

**ALAT PENGISI MINYAK GORENG OTOMATIS
BERDASARKAN MASSA DAN VOLUME MENGGUNAKAN
LOAD CELL BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**



**ILHAM MULYA YUSUF
5215111714**

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2016**

ABSTRAK

Ilham Mulya Yusuf, *Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa dan Volume menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Mega 2560*. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2015. Dosen Pembimbing, Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT dan Muhammad Yusro, S.Pd, MT.

Tujuan pembuatan penelitian ini adalah merancang, membuat, dan menguji alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 yang dapat melakukan pengisian minyak goreng secara otomatis berdasarkan massa dan volume.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang meliputi perencanaan, analisis kebutuhan perancangan, pengujian, dan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan. Alat ini dapat melakukan pengisian $\frac{1}{2}$ l minyak goreng dengan *error* pengisian 0,12%, $\frac{1}{2}$ kg dengan *error* 0,05%, 1 l dengan *error* 0,02%, dan 1 kg dengan *error* 0,03%.

Kata kunci : Pengisi, Minyak Goreng, Otomatis, *Load Cell*, Arduino Mega 2560

ABSTRACT

Ilham Mulya Yusuf, *Cooking Oil Filler Automatic Tool Based on Mass and Volume using the Load Cell Based Arduino Mega 2560*. Thesis. Jakarta, Electronics Engineering Education Program, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2015. Supervisor, Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT and Muhammad Yusro, S.Pd, MT.

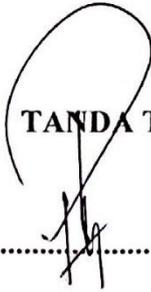
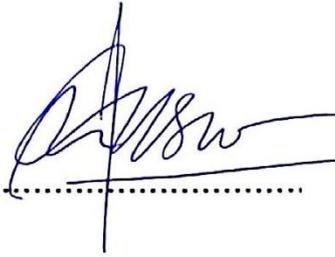
The purpose of making this study is to design, create, and test the cooking oil filler tool automatically based on the mass and volume using a load cell based arduino mega 2560 can perform automatic cooking oil filling by mass and volume.

This research was conducted using the method of research and development, which includes planning, requirements analysis design, testing, and implementation of hardware and software.

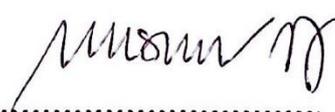
Based on the results of testing that has been done, it can be concluded that the tool automatically based on the cooking oil filler mass and volume using a load cell based arduino mega 2560 can work properly as designed. This tool can perform filling $\frac{1}{2}$ l cooking oil with a filling error 0,12%, $\frac{1}{2}$ kg with an error of 0,05%, 1 l with error 0,02%, and 1 kg with an error 0,03%.

Keywords : Fillers, Cooking Oils , Automatic, Load Cell, Arduino Mega 2560

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT.</u> (Dosen Pembimbing I)		10 / 2 / 2016
<u>Muhammad Yusro, S.Pd, MT.</u> (Dosen Pembimbing II)		11 / 2 / 2016

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Drs. Wisnu Djatmiko, MT.</u> (Ketua Sidang)		10/2 ²⁰¹⁶
<u>Dr. Baso Maruddani, MT.</u> (Sekretaris)		3 - 2 - 2016
<u>Drs. Jusuf Bintoro, MT.</u> (Dosen Ahli')		5 - 2 - 2016

Tanggal Lulus : 26 Januari 2016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi saya yang berjudul “Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa dan Volume Menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Mega 2560” ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan sebutan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2016

Yang Membuat Pernyataan

Ilham Mulya Yusuf

5215111714

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan segala nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa dan Volume Menggunakan *Load Cell* Berbasis Arduino Mega 2560”. Semoga penelitian skripsi ini dapat dipergunakan sebagai suatu acuan maupun pedoman bagi orang yang membacanya.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika FT UNJ. Peneliti menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna sehingga peneliti memerlukan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Oleh karena itu, Peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNJ yang juga merupakan Dosen Pembimbing I pada penelitian skripsi ini.
2. Muhammad Yusro, S.Pd, MT, selaku dosen pembimbing II.
3. Taryudi, ST, MT, selaku pembimbing akademik.
4. Kedua orang tua serta teman-teman yang selalu memberikan semangat dan doa untuk kelancaran penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT. membalas semua kebaikannya.

Peneliti

Ilham Mulya Yusuf

5215111714

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Pembuatan Alat	5
BAB II KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1 Definisi Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa dan Volume Menggunakan <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino Mega 2560.....	7
2.1.2 Minyak Goreng	7
2.1.3 Massa	8
2.1.3.1 Massa jenis	9
2.1.4 Volume.....	9

2.1.5 <i>Load Cell</i>	9
2.1.5.1 Modul HX711	11
2.1.6 Arduino	16
2.1.6.1 Arduino Mega 2560	16
2.1.6.2 Aplikasi Program Arduino IDE.....	17
2.1.7 Motor Servo	18
2.1.8 <i>Photodiode</i>	21
2.1.9 <i>Limit Switch</i>	22
2.1.10 Motor <i>DC Gearbox</i>	22
2.1.11 <i>LCD 16 x 2</i>	24
2.2 Kerangka Berfikir	28
2.2.1. Blok Diagram Sistem Alat.....	29
2.2.2 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat	31
2.2 Hipotesis Penelitian	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1. Tujuan Penelitian.....	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.3 Metode Penelitian	34
3.3.1 Analisis Kebutuhan Sistem	35
3.3.2. Perancangan Sistem	36
3.3.2.1. Kriteria Sistem Alat.....	36
3.3.3. Pengujian dan Analisis.....	37
3.3.4. Implementasi Sistem Perangkat Keras.....	39
3.3.5. Implementasi Sistem Perangkat Lunak.....	39
3.4. Rancangan Penelitian	40
3.4.1. Menentukan Diagram Blok Sistem.....	41

3.4.2. Perancangan Perangkat Keras	43
3.4.2.1. Perancangan <i>Load Cell</i> Sebagai Sensor Massa.....	43
3.4.2.2 Perancangan Keran Elektronik.....	44
3.4.2.3. Perancangan Lengan Penggeser	46
3.4.2.4. Meja alat.....	59
3.4.2.5. Penampungan Minyak Goreng.....	62
3.4.2.8. Rangkaian Regulator Tegangan	62
3.4.2.9. Perancangan Kemasan Minyak Goreng	65
3.4.2.10. Pengintegrasian Rangkaian Elektronika secara Keseluruhan	66
3.4.3. Perancangan Perangkat Lunak	71
3.4.3.1. Diagram Alir Perangkat Lunak (Program Arduino Mega 2560) ..	72
3.5. Instrumen Penelitian	83
3.6 Prosedur Penelitian	85
3.7 Teknik Analisis Data	85
3.7.1 Kriteria Pengujian <i>Hardware</i>	86
3.7.1.1 Pengujian <i>Load Cell</i>	86
3.7.1.2 Pengujian Motor Servo Keran Elektronik.....	87
3.7.1.3 Pengujian Sensor <i>Photodiode</i> dan Sensor <i>Limit Switch</i>	90
3.7.1.4 Pengujian Driver Motor <i>DC Gear Box</i>	94
3.7.1.5 Pengujian Motor Servo Penggenggam.....	96
3.7.1.6 Pengujian <i>LCD 16x2</i>	102
3.7.1.7 Pengujian Regulator Tegangan	102
3.7.1.8 Pengujian Massa Jenis Minyak Goreng dan Massa Kemasan	106
3.7.1.9 Pengujian Kelayakan Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa Menggunakan <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino Mega 2560	107
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	112

4.1 Hasil Penelitian.....	112
4.1.1 Hasil Pengujian	119
4.1.1.1 Hasil Pengujian <i>Load Cell</i>	119
4.1.1.2 Hasil Pengujian Motor Servo Keran Elektronik	121
4.1.1.3 Hasil Pengujian Sensor <i>Photodiode</i> dan Sensor <i>Limit Switch</i>	128
4.1.1.4 Hasil Pengujian Driver Motor <i>DC Gear Box</i>	135
4.1.1.5 Hasil Pengujian Motor Servo Penggenggam	140
4.1.1.6 Hasil Pengujian <i>LCD 16x2</i>	147
4.1.1.7 Hasil Pengujian Regulator Tegangan.....	148
4.1.1.8 Hasil Pengujian Massa Jenis Minyak Goreng dan Massa Kemasan	152
4.1.1.9 Hasil Pengujian Kelayakan Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa Menggunakan <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino Mega 2560	154
4.2 Pembahasan	162
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	164
5.1 Kesimpulan.....	164
5.2 Saran	165
DAFTAR PUSTAKA	166
LAMPIRAN	168
Lampiran 1. Program Arduino Mega 2560	168

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Timbangan Bebek	2
Gambar 2.1 Minyak goreng dalam kemasan	8
Gambar 2.2 <i>Load Cell</i>	10
Gambar 2.3 4 Buah <i>Strain Gauge</i> dirangkai membentuk jembatan wheatstone .	10
Gambar 2.4 Konduktor	11
Gambar 2.5 HX711.....	12
Gambar 2.6 Data keluaran, pemilihan masukan dan penguatan.....	13
Gambar 2.7 Arduino Mega 2560	17
Gambar 2.8 <i>Form Splash</i> Arduino IDE 1.5.8.....	17
Gambar 2.9 Sistem mekanis motor servo	18
Gambar 2.10 Lebar pulsa dan posisi servo	19
Gambar 2.11 Simbol skematik photodiode	21
Gambar 2.12 Bentuk <i>limit switch</i>	22
Gambar 2.13 <i>Gear Ratio</i>	24
Gambar 2.14 <i>LCD</i> 16x2.....	24
Gambar 2.15 Blok diagram kerangka berfikir	28
Gambar 2.16 Blok diagram sistem alat.....	29
Gambar 2.17 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat.....	32
Gambar 3.1 Tahap-tahap metodologi penelitian perancangan alat	35
Gambar 3.2 Diagram blok sistem alat	41
Gambar 3.3 Gambaran alat secara umum.....	42
Gambar 3.4 Rancangan sensor massa.....	43
Gambar 3.5 Integrasi <i>load cell</i> , HX711, dan arduino mega 2560	44
Gambar 3.6 Perancangan keran elektronik	45
Gambar 3.7 Integrasi motor servo keran elektronik	46
Gambar 3.8 Keran elektronik dan keran stopper	46
Gambar 3.9 Lengan penggerak dengan penggenggam di posisi <i>horizontal</i>	47
Gambar 3.10 Lengan penggerak dengan penggenggam pada posisi <i>vertical</i>	47
Gambar 3.11 Ukuran bagian lengan penggeser dengan satuan millimeter (mm)	48
Gambar 3.12 Ukuran bagian lengan penggeser dengan satuan millimeter (mm)	49

Gambar 3.13 Posisi sensor-sensor pada lengan penggeser.....	50
Gambar 3.14 Skema dan <i>layout</i> sensor <i>photodiode</i> dan <i>limit switch</i> lengan L...	51
Gambar 3.15 Skema dan <i>layout</i> sensor <i>photodiode</i> dan <i>limit switch</i> lengan KG	52
Gambar 3.16 Integrasi rangkaian sensor dengan arduino dan regulator	53
Gambar 3.17 Skema dan <i>layout</i> rangkaian <i>driver</i> motor <i>dc</i> lengan L.....	55
Gambar 3.18 Skema dan <i>layout</i> rangkaian <i>driver</i> motor <i>dc</i> lengan KG	56
Gambar 3.19 Integrasi rangkaian <i>driver</i> dengan arduino dan regulator.....	57
Gambar 3.20 Integrasi motor servo penggenggam dengan arduino mega 2560 dan regulator	59
Gambar 3.21 Rancangan meja beserta dimensi dengan satuan mm.	60
Gambar 3.22 Skema dan <i>layout</i> LCD16x2.....	61
Gambar 3.23 Integrasi LCD16x2 dengan Arduino Mega 2560	61
Gambar 3.24 Rancangan penampungan minyak goreng	62
Gambar 3.25 Skema dan <i>layout</i> rangkaian regulator.....	64
Gambar 3.26 Integrasi regulator dengan Arduino mega 2560	65
Gambar 3.27 Kemasan <i>standing Pouch</i>	66
Gambar 3.28 Skema keseluruhan terfokus pada <i>load cell</i> dan hx711, dan skema sensor <i>photodiode</i> dan <i>limit switch</i> lengan untuk L dan lengan KG.....	67
Gambar 3.29 Skema keseluruhan terfokus pada <i>driver</i> motor <i>dc</i> dan motor servo	68
Gambar 3.30 Skema keseluruhan terfokus pada skema regulator	69
Gambar 3.31 Skema keseluruhan terfokus pada skema rangkaian LCD16x2.....	70
Gambar 3.32 Diagram alir perangkat lunak	80
Gambar 4.1 Sensor massa menggunakan <i>load cell</i>	113
Gambar 4.2 Keran Elektronik.....	113
Gambar 4.3 Lengan penggeser L (kiri) dan lengan penggeser KG (kanan).....	114
Gambar 4.4 Rangkaian sensor <i>photodiode</i> dan <i>limit switch</i> untuk lengan penggeser L (kiri) dan KG (kanan)	114
Gambar 4.5 Rangkaian <i>driver</i> motor <i>dc gearbox</i> untuk lengan penggeser L (kiri) dan KG (kanan)	115
Gambar 4.6 Meja alat	115
Gambar 4.7 Rangkaian <i>LCD</i> 16x2	116

Gambar 4.8 Penampungan minyak goreng.....	116
Gambar 4.9 Rangkaian regulator tegangan	117
Gambar 4.10 Kemasan minyak goreng	117
Gambar 4.11 Alat secara keseluruhan	118
Gambar 4.12 Kalibrasi <i>load cell</i> dengan anak timbangan 500g.....	119
Gambar 4.13 Baris program kalibrasi.....	120
Gambar 4.14 Hasil pengujian <i>load cell</i>	120
Gambar 4.15 Hasil pengujian motor servo katup	122
Gambar 4.16 Hasil pengujian motor servo penadah.....	123
Gambar 4.17 Hasil pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran	125
Gambar 4.18 Hasil pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah	127
Gambar 4.19 Hasil pengujian sensor <i>photodiode</i> lengan L.....	129
Gambar 4.20 Hasil pengujian sensor <i>photodiode</i> lengan KG.....	130
Gambar 4.21 Hasil pengujian <i>limit switch</i> lengan L.....	132
Gambar 4.22 Hasil pengujian <i>limit switch</i> lengan KG	134
Gambar 4.23 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak horisontal lengan L.....	136
Gambar 4.24 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak vertikal lengan L.....	137
Gambar 4.25 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak horisontal lengan KG.....	138
Gambar 4.26 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak vertikal lengan KG	139
Gambar 4.27 Hasil pengujian motor servo kanan penggenggam lengan L.....	141
Gambar 4.28 Hasil pengujian motor servo kiri penggenggam lengan L.....	142
Gambar 4.29 Hasil pengujian motor servo kanan penggenggam lengan KG....	143
Gambar 4.30 Hasil pengujian motor servo kiri penggenggam lengan KG	144
Gambar 4.31 Hasil pengujian pengisian ½ l.....	156
Gambar 4.32 Hasil pengujian pengisian 1 l.....	158
Gambar 4.33 Hasil pengujian pengisian ½ kg.....	160

Gambar 4.34 Hasil pengujian pengisian 1kg..... 162

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kontrol Pulsa PD_SCK	13
Tabel 2.2 Keterangan Pewaktuan T1, T2, T3, dan T4.....	14
Tabel 3.1 Dimensi kemasan.....	66
Tabel 3.2 <i>Input</i> Arduino Mega 2560	81
Tabel 3.3 <i>Output</i> Arduino Mega 2560	82
Tabel 3.4 Pengujian <i>load cell</i> dan HX711.....	86
Tabel 3.5 Pengujian motor servo katup	87
Tabel 3.6 Pengujian motor servo penadah.....	88
Tabel 3.7 Pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran	89
Tabel 3.8 Pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah.....	90
Tabel 3.9 Pengujian Sensor <i>Photodiode</i> lengan L.....	91
Tabel 3.10 Pengujian Sensor <i>Photodiode</i> lengan KG	91
Tabel 3.11 Pengujian <i>limit switch</i> lengan L	92
Tabel 3.12 Pengujian <i>limit switch</i> lengan kg.....	93
Tabel 3.13 Pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>gearbox</i> gerak horisontal lengan L.....	94
Tabel 3.14 Pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>gearbox</i> gerak vertikal lengan L.....	94
Tabel 3.15 Pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor gerak <i>gearbox</i> horisontal lengan KG	95
Tabel 3.16 Pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>gearbox</i> gerak vertikal lengan KG	95
Tabel 3.17 Pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan L	97
Tabel 3.18 Pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan L	98
Tabel 3.19 Pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan KG.....	99
Tabel 3.20 Pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan KG.....	100
Tabel 3.21 Pengujian Posisi Motor Servo untuk Menggenggam Kemasan	101
Tabel 3.22 Pengujian <i>LCD</i> 16x2	102
Tabel 3.23 Pengujian tegangan <i>output</i> regulator	103
Tabel 3.24 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo keran.....	103

Tabel 3.25 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L	104
Tabel 3.26 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG	105
Tabel 3.27 Massa jenis minyak goreng yang digunakan.....	106
Tabel 3.28 Massa kemasan minyak goreng yang digunakan	106
Tabel 3.29 Pengujian pengisian ½ l.....	108
Tabel 3.30 Pengujian pengisian 1 l.....	109
Tabel 3.31 Pengujian pengisian ½ kg.....	110
Tabel 3.32 Pengujian pengisian 1kg.....	111
Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>load cell</i>	120
Tabel 4.2 Hasil pengujian motor servo katup.....	122
Tabel 4.3 Hasil pengujian motor servo penadah	123
Tabel 4.4 Hasil pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran	124
Tabel 4.5 Hasil pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah	126
Tabel 4.6 Hasil pengujian sensor <i>photodiode</i> lengan L.....	129
Tabel 4.7 Hasil pengujian sensor <i>photodiode</i> lengan KG	130
Tabel 4.8 Hasil pengujian <i>limit switch</i> lengan L	131
Tabel 4.9 Hasil pengujian <i>limit switch</i> lengan KG	133
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak horisontal lengan L.....	135
Tabel 4.11 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak vertikal lengan L.....	136
Tabel 4.12 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak horisontal lengan KG.....	137
Tabel 4.13 Hasil pengujian <i>driver</i> motor untuk mengendalikan motor <i>dc gearbox</i> gerak vertikal lengan KG	138
Tabel 4.14 Hasil pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan L...	141
Tabel 4.15 Hasil pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan L.....	142
Tabel 4.16 Hasil pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan KG	143
Tabel 4.17 Hasil pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan KG....	144

Tabel 4.18 Hasil pengujian posisi motor servo untuk menggenggam kemasan.	146
Tabel 4.19 Hasil pengujian <i>LCD</i> 16x2	147
Tabel 4.20 Hasil pengujian tegangan <i>output</i> regulator	148
Tabel 4.21 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo keran	149
Tabel 4.22 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L.....	150
Tabel 4.23 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG	151
Tabel 4.24 Massa jenis minyak goreng yang digunakan.....	152
Tabel 4.25 Massa kemasan minyak goreng yang digunakan	153
Tabel 4.26 Hasil pengujian pengisian ½ l	155
Tabel 4.27 Hasil pengujian pengisian 1 l	157
Tabel 4.28 Hasil pengujian pengisian ½ kg	159
Tabel 4.29 Hasil pengujian pengisian 1 kg	161

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Arduino Mega 2560	168
--	-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Minyak goreng merupakan bahan makanan berbentuk cair yang mudah sekali ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Minyak goreng digunakan secara luas mulai dari rumah tangga hingga industri makanan.

Pada penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Ketaren, 1986, p.130).

Pada umumnya, minyak goreng digunakan untuk menggoreng bahan makanan agar bahan makanan menjadi matang. Banyak sekali makanan yang diolah dengan cara digoreng yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia seperti kerupuk, tempe goreng, tahu goreng, ayam goreng, nasi goreng, kue kering, dan lain-lain. Makanan tersebut memiliki keistimewaan tersendiri dibandingkan makanan yang dikukus atau direbus karena makanan yang digoreng ini biasanya memiliki ciri khas yaitu garing, renyah, dan gurih.

Banyaknya makanan yang proses olahannya menggunakan minyak goreng membuat minyak goreng menjadi bahan makanan yang sangat dibutuhkan masyarakat.

Minyak goreng bisa didapatkan pada toko-toko yang menjual minyak goreng di lingkungan masyarakat, di pasar tradisional, dan juga bisa didapatkan di pasar swalayan. Minyak goreng yang dijual pada toko-toko yang menjual minyak

goreng di lingkungan masyarakat dan di pasar tradisional adalah minyak goreng kemasan bermerk dan minyak goreng curah.

Toko-toko yang menjual minyak goreng biasanya menjual minyak goreng curah dengan ukuran massa yang diantaranya adalah $\frac{1}{2}$ kg dan 1 kg, sedangkan minyak goreng kemasan bermerk dijual dengan ukuran volume yang diantaranya adalah 1 liter dan 2 liter.

Minyak goreng curah masih diisi sendiri oleh masing-masing toko yang menjual minyak goreng. Toko tersebut melakukan pengisian minyak goreng secara manual. Pengisian secara manual ini dilakukan dengan cara mengisi minyak goreng menggunakan cangkir dan corong, sekaligus mengukur massa minyak goreng menggunakan timbangan bebek.



Gambar 1.1 Timbangan Bebek

(Sumber : w30.indonetwork.co.id)

Pada saat pengisian secara manual menggunakan cangkir dan corong ini salah satu tangan dari orang yang mengisi minyak goreng harus memegang cangkir untuk mengambil minyak goreng dari bak penampungan kemudian menuanginya ke dalam corong dan tangan lainnya harus memegang corong agar minyak goreng dapat masuk dengan fokus ke dalam kemasan. Hal ini membuat pengisian minyak

goreng secara manual dirasa sulit. Pengisian yang dilakukan juga biasanya menggunakan cangkir kecil sehingga untuk mengisi minyak goreng hingga massa tertentu memerlukan penuangan minyak goreng secara berulang-ulang.

Pada saat pengukuran massa menggunakan timbangan bebek, diperlukan konsentrasi yang tinggi dari orang yang melakukan pengukuran agar dapat menentukan titik keseimbangan timbangan. Tidak konsentrasinya orang yang mengisi minyak goreng dapat menyebabkan titik keseimbangan yang belum seimbang dapat dianggap seimbang sehingga massa minyak goreng dapat menjadi jauh berkurang.

Pada saat pengambilan minyak goreng pada penampungan menggunakan cangkir, tangan dari orang yang mengisi minyak goreng ini memiliki resiko untuk bersentuhan dengan minyak goreng di dalam bak penampungan. Tangan yang tidak bersih dapat menyebabkan minyak goreng menjadi tidak bersih atau tidak higienis.

Permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan diatas mendasari pemikiran peneliti untuk membuat alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 yang dapat melakukan pengisian minyak goreng secara otomatis dengan satuan massa dan volume. Alat ini diharapkan dapat memudahkan toko/pengguna dalam mengisi minyak goreng sehingga pengguna tidak perlu lagi mengisi minyak goreng secara manual yang dirasa sulit, tidak perlu lagi menggunakan timbangan bebek yang memerlukan konsentrasi tinggi, dan alat ini dapat menjaga minyak goreng agar tetap higienis.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Pengisian minyak goreng yang dilakukan secara manual dirasa sulit.
2. Pengisian biasanya menggunakan alat ukur massa berupa timbangan bebek yang memerlukan konsentrasi tinggi dari orang yang mengisi.
3. Pengisian minyak goreng secara manual dapat menyebabkan minyak goreng tidak higienis.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah yang dijelaskan diatas maka tampak jelas permasalahan yang terkait dengan diperlukannya alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560. Sehingga penulis membatasi permasalahan penelitian pada alat ini yaitu sebagai berikut.

1. Alat ini mengisi minyak goreng dengan satuan volume yaitu $\frac{1}{2}$ l dan 1 l, dan dengan satuan massa yaitu $\frac{1}{2}$ kg dan 1 kg.
2. Volume minyak goreng didapatkan dengan mengolah data massa menjadi data volume dengan memanfaatkan rumus massa jenis.
3. Minyak goreng harus selalu tersedia dalam penampungan minyak goreng.
4. Minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng curah.
5. Kemasan yang digunakan pada alat ini adalah kemasan standing pouch bekas yang dapat berdiri tegak yang dirancang sendiri untuk memiliki massa yang berbeda agar 4 jenis kemasan dapat dibedakan melalui massa kemasan.
6. Menggunakan *load cell* untuk melakukan pengukuran massa.

7. Menggunakan keran elektronik untuk mengalirkan minyak goreng dari penampungan ke dalam kemasan.
8. Menggunakan pengendali berupa arduino mega 2560.
9. Menggunakan lengan penggeser untuk menggeser minyak goreng yang telah selesai dilakukan pengisian.

1.4 Perumusan Masalah

Bagaimana merancang, membuat, dan menguji alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560?

1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan masalah yang telah diidentifikasi dan dirumuskan maka tujuan penelitian ini adalah untuk merancang, membuat, dan menguji alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 yang dapat melakukan pengisian minyak goreng secara otomatis berdasarkan massa dan volume.

1.6 Manfaat Pembuatan Alat

1. Dapat memudahkan proses pengisian minyak goreng karena pengisian dilakukan secara otomatis.
2. Dapat menjaga minyak goreng untuk tetap higienis.
3. Dapat digunakan oleh toko yang saat ini masih melakukan pengisian minyak goreng secara manual.
4. Dapat digunakan oleh toko yang ingin fokus melakukan pengisian minyak goreng dengan membentuk suatu industri kecil pengisian minyak goreng.

5. Dapat digunakan sebagai referensi penelitian berikutnya.

BAB II
KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS
PENELITIAN

2.1 Kerangka Teoritik

2.1.1 Definisi Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa dan Volume Menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Mega 2560

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, alat didefinisikan sebagai benda yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu (KBBI, Alat, 2016). Pengisi didefinisikan sebagai perkakas dan sebagainya untuk mengisi (KBBI, Pengisi, 2016). Otomatis didefinisikan dengan bekerja sendiri (KBBI, Otomatis, 2016). Sehingga alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 adalah alat atau benda yang dapat bekerja sendiri untuk mengisi minyak goreng berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560.

2.1.2 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan (yunetris, 2015). Pada penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Ketaren, 1986, p.130).



