



**IMPLEMENTASI *LOAD CELL* SEBAGAI UMPAN BALIK SISTEM
KENDALI GAYA TEKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT PRES
MODUL LED AC DI VOCALITE**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Ryan Juliary
40040622650049

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI LOAD CELL SEBAGAI UMPAN BALIK SISTEM KENDALI GAYA TEKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT PRES MODUL LED AC DI VOCALITE

Diajukan oleh:

Ryan Juliary

40040622650049

Telah disetujui dan diterima dengan baik oleh:

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.

NIP. 198812282015041002

Tanggal: 28/09/2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan

Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Tanggal: 28/09/2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI LOAD CELL SEBAGAI UMPAN BALIK SISTEM
KENDALI GAYA TEKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT PRES
MODUL LED AC DI VOCALITE**

Diajukan oleh:

Ryan Juliary

40040622650049

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada:

Hari : Senin

Tanggal : 28 September 2026

Penguji I



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.

NIP. 198908202019031012

Penguji II



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Penguji III



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.

NIP. 198812282015041002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan

Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryan Juliary

NIM : 40040622650049

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Judul Tugas : **IMPLEMENTASI LOAD CELL SEBAGAI UMPAN**

Akhir **BALIK SISTEM KENDALI GAYA TEKAN PADA
RANCANG BANGUN ALAT PRES MODUL LED AC
DI VOCALITE**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keahlian di suatu Perguruan Tinggi Indonesia. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 23 April 2026

Ryan Juliary

LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur penyusun panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Keluarga, untuk Ayah, Ibu, Kakak dan Adik saya yang sudah memberikan seluruh dukungan semampu dan sebaik mereka yang sangat berarti untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi STr. Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Teman-teman program studi STr. Teknik Listrik Industri angkatan 2022 yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan baik dalam proses perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir.
4. Semua pihak yang telah memberikan semangat, motivasi dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Terakhir, untuk diri sendiri, terima kasih karena telah bertahan dan tidak menyerah pada keadaan.

ABSTRAK

Pemasangan modul LED AC ke dalam *housing* plastik memerlukan gaya tekan yang terkontrol agar modul terpasang dengan baik tanpa menyebabkan kerusakan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pres pneumatik dengan *load cell* sebagai umpan balik untuk menghentikan penekanan serta mengevaluasi hasil pemasangan modul LED AC di Vocalite. Sistem menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali, modul HX711 sebagai pengolah sinyal *load cell*, silinder pneumatik AirTAC SC 50 × 150, *relay*, *solenoid valve* 5/2, sensor tekanan WPT-83G, dan LCD 20 × 4. Penghentian otomatis dilakukan ketika pembacaan mencapai *setpoint* yang diprogram sebesar 833,85 N, sehingga *relay* dinonaktifkan dan silinder kembali ke posisi awal. Pengujian pemasangan dilakukan pada tekanan nominal 5 bar terhadap lima sampel *housing* 55 mm dengan PCB 45 mm dan 15 sampel *housing* 60 mm dengan PCB 50 mm. Hasil perbandingan pembacaan *load cell* pada beban 82–2.025 g menunjukkan rata-rata galat relatif sebesar 0,26%, sedangkan sensor tekanan pada titik 1–5 bar menghasilkan rata-rata galat relatif sebesar 0,52% terhadap indikator AFR2000. Fungsi penghentian otomatis dan pengembalian silinder berhasil pada seluruh 20 percobaan. Kedalaman pemasangan seluruh sampel tercatat sebesar 5 mm dengan rentang 0 mm, serta tidak ditemukan kerusakan yang terlihat pada modul dan *housing*. Namun, konsistensi gaya aktual belum dapat ditentukan karena gaya maksimum setiap siklus belum dicatat dan sebagian pembacaan melampaui kapasitas nominal *load cell* 50 kg. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan fungsi kendali dan keseragaman kedalaman pemasangan pada sampel yang diuji, sedangkan pengukuran gaya memerlukan verifikasi lebih lanjut.

