali elektronik gagal. Alarm berupa buzzer atau lampu indikator juga dapat ditambahkan agar operator langsung mengetahui saat tekanan tidak sesuai.
5. Lakukan pengujian pada housing lampu dalam jumlah lebih banyak, dengan pengukuran waktu siklus dan tingkat reject. Bandingkan hasilnya dengan proses manual untuk membuktikan peningkatan efisiensi dan konsistensi. Data gaya tekan dari load cell dan modul HX711 juga dapat dianalisis sebagai parameter kualitas press.
6. Pertimbangkan penambahan sensor posisi piston (reed switch atau limit switch), pencatatan data otomatis (SD card atau IoT), dan tangki udara berkapasitas lebih besar agar jumlah press per pengisian bertambah dan kompresor tidak sering menyala.
7. Lakukan pengecekan rutin pada sambungan pneumatik, kalibrasi sensor tekanan, dan kebersihan komponen agar alat tetap andal dalam jangka panjang.