Gambar 2.1 Minyak goreng dalam kemasan

(Sumber : www.milagros.co.id)

Ada dua macam minyak goreng yang dijual di masyarakat yaitu minyak goreng kemasan bermerek dan minyak goreng kemasan tidak bermerek (curah). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan minyak goreng curah.

2.1.3 Massa

Newton menggunakan istilah massa sebagai sinonim dari jumlah zat. Dapat juga dikatakan bahwa massa adalah ukuran inersia suatu benda (Giancoli, 2001, p.93).

Satuan massa dalam SI adalah kilogram (kg) didefinisikan sebagai massa silinder logam khusus campuran platinum-iridium yang disimpan di *International Bureau of Weights and Measures* di Sevres, Perancis (Serwey dan Jewett, 2009, p.5).

2.1.3.1 Massa jenis

Contoh besaran turunan dari tiga besaran pokok adalah massa jenis. Massa jenis ρ (abjad Yunani rho) dari suatu zat didefinisikan sebagai massa per satuan volume (Serwey dan Jewett, 2009, p.11).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Contohnya, aluminium memiliki massa jenis $2,70 \text{ g/cm}^3$ dan timah memiliki massa jenis $11,3 \text{ g/cm}^3$. Oleh karena itu, sepotong aluminium yang memiliki volume $10,0 \text{ cm}^3$ memiliki massa $27,0 \text{ g}$, sedangkan timah dengan volume $10,0 \text{ cm}^3$ memiliki massa $11,3 \text{ g}$ (Serwey dan Jewett, 2009, p.11). Tidak hanya benda yang berwujud padat, benda berwujud cair juga memiliki massa jenis dengan nilai tertentu. Pada penelitian ini, massa jenis minyak goreng dimanfaatkan untuk mendapatkan volume minyak goreng.

2.1.4 Volume

Volume atau bisa juga disebut kapasitas adalah penghitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam suatu objek. Objek itu bisa berupa benda yang beraturan ataupun benda yang tidak beraturan. Benda yang beraturan misalnya kubus, balok, silinder, limas, kerucut, dan bola. Volume digunakan untuk menentukan massa jenis suatu benda. Satuan SI volume adalah m^3 . Satuan lain yang banyak dipakai adalah liter (dm^3) (Wikipedia, 2016).

2.1.5 Load Cell

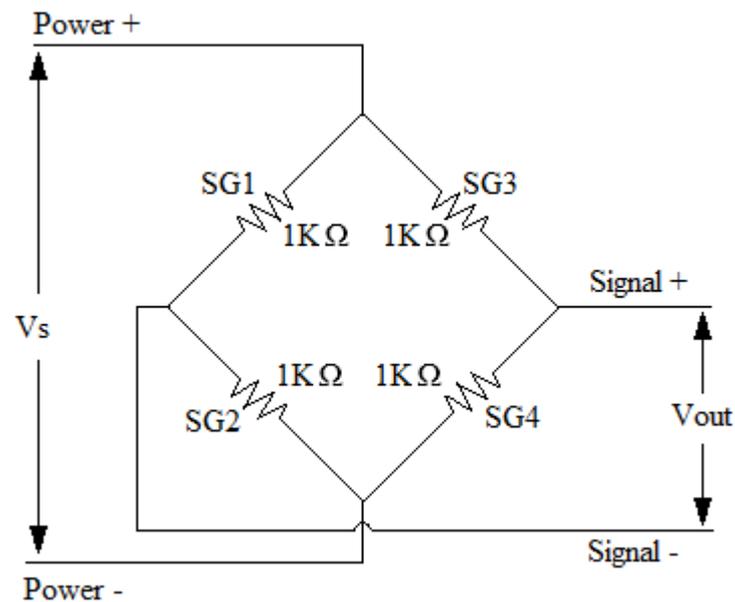
Load cell merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk mengubah gaya tekan menjadi sinyal listrik, melalui perubahan resistansi yang terjadi pada *strain gauge* dengan sebuah tekanan dalam bentuk deformasi (regangan)

(Andriansyah, 2013, p.376). Gaya tekan ini bisa berupa beban sehingga *load cell* dapat mengukur massa dari beban/benda yang ada padanya.



Gambar 2.2 *Load Cell*

Load cell dibangun dari 4 buah *strain gauge* atau *strain resistance* dirangkai dengan jembatan wheatstone, seperti pada **gambar 2.3**.



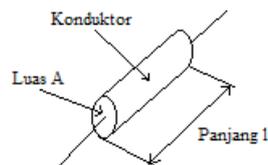
Gambar 2.3 4 Buah *Strain Gauge* dirangkai membentuk jembatan wheatstone

SG1, SG2, SG3, dan SG4 merupakan *strain gauge* yang terdapat pada *load cell*. V_{out} dari rangkaian 4 buah *strain gauge* pada **gambar 2.3** adalah

$$V_{out} = \left(\frac{SG4}{SG3 + SG4} - \frac{SG2}{SG1 + SG2} \right) \times V_s$$

Strain gauge memiliki bentuk berupa lempengan tipis. Lempengan *strain gauge* ini dipakai dengan cara menempelkannya pada permukaan benda yang akan diukur regangannya. Karena benda membengkok, memanjang, mengerut maka demikian pula dengan *gauge* (Plant dan Stuart, 1985, p.72).

Pada lempengan *strain gauge* terdapat konduktor logam yang tipis. Bila konduktor logam terentang maka resistansinya akan naik dan bila dikompresi resistansinya akan berkurang. Kenyataanya resistansi konduktor yang diperlihatkan pada **gambar 2.4** ini adalah berbanding lurus dengan panjangnya l dan berbanding terbalik dengan luas penampang lintangnya A (Plant dan Stuart, 1985, p.72).



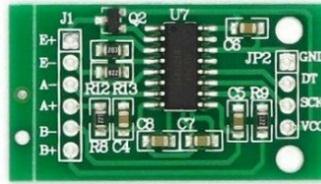
Gambar 2.4 Konduktor

(Sumber : Pengantar Ilmu Instrumentasi, 1985)

2.1.5.1 Modul HX711

HX711 merupakan sebuah komponen terintegrasi yang dibuat oleh AVIA SEMICONDUCTOR. HX711 adalah sebuah *analog to digital converter* (ADC) dengan resolusi 24-bit yang presisi yang didesain untuk timbangan dan aplikasi

kontrol industri untuk antarmuka langsung dengan sensor jembatan. Komponen terintegrasi ini biasanya tersedia dalam bentuk modul seperti pada **gambar 2.5**.



Gambar 2.5 HX711

(Sumber : www.itead.cc)

Terdapat dua masukan pada HX711 ini yaitu masukan *channel A* dan masukan *channel B*. Masukan diferensial *Channel A* dirancang untuk antarmuka langsung dengan keluaran diferensial dari sensor jembatan. *Channel A* ini dapat diprogram dengan penguatan 128 atau 64. Penguatan besar diperlukan untuk mengakomodasi sinyal keluaran yang kecil dari sensor. Ketika suplai 5 V digunakan pada pin AVDD, penguatan ini sesuai untuk tegangan masukan diferensial skala penuh dari 20mV atau 40mV masing-masing.

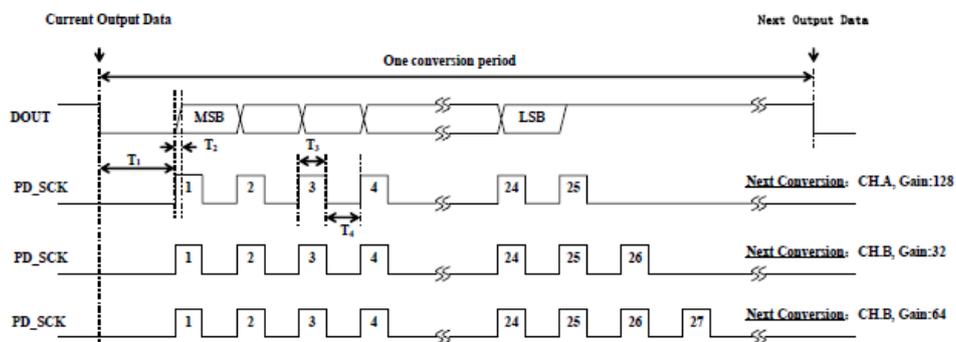
Masukan diferensial *Channel B* memiliki sebuah penguatan tetap yaitu 32. Tegangan masukan skala penuh berkisar 80mV, ketika suplai 5V digunakan pada pin AVDD.

Prinsip kerja antarmuka serialnya adalah sebagai berikut. DOUT merupakan pin keluaran data dari HX711 sedangkan PD_SCK merupakan pin input pendetak untuk HX711 yang bisa didapat dari mikrokontroler. Ketika data keluaran tidak siap untuk dilakukan pengambilan data, keluaran digital pada pin DOUT adalah *HIGH*. Pendetak serial pada pin PD_SCK seharusnya berkondisi *LOW*. Ketika DOUT beranjak ke *LOW*, ini mengindikasikan data siap untuk diambil. Dengan penerapan

25 hingga 27 pendetak positif pada pin PD_SCK, data bergeser keluar dari pin keluaran DOUT. Pulsa PD_SCK awal menggeser keluar satu bit, dimulai dengan bit pertama MSB, sampai semua 24 bit digeser keluar. Pulsa ke 25 pada PD_SCK akan menarik pin DOUT kembali ke *HIGH*. **Gambar 2.6** menjelaskan tentang hal ini. *Channel* masukan dan pemilihan penguatan dikontrol dengan jumlah pulsa masukan PD_SCK (**Tabel 2.1**) (Lembar Data HX711 Avia Semiconductor).

Tabel 2.1 Kontrol Pulsa PD_SCK

PD_SCK Pulses	Input Channel	Gain
25	A	128
26	B	32
27	A	64



Gambar 2.6 Data keluaran, pemilihan masukan dan penguatan.

(Sumber : Datasheet HX711)

Tabel 2.2 Keterangan Pewaktuan T1, T2, T3, dan T4

Sym	Note	Min	Typ	Max	Unit
T1	DOUT falling edge to PD_SCK rising edge	0.1			μs
T2	PD_SCK rising edge to DOUT data ready			0.1	μs
T3	PD_SCK high time	0.2	1	50	μs
T4	PD_SCK low time	0.2	1		μs

Pada arduino terdapat *library* yang membantu untuk mengakses modul HX711 yang bernama “HX711.h”. Pada *library* ini, pin A0 arduino terhubung dengan PD_SCK dari HX711 dan pin A1 arduino terhubung dengan DOUT dari HX711. Contoh program pembacaan massa menggunakan *library* HX711.h adalah sebagai berikut:

```
#include "HX711.h"
// HX711.DOUT      - pin #A1
// HX711.PD_SCK   - pin #A0
HX711 scale(A1, A0); // parameter "gain" is omitted; the default value 128 is
                      // used by the library

void setup() {
  Serial.begin(38400);
  Serial.println("HX711 Demo");
  Serial.println("Before setting up the scale:");
  Serial.print("read: \t\t");
  Serial.println(scale.read()); // print a raw reading from the ADC
  Serial.print("read average: \t\t");
  Serial.println(scale.read_average(20)); // print the average of 20 readings from the
                                          ADC
  Serial.print("get value: \t\t");
```

```

Serial.println(scale.get_value(5)); // print the average of 5 readings from the ADC
                                  minus the tare weight (not set yet)

Serial.print("get units: \t\t");

Serial.println(scale.get_units(5), 1); // print the average of 5 readings from the
                                       ADC minus tare weight (not set) divided // by
                                       the SCALE parameter (not set yet)

scale.set_scale(2280.f); // this value is obtained by calibrating the scale with known
                        weights; see the README for details

scale.tare(); // reset the scale to 0

Serial.println("After setting up the scale:");

Serial.print("read: \t\t");

Serial.println(scale.read()); // print a raw reading from the ADC

Serial.print("read average: \t\t");

Serial.println(scale.read_average(20)); // print the average of 20 readings from the
                                       ADC

Serial.print("get value: \t\t");

Serial.println(scale.get_value(5)); //print the average of 5 readings from the ADC
                                  minus the tare weight, set with tare()

Serial.print("get units: \t\t");

Serial.println(scale.get_units(5), 1); //print the average of 5 readings from the ADC
                                       minus tare weight, divided // by the SCALE
                                       parameter set with set_scale

Serial.println("Readings:");
}

void loop() {
    Serial.print("one reading:\t");
    Serial.print(scale.get_units(), 1);
    Serial.print("\t| average:\t");
    Serial.println(scale.get_units(10), 1);
    scale.power_down(); // put the ADC in sleep mode
    delay(5000);
    scale.power_up();
}

```

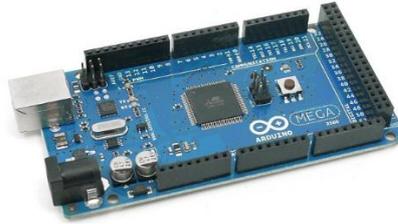
2.1.6 Arduino

Arduino adalah perangkat elektronik atau papan rangkaian elektronik *open-source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan (Christofer dan dkk, 2015, p.2).

Mikrokontroler yang digunakan pada arduino diantaranya adalah mikrokontroler ATmega 2560 sebagai komponen utama mikrokontroler dari arduino mega 2560, mikrokontroler ATmega 328 sebagai komponen utama dari arduino uno, dan sebagainya.

2.1.6.1 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan satu dari beberapa produk arduino. Arduino mega 2560 adalah mikrokontroler berbasis arduino mega 2560 dengan *clock speed* 16MHz dan *flash memory* 256kb. Dapat berjalan pada daya 7-12V. Memiliki 54 pin digital *input/output* pada pin 22-53 ditambah 14 pin PWM pada pin 0-13, 16 pin *analog input* pada pin A0-A15, sambungan USB, sambungan catu daya tambahan dan tombol pengaturan ulang (Christofer, dkk., 2015, p.2).



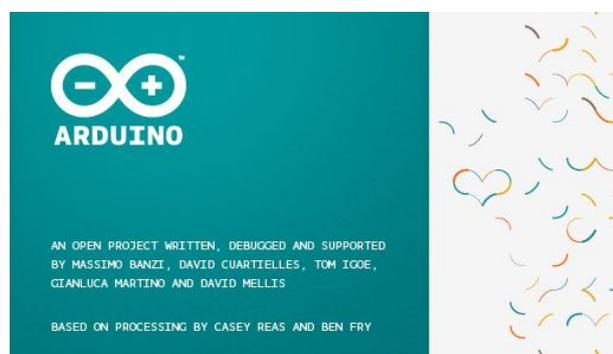
Gambar 2.7 Arduino Mega 2560

(Sumber : www.seeedstudio.com)

2.1.6.2 Aplikasi Program Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler*, dan *uploader* dapat menggunakan semua seri modul keluarga arduino seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega (Istiyanto, 2015, p.46).

Lingkungan *open source* Arduino memungkinkan untuk menulis kode dan mengupload ke *board* Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya. Arduino IDE memiliki banyak versi yang dapat *download* pada website resminya. Arduino IDE yang digunakan pada penelitian ini adalah arduino IDE versi 1.5.8. *Form splash* dari arduino 1.5.8 diperlihatkan pada **gambar 2.8** berikut ini.



Gambar 2.8 *Form Splash* Arduino IDE 1.5.8

2.1.7 Motor Servo

Motor servo merupakan motor DC yang memiliki rangkaian kontrol elektronik dan *internal gear* untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya (Iswanto, 2011, p.280). Sistem mekanis motor servo tampak pada **gambar 2.9**.



Gambar 2.9 Sistem mekanis motor servo

(Sumber : www.robotiksystem.com)

Motor servo dikemas dalam berbentuk kotak segi empat dengan sebuah *output shaft* motor dan konektor dengan 3 kabel yaitu *power*, *control*, dan *ground*. *Gear* motor servo ada yang terbuat dari plastik, metal, atau titanium. Di dalam motor servo terdapat potensiometer yang digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer tersebut dihubungkan dengan *output shaft* untuk mengetahui posisi aktual *shaft*. Ketika motor dc berputar, maka *output shaft* juga berputar dan sekaligus memutar potensiometer. Rangkaian kontrol kemudian dapat membaca kondisi potensiometer tersebut untuk mengetahui posisi *aktual shaft*. Jika posisinya sesuai dengan yang diinginkan, maka motor dc akan berhenti. Sudut posisi motor servo (*Operating Angle*) bervariasi tergantung jenis motor servo (Andrianto, 2008, p.160-161). Ada dua jenis motor servo yaitu:

- Motor Servo *Standard*

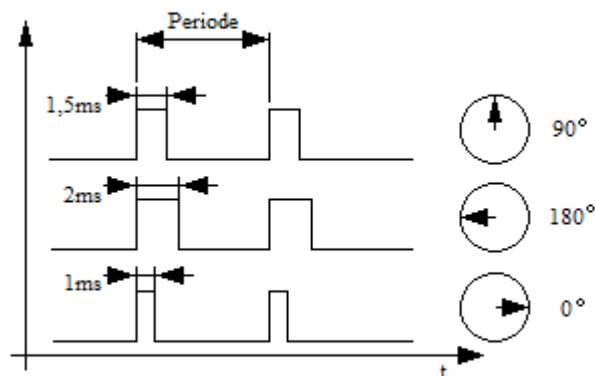
Yaitu motor servo yang mampu bergerak CW (*Clock Wise* atau searah jarum jam) dan CCW (*Counter Clock Wise* atau berlawanan arah jarum jam) dengan

sudut operasi tertentu, misalnya 60, 90, atau 180 derajat. Motor servo *standard* 180 derajat merupakan motor dc yang digunakan dalam penelitian ini.

- Motor Servo Continous

Yaitu motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontinyu).

Motor servo biasanya menggunakan tegangan suplai 4,8 hingga 7,2 volt. Motor servo dikendalikan dengan cara mengirimkan sebuah pulsa yang lebar pulsanya bervariasi. Pulsa tersebut dimasukkan melalui kabel kontrol motor servo. Biasanya lebar pulsanya antara 1ms sampai 2ms dengan periode lebar pulsa sebesar 20 ms. Lebar pulsa akan mengakibatkan perubahan posisi pada servo. Misalnya sebuah pulsa 1.5 ms akan memutar motor pada posisi 90 derajat (posisi netral). Agar posisi servo tetap pada posisi ini, maka pulsa harus terus diberikan pada servo. Jadi meskipun ada gaya yang melawan, servo akan tetap bertahan pada posisinya. Gaya maksimum servo tergantung dari rentang torsi servo (Andrianto, 2008,1p.61).



Gambar 2.10 Lebar pulsa dan posisi servo

(Sumber: Pemrograman mikrokontroler AVR ATmega16, 2008)

Motor servo dapat dikendalikan oleh arduino dengan mudah menggunakan *library* “servo.h” yang telah disediakan pada arduino IDE. Pada contoh pengendalian motor servo menggunakan arduino, pin 9 arduino dihubungkan dengan pin signal motor servo. Berikut ini merupakan contoh program motor servo yang terdapat pada bagian “*Example*” dari arduino IDE.

```

/* Sweep
by BARRAGAN < http://barraganstudio.com >
This example code is in the public domain.
modified 8 Nov 2013
by Scott Fitzgerald
http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep
*/

#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo
                // twelve servo objects can be created on most boards
int pos = 0;    // variable to store the servo position

void setup()
{
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop()
{
  for(pos = 0; pos <= 180; pos += 1) // goes from 0 degrees to 180 degrees
  {
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);          // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
  for(pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) // goes from 180 degrees to 0 degrees
  {
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
  }
}

```

```

delay(15); // waits 15ms for the servo to reach the position
}
}

```

2.1.8 Photodiode

Photodiode adalah *diode* sambungan pn yang secara khusus dirancang untuk mendeteksi cahaya. *Photodiode* dirancang beroperasi pada mode bias mundur. Pada alat ini arus bocor bias mundur meningkat dengan peningkatan cahaya. Harga arus umumnya adalah dalam rentang mikroamper. *Photodiode* memiliki respon waktu yang cepat terhadap berbagai cahaya (Petruzella, 2001, p.244).

Seiring dengan meningkatnya arus bocor ini maka resistansi dari *photodiode* akan ikut berkurang. Sehingga resistansi dari *photodiode* ini akan berkurang seiring dengan peningkatan cahaya, dan resistansi dari *photodiode* akan meningkat seiring dengan peredupan cahaya.



Gambar 2.11 Simbol skematik *photodiode*

(Sumber : Eagle)

Simbol skematik *photodiode* dan LED hanya memiliki sedikit perbedaan, yaitu terletak pada tanda panah yang menghadap ke dalam seperti diperlihatkan pada **gambar 2.11**. Dalam penerapannya *photodiode* dapat digunakan sebagai sensor cahaya.

2.1.9 *Limit Switch*

Saklar limit (*Limit Switch*) adalah pengendali industri yang sangat umum. Saklar limit dirancang hanya untuk beroperasi apabila batas yang sudah ditentukan sebelumnya sudah dicapai, dan saklar-saklar tersebut biasanya diaktifkan kontak dengan obyek misalnya *cam*. Saklar-saklar tersebut biasanya digunakan pada rangkaian pengendali dari mesin yang memproses pengaturan *starting*, *stopping*, atau pembalikan motor (Petruzella, 2001, p.151). Saklar limit diperlihatkan pada **gambar 2.12** berikut ini.



Gambar 2.12 Bentuk *limit switch*

Pada *limit switch* (saklar limit) biasanya terdapat tiga pin yaitu *C* (*Common*), *NC* (*Normally Close*), dan *NO* (*Normally Open*). Pada saat limit switch tidak kontak langsung dengan objek maka *C* pada limit switch akan terhubung dengan *NC*, sedangkan pada saat limit switch kontak langsung dengan objek maka *C* akan terhubung dengan *NO*.

2.1.10 *Motor DC Gearbox*

Motor *DC* adalah motor yang menggunakan sumber tegangan *DC* dan digunakan untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Komponen ini bekerja dengan prinsip elektromagnet. Ketika sumber tegangan diberikan, medan magnet dibagian yang diam atau disebut stator akan terbentuk. Medan magnet ini membuat rotor atau bagian yang bergerak berputar dan tentu saja dapat dimanfaatkan untuk memutar benda lain, misalnya roda (Kadir, 2013, p.256).

Kecepatan putar motor *DC* ditentukan oleh besar tegangan. Semakin tinggi tegangannya, semakin cepat putarannya. Tegangan yang terlampau tinggi, yang melampau batas maksimumnya, dapat membuat motor terbakar (Kadir, 2013, p.256).

Motor *DC* yang banyak digunakan biasanya bekerja pada tegangan operasi 12V dan 24V.

Sering kali gerakan-gerakan pada robot membutuhkan torsi yang cukup besar dan hal ini tidak dapat dilakukan oleh motor dc saja. Untuk memperbesar torsi dibutuhkan rangkaian gir yang mereduksi kecepatan motor sekaligus meningkatkan torsi. Proses pengurangan kecepatan dan pengurangan torsi ini berbanding terbalik dan dihitung berdasarkan perbandingan gigi (Nalwan, 2012).

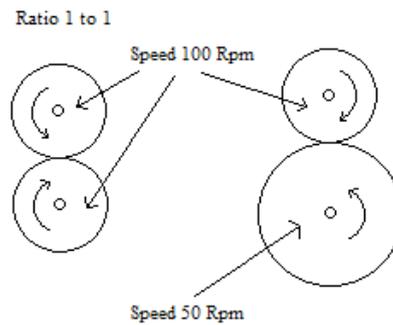
Gear Ratio (Perbandingan gigi) menentukan perbandingan kecepatan motor dc dengan persamaan berikut (ITB, 2011, p.89-90).

$$GR = R/r = w1 / w2$$

- R = Jari-jari gigi yang terhubung ke roda
- r = Jari-jari gigi yang terhubung ke motor dc
- w1 = kecepatan sudut atau putaran motor dc
- w2 = kecepatan sudut atau putaran roda.

Roda dalam hal ini dapat diartikan sebagai benda yang diputar oleh motor dc gearbox.

Contoh penerapan gear ratio diperlihatkan pada **gambar 2.13** berikut ini.



Gambar 2.13 *Gear Ratio*

(Sumber : Jurus Kilat Jago Membuat Robot, 2011)

2.1.11 LCD 16 x 2

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas 16 karakter. *LCD* seperti itu biasa disebut *LCD 16x2* (Kadir, 2013, p.196). *LCD 16x2* diperlihatkan pada **gambar 2.14** di bawah ini.



Gambar 2.14 *LCD 16x2*

LCD 16x2 biasa digunakan pada peralatan-peralatan berbasis mikrokontroler yang dapat menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sebagai suatu informasi. *LCD 16x2* memiliki 16 pin yang memiliki fungsi-fungsi tertentu. Fungsi dari pin-pin tersebut adalah sebagai berikut (Iswanto, 2011, p.252).