Kata Kunci: alat pres pneumatik, *load cell*, Arduino Nano, umpan balik gaya, modul LED AC.

ABSTRACT

Installing AC LED modules into plastic housings requires controlled pressing force to ensure proper assembly without damage. This study aims to design and construct a pneumatic press using load cell feedback to terminate pressing and evaluate AC LED module installation at Vocalite. The system comprises an Arduino Nano controller, an HX711 load cell interface, an AirTAC SC 50 × 150 pneumatic cylinder, a relay, a 5/2 solenoid valve, a WPT-83G pressure sensor, and a 20 × 4 LCD. Automatic termination occurs when the measured value reaches a programmed setpoint of 833,85 N, deactivating the relay and retracting the cylinder. Assembly tests were conducted at a nominal pressure of 5 bar using five 55 mm housings with 45 mm PCBs and fifteen 60 mm housings with 50 mm PCBs. Load cell readings at reference masses of 82–2,025 g yielded a mean relative error of 0.26%. Pressure sensor readings at 1–5 bar yielded a mean relative error of 0.52% against the AFR2000 gauge. Automatic termination and cylinder retraction succeeded in all 20 trials. All samples had a recorded installation depth of 5 mm, with a recorded range of 0 mm, and no visible damage to the modules or housings. However, actual force consistency could not be determined because peak force was not recorded for each cycle and some readings exceeded the load cell's nominal capacity of 50 kg. The results demonstrate successful control operation and uniform recorded installation depth for the tested samples, while force measurement

Keywords: *pneumatic press, load cell, Arduino Nano, force feedback, AC LED module.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“IMPLEMENTASI *LOAD CELL* SEBAGAI UMPAN BALIK SISTEM KENDALI GAYA TEKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT PRES MODUL LED AC DI VOCALITE”** dengan baik. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas doa, bantuan dan dukungannya kepada semua pihak. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Kebaikan-Nya sehingga penyusun diberikan kemudahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan maksimal.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiono, M.Si., Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Teman-teman Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri angkatan 2022 yang solid dan saling mendukung selama perkuliahan sampai dengan akhir
8. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu namun tidak mengurangi rasa hormat.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan maupun isi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, almamater Civitas Universitas Diponegoro, maupun pembaca pada umumnya dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, September 2026

Ryan Juliary

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Mesin Pres Pneumatik.....	9
2.3 Prinsip Kerja Sistem Pneumatik	11
2.3.1 Udara Bertekanan	12
2.3.2 Tekanan Udara.....	13
2.3.3 Aliran Udara	14
2.3.4 Kecepatan Silinder.....	15
2.3.5 Pembuangan Udara.....	16
2.4 Silinder Pneumatik <i>Double-Acting</i>	16

2.5 Prinsip Kerja Alat Pres Modul LED AC.....	19
2.6 Sistem Kendali Gaya Tekan.....	21
2.6.1 Sistem Kendali Umpan Balik	21
2.6.2 <i>Setpoint</i> Gaya Tekan.....	22
2.6.3 Konsistensi Gaya Tekan	22
2.6.4 Konsistensi Kedalaman Pengepresan	23
2.6.5 Konsistensi Hasil Pengepresan	23
2.7 Komponen Sistem Pneumatik.....	24
2.7.1 Silinder Pneumatik SC 50 × 150	25
2.7.2 Solenoid <i>Valve</i> AirTAC 4V210-08	26
2.7.3 <i>Speed Controller</i> SL8-02.....	27
2.7.4 Sensor Tekanan WPT-83G	28
2.7.5 <i>Filter Regulator</i> AFR-2000	29
2.8 Komponen Sistem Elektronik dan Kendali.....	31
2.8.1 Arduino Nano	32
2.8.2 Modul HX711	33
2.8.3 <i>Strain Gauge Load Cell</i>	34
2.8.4 <i>Power Supply</i> Mean Well RD-35A	40
2.8.5 LCD 20 × 4 I ² C PCF8574.....	41
2.8.6 <i>Relay 5 Volt Single Channel</i>	42
2.8.7 Schneider Electric Harmony XB5AA31	44
2.8.8 Schneider Electric Harmony XB5AA42	45
2.8.9 Resistor 1 kΩ	46
2.8.10 Dioda	1N4007
47	
2.8.11 Kapasitor Elektrolit 100 μF dan Kapasitor Keramik 100 nF	48
2.8.12 MCB Powell C88N 1 Fasa 16 A	49
2.9 <i>Software</i> Pendukung	50
2.9.1 Arduino IDE	50