- Pin 1 dan 2 merupakan pin yang tersambung dengan catu daya. Vdd terhubung dengan tegangan positif catu daya, sedangkan vss tersambung pada 0V atau *ground*.
- Pin 3 merupakan pin yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa diubah untuk memungkinkan pengaturan tingkatan kontras *display* sesuai kebutuhan.
- Pin 4 merupakan *register select*, masukan yang pertama dari tiga *command control input*. Dengan membuat (*RS*) menjadi *HIGH*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.
- Pin 5 merupakan *Read/Write(R/W)*. Cara memfungsikan perintah *write* adalah *R/W LOW* untuk menulis karakter ke modul. *R/W HIGH* untuk membaca data karakter atau informasi status registernya.
- Pin 6 merupakan *enable (E)*. Input ini digunakan untuk transfer aktual perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *HIGH* ke *LOW*. Namun ketika membaca dari *display*, data akan lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *LOW* ke *HIGH* dan tetap tersedia hingga sinyal *LOW* kembali
- Pin 7 sampai 14 merupakan adalah 8 jalur data (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.
- Pin 15 atau A (+) mempunyai level *dc +5V* dan berfungsi sebagai LED *backlight +*, sedangkan pin 16 atau k (-) memiliki level 0V dan berfungsi sebagai LED *backlight -*

Pada arduino terdapat *library* yang memudahkan untuk melakukan pengaksesan atau pengendalian *LCD* 16x2 yaitu *library* "LiquidCrystal.h". Contoh program untuk menampilkan kata pada *LCD* adalah sebagai berikut.

```
/*
```

```
  LiquidCrystal Library - Blink
```

```
  Demonstrates the use a 16x2 LCD display. The LiquidCrystal
  library works with all LCD displays that are compatible with the
  Hitachi HD44780 driver. There are many of them out there, and you
  can usually tell them by the 16-pin interface.
```

```
  This sketch prints "Hello World!" to the LCD and makes the
  cursor block blink.
```

```
  The circuit:
```

```
  * LCD RS pin to digital pin 12
```

```
  * LCD Enable pin to digital pin 11
```

```
  * LCD D4 pin to digital pin 5
```

```
  * LCD D5 pin to digital pin 4
```

```
  * LCD D6 pin to digital pin 3
```

```
  * LCD D7 pin to digital pin 2
```

```
  * LCD R/W pin to ground
```

```
  * 10K resistor:
```

```
  * ends to +5V and ground
```

```
  * wiper to LCD VO pin (pin 3)
```

```
  Library originally added 18 Apr 2008
```

```
  by David A. Mellis
```

```
  library modified 5 Jul 2009
```

```
  by Limor Fried (http://www.ladyada.net )
```

```
  example added 9 Jul 2009
```

```
  by Tom Igoe
```

```
  modified 22 Nov 2010
```

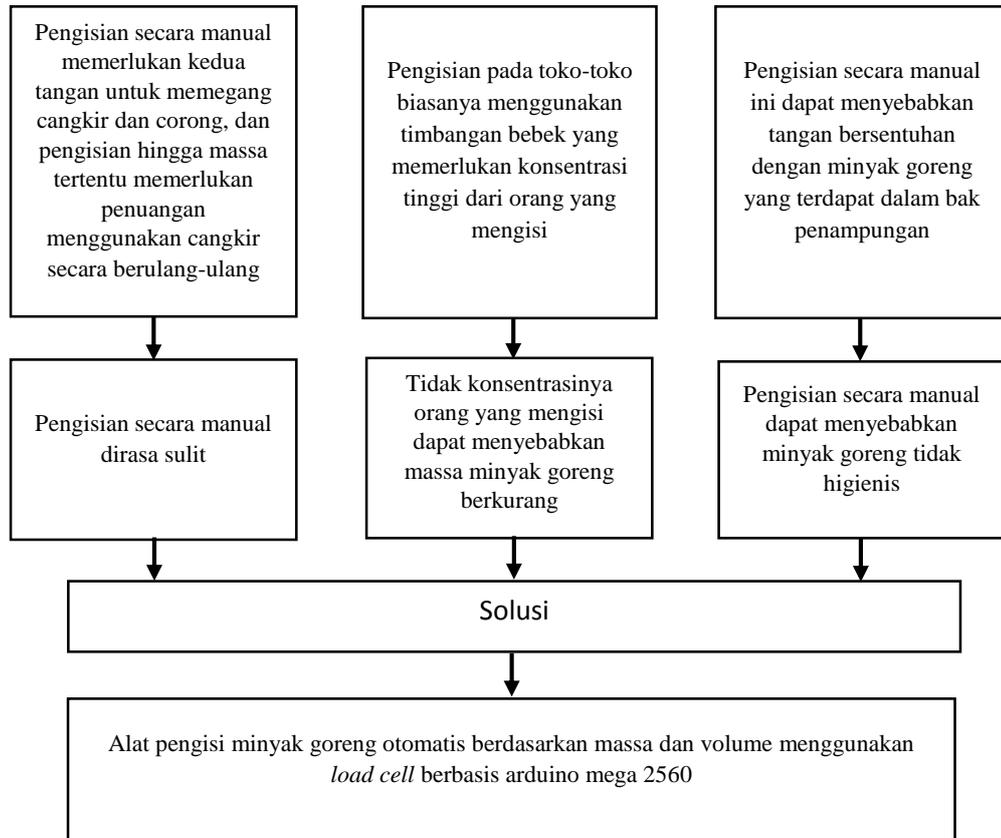
```
  by Tom Igoe
```

This example code is in the public domain.

<http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalBlink>

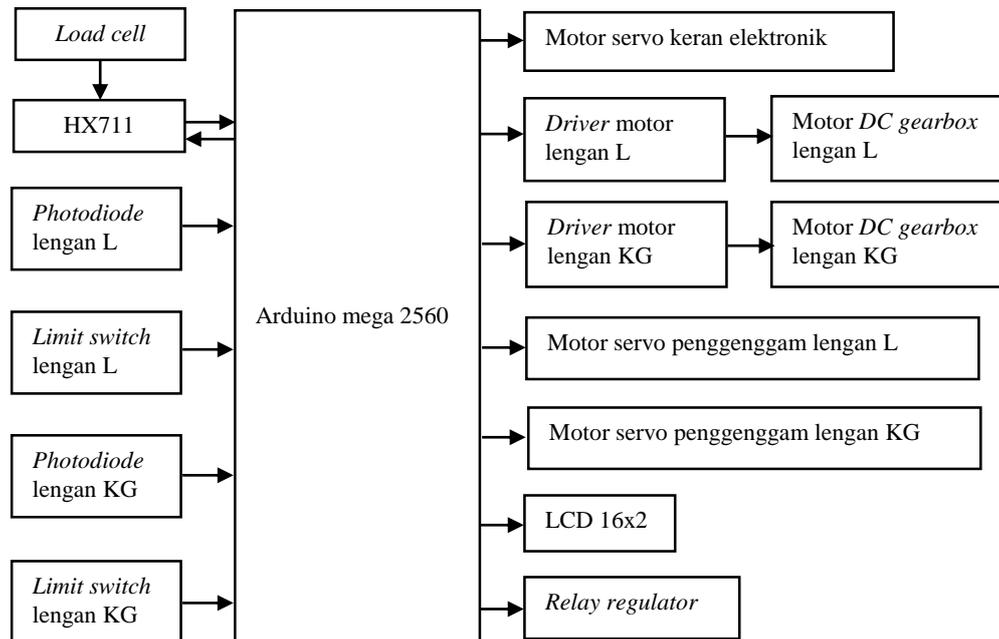
```
*/  
  
// include the library code:  
#include <LiquidCrystal.h>  
  
// initialize the library with the numbers of the interface pins  
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);  
void setup() {  
    // set up the LCD's number of columns and rows:  
    lcd.begin(16, 2);  
    // Print a message to the LCD.  
    lcd.print("hello, world!");  
}  
void loop() {  
    // Turn off the blinking cursor:  
    lcd.noBlink();  
    delay(3000);  
    // Turn on the blinking cursor:  
    lcd.blink();  
    delay(3000);  
}
```

2.2 Kerangka Berfikir



Gambar 2.15 Blok diagram kerangka berfikir

2.2.1. Blok Diagram Sistem Alat



Gambar 2.16 Blok diagram sistem alat

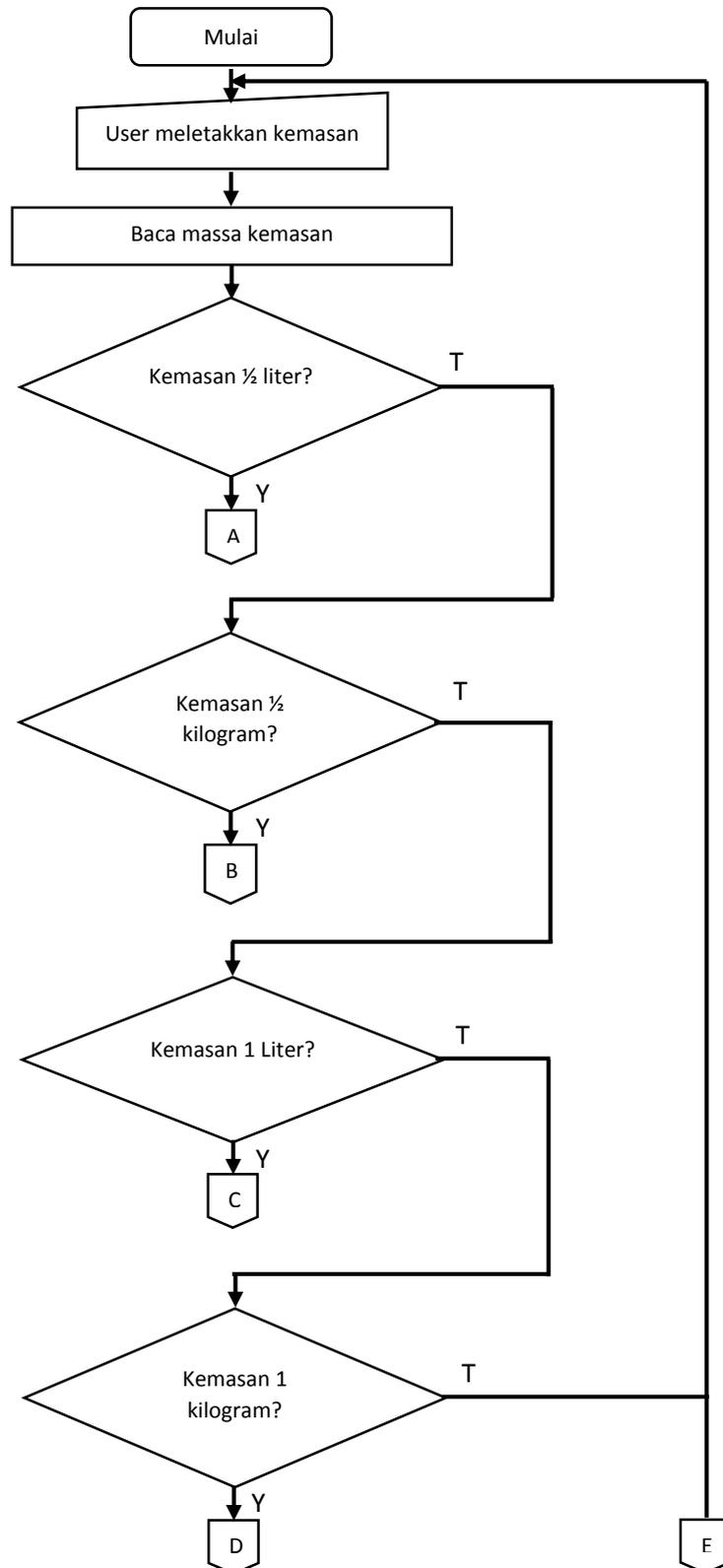
Blok diagram adalah langkah awal dalam pembuatan alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan load cell berbasis arduino mega 2560. Pada saat merancang sebuah sistem hal yang terpenting adalah membagi sistem menjadi tiga bagian besar, yaitu masukan, proses, dan keluaran.

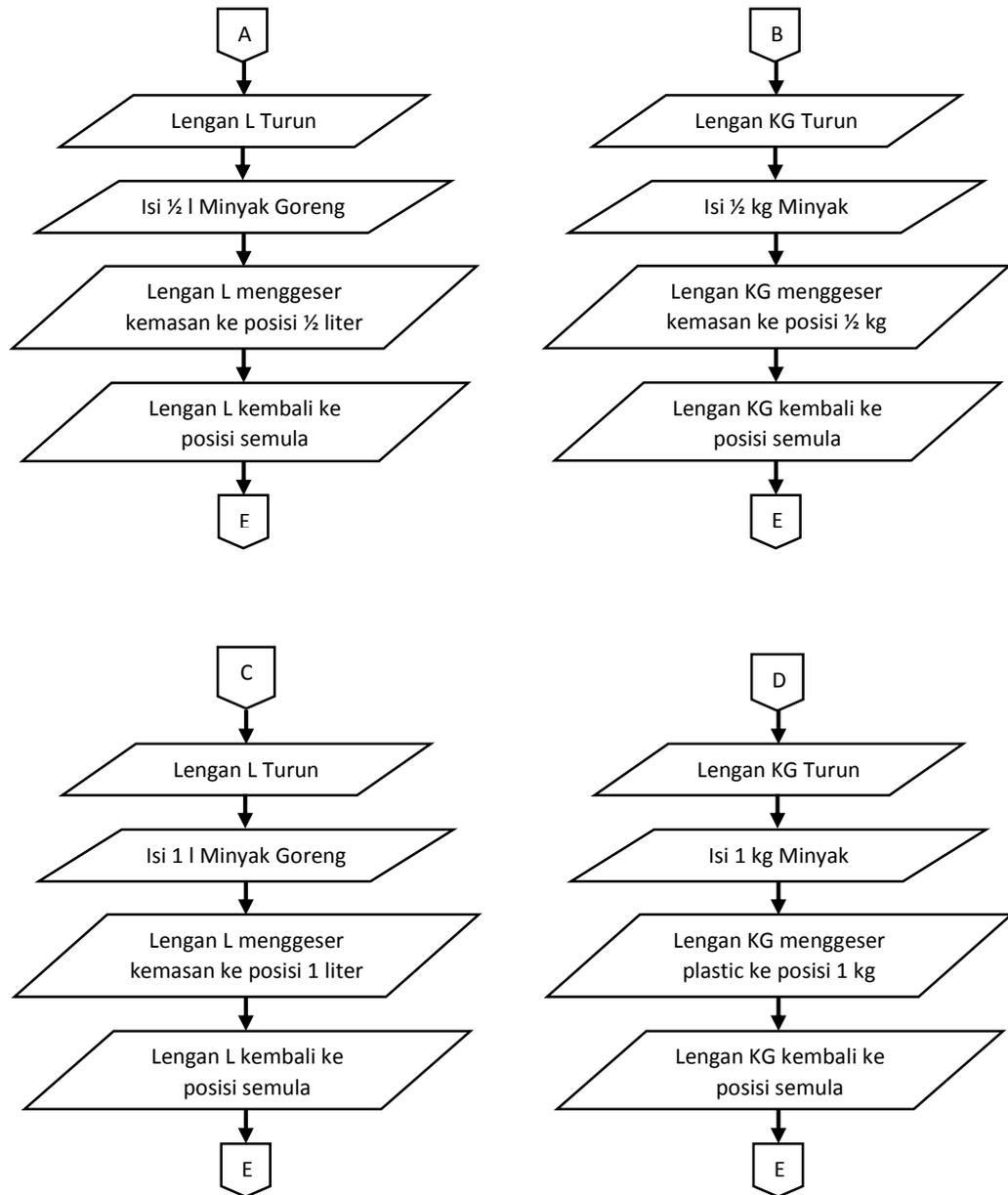
Masukan pada alat ini adalah *load cell*, sensor *photodiode*, dan sensor *limit switch*. *Load cell* berfungsi sebagai sensor massa yang tegangan outputnya dikuatkan dan dikonversi dari analog menjadi data digital oleh modul HX711. Sensor *photodiode* beserta sensor *limit switch* berfungsi untuk mendeteksi pergerakan lengan.

Pemroses pada alat ini adalah arduino mega 2560. Arduino mega 2560 ini akan memproses data dari modul HX711, sensor *photodiode* dan sensor *limit switch*.

Keluaran dari alat ini adalah motor servo katup keran elektronik untuk membuka atau menutup katup, motor servo penadah keran elektronik untuk menggerakkan penadah agar menadah atau tidak menadah, motor servo penggenggam untuk menggerakkan penggenggam, driver motor untuk mengendalikan motor dc *gearbox*, motor dc *gearbox* untuk menggerakkan penggenggam dan lengan penggeser, dan LCD 16x2 sebagai penampil massa/volume dan status alat ketika beroperasi.

2.2.2 Flowchart Sistem Kerja Alat





Gambar 2.17 *Flowchart* sistem kerja alat

2.2 Hipotesis Penelitian

Dengan adanya alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 ini diharapkan alat ini dapat memudahkan pengguna dalam mengisi minyak goreng sehingga pengguna tidak perlu lagi mengisi minyak goreng secara manual yang dirasa sulit, tidak perlu lagi menggunakan timbangan bebek yang memerlukan konsentrasi tinggi, dan alat ini dapat menjaga minyak goreng agar tetap higienis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang, membuat, dan menguji alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 yang dapat melakukan pengisian minyak goreng secara otomatis berdasarkan massa dan volume.

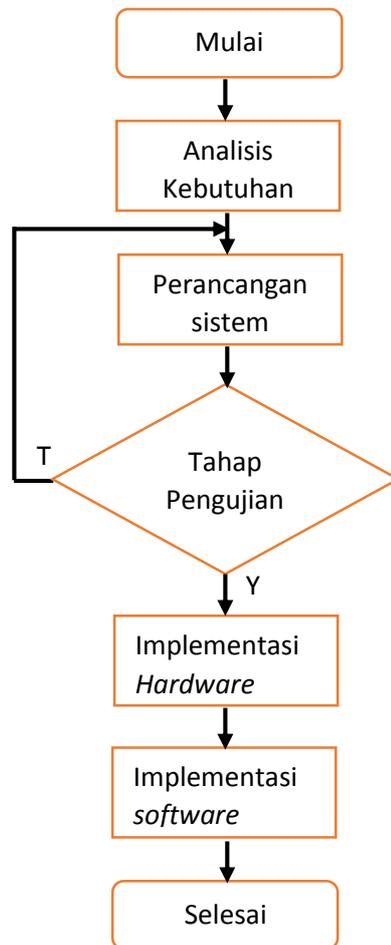
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi Kendali, Teknik Elektro, Universitas Negeri Jakarta, dan di rumah peneliti yang beralamat di Jalan Pahlawan Revolusi, Pondok Bambu, Jakarta Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015 hingga Januari 2016. Waktu tersebut cukup efektif untuk melakukan penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian dapat diartikan sebagai langkah-langkah penelitian suatu produk yang akan dilakukan atau dikembangkan. Metode yang digunakan dalam merancang bangun alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 adalah menggunakan metode *research and development* (penelitian dan pengembangan) sebuah produk untuk menghasilkan alat yang dapat melakukan pengisian minyak goreng secara otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560.

Tahap-tahap metodologi penelitian ditunjukkan pada **gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Tahap-tahap metodologi penelitian perancangan alat

3.3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem adalah tahapan dimana penulis menentukan kebutuhan sistem agar perancangan alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 dapat sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, penulis menggunakan *load cell* 3 kg sebagai sensor massa, modul HX711 sebagai modul penguat dan pengonversi analog ke digital dengan resolusi 24 bit, sensor *photodiode* dan sensor *limit switch* sebagai sensor untuk mendeteksi pergerakan lengan, arduino

mega 2560 sebagai pemroses sistem *input* dan *output*, motor servo untuk menggerakkan katup dan penadah dari keran elektronik, motor servo dan motor *dc gearbox* sebagai penggerak penggenggam dan lengan penggeser, dan *LCD 16x2* untuk menampilkan informasi massa atau volume dan status ketika alat beroperasi.

3.3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 adalah sebuah sistem alat yang dapat mengisi minyak goreng secara otomatis dengan satuan massa dan volume.

3.3.2.1. Kriteria Sistem Alat

1. Pada alat ini terdapat keran *stopper* yang berfungsi sebagai keran pengaman yang harus dibuka oleh pengguna terlebih dahulu ketika pengisian akan dilakukan, dan keran ini harus ditutup jika pengisian tidak akan dilakukan dalam jangka waktu yang lama.
2. Alat ini akan mendeteksi kemasan yang dimasukkan oleh pengguna. Pendeteksian kemasan ini didasarkan pada massa kemasan. Minyak goreng akan di isi ke dalam kemasan sesuai dengan kemasan yang terdeteksi.
3. Alat ini dapat mendeteksi kemasan $\frac{1}{2}$ l, $\frac{1}{2}$ kg, 1l, dan 1kg sehingga dapat mengisi minyak goreng untuk ukuran $\frac{1}{2}$ l, $\frac{1}{2}$ kg, 1l, dan 1kg.
4. Alat ini menggunakan keran elektronik untuk mengalirkan minyak goreng dari penampungan ke dalam kemasan. Alat ini juga menggunakan *load cell* sebagai pendeteksi massa yang akan selalu membaca massa atau mengolah data massa menjadi data volume selama pengisian berlangsung.

5. Alat ini memiliki dua lengan penggeser yaitu lengan penggeser L dan lengan penggeser KG. Lengan penggeser L berfungsi untuk menggeser minyak goreng dengan ukuran $\frac{1}{2}$ l dan 1 l ke tempat yang sesuai dengan kemasan yang digeser. Lengan penggeser KG berfungsi untuk menggeser minyak goreng dengan ukuran $\frac{1}{2}$ kg dan 1kg ke tempat yang sesuai dengan kemasan yang digeser.

3.3.3. Pengujian dan Analisis

Pada tahap pengujian, penulis melaksanakan uji coba secara bertahap. Pada uji coba tahap pertama peneliti melakukan beberapa pengujian diantaranya:

- Pengujian *load cell* sebagai sensor massa. Pengujian *load cell* bertujuan untuk mengetahui apakah *load cell* dapat melakukan pengukuran massa dengan benar. Untuk dapat menguji *load cell* maka perlu menghubungkan *load cell* dengan HX711 dan perlu dibuat terlebih dahulu mekanik *load cell* yang terdiri dari dua bagian yaitu mekanik bagian bawah dan mekanik bagian atas. Mekanik bagian bawah berfungsi untuk menyangga *load cell* pada satu sisi *load cell*, sedangkan mekanik bagian atas berfungsi sebagai tempat minyak goreng yang akan diukur massanya yang disangga oleh sisi yang lain dari *load cell*.
- Pengujian motor servo yang digunakan pada keran elektronik yaitu motor servo untuk menggerakkan katup dan motor servo untuk menggerakkan penadah. Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560.
- Pengujian rangkaian sensor *photodiode* dan *limitwitch* yang digunakan pada lengan penggeser. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *photodiode* dapat memberikan perubahan nilai *ADC* sesuai dengan perubahan

cahaya yang diberikan dan untuk mengetahui apakah *limit switch* yang ditekan dan tidak ditekan dapat memberikan logika *output* yang berbeda. Sebelum pengujian ini maka perlu dibuat terlebih dahulu rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch*.

- Pengujian motor servo yang digunakan oleh penggenggam dari lengan penggeser. Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560.
- Pengujian rangkaian *driver* motor dua arah yang akan digunakan pada lengan penggeser. Pengujian driver motor *dc gearbox* adalah untuk mengetahui apakah *driver* motor yang mengendalikan arah putaran motor *dc gearbox* dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian ini maka perlu dibuat terlebih dahulu rangkaian *driver* motor dua arah.
- Pengujian rangkaian *LCD* 16x2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *LCD* dapat menampilkan karakter yang dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian ini maka perlu dibuat rangkaian *LCD* 16x2.
- Pengujian tegangan dan relay pada regulator. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan *output* regulator dan untuk mengetahui apakah relay dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian ini maka perlu dibuat rangkaian regulator tegangan.

Pada pengujian tahap kedua, peneliti mengukur massa dari 4 jenis kemasan yang berbeda dan mengukur massa jenis minyak goreng yang akan digunakan. Pengujian ini bertujuan agar massa dari 4 jenis kemasan yang berbeda dapat diketahui sehingga massa tersebut dapat digunakan untuk membedakan jenis kemasan yang satu dengan yang lainnya. Pengujian massa jenis minyak goreng

bertujuan untuk mengetahui massa jenis minyak goreng yang akan digunakan sehingga dapat digunakan untuk menentukan volume minyak goreng dengan akurat.

Pengujian tahap akhir adalah pengujian kelayakan alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 untuk mengetahui apakah alat ini benar dapat mengisi sesuai dengan kemasan yang terdeteksi, dapat melakukan pengisian minyak goreng ke dalam kemasan secara otomatis, dan dapat menggeser kemasan yang telah selesai diisi ke tempat yang sesuai dengan kemasan tersebut. Untuk mendapatkan data yang akurat pada pengujian kelayakan alat ini, peneliti menggunakan metode observasi yaitu dengan mensimulasikan pengisian sebanyak lima kali, dan menganalisis data pengisian.

3.3.4. Implementasi Sistem Perangkat Keras

Setelah melakukan pengujian dan analisis maka selanjutnya adalah implementasi sistem perangkat keras, dimana akan dibuat perangkat keras berupa mekanik keran elektronik, mekanik lengan penggeser, meja alat, dan penampungan minyak goreng. Perangkat keras ini nantinya akan dipadukan dengan perangkat keras yang telah dibuat sebelum pengujian agar menjadi satu-kesatuan yang berfungsi untuk dapat mengisi minyak goreng secara otomatis.

3.3.5. Implementasi Sistem Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah arduino IDE yang digunakan untuk menuliskan program, verifikasi program, dan *upload* program. Program dibuat untuk dapat membaca massa data *load cell* dari hx711,

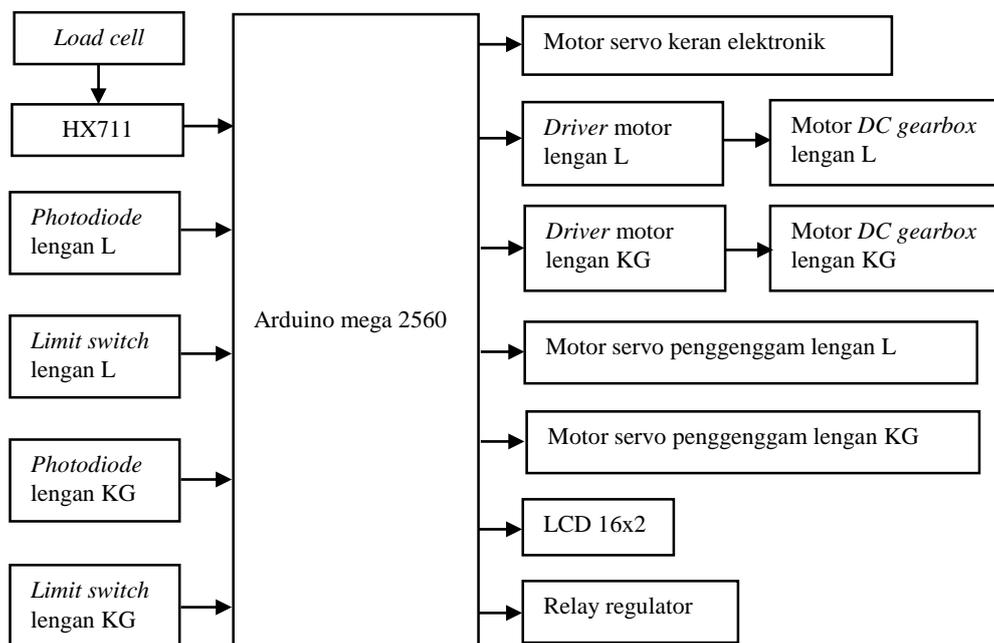
mengendalikan motor servo yang digunakan pada keran elektronik, membaca *output* sensor *photodiode* melalui *ADC* arduino mega 2560, membaca logika *output* dari sensor *limit switch* yang digunakan, mengendalikan motor servo penggenggam dari lengan penggeser, mengendalikan *driver* motor dua arah dari lengan penggeser, mengendalikan *LCD* 16x2, dan mengendalikan relay regulator yang berfungsi menyalurkan tegangan sumber ke motor servo dari regulator.