2.9.2 Autodesk Fusion	51
BAB III.....	52
3.1 Perancangan Sistem	52
3.1.1 Diagram Blok Sistem Pneumatik.....	52
3.1.2 <i>Input</i>	53
3.1.3 Proses	54
3.1.4 <i>Output</i>	54
3.1.5 <i>Supply</i>	55
3.2.1 Perancangan Rangkaian.....	56
3.2.2 Perancangan <i>Wiring</i> 12 Volt.....	57
3.2.3 Perancangan <i>Wiring</i> 5 Volt.....	58
3.2.4 Perancangan <i>Wiring</i> Keseluruhan.....	59
3.2.5 Alokasi Pin Arduino Nano.....	61
3.2 <i>Design</i> PCB Menggunakan EasyEDA.....	62
3.3.1 Perancangan Skematik.....	62
3.3.2 Perancangan Jalur PCB.....	63
3.3.3 Tampilan PCB	65
3.3 Perancangan Sistem Pneumatik	67
3.4.1 Pengaturan Tekanan dan Aliran Udara.....	68
3.4.2 Penempatan Sensor Tekanan	69
3.4 Perancangan Mekanik Alat	69
3.5.1 Perancangan Rangka Alat.....	69
3.5.2 Perancangan Dudukan <i>Housing</i> , <i>Load Cell</i> , dan Penekan	70
3.5 Perancangan Panel Kontrol.....	71
3.6 Perancangan Software.....	72
3.7.1 Flowchart Program Utama.....	73
3.7.2 Pembacaan <i>Load Cell</i> dan Proses <i>Tare</i>	75
3.7.3 Pembacaan Sensor Tekanan	76
3.7.4 Pembacaan Tombol Kendali dan <i>Relay</i>	76
3.7.5 Tampilan LCD	77
BAB IV	78

4.1	Alat dan Bahan Pembuatan	78
4.2	Pembuatan Perangkat Keras.....	79
4.2.1	Pembuatan Rangka dan Dudukan.....	79
4.2.2	Pembuatan PCB Kontrol.....	80
4.2.3	Penataan <i>Layout</i> Komponen di Dalam <i>Panel Box</i>	81
4.2.4	Pengawatan Kabel	82
4.2.5	Perakitan Sistem Pneumatik	84
4.3	Pembuatan Perangkat Lunak.....	86
4.3.1	Pembuatan Program Pada Arduino IDE	86
4.3.2	Pemograman Pembacaan Sensor	87
4.3.3	Pemograman <i>Relay</i> , Tombol, dan Setpoint	88
4.3.4	Pemograman Tampilan LCD dan <i>Tare</i>	89
	BAB V.....	92
5.1	Prosedur Pengukuran dan Pengujian.....	92
5.2	Pengujian <i>Supply</i>	93
5.2.1	Pengujian Tegangan Keluaran 5 V DC	94
5.2.2	Pengujian Tegangan Keluaran 12 V DC	95
5.2.3	Analisis Hasil Pengujian <i>Supply</i>	96
5.3	Kalibrasi <i>Load Cell</i>	96
5.4	Pengujian Sensor <i>Pressure</i>	98
5.5	Pengujian Sistem Kendali dan Pneumatik	101
5.5.1	Pengujian Tombol <i>Start</i> dan <i>Stop</i>	101
5.5.2	Pengujian <i>Relay</i> dan <i>Solenoid Valve</i>	103
5.5.3	Pengujian Tampilan LCD	104
5.6	Karakterisasi Gaya Dorong Silinder Berdasarkan Tekanan Udara.....	105
5.6.1	Parameter dan Batas Pengujian	105
5.6.2	Perhitungan Gaya Dorong Teoritis pada Tekanan 1-5 Bar	106
5.6.3	Hasil Pengukuran Gaya Dorong Aktual	107
5.6.4	Grafik Hubungan Tekanan Udara dengan Gaya Dorong	108
5.6.5	Analisis Penyimpangan	110
5.7	Pengujian Kendali Gaya Tekan dan Hasil Pengepresan	112

5.7.1 Penentuan Target Gaya Pengepresan.....	112
5.7.2 Pengujian Penghentian Otomatis.....	114
5.7.3 Pengujian Konsistensi Gaya Tekan	116
5.7.4 Pengujian Konsistensi Kedalaman Modul LED AC	117
5.7.5 Pemeriksaan Kondisi Modul dan <i>Housing</i>	118
5.7.6 Analisis Hasil Pengujian Berulang	119
BAB VI	121
6.1 Kesimpulan	121
6.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Spesifikasi Silinder Pneumatik SC 50x150	26
Tabel 2-2 Spesifikasi Solenoid 4V210-08	27
Tabel 2-3 Spesifikasi SL8-02.....	28
Tabel 2-4 Spesifikasi Sensor Tekanan WPT-83G	29
Tabel 2-5 Spesifikasi AFR-2000.....	30
Tabel 2-6 Spesifikasi Arduino Nano V3 <i>Type-C</i>	33
Tabel 2-7 Spesifikasi Modul HX711	34
Tabel 2-8 Spesifikasi <i>Strain Gauge Load Cell</i>	39
Tabel 2-9 Spesifikasi Mean Well RD-35A	41
Tabel 2-10 Spesifikasi LCD 20 × 4	42
Tabel 2-11 Relay 5 Volt Single Channel	43
Tabel 2-12 Spesifikasi Schneider Electric Harmony XB5AA31	44
Tabel 2-13 Spesifikasi Schneider Electric Harmony XB5AA42.....	46
Tabel 2-14 Spesifikasi MCB Powell C88N 1 Fasa 16 A.....	49
Tabel 3-1 Alokasi Pin Arduino Nano.....	61
Tabel 4-1 Daftar Alat yang Digunakan.....	78
Tabel 4-2 Daftar Bahan yang Digunakan.....	78
Tabel 4-3 Penetapan Pin Pada Program.....	86
Tabel 4-4 Pemograman Tampilan LCD.....	90
Tabel 5-1 Tabel hasil pengujian tegangan keluaran 5 V DC	94
Tabel 5-2 Tabel hasil pengujian tegangan keluaran 12 V DC	95
Tabel 5-3 Tabel Hasil Perbandingan Load Cell dengan Timbangan Pembanding.....	97
Tabel 5-4 Perbandingan Pembacaan Tekanan AFR2000 dengan Sensor Pressure	99
Tabel 5-5 Tabel Hasil Pengujian Tombol Start dan Tombol Stop.....	102
Tabel 5-6 Tabel Hasil Pengujian Relay dan Solenoid Valve.....	103
Tabel 5-7 Tabel Hasil Pengujian Tampilan LCD	104
Tabel 5-8 Tabel Hasil Perhitungan Gaya Dorong Teoritis	107
Tabel 5-9 Tabel Hasil Pengukuran Gaya Dorong Aktual	108