3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan suatu rencana komprehensif yang memiliki tujuan terarah dalam melakukan penelitian untuk menghasilkan karya sesuai yang diharapkan. Perancangan alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 memiliki beberapa tahapan.

3.4.1. Menentukan Diagram Blok Sistem

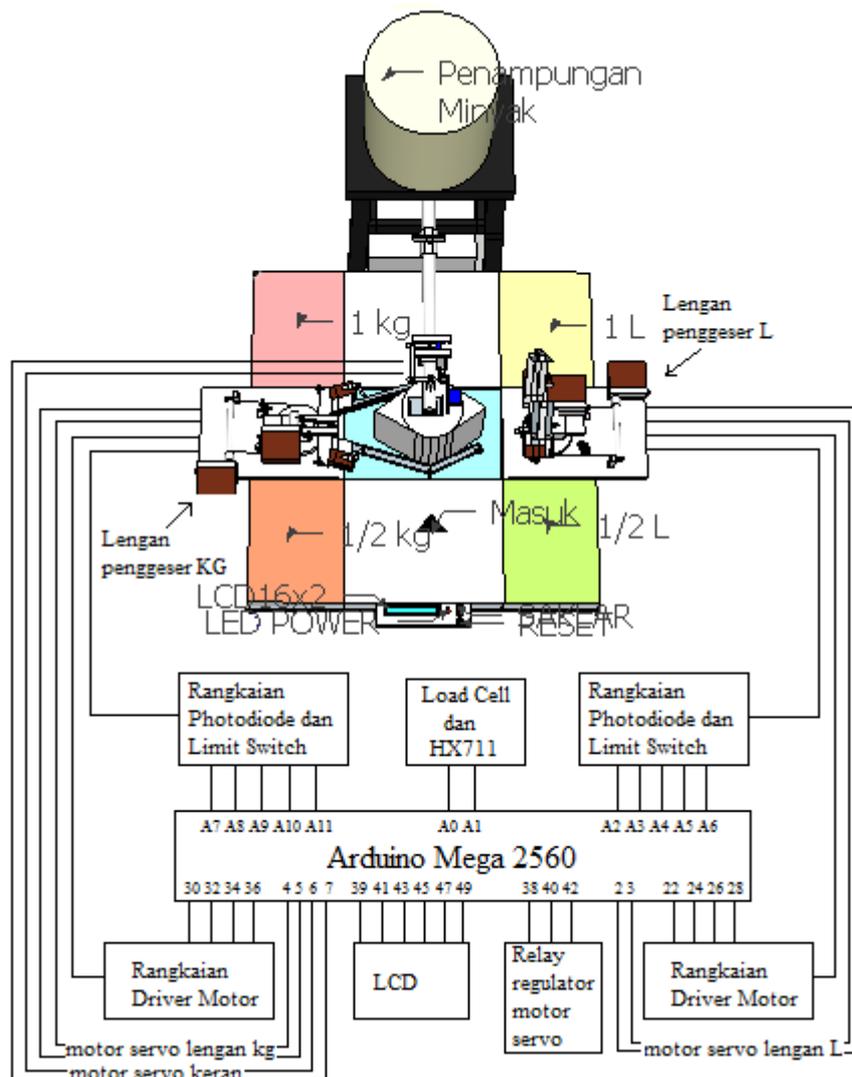
Penulis merancang diagram blok sistem untuk menjadi acuan proses penerjemahan dari diagram blok menjadi sebuah alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 serta sebagai bahan analisa kebutuhan *hardware* dan analisa kebutuhan *software* untuk sistem kerja alat. Diagram blok ditunjukkan pada **gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Diagram blok sistem alat

Berdasarkan diagram blok pada **gambar 3.2**, tegangan output *load cell* akan dikuatkan dan dikonversi dari analog ke digital oleh HX711. Data digital dari HX711 akan dikirimkan ke arduino mega 2560 untuk diolah menjadi data massa dalam satuan gram. Ketika kemasan diletakkan pada *load cell*, massa kemasan akan terbaca dan akan terdeteksi jenis kemasan. Kemasan tersebut akan dihimpit oleh penggenggam tertentu sesuai dengan jenis kemasan. Setelah penggenggam menghimpit kemasan maka motor servo penadah akan menggerakkan penadah untuk tidak menadah dan motor servo katup akan membuka katup keran sehingga

minyak goreng akan terisi ke dalam kemasan. Pengisian dilakukan hingga massa atau volume minyak goreng ini sesuai dengan jenis kemasan yang diisi. Selama pengisian dengan satuan massa, *load cell* selalu melakukan pembacaan massa. Selama pengisian dengan satuan volume, *load cell* akan selalu melakukan pembacaan massa dan arduino mengolah massa tersebut menjadi volume. Kemasan yang telah selesai diisi akan digeser oleh lengan penggeser ke tempat yang sesuai dengan kemasan tersebut. Massa, volume dan status akan selalu diinformasikan oleh alat melalui *LCD 16x2*. Alat secara keseluruhan dapat dilihat pada **gambar 3.3**.



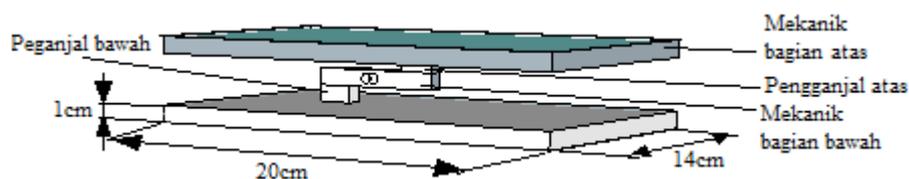
Gambar 3.3 Gambaran alat secara umum

3.4.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras menentukan keberhasilan suatu sistem. Dalam perancangan perangkat keras alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 ini harus dirancang dengan kuat. Mekanis *load cell* dari alat ini harus dirancang dengan kuat agar dapat menahan kemasan yang berisi minyak goreng ketika pengisian. Meja alat juga harus dibuat dengan kuat karena digunakan sebagai tempat diletakkannya kemasan yang telah selesai diisi minyak goreng. Lengan penggeser juga harus dirancang dengan kuat karena akan digunakan untuk menggeser kemasan.

3.4.2.1. Perancangan Load Cell Sebagai Sensor Massa

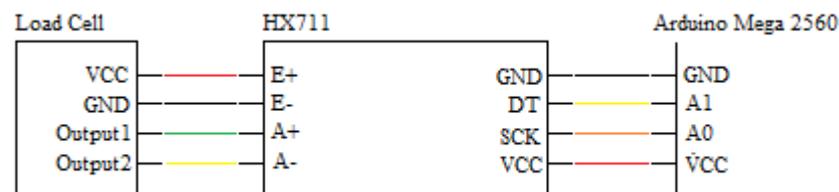
Sensor massa pada alat ini menggunakan *load cell*. *Load cell* memerlukan mekanik agar dapat bekerja. Mekanik *load cell* ini terdiri dari dua bagian yaitu mekanik bagian bawah dan mekanik bagian atas. Mekanik bagian bawah berfungsi untuk menyangga *load cell* pada satu sisi *load cell*, sedangkan mekanik bagian atas berfungsi sebagai tempat minyak goreng yang akan diukur massa atau volumenya yang disangga oleh sisi yang lain dari *load cell*. Mekanik bagian bawah dan bagian atas memiliki dimensi yang sama yaitu 20x14x1cm. Antara *load cell* dan mekanik terdapat pengganjal yaitu pengganjal atas dan pengganjal bawah dengan dimensi yang sama yaitu 2,3x1,3x1cm.



Gambar 3.4 Rancangan sensor massa

Load cell yang digunakan adalah *load cell* dengan kemampuan mendeteksi massa maksimum 3kg. *Load cell* ini memiliki empat pin yang diantaranya adalah *vcc/power+*, *ground/power-*, *output1/signal+*, dan *output2/signal-*. *Output1* dan *output2* merupakan pin tegangan keluaran dari *load cell* yang nantinya dihubungkan ke modul HX711.

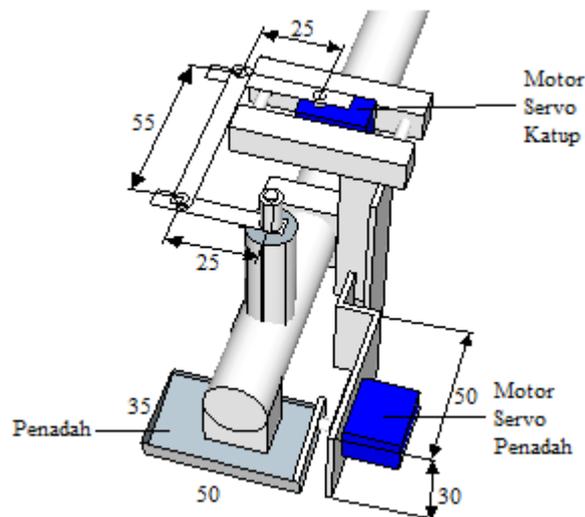
Tegangan keluaran *load cell* akan dikuatkan dan dikonversi dari analog ke digital oleh HX711. Data hasil konversi analog ke digital tersebut akan dikirimkan oleh HX711 ke arduino mega 2560 agar dapat diolah menjadi data massa dalam satuan gram. Hubungan pin-pin *load cell*, HX711, dan arduino mega 2560 ditunjukkan pada **gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Integrasi *load cell*, HX711, dan arduino mega 2560

3.4.2.2 Perancangan Keran Elektronik

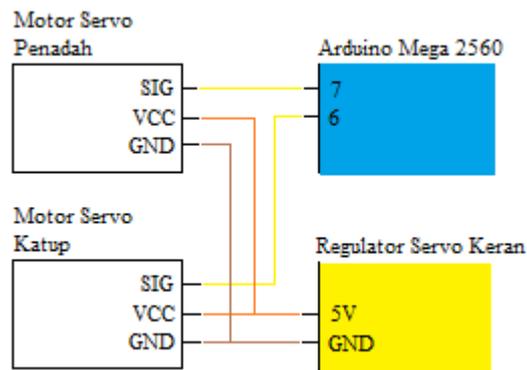
Keran elektronik pada alat ini berfungsi untuk mengisi atau mengalirkan minyak goreng ke dalam kemasan minyak goreng.



Gambar 3.6 Perancangan keran elektronik

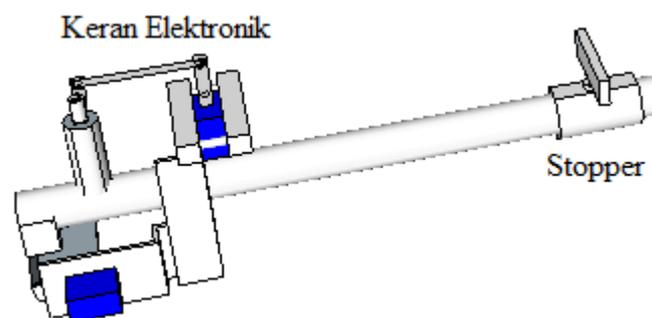
Keran elektronik dibuat menggunakan dua motor servo yaitu motor servo katup dan motor servo penadah, serta keran manual. Motor servo katup berfungsi untuk menggerakkan tuas agar dapat membuka dan menutup katup, sedangkan motor servo penadah berfungsi untuk menggerakkan penadah agar dapat menadah atau tidak menadah. Alat ini juga dibuat menggunakan akrilik 10mm dan 2mm sebagai material pembuat bracket atau penyangga motor servo, bahan pembuat tuas motor servo yang menggerakkan tuas katup, dan bahan pembuatan penadah. Motor servo yang digunakan memiliki torsi 1,8 kg yang cukup kuat untuk menggerakkan tuas katup dan penadah. Motor servo keran ini menggunakan tegangan input sebesar 5V.

Integrasi motor servo keran dengan arduino mega 2560 dan regulator diperlihatkan pada **gambar 3.7**.



Gambar 3.7 Integrasi motor servo keran elektronik

Sebelum minyak goreng mengalir melalui keran elektronik, minyak goreng terlebih dahulu akan melalui keran stopper manual. Keran stopper manual ini berfungsi sebagai pengaman ketika terjadi kerusakan pada keran elektronik seperti tidak dapat tertutupnya keran elektronik, dan sebagai pengaman ketika alat tidak digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama agar mencegah kebocoran.

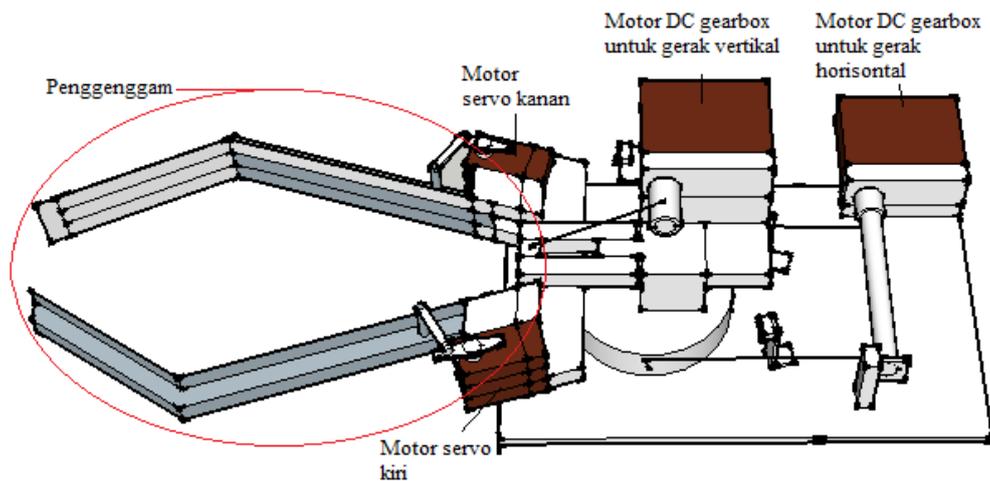


Gambar 3.8 Keran elektronik dan keran stopper

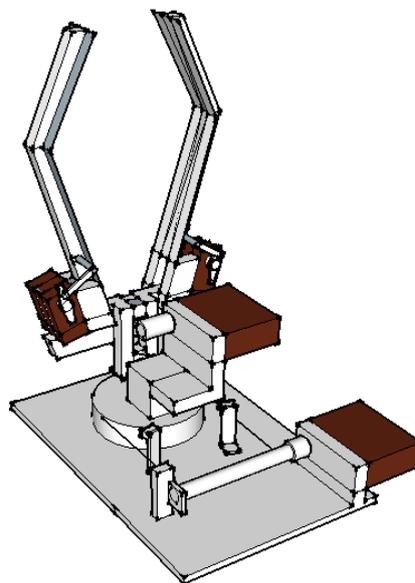
3.4.2.3. Perancangan Lengan Penggeser

Lengan penggeser merupakan bagian yang berfungsi untuk memindahkan atau menggeser kemasan yang telah diisi ke tempat yang sesuai dengan kemasan tersebut. Pada alat ini akan dibuat dua lengan penggeser yaitu lengan L dan lengan KG. Lengan L berfungsi untuk menggeser jenis kemasan $\frac{1}{2}$ l atau 1l yang sudah

selesai di isi ke posisi $\frac{1}{2}$ l atau 1l. Sedangkan lengan KG berfungsi untuk menggeser jenis kemasan $\frac{1}{2}$ kg atau 1 kg yang telah selesai diisi ke posisi $\frac{1}{2}$ kg atau 1 kg. Rancangan lengan L dan lengan KG adalah sama. **Gambar 3.9** dan **gambar 3.10** memperlihatkan rancangan lengan penggeser.

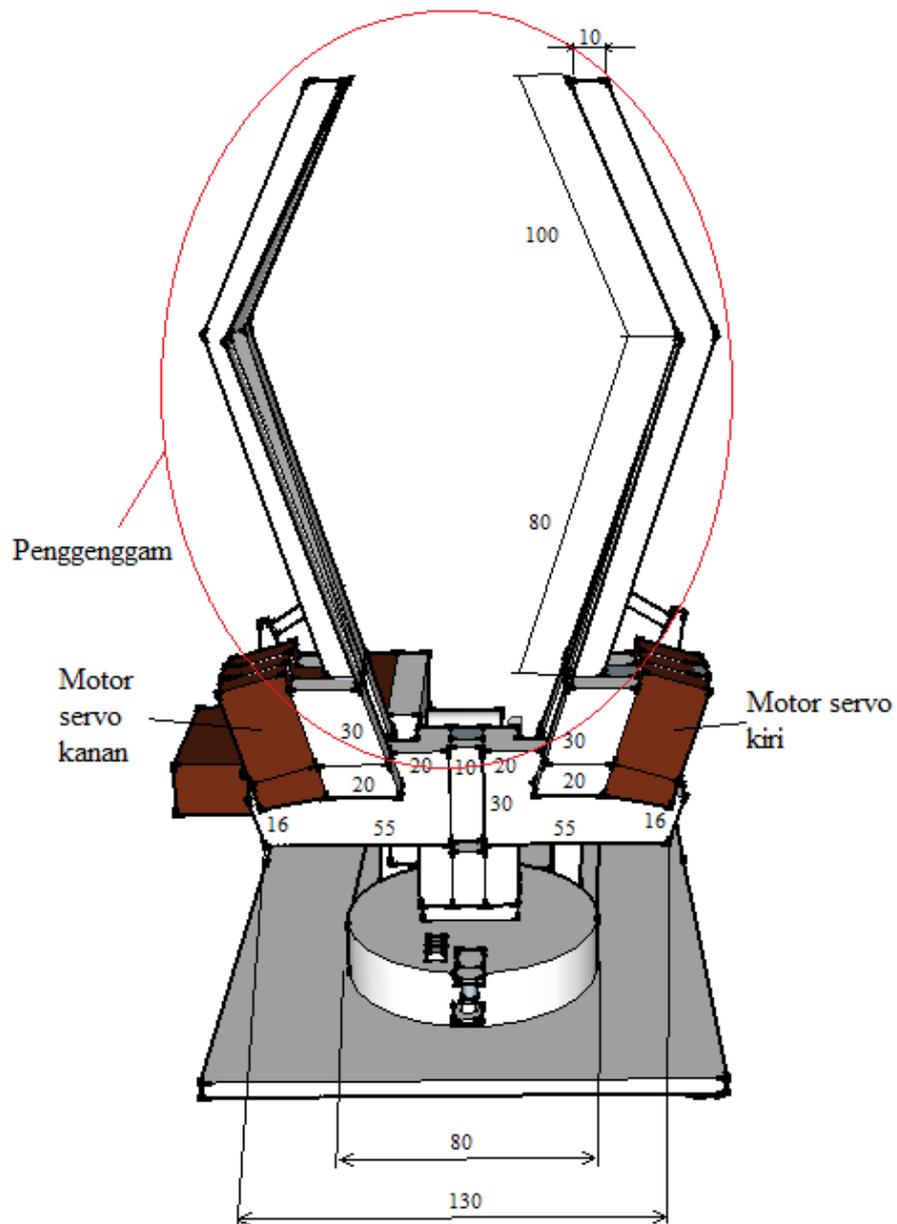


Gambar 3.9 Lengan penggerak dengan penggenggam di posisi horizontal

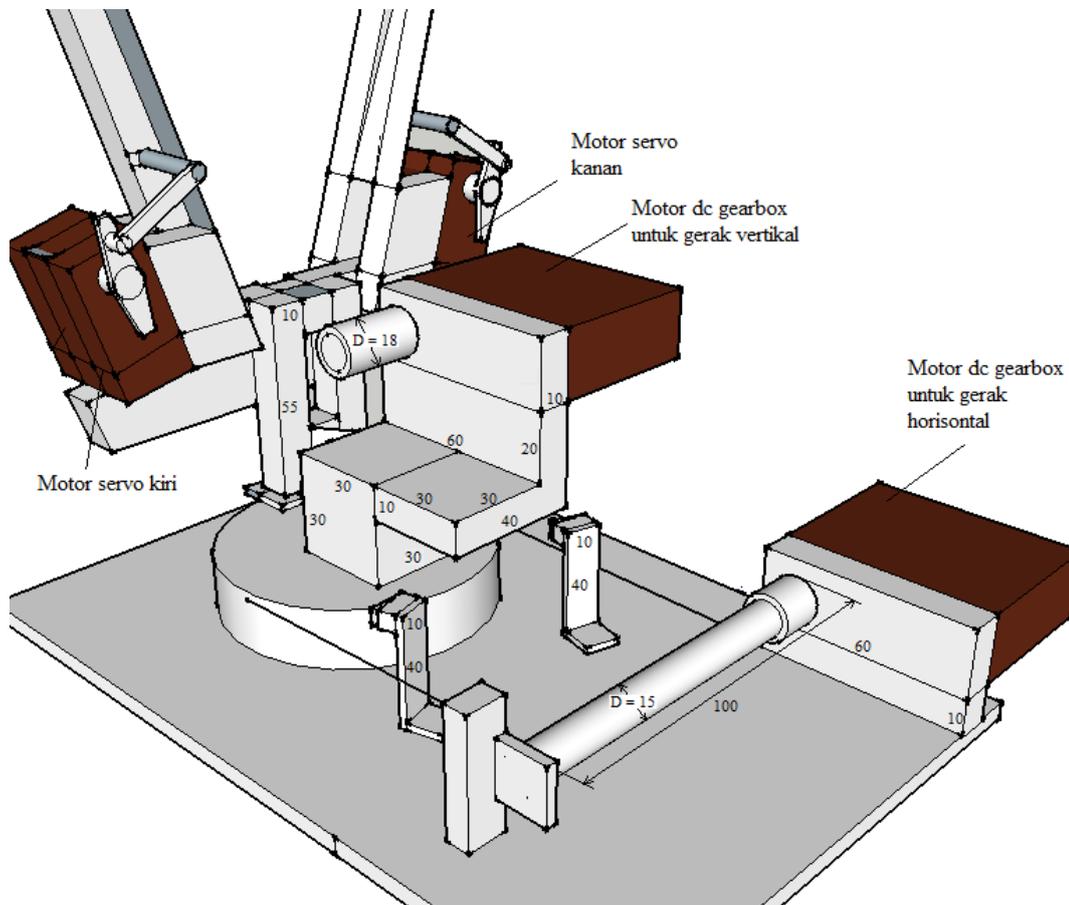


Gambar 3.10 Lengan penggerak dengan penggenggam pada posisi vertical

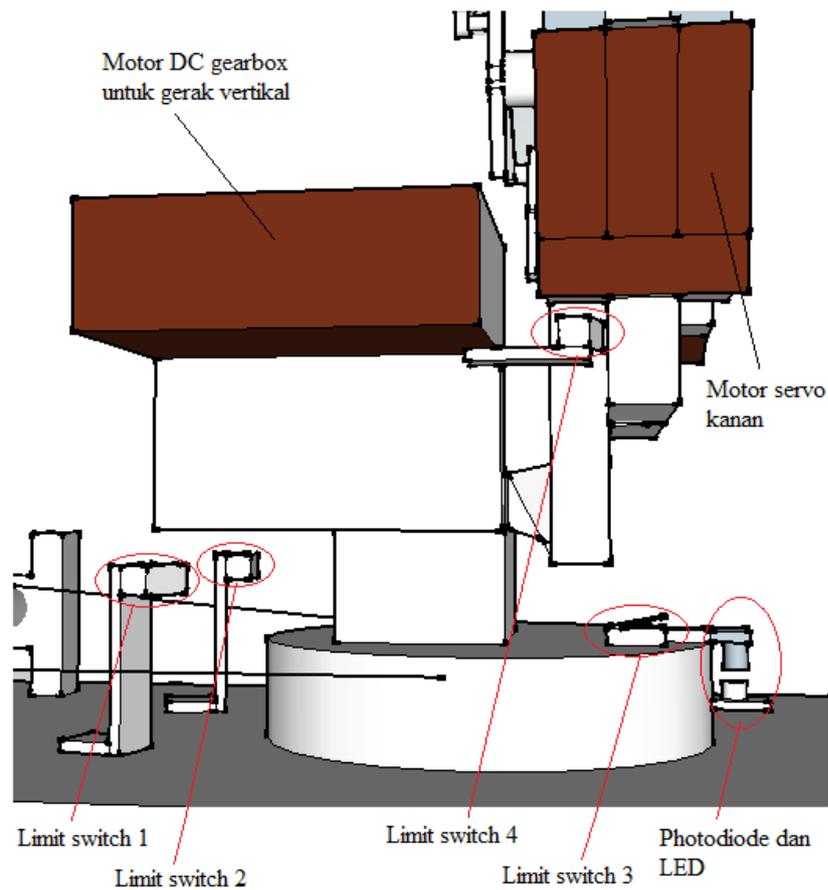
Lengan penggeser ini dibuat menggunakan bahan akrilik 10mm, 2mm, dan plastik 1mm. Pada lengan penggeser ini terdapat motor servo, motor *dc gearbox*, sensor *photodiode* dan sensor *limit switch*. Posisi motor servo, motor dc gearbox dan dimensi lengan penggeser diperlihatkan pada **gambar 3.11** dan **gambar 3.12**. Posisi sensor *photodiode* dan *limit switch* diperlihatkan pada **gambar 3.13**.



Gambar 3.11 Ukuran bagian lengan penggeser dengan satuan millimeter (mm)



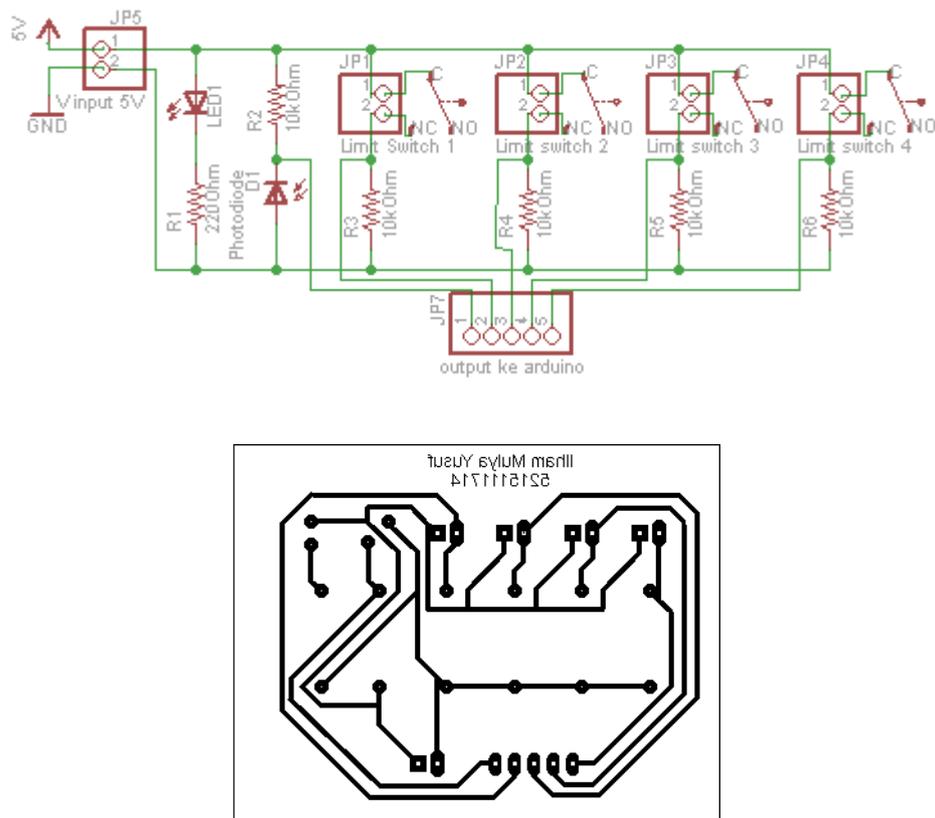
Gambar 3.12 Ukuran bagian lengan penggeser dengan satuan millimeter (mm)



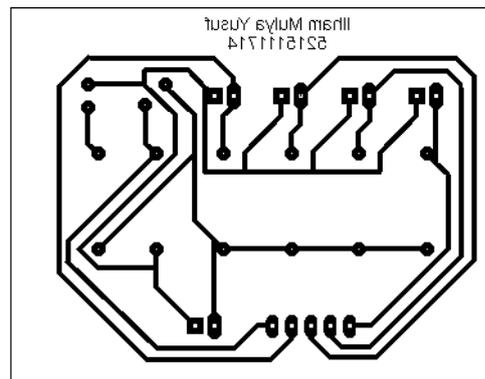
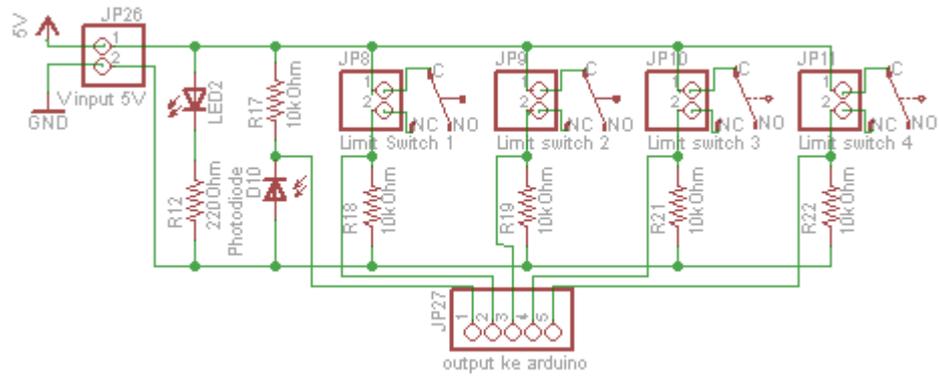
Gambar 3.13 Posisi sensor-sensor pada lengan penggeser

Sensor *photodiode* dan *limit switch* berfungsi untuk mendeteksi pergerakan lengan. Sensor *photodiode* dan *limit switch* ini terhubung dengan rangkaian sensor *photodiode* dan sensor *limit switch*. Rangkaian ini dirancang agar *photodiode* menghasilkan tegangan *output* berupa tegangan analog yang semakin besar bersamaan dengan makin meredupnya cahaya. Rangkaian ini juga dirancang agar *limit switch* memiliki *output HIGH* ketika ditekan (*C* dan *NO* terhubung) atau *LOW* ketika tidak ditekan (*C* dan *NO* tidak terhubung). Rangkaian ini memerlukan resistor *pull down* agar *output* dapat berlogika *LOW* atau tidak mengambang ketika tidak ditekan.

Pada alat ini terdapat dua lengan penggeser yaitu lengan L dan lengan KG sehingga diperlukan dua rangkaian sensor yaitu sensor *photodiode* dan *limit switch* lengan L dan sensor *photodiode* dan *limit switch* lengan KG. Skema rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch* lengan L dan lengan KG beserta *layout* diperlihatkan pada **gambar 3.14** dan **gambar 3.15**.

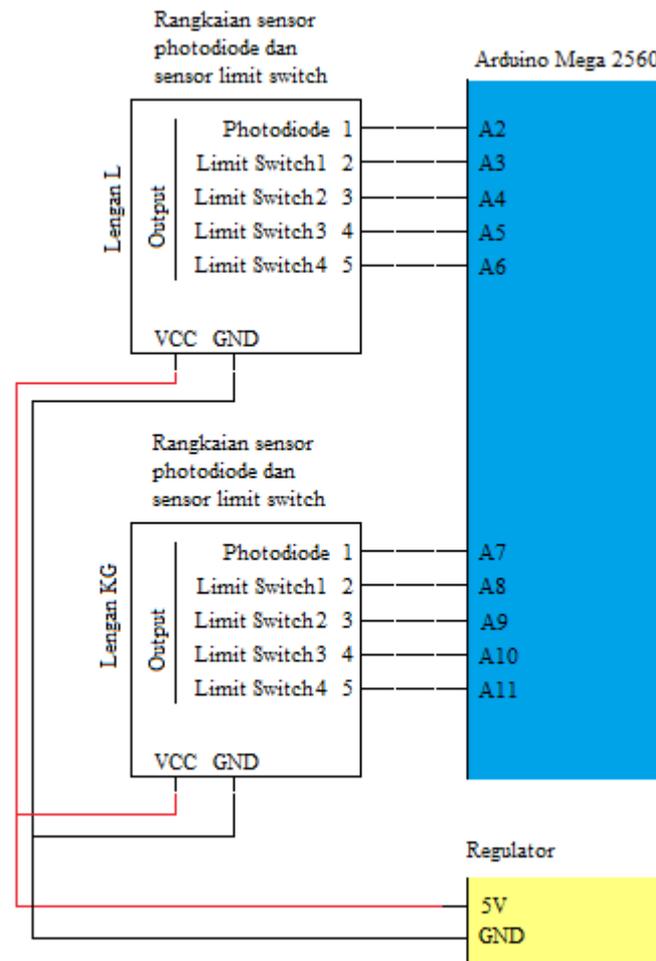


Gambar 3.14 Skema dan *layout* sensor *photodiode* dan *limit switch* lengan L



Gambar 3.15 Skema dan *layout* sensor *photodiode* dan *limit switch* lengan KG

Integrasi rangkaian sensor *photodiode* dan sensor *limit switch* dengan arduino mega 2560 dan regulator diperlihatkan pada **gambar 3.16**.



Gambar 3.16 Integrasi rangkaian sensor dengan arduino dan regulator

Pada lengan penggeser digunakan dua motor *dc gearbox*, yaitu motor *dc gearbox* untuk gerak horisontal dan motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal. Motor *dc gearbox* untuk gerak horisontal adalah motor *dc gearbox* yang menggerakkan lengan ke kanan dan ke kiri dengan cara menggulung tali yang terhubung dengan poros lengan, sedangkan motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal adalah motor *dc gearbox* yang menggerakkan penggenggam untuk bergerak naik dan turun juga dengan cara menggulung tali yang terhubung dengan penggenggam dari lengan penggeser.

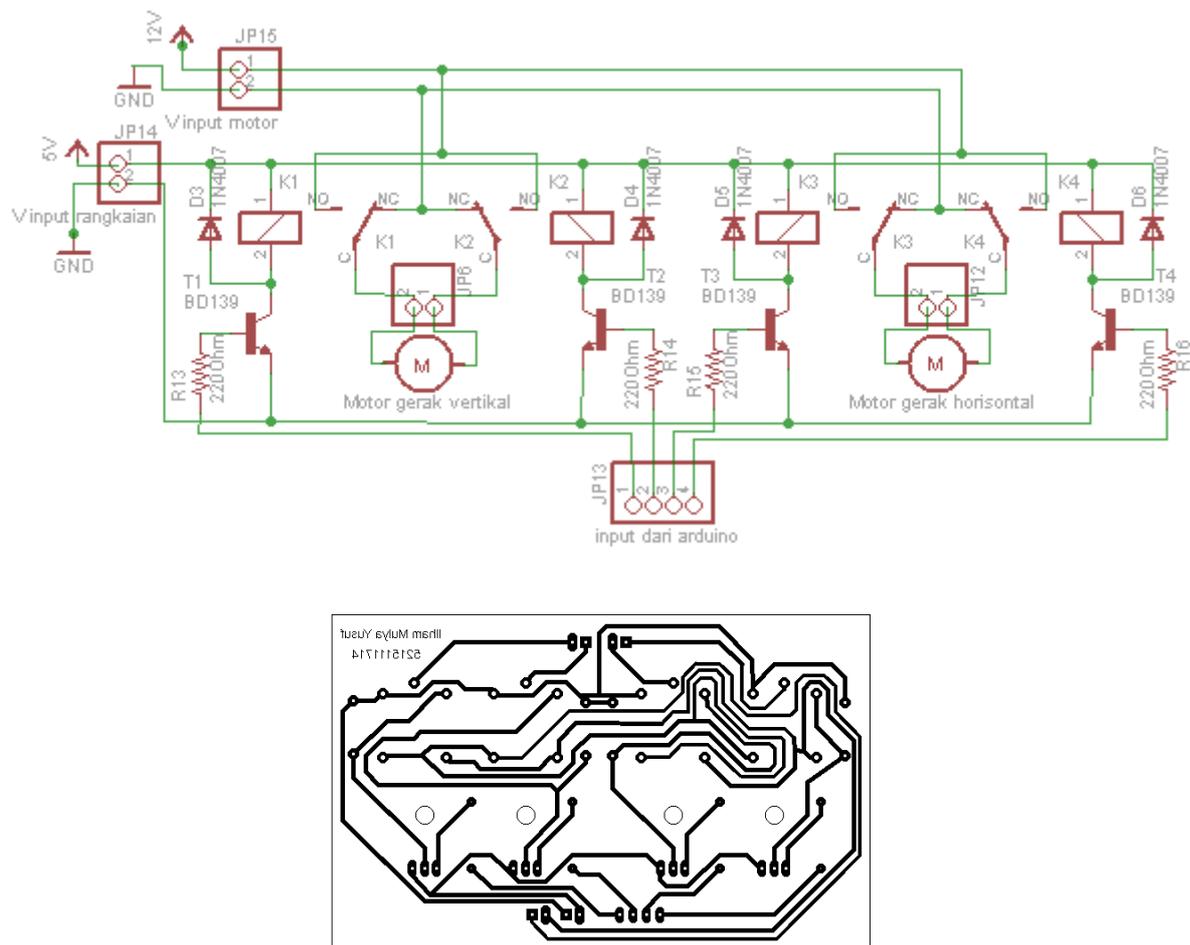
Pada motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal, jika motor *dc gearbox* untuk gerak horisontal berputar searah jarum jam maka lengan akan berputar atau bergeser ke kiri, sedangkan jika motor *dc gearbox* berputar tidak searah jarum jam maka lengan akan bergeser atau berputar ke kanan.

Pada motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal, jika motor *dc gearbox* berputar searah jarum jam maka penggenggam akan naik, sedangkan jika motor *dc gearbox* berputar tidak searah jarum jam maka penggenggam akan bergerak turun.

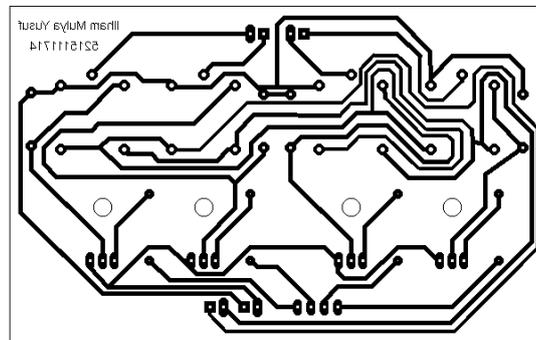
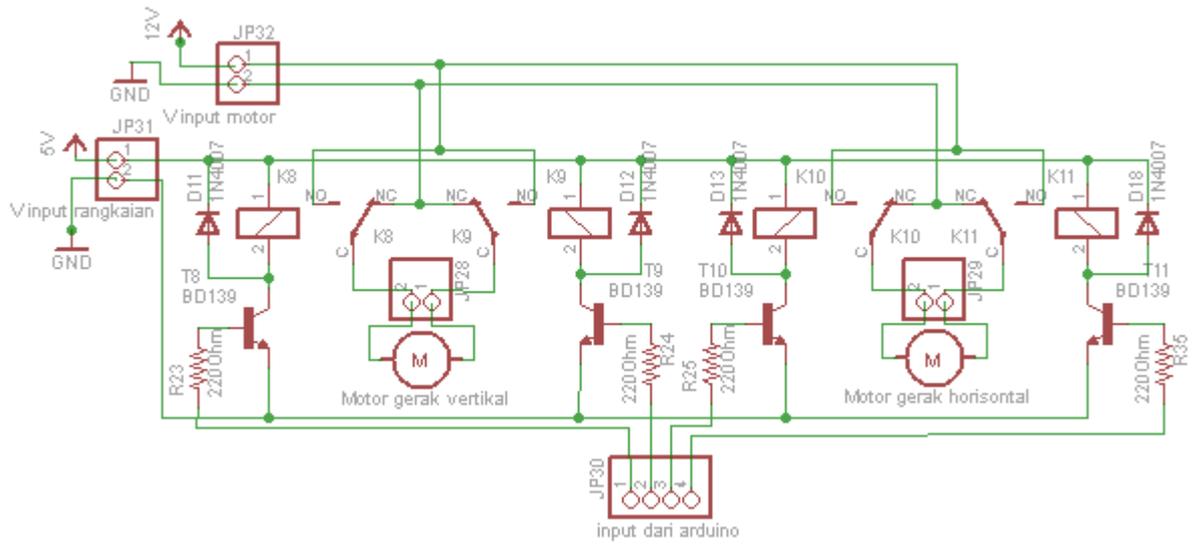
Motor *dc gearbox* yang digunakan pada penelitian ini dihubungkan dengan sumber tegangan 12V. Motor ini dikendalikan arah putarannya oleh rangkaian *driver* motor dua arah berdasarkan kendali dari arduino mega 2560. Rangkaian *driver* motor pada penelitian ini dirancang untuk dapat mengendalikan dua motor yaitu motor *dc* untuk gerak horisontal dan motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal. Rangkaian *driver* motor dua arah ini menggunakan empat relay yang masing-masing relaynya diaktifkan oleh sebuah transistor. Relay yang digunakan pada *driver* motor ini adalah relay 5Volt dan transistor yang digunakan untuk

mengaktifkan relay adalah transistor BD139. Rangkaian ini menggunakan dua tegangan *input* yaitu 12V untuk tegangan motor *dc gearbox*, dan 5V untuk rangkaian *driver* motor agar komponen dapat bekerja.

Pada alat ini terdapat dua lengan penggeser yaitu lengan L dan lengan KG sehingga diperlukan dua rangkaian driver motor yaitu *driver* motor lengan L dan driver motor lengan KG. Skema dan layout *driver* motor *dc* lengan L dan lengan KG diperlihatkan pada **gambar 3.17** dan **gambar 3.18**.

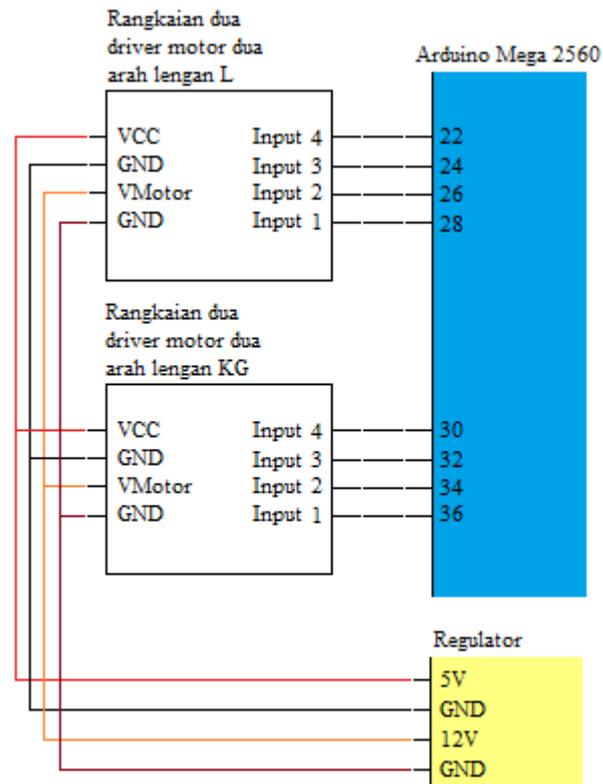


Gambar 3.17 Skema dan *layout* rangkaian *driver* motor *dc* lengan L



Gambar 3.18 Skema dan *layout* rangkaian *driver* motor *dc* lengan KG

Integrasi rangkaian *driver* motor dengan arduino mega 2560 dan regulator diperlihatkan pada **gambar 3.19**.



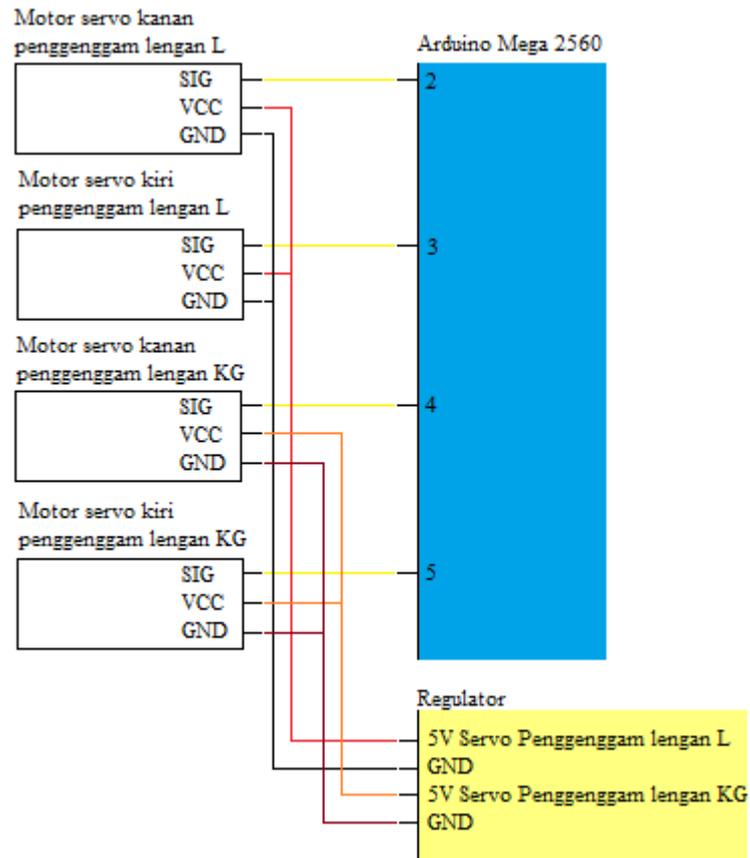
Gambar 3.19 Integrasi rangkaian *driver* dengan arduino dan regulator

Rangkaian *driver* motor ini memiliki empat pin yang terhubung dengan arduino mega 2560. Jika pada pin 4 *driver* motor diberikan logika *HIGH* maka motor *dc gearbox* untuk gerak horisontal lengan penggeser akan berputar tidak searah dengan jarum jam sehingga membuat lengan penggeser bergerak ke kanan. Sebaliknya jika pada pin 3 rangkaian *driver* ini diberikan logika *HIGH* maka motor *dc gearbox* untuk gerak horisontal lengan penggeser akan berputar searah jarum jam sehingga membuat lengan penggeser bergerak ke kiri. Jika yang terjadi adalah kondisi sebaliknya, maka posisi dua kabel motor pada pin *header* harus ditukar.

Pin 2 dan 1 pada rangkaian ini digunakan untuk mengendalikan motor untuk gerak vertikal (naik dan turun) dari penggenggam pada lengan penggeser. Jika pin 2 diberikan logika *HIGH* maka motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal akan berputar searah jarum jam sehingga penggenggam pada lengan penggeser akan bergerak naik. Sebaliknya, jika pada pin 1 diberikan logika *HIGH* maka motor *dc gearbox* untuk gerak vertikal akan berputar tidak searah jarum jam sehingga penggenggam pada lengan penggeser akan bergerak turun. Jika yang terjadi adalah kondisi sebaliknya, maka posisi dua kabel motor dc pada pin *header* harus ditukar.

Penggenggam dari lengan penggeser menggunakan dua motor servo yang berfungsi untuk menggerakkan bagian kanan dan kiri penggenggam. Motor servo yang digunakan pada penelitian ini adalah motor servo standar 180 derajat dengan torsi 9,4 kg. Motor servo ini memiliki tiga kabel yaitu VCC, GND, dan signal. Pin VCC dan GND dihubungkan dengan tegangan 5 V dari regulator untuk motor servo lengan, sedangkan pin signal dihubungkan ke arduino mega 2560.

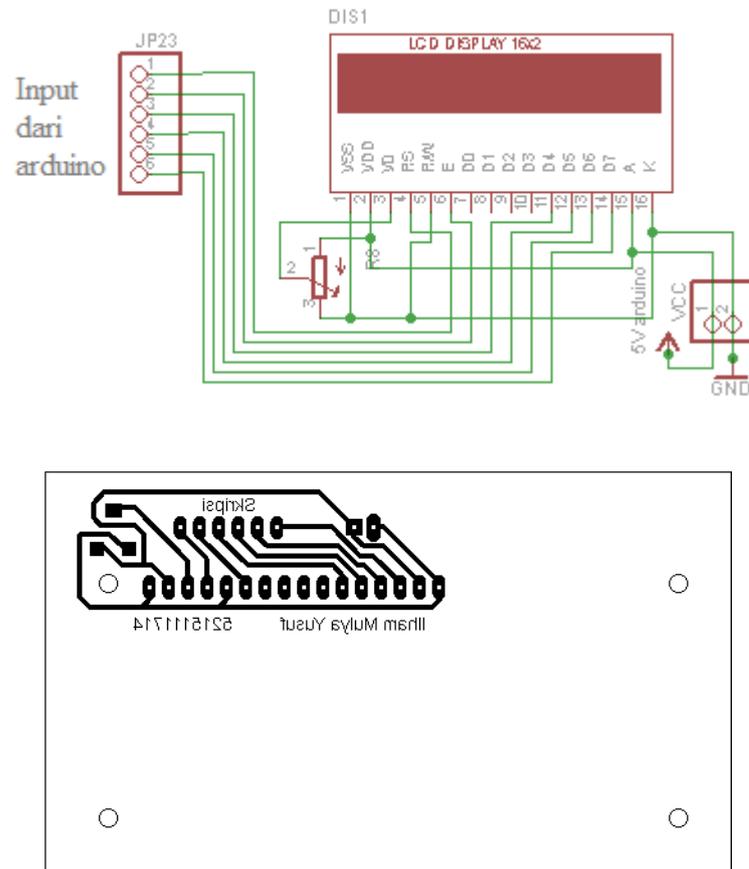
Integrasi motor servo penggerak dengan arduino mega 2560 dan regulator diperlihatkan pada **gambar 3.20**.



Gambar 3.20 Integrasi motor servo penggerak dengan arduino mega 2560 dan regulator

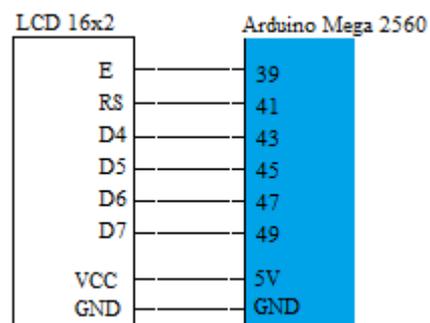
3.4.2.4. Meja alat

Meja pada alat ini berfungsi sebagai tempat dipindahkannya minyak goreng yang telah diisi. Pada bagian bawah meja alat ini terdapat *styrofoam* sebagai penyetabil meja yang memperbaiki permukaan bawah meja dan triplek sebagai alas meja. Pada bagian depan meja ini terdapat rangkaian *LCD* 16x2 beserta modul *LCD*, dan pada bagian belakang meja ini terdapat tempat arduino mega 2560 dan rangkaian regulator tegangan. Meja ini terbuat dari bahan akrilik 3mm sebagai alas dan permukaan meja, dan menggunakan kayu olahan sebagai tiang meja. **Gambar**



Gambar 3.22 Skema dan *layout* LCD16x2

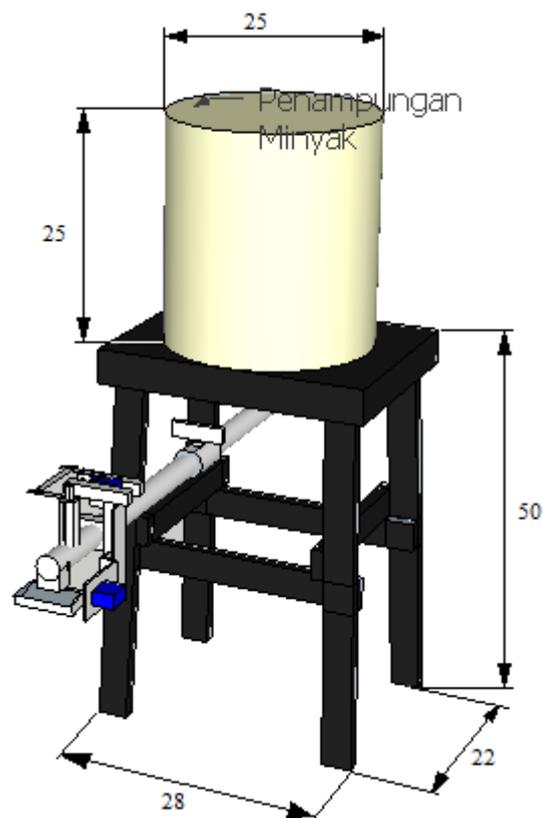
Integrasi antara *LCD* 16x2 dengan Arduino mega 2560 diperlihatkan pada **gambar 3.23**.



Gambar 3.23 Integrasi *LCD*16x2 dengan Arduino Mega 2560

3.4.2.5. Penampungan Minyak Goreng

Penampungan minyak goreng ini dibuat menggunakan wadah yang dapat menampung minyak goreng dengan massa sekitar 6kg. Penampungan ini memiliki rangka yang terbuat dari kayu. **Gambar 3.24** memperlihatkan rancangan penampungan minyak goreng.



Gambar 3.24 Rancangan penampungan minyak goreng

3.4.2.8. Rangkaian Regulator Tegangan

Rangkaian regulator tegangan ini dirancang untuk memiliki enam *output* tegangan yaitu

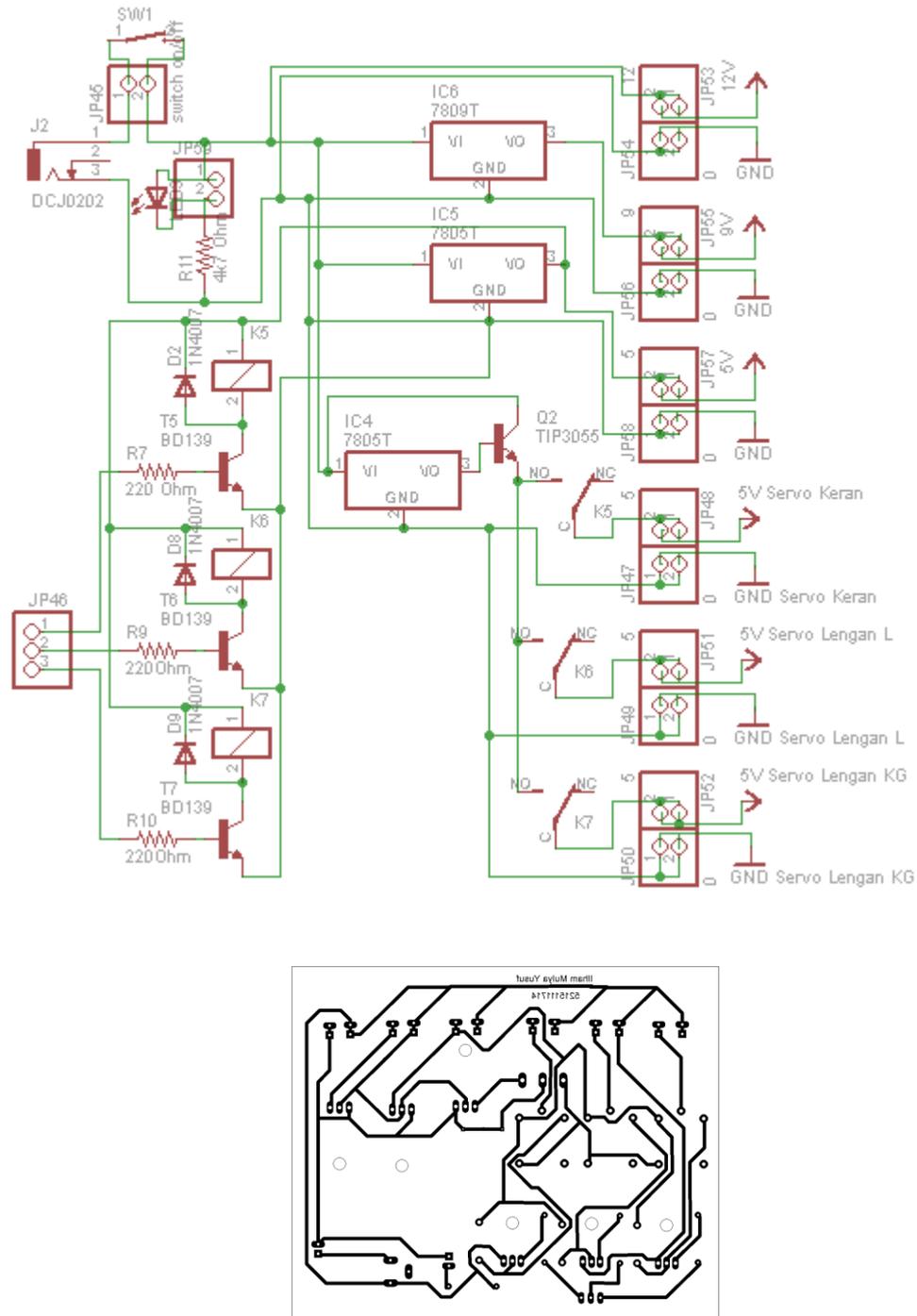
1. Tegangan *output* 12V yang berasal dari adaptor untuk sumber tegangan motor *dc gearbox*.

2. Tegangan *output* 9V yang berasal dari *output* L7809 untuk sumber tegangan arduino mega 2560.
3. Tegangan *output* 5V yang berasal dari *output* L7805 untuk rangkaian sensor *photodiode* dan sensor *limit switch* dan rangkaian *driver* motor.
4. Tegangan *output* 5V yang berasal dari TIP3055 yang disalurkan oleh relay K1 ke motor servo keran.
5. Tegangan *output* 5V yang berasal dari TIP3055 yang disalurkan oleh relay K2 ke motor servo penggenggam lengan L.
6. Tegangan *output* 5V yang berasal dari TIP3055 yang disalurkan oleh relay K3 ke motor servo penggenggam lengan KG.

TIP3055 digunakan sebagai sumber tegangan untuk motor servo. Hal ini dikarenakan TIP3055 dapat menyediakan arus yang cukup untuk motor servo dibandingkan dengan L7805.

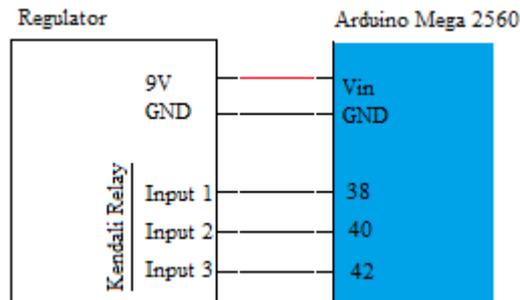
Sumber tegangan yang digunakan pada rangkaian regulator ini adalah adaptor 12V dengan arus 2A. Arus dari adaptor ini tidak mencukupi untuk membuat TIP3055 dapat menggerakkan seluruh motor servo secara bersamaan. Maka dari itu perlu adanya relay K1 yang dapat menyalurkan/tidak menyalurkan tegangan ke motor servo keran elektronik, relay K2 yang dapat menyalurkan/tidak menyalurkan sumber tegangan ke motor servo lengan L, dan relay K3 yang dapat menyalurkan/tidak menyalurkan sumber tegangan ke motor servo penggenggam lengan KG. Relay-relay ini tidak diperbolehkan aktif secara bersamaan karena dapat membuat seluruh motor servo terhubung dengan sumber tegangan. Hanya ada satu relay yang boleh aktif dalam satu waktu, yaitu relay yang akan menyalurkan sumber

tegangan ke motor servo yang akan bekerja. Skema dan *layout* rangkaian regulator diperlihatkan pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 Skema dan *layout* rangkaian regulator

Integrasi regulator dengan arduino mega 2560 ini diperlihatkan pada **gambar 3.26**.

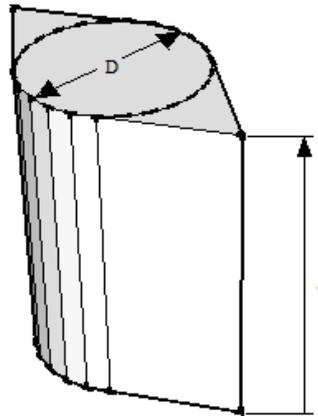


Gambar 3.26 Integrasi regulator dengan Arduino mega 2560

Pada input 1 kendali relay, jika diberikan logika *HIGH* maka motor servo pada keran elektronik akan mendapatkan sumber tegangan 5V. Jika input 2 kendali relay diberikan logika *HIGH* maka motor servo penggenggam lengan L akan mendapatkan sumber tegangan 5V. Jika input 3 kendali relay diberikan logika *HIGH* maka motor servo penggenggam lengan KG akan mendapatkan tegangan 5V.

3.4.2.9. Perancangan Kemasan Minyak Goreng

Kemasan minyak goreng yang digunakan adalah kemasan minyak goreng *standing pouch* yang dapat berdiri dengan tegak. Ada 4 jenis kemasan yang digunakan karena alat ini dapat mengisi minyak goreng dengan 4 ukuran yaitu ½ l, ½ kg, 1l, dan 1kg. Masing-masing jenis kemasan dirancang untuk memiliki massa yang berbeda agar kemasan-kemasan tersebut dapat dibedakan/dikenali dari massanya. **Gambar 3.27** memperlihatkan kemasan *standing pouch*. Dimensi kemasan yang akan digunakan ditunjukkan pada **tabel 3.1**.



Gambar 3.27 Kemasan *standing Pouch*

Berikut ini merupakan dimensi dari rancangan kemasan minyak goreng.

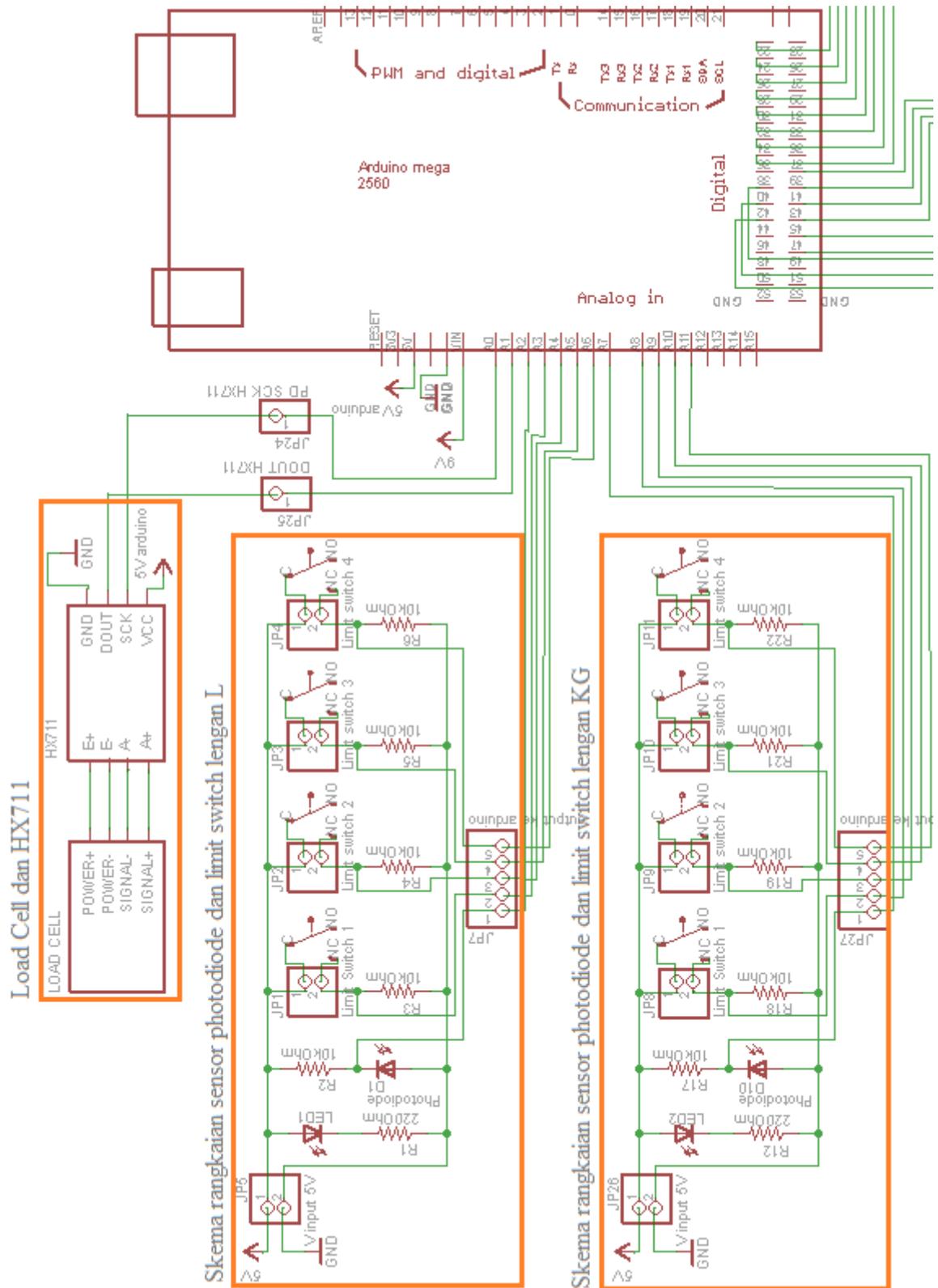
Tabel 3.1 Dimensi kemasan

No	Kemasan	Tinggi (cm)	Diameter Bawah (cm)
1	½ l	21	8
2	½ kg	23,5	8
3	1 l	24	10
4	1 kg	25,5	10

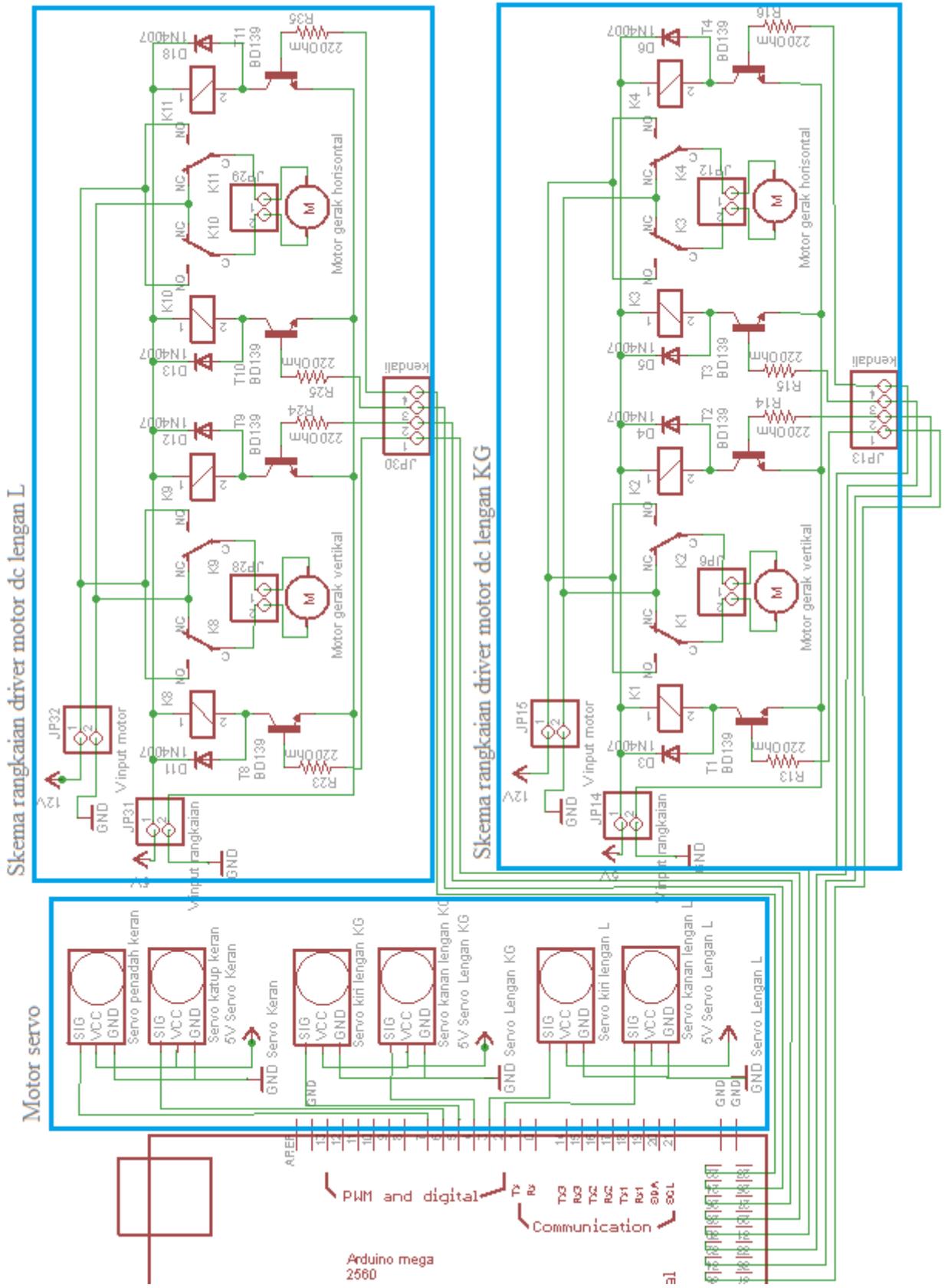
Massa kemasan akan diukur pada bagian selanjutnya yaitu pada **tabel 3.28**.

3.4.2.10. Pengintegrasian Rangkaian Elektronika secara Keseluruhan

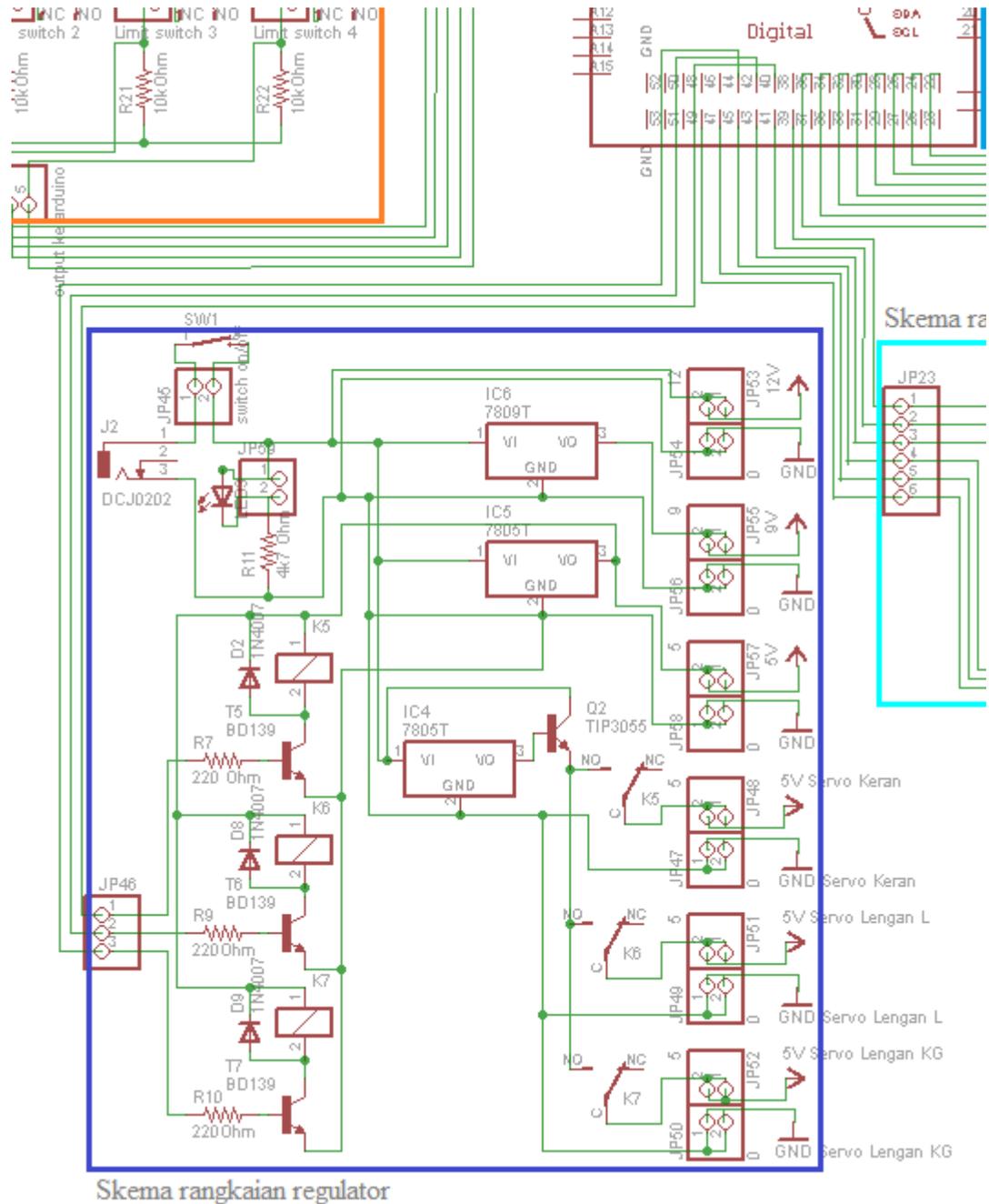
Berdasarkan perancangan skema rangkaian yang telah di jelaskan sebelumnya maka didapatkan skema rancangan secara keseluruhan yang dapat dilihat pada **gambar 3.28**, **gambar 3.29**, **gambar 3.30**, dan **gambar 3.31**.



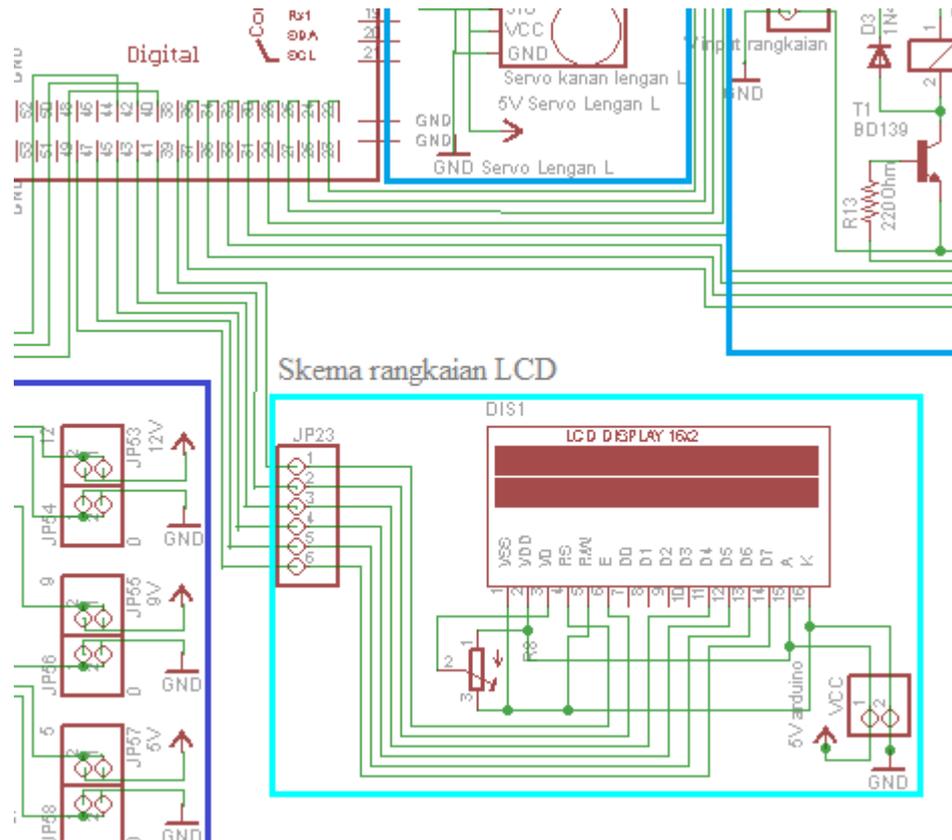
Gambar 3.28 Skema keseluruhan terfokus pada load cell dan hx711, dan skema sensor photodiode dan limit switch lengan untuk L dan lengan KG



Gambar 3.29 Skema keseluruhan terfokus pada driver motor dc dan motor servo



Gambar 3.30 Skema keseluruhan terfokus pada skema regulator



Gambar 3.31 Skema keseluruhan terfokus pada skema rangkaian LCD16x2

3.4.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak diperlukan untuk dapat membangun program arduino mega 2560 agar alat ini dapat mengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan load cell berbasis arduino mega 2560.

Alat ini dirancang untuk dapat mengisi minyak goreng secara otomatis dengan satuan massa dan volume. Volume minyak goreng didapatkan dengan cara mengolah data massa menjadi data volume dengan memanfaatkan rumus massa jenis.

Rumus massa jenis adalah

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dengan

ρ = massa jenis minyak goreng (g/ml)

m = massa (g)

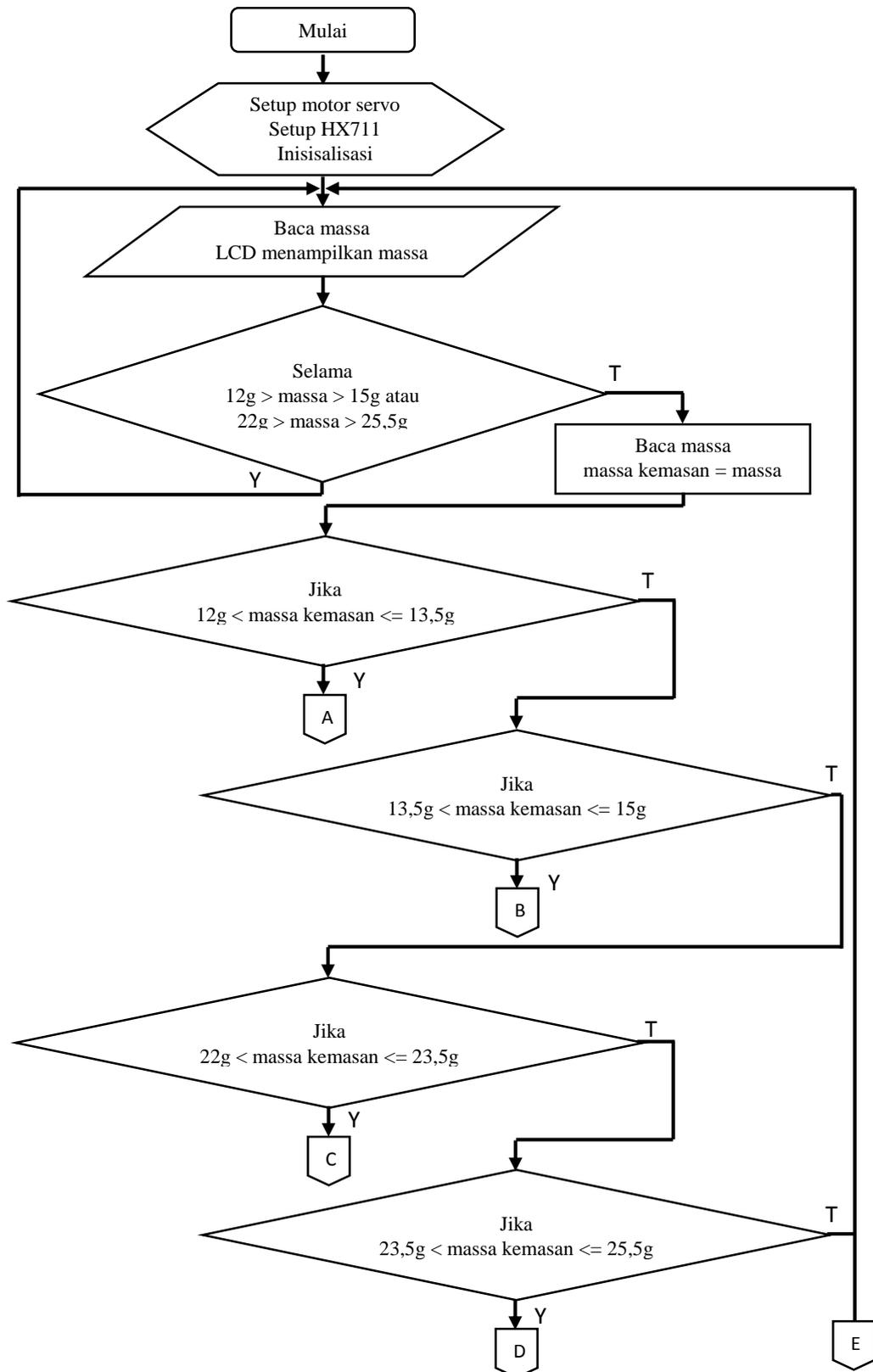
V = volume (ml)

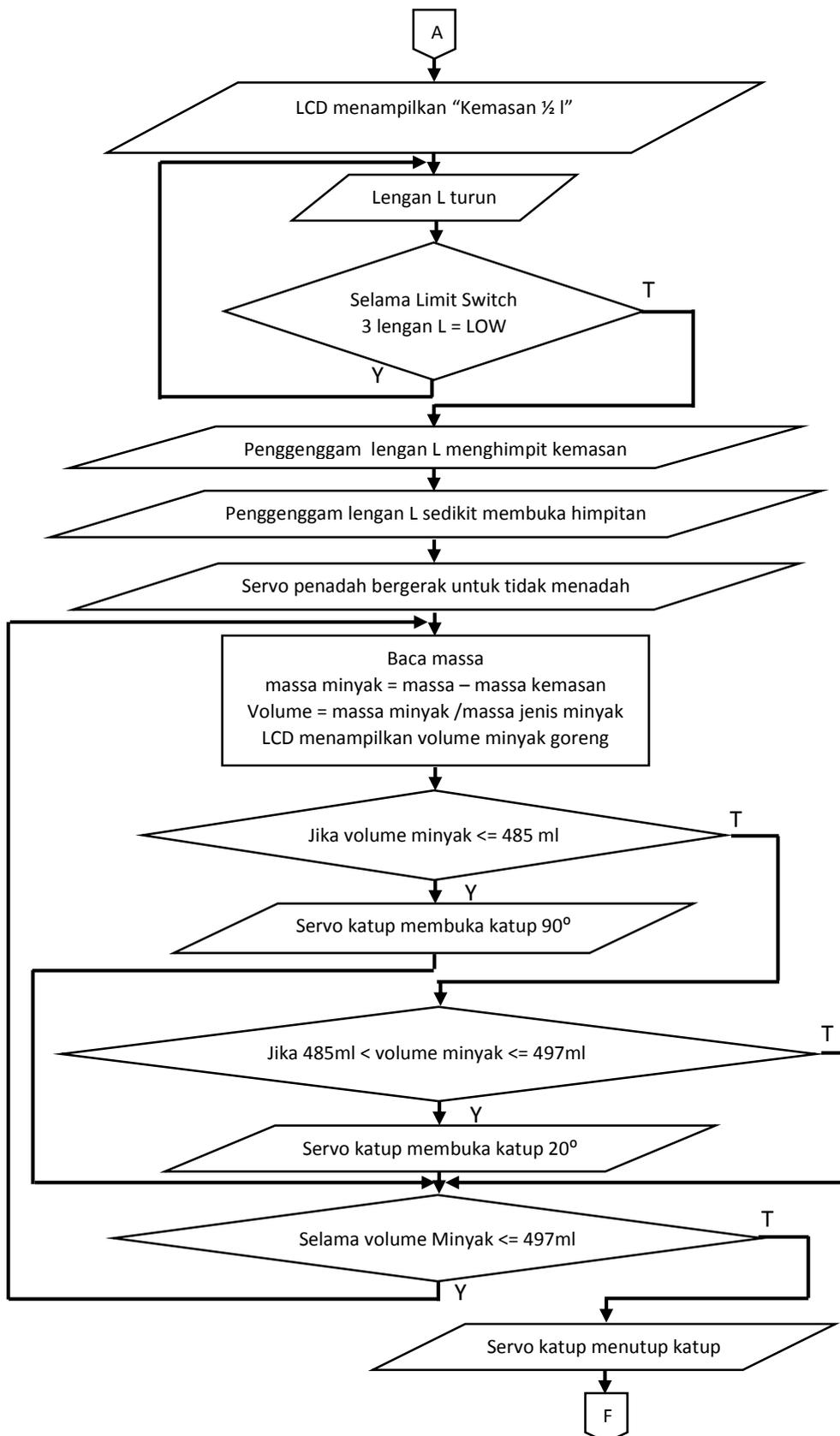
Jika massa diketahui maka volume bisa didapatkan menggunakan massa dengan rumus

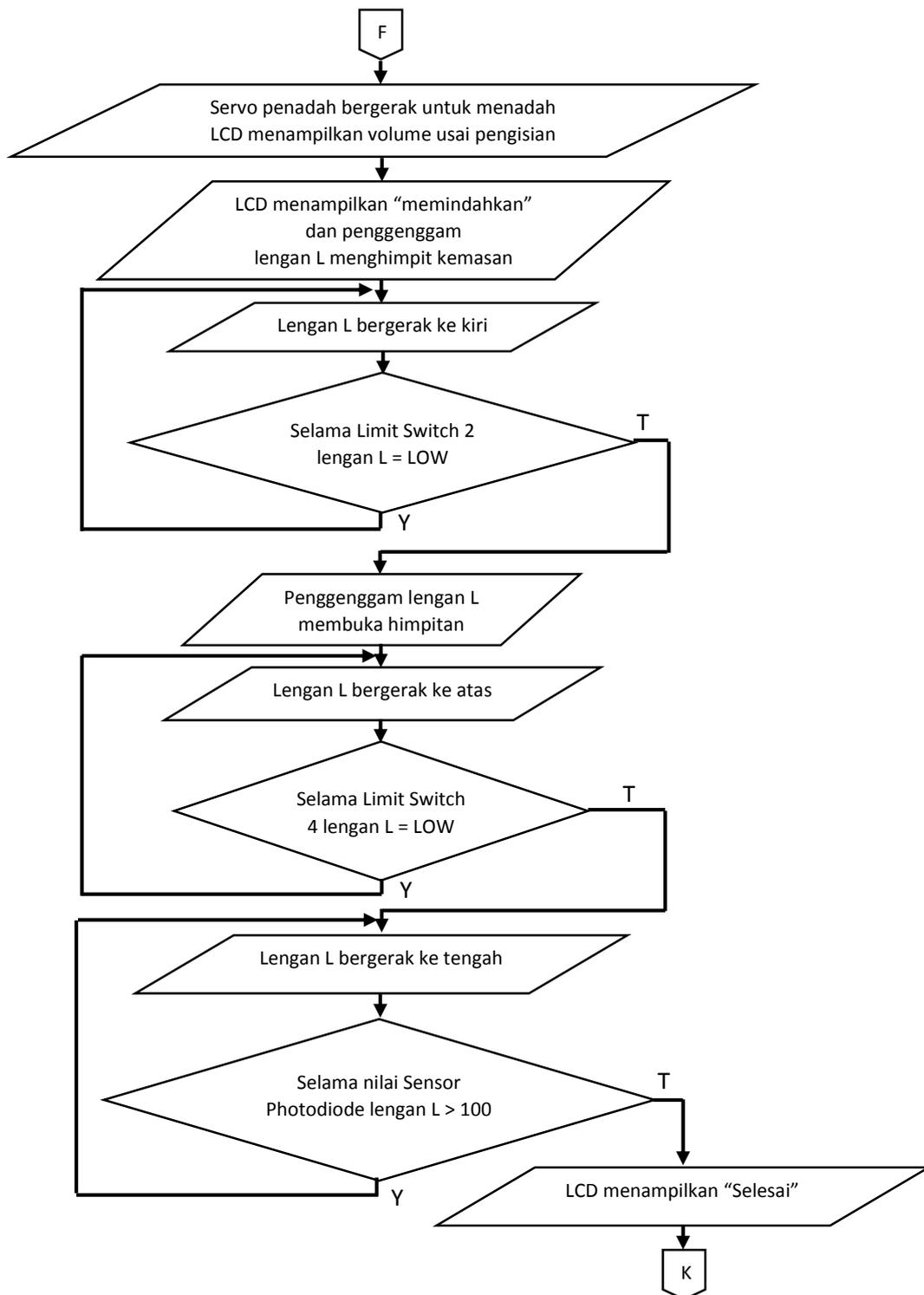
$$V = \frac{m}{\rho}$$

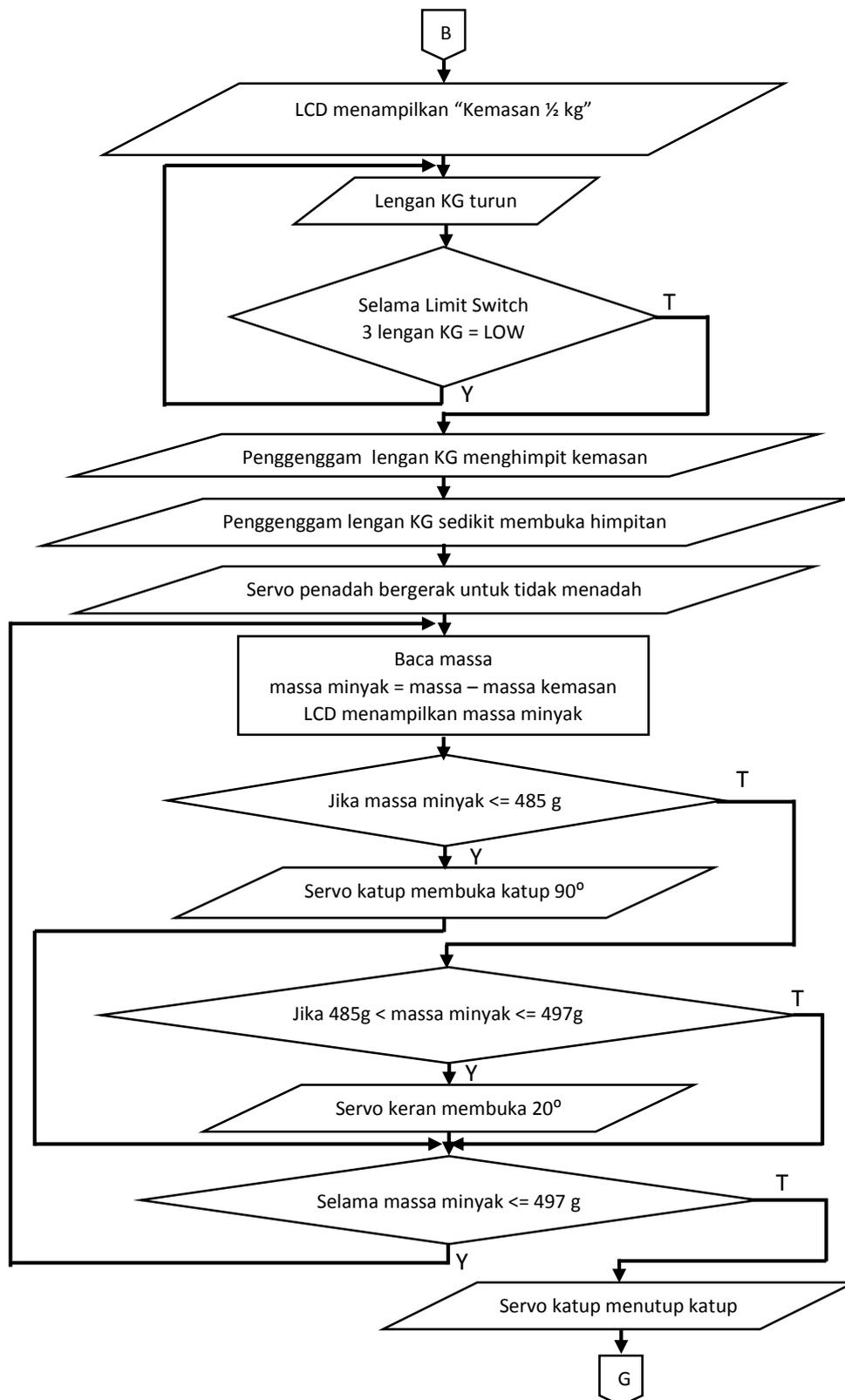
Rumus ini akan disisipkan pada program arduino mega 2560 dengan nilai ρ yang merupakan nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran massa jenis minyak goreng yang digunakan. Pada bab selanjutnya akan dilakukan pengukuran massa jenis minyak goreng yang digunakan.

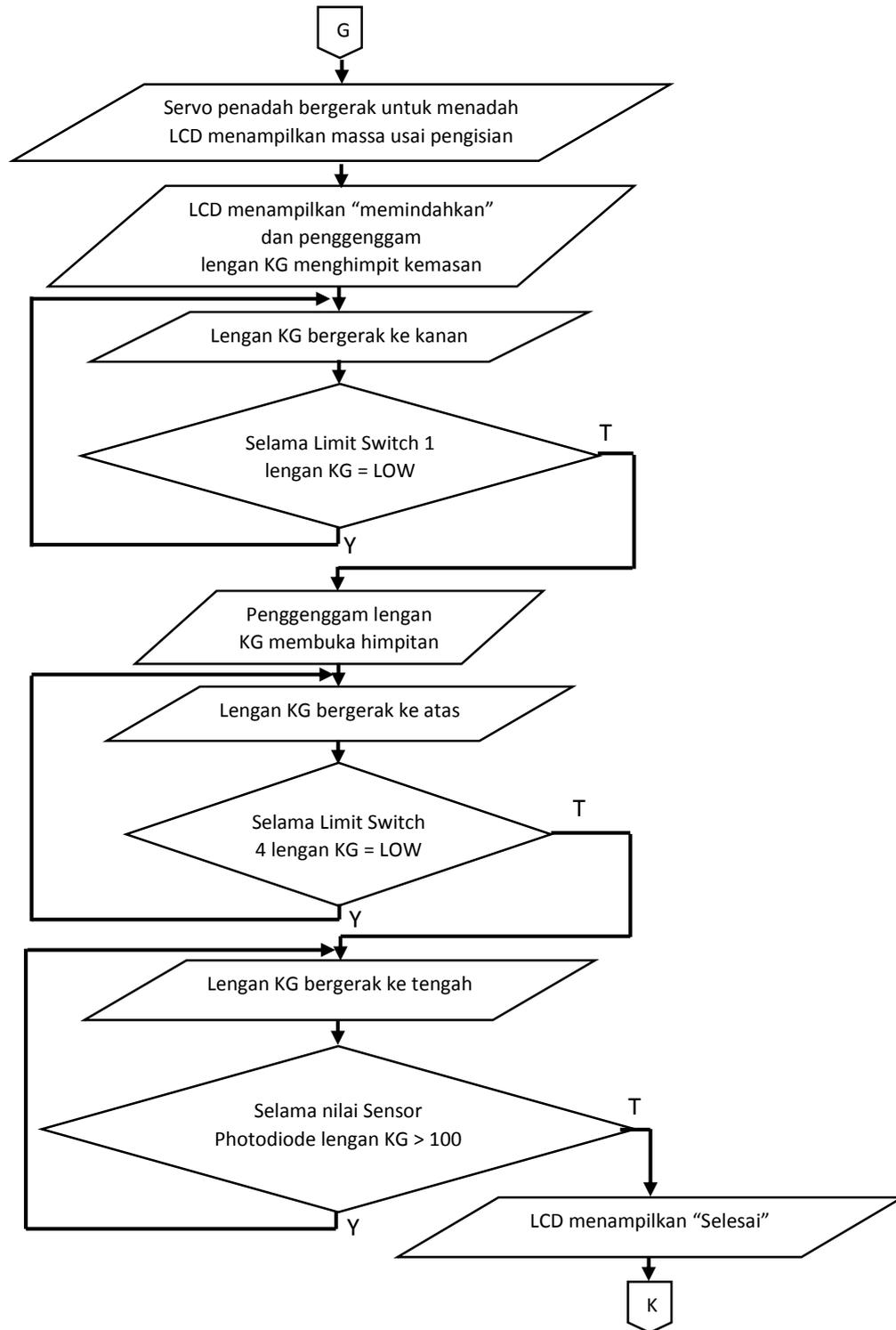
3.4.3.1. Diagram Alir Perangkat Lunak (Program Arduino Mega 2560)

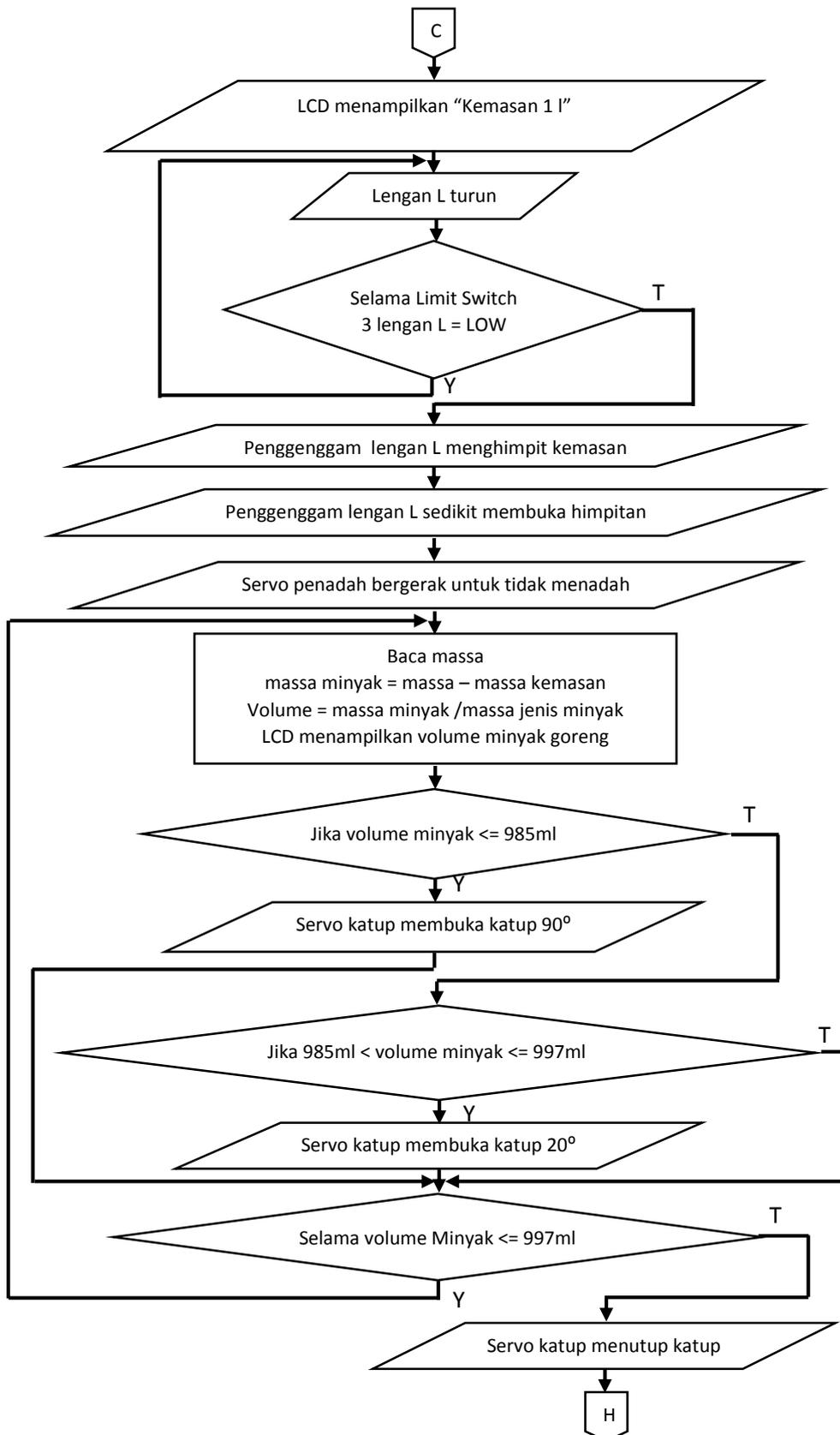


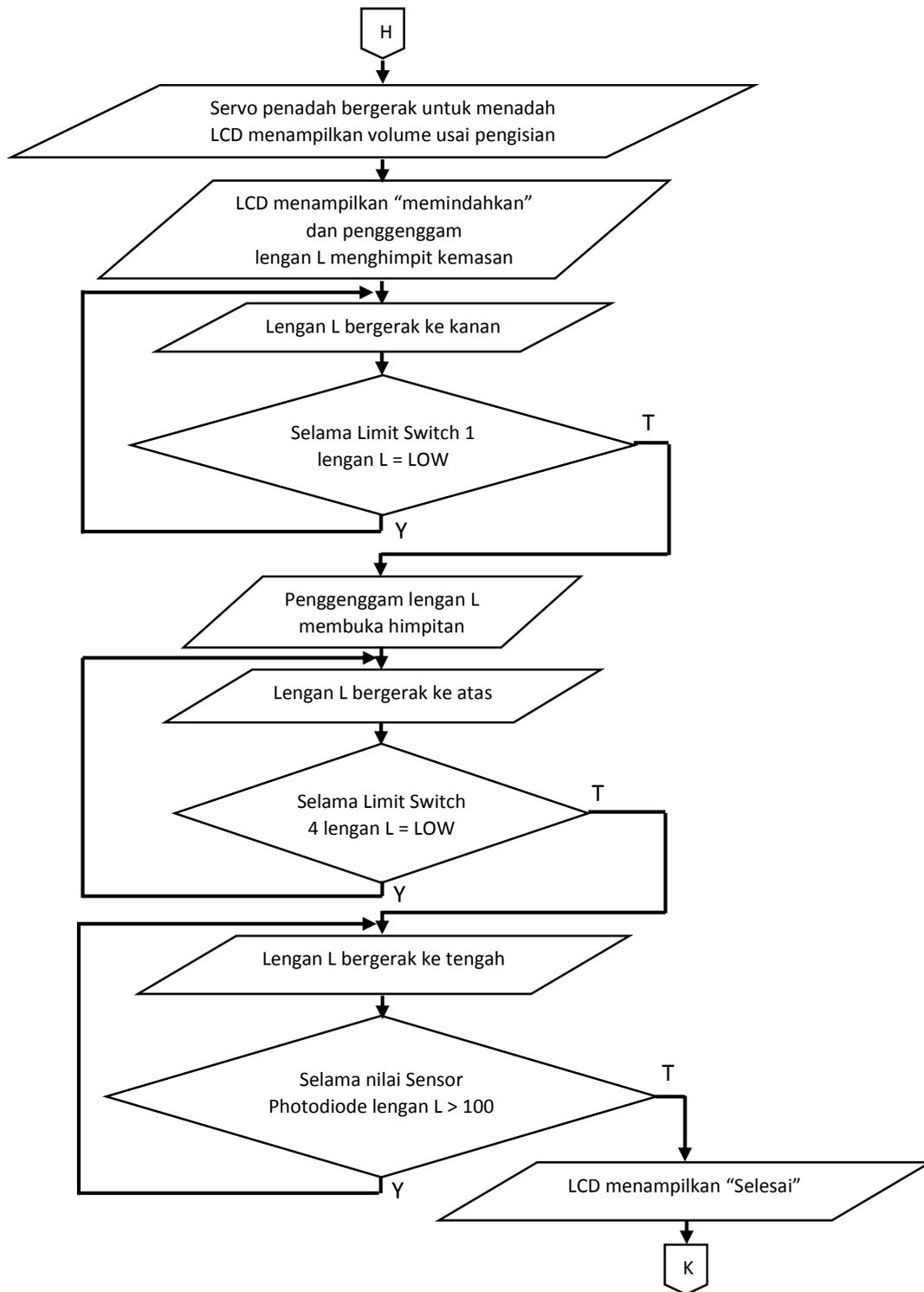


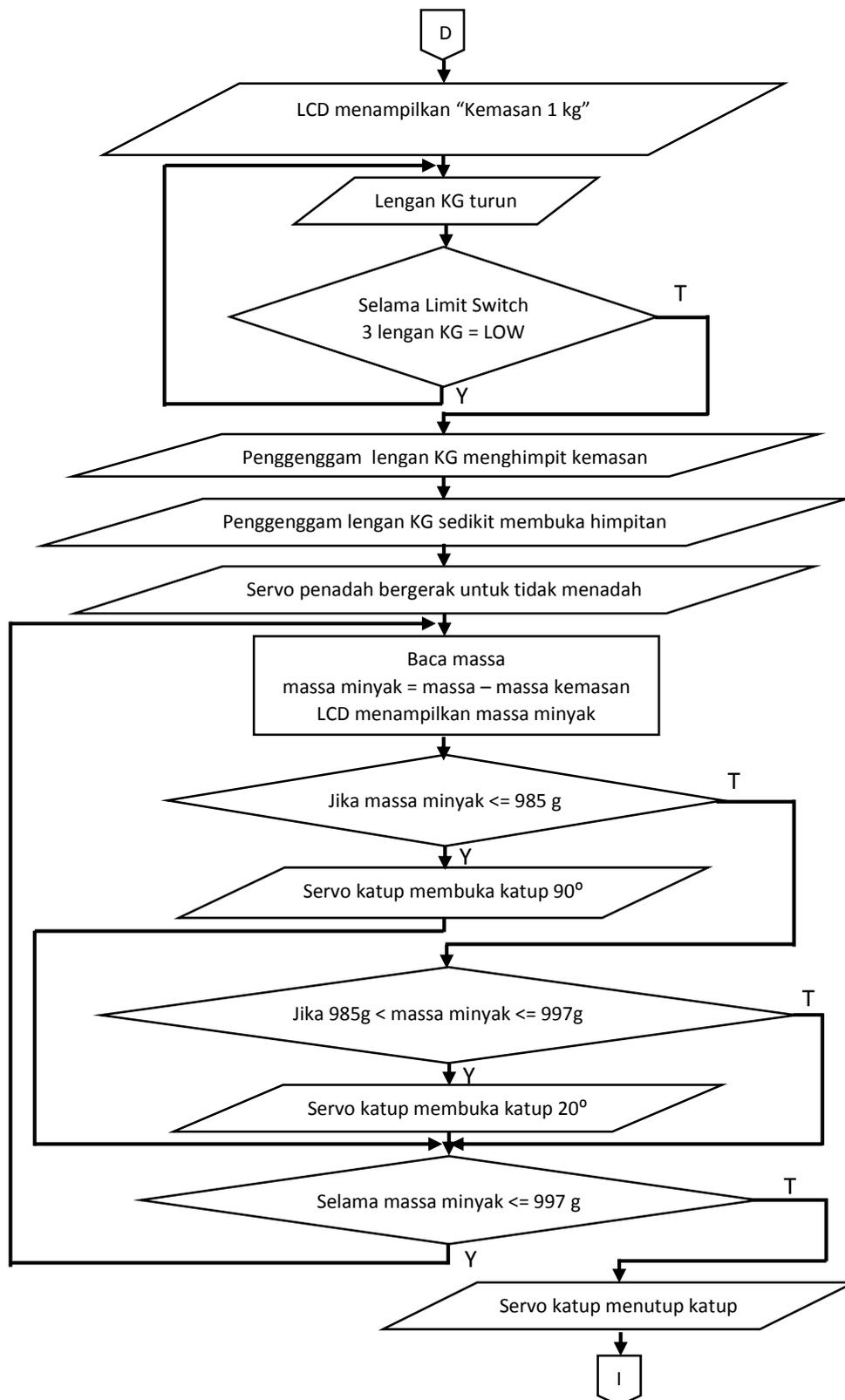


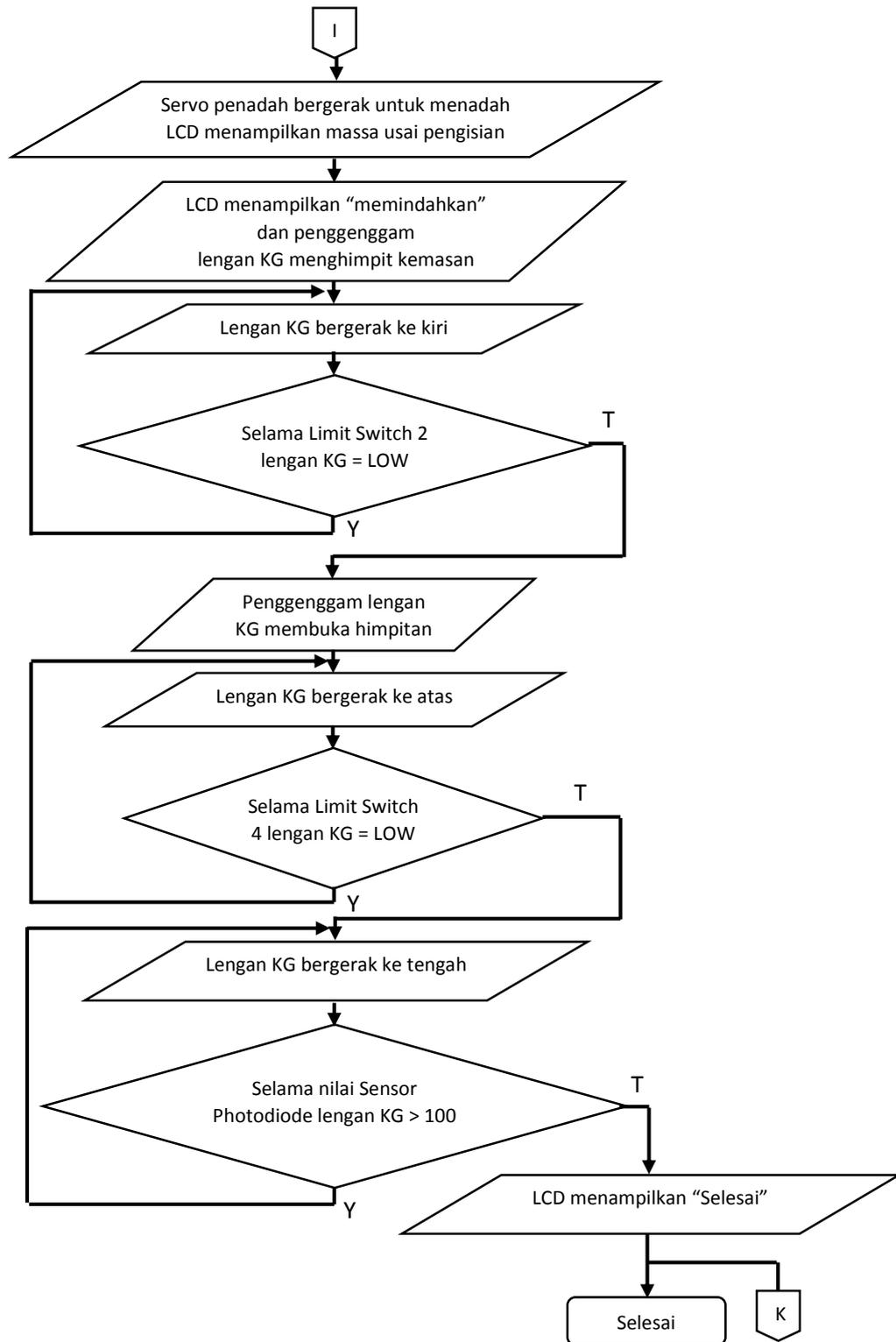












Gambar 3.32 Diagram alir perangkat lunak

Pada alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560, digunakan pin-pin yang dijadikan sebagai pin *input* dan pin *output*. Perancangan berikut ini merupakan acuan data yang digunakan pada arduino mega 2560 yang diprogram menggunakan *software* pemrograman yaitu arduino IDE.

1. Data pin *input* yang digunakan pada arduino mega 2560 diperlihatkan pada **tabel 3.2**.

Tabel 3.2 *Input* Arduino Mega 2560

<i>Input</i>	Arduino Mega 2560
DOUT HX711	A1
<i>Photodiode</i> Lengan L	A2
<i>Limit Switch</i> 1 Lengan L	A3
<i>Limit Switch</i> 2 Lengan L	A4
<i>Limit Switch</i> 3 Lengan L	A5
<i>Limit Switch</i> 4 Lengan L	A6
<i>Photodiode</i> Lengan kg	A7
<i>Limit Switch</i> 1 Lengan kg	A8
<i>Limit Switch</i> 2 Lengan kg	A9
<i>Limit Switch</i> 3 Lengan kg	A10
<i>Limit Switch</i> 4 Lengan kg	A11

2. Data pin *output* arduino mega 2560 yang digunakan dapat dilihat pada **tabel 3.3.**

Tabel 3.3 Output Arduino Mega 2560

<i>Output</i>	Arduino Mega 2560
PD_SCK HX711	A0
Motor servo katup	6
Motor servo penadah	7
Motor servo kanan lengan L	2
Motor servo kiri lengan L	3
Motor servo kanan lengan kg	4
Motor servo kiri lengan kg	5
Motor <i>DC gearbox</i> horisontal <i>CCW</i> lengan L	22
Motor <i>DC gearbox</i> horisontal <i>CW</i> lengan L	24
Motor <i>DC gearbox</i> vertikal <i>CW</i> lengan L	26
Motor <i>DC gearbox</i> vertikal <i>CCW</i> lengan L	28
Motor <i>DC gearbox</i> horisontal <i>CCW</i> lengan kg	30
Motor <i>DC gearbox</i> horisontal <i>CW</i> lengan kg	32
Motor <i>DC gearbox</i> vertikal <i>CW</i> lengan kg	34
Motor <i>DC gearbox</i> vertikal <i>CCW</i> lengan kg	36
E LCD	39
RS LCD	41
D4 LCD	43
D5 LCD	45

D6 LCD	47
D7 LCD	49
Relay regulator motor servo keran	38
Relay regulator motor servo lengan L	40
Relay regulator motor servo lengan KG	42

3.5. Instrumen Penelitian

Untuk memberikan hasil yang presisi dalam penelitian ini ketika pengambilan data maka digunakan beberapa instrumen penelitian sebagai berikut.

1. Sistem komputer yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Prosesor Intel Core i3
- *RAM 2 GB DDR3*
- *Hard Disk 500 GB*
- Intel ® *HD Graphics 3000*
- *LCD 14 inch*

2. *Software* pendukung penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Arduino IDE: digunakan untuk menuliskan program arduino dan mengkompilasi program arduino serta melakukan *upload file hex* arduino ke arduino mega 2560.
- Eagle Layout Editor 6.4.0: digunakan untuk membuat skema rangkaian elektronika dan membuat jalur atau *layout* untuk pembuatan rangkaian elektronika pada *PCB*.

- Sketch up: digunakan untuk merancang bentuk alat secara 3 dimensi.
 - Paint: digunakan untuk mengedit gambar dan membuat gambar integrasi dari *input* ke proses dan dari proses ke *output*.
 - Microsoft word 2013: digunakan untuk melakukan penulisan.
3. Perangkat keras pendukung yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.
- Spidol Permanen tipe M
 - *Drawing Pen* 0,3
 - Gergaji besi
 - Silet
 - *Cutter*
 - Bor tangan ukuran mini
 - Mata bor ukuran 0,8 mm, 1 mm, 3 mm, 4 mm, 8mm
 - Bor listrik
 - Solder
 - Atraktor
 - Obeng + dan Obeng –
 - Tang potong
 - Tang Jepit
 - Penggaris
4. Alat ukur AVOMeter merk masda digunakan untuk mengukur besar tegangan, mengukur komponen elektronika yang digunakan pada rangkaian, dan menganalisa jalur-jalur pada PCB yang telah dibuat.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pada perancangan alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 dilakukan melalui beberapa tahap.

1. Pembuatan mekanik *load cell*, rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch*, rangkaian *driver* motor, rangkaian *LCD*, rangkaian regulator tegangan, keran elektronik, mekanik lengan penggeser, meja alat, dan penampungan minyak goreng.
2. Pembuatan program arduino mega 2560 pada software arduino IDE sesuai dengan *flowchart* perangkat lunak yang telah dibuat.
3. Uji coba alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah kriteria pengujian untuk mendapatkan data yang diperlukan pada keseluruhan sistem alat ini. Kriteria pengujian dilaksanakan peneliti untuk menyatakan bahwa sistem yang telah dibuat dinyatakan berhasil atau gagal. Berikut ini merupakan kriteria pengujian pada alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560.

3.7.1 Kriteria Pengujian *Hardware*

3.7.1.1 Pengujian *Load Cell*

Pengujian *load cell* bertujuan untuk mengetahui apakah *load cell* dapat melakukan pengukuran massa dengan benar. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan anak timbangan pada *load cell*, kemudian mengukur massa anak timbangan tersebut. Data massa akan ditampilkan melalui serial monitor Arduino IDE. Untuk dapat melakukan pengujian maka perlu mengintegrasikan *load cell* dan HX711 dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.5**.

Sebelum melakukan pengukuran anak timbangan, diperlukan kalibrasi *load cell* terlebih dahulu. Program arduino untuk menerima data dari module HX711 ini menggunakan *library* “HX711.h”. Menurut *library* ini, kalibrasi dapat dilakukan dengan cara memanggil `set_scale()` dan `tare()` pada `setup`, `get_units(10)` pada program `loop`, dan letakkan benda yang massanya diketahui pada *load cell*. Akan muncul nilai pada arduino IDE. Buka program pembacaan massa dan masukkan pembagian dari nilai yang muncul pada arduino IDE dengan nilai massa benda yang diletakkan sebelumnya pada baris `setup` “.f”. Kalibrasi selesai dan *load cell* siap melakukan pengukuran.

Tabel 3.4 Pengujian *load cell* dan HX711

No.	Anak Timbangan	Kriteria Pengujian	Massa yang terukur
1	200 gram	Massa yang terukur sesuai dengan massa anak timbangan	
2	500 gram		
3	1000 gram		

3.7.1.2 Pengujian Motor Servo Keran Elektronik

Ada dua motor servo yang digunakan pada keran elektronik yaitu motor servo untuk menggerakkan katup dan motor servo untuk menggerakkan penadah. Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan motor servo dengan arduino dan regulator seperti pada **gambar 3.7**. Pada pengujian ini arduino mega 2560 juga harus mengaktifkan relay yang berfungsi menyalurkan sumber tegangan ke motor servo keran dengan cara membuat pin 38 berlogika *HIGH*.

Tabel 3.5 Pengujian motor servo katup

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Pin 6 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Posisi Motor Servo
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Tabel 3.6 Pengujian motor servo penadah

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Pin 7 Arduino Mega 2560	Kriteria pengujian	Posisi motor servo
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Motor servo katup harus dapat menggerakkan katup untuk membuka dan menutup katup. Posisi motor servo 30 derajat ditetapkan sebagai posisi katup tertutup. Arah katup tertutup adalah searah dengan jarum jam, sedangkan arah katup untuk terbuka adalah berlawanan arah jarum jam. Pada motor servo, gerakan dari 180 derajat ke 0 derajat adalah searah jarum jam, sedangkan gerakan dari 0 derajat ke 180 derajat adalah berlawanan arah jarum jam. Sehingga untuk dapat membuka katup, motor servo harus di atur sudut atau pulsanya untuk lebih besar dari 30 derajat. Tabel dibawah ini menunjukkan pengujian motor servo katup menutup dan membuka katup.

Tabel 3.7 Pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran

No.	Posisi Motor Servo	Kondisi katup	Keterangan
1	30 derajat	tertutup	Minyak tidak mengalir
2	45 derajat		
3	60 derajat		
4	75 derajat		
5	90 derajat		
6	105 derajat		
7	120 derajat		

Motor servo penadah juga harus dapat menggerakkan penadah untuk menadahkan minyak goreng sisa pengisian yang masih menetes dan tidak menadah ketika pengisian berlangsung.

Posisi motor servo 20 derajat ditetapkan sebagai posisi motor servo untuk tidak menadah. Sehingga untuk dapat menadah, sudut posisi motor servo perlu ditambahkan. **Tabel 3.8** menunjukkan pengujian motor servo penadah untuk dapat menadah dan tidak menadah.

Tabel 3.8 Pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah

No.	Posisi Motor Servo	Kondisi Penadah
1	20	Tidak menadah
2	40	
3	60	
4	80	
5	100	

3.7.1.3 Pengujian Sensor *Photodiode* dan Sensor *Limit Switch*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *photodiode* dapat memberikan perubahan nilai *ADC* sesuai dengan perubahan cahaya yang diberikan dan untuk mengetahui apakah *limit switch* yang ditekan dan tidak ditekan dapat memberikan logika *output* yang berbeda.

Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch* dengan arduino mega 2560 dan regulator tegangan seperti pada **gambar 3.16**. Pengujian sensor *photodiode* dan *limit switch* adalah sebagai berikut.

Tabel 3.9 Pengujian Sensor *Photodiode* lengan L

No.	<i>Photodiode</i>	Kriteria	Nilai ADC
1	Tidak diberikan cahaya	Nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya lebih besar daripada nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya.	
2	Diberikan cahaya dari LED 3mm berwarna merah	Nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya lebih kecil daripada nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya.	

Tabel 3.10 Pengujian Sensor *Photodiode* lengan KG

No.	<i>Photodiode</i>	Kriteria	Nilai ADC
1	Tidak diberikan cahaya	Nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya lebih besar daripada nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya.	
2	Diberikan cahaya dari LED 3mm berwarna merah	Nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya lebih kecil daripada nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya.	

Tabel 3.11 Pengujian *limit switch* lengan L

No	<i>Limit Switch</i>	Kriteria Pengujian	Arduino mega 2560
1	<i>Limit switch 1</i> ditekan	Ketika <i>limit switch</i> ditekan, arduino akan membaca <i>output limit switch</i> sebagai logika <i>HIGH</i> . Ketika <i>limit switch</i> tidak ditekan, arduino akan membaca <i>output limit switch</i> sebagai logika <i>LOW</i> .	
	<i>Limit switch 1</i> tidak ditekan		
2	<i>Limit switch 2</i> ditekan		
	<i>Limit switch 2</i> tidak ditekan		
3	<i>Limit switch 3</i> ditekan		
	<i>Limit switch 3</i> tidak ditekan		
4	<i>Limit switch 4</i> ditekan		
	<i>Limit switch 4</i> tidak ditekan		

Tabel 3.12 Pengujian *limit switch* lengan kg

No	<i>Limit Switch</i>	Kriteria Pengujian	Arduino mega 2560
1	<i>Limit switch 1</i> ditekan	Ketika <i>limit switch</i> ditekan, arduino akan membaca <i>output limit switch</i> sebagai logika <i>HIGH</i> . Ketika <i>limit switch</i> tidak ditekan, arduino akan membaca <i>output limit switch</i> sebagai logika <i>LOW</i> .	
	<i>Limit switch 1</i> tidak ditekan		
2	<i>Limit switch 2</i> ditekan		
	<i>Limit switch 2</i> tidak ditekan		
3	<i>Limit switch 3</i> ditekan		
	<i>Limit switch 3</i> tidak ditekan		
4	<i>Limit switch 4</i> ditekan		
	<i>Limit switch 4</i> tidak ditekan		

3.7.1.4 Pengujian *Driver Motor DC Gear Box*

Pengujian driver motor *dc gearbox* adalah untuk mengetahui apakah *driver* motor yang mengendalikan arah putaran motor *dc gearbox* dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan terlebih dahulu rangkaian *driver* motor dengan motor *dc gearbox*, arduino mega 2560 dan regulator tegangan seperti pada **gambar 3.19**.

Tabel 3.13 Pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *gearbox* gerak horisontal lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 22	Pin 24		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	

Tabel 3.14 Pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *gearbox* gerak vertikal lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 26	Pin 28		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	

Tabel 3.15 Pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor gerak *gearbox* horisontal lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 30	Pin 32		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	

Tabel 3.16 Pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *gearbox* gerak vertikal lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 34	Pin 36		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	

3.7.1.5 Pengujian Motor Servo Penggenggam

Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian perlu mengintegrasikan terlebih dahulu motor servo dengan arduino dan regulator seperti pada **gambar 3.20**. Pada saat akan mengendalikan motor servo penggenggam lengan L, arduino harus mengaktifkan relay yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan sumber ke motor servo penggenggam lengan L dengan cara membuat pin 40 arduino mega 2560 berlogika *HIGH*. Pada saat akan mengendalikan motor servo penggenggam lengan KG, arduino mega 2560 harus mengaktifkan relay yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan sumber ke motor servo penggenggam lengan KG dengan cara membuat pin 42 berlogika *HIGH*.

Posisi motor servo MG996R dapat diatur 0 derajat dengan lebar pulsa 750 μ s, 90 derajat dengan lebar pulsa 1500 μ s, dan 180 derajat dengan lebar pulsa 2250 μ s.

Tabel 3.17 Pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 40	Pin 2		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Tabel 3.18 Pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 40	Pin 3		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Tabel 3.19 Pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 42	Pin 4		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Tabel 3.20 Pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 42	Pin 5		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	

Motor servo penggenggam harus dapat menggenggam kemasan $\frac{1}{2}$ l, $\frac{1}{2}$ kg, 1l, dan 1kg. Kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg memiliki ukuran diameter yang sama, yang membedakan kedua kemasan ini adalah tinggi kemasan. Kemasan 1l dan 1kg memiliki ukuran diameter yang sama, yang membedakan antara kedua kemasan ini adalah tinggi kemasan. Sehingga diperlukan posisi motor servo untuk dapat menggenggam atau menghimpit kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg, serta 1l dan 1kg.

Posisi 60 derajat pada motor servo kanan dan kiri dari penggenggam lengan L dan KG ini ditetapkan sebagai posisi motor servo untuk dapat menggenggam atau menghimpit kemasan 1 l dan 1 kg. Sehingga untuk dapat menggenggam kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg maka posisi motor servo kanan perlu ditambahkan dan posisi motor servo kiri perlu dikurangi. Tabel dibawah ini menunjukkan pengujian motor servo untuk menggenggam kemasan-kemasan minyak goreng.

Tabel 3.21 Pengujian Posisi Motor Servo untuk Menggenggam Kemasan

No.	Motor Servo Kanan	Motor Servo Kiri	Kondisi
1	30 derajat	90 derajat	
2	40 derajat	80 derajat	
3	50 derajat	70 derajat	
4	60 derajat	60 derajat	Dapat menggenggam kemasan 1 l dan 1kg
5	70 derajat	50 derajat	
6	80 derajat	40 derajat	
7	90 derajat	30 derajat	

3.7.1.6 Pengujian LCD 16x2

Pengujian rangkaian LCD 16x2 bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560 untuk menampilkan karakter. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan rangkaian LCD dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.23**.

Tabel 3.22 Pengujian LCD 16x2

No.	Arduino mega 2560	Kriteria Pengujian	Karakter yang ditampilkan
1	Mengendalikan LCD untuk menampilkan “ABCDEFGHJKLMNOP” “abcdefghijklmnp”	LCD menampilkan “ABCDEFGHJKLMNOP” “abcdefghijklmnp”	
4	Mengendalikan LCD untuk menampilkan “1234567891234567” “1234567891234567”	LCD menampilkan “0123456789012345” “012345678901234	

3.7.1.7 Pengujian Regulator Tegangan

Pengujian tegangan dan relay pada regulator bertujuan untuk mengetahui tegangan *output* regulator dan untuk mengetahui apakah relay yang digunakan untuk menyalurkan tegangan ke motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian ini maka perlu mengintegrasikan rangkaian regulator dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.26**.

Tabel 3.23 Pengujian tegangan *output* regulator

No.	Bagian yang diukur	Kriteria Pengujian	Hasil
1	Adaptor	Vout 12V	
2	7809	Vout 9V	
3	7805	Vout 5V	

Tabel 3.24 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo keran

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan <i>Output</i>
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo keran menjadi aktif		
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo keran menjadi tidak aktif		

Tabel 3.25 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L

No.	Pin 40 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan <i>Output</i>
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L menjadi aktif		
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan menjadi L tidak aktif		

Tabel 3.26 Pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG

No.	Pin 42 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan <i>Output</i>
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG menjadi aktif		
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG menjadi tidak aktif		

3.7.1.8 Pengujian Massa Jenis Minyak Goreng dan Massa Kemasan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui massa jenis minyak goreng yang digunakan dan mengetahui massa dari kemasan yang digunakan. Massa jenis minyak goreng diperlukan agar minyak goreng dapat ditentukan volumenya dari massa yang terdeteksi.

Tabel 3.27 Massa jenis minyak goreng yang digunakan

No	Volume	Massa
1	1000 ml	

Rumus massa jenis adalah

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Tabel 3.28 Massa kemasan minyak goreng yang digunakan

No	Kemasan	Massa
1	½ l	
2	½ kg	
3	1 l	
4	1 kg	

3.7.1.9 Pengujian Kelayakan Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa Menggunakan *Load Cell* Berbasis Arduino Mega 2560

Pengujian tahap akhir bertujuan untuk mengetahui apakah alat ini benar dapat mengisi sesuai dengan kemasan yang terdeteksi, dapat melakukan pengisian minyak goreng ke dalam kemasan secara otomatis, dan dapat menggeser kemasan yang telah selesai diisi ke tempat yang sesuai dengan kemasan tersebut.

Setelah pengujian dilakukan terhadap pengisian minyak goreng oleh alat maka minyak goreng yang di isi berdasarkan massa yaitu $\frac{1}{2}$ kg dan 1 kg akan di uji menggunakan timbangan digital merek SIGMA dengan ketelitian 0,5g dan minyak goreng yang diisi berdasarkan volume yaitu $\frac{1}{2}$ l dan 1 l akan di uji menggunakan gelas ukur merek “Greenleaf” yang memiliki ketelitian 20ml per *stripnya*.

Pengujian pengisian minyak goreng $\frac{1}{2}$ l diperlihatkan pada **tabel 3.29**. Pengujian pengisian minyak goreng 1 l diperlihatkan pada **tabel 3.30**. Pengujian pengisian minyak goreng $\frac{1}{2}$ kg diperlihatkan pada **tabel 3.31**. Pengujian pengisian minyak goreng 1 kg diperlihatkan pada **tabel 3.32**.

Tabel 3.29 Pengujian pengisian ½ l

No	Kemasan yang Terdeteksi	Volume Usai Pengisian oleh alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian (ErrorA)	Volume MG pada gelas ukur
1					
2					
3					
4					
5					

Keterangan: MG adalah singkatan dari minyak goreng.

Error volume usai pengisian :

$$|ErrorA| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 500ml}{500ml} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Error pengisian rata - rata} \\ & = \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5} \end{aligned}$$

Tabel 3.30 Pengujian pengisian 1 l

No	Kemasan yang Terdeteksi	Volume Usai Pengisian oleh alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian (ErrorA)	Volume MG pada gelas ukur
1					
2					
3					
4					
5					

Keterangan: MG adalah singkatan dari minyak goreng.

Error volume usai pengisian:

$$|ErrorA| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 1000ml}{1000ml} \times 100\%$$

$$Error\ rata - rata = \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5}$$

Tabel 3.31 Pengujian pengisian ½ kg

No	Kemasan yang Terdeteksi	Massa MG Usai Pengisian oleh Alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian oleh Alat (errorA)	Massa MG oleh Timdig	Error terhadap Timdig (errorT)
1						
2						
3						
4						
5						

Keterangan: Timdig adalah singkatan dari timbangan digital. MG adalah singkatan dari minyak goreng. Nilai massa MG adalah massa keseluruhan dikurangi massa kemasan.

- Error massa usai pengisian terhadap alat:

$$|\text{Error pengisian oleh alat}| = \frac{\text{Volume usai pengisian} - 500g}{500g} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Error rata - rata pengisian oleh alat} \\ = \frac{\text{errorA1} + \text{errorA2} + \text{errorA3} + \text{errorA4} + \text{errorA5}}{5} \end{aligned}$$

- Error massa usai pengisian terhadap timbangan digital:

$$|\text{Error terhadap timbangan digital}| = \frac{\text{Massa MG oleh timdig} - 500g}{500g} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Error terhadap gelas ukur rata - rata} \\ = \frac{\text{errorT1} + \text{errorT2} + \text{errorT3} + \text{errorT4} + \text{errorT5}}{5} \end