Tabel 5-10 Tabel Data gaya dorong teoretis dan rata-rata gaya aktual.....	109
Tabel 5-11 Hasil Perhitungan Penyimpangan Gaya Aktual Terhadap Gaya Teoretis.....	111
Tabel 5-13 Acuan Tekanan Pengepresan dan Gaya Dorong Teoritis	112
Tabel 5-14 Pengujian Penghentian Otomatis -1.....	114
Tabel 5-15 Pengujian Penghentian Otomatis -2.....	115
Tabel 5-16 Ringkasan Pengujian Gaya Tekan	116
Tabel 5-17 Hasil Pengujian Konsistensi Kedalaman Pemasangah PCB	117
Tabel 5-18 Hasil Pemeriksaan Kondisi Modul LEd AC dan Housing	118
Tabel 5-19 Hasil Pengujian Berulang	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Alur Prinsip Kerja Sistem Pneumatik	12
Gambar 2-2 Bagian Regulator Filter.....	13
Gambar 2-3 Prinsip Kerja Katup Solenoid 5/2	14
Gambar 2-4 Pengaturan Kecepatan Silinder	15
Gambar 2-5 Silinder Pneumatik SC 50 × 150.....	25
Gambar 2-6 Solenoid 4V210-08	26
Gambar 2-7 SL8-02 <i>Speed Controller</i>	27
Gambar 2-8 Sensor Tekanan WPT-83G	28
Gambar 2-9 AFR- 2000	29
Gambar 2-10 Arduino Nano V3 USB <i>Type-C</i>	32
Gambar 2-11 Modul HX711	33
Gambar 2-12 <i>Strain Gauge Load Cell</i>	34
Gambar 2-13 Konfigurasi Dasar <i>Load Cell</i>	35
Gambar 2-14 Hubungan <i>setpoint</i> , proses pengepresan, dan <i>feedback</i> gaya tekan	38
Gambar 2-15 Mean Well RD-35A	40
Gambar 2-16 LCD 20 × 4	41
Gambar 2-17 Relay 5 Volt <i>Single Channel</i>	42
Gambar 2-18 Schneider Electric Harmony XB5AA31	44
Gambar 2-19 Schneider Electric Harmony XB5AA42.....	45
Gambar 2-20 Resistor 1 kΩ	46
Gambar 2-21 Dioda 1N4007	47
Gambar 2-22 Kapasitor Elektrolit 100 μF dan Kapasitor Keramik 100 nF	48
Gambar 2-23 MCB Powell C88N 1 Fasa 16 A.....	49
Gambar 2-24 Arduino IDE.....	50
Gambar 2-25 Autodesk Fusion	51
Gambar 3-1 Diagram Blok Sistem Pneumatik.....	52
Gambar 3-2 Distribusi Supply	55
Gambar 3- 3 Gambar Rangkaian.....	56
Gambar 3-4 Wiring 12 Volt	57

Gambar 3-5 Wiring 5 Volt	58
Gambar 3-6 Gambar Perancangan Wiring Keseluruhan.....	59
Gambar 3-7 Rangkaian Skematik	62
Gambar 3-8 Top Layer PCB	64
Gambar 3-9 Bottom Layer PCB.....	65
Gambar 3-10 Tampilan Final PCB	66
Gambar 3-11 Rangkaian Sistem Pneumatik	67
Gambar 3-12 Kompresor dan AFR 2000	68
Gambar 3-13 Letak Sensor Tekanan.....	69
Gambar 3-14 Rangka Dudukan Silinder Pneumatik.....	69
Gambar 3-15 Dudukan Housing dan Bracket Load Cell	70
Gambar 3-16 Panel Kontrol	71
Gambar 3-17 Flowchart Program Pres Pneumatik.....	74
Gambar 4-1 Rangka dan Dudukan Silinder	80
Gambar 4-2 Hasil Pencetakan PCB	81
Gambar 4-3 Penataan Komponen di Panel Kontrol	82
Gambar 4-4 Pengawatan Kabel.....	84
Gambar 4-5 Sistem Pneumatik.....	85
Gambar 5-1 Grafik gabungan gaya dorong teoretis dan aktual	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program	126
Lampiran 2 Datasheet Pneumatic.....	138
Lampiran 3 Datasheet Selenoid Valve	141
Lampiran 4 Datasheet HX711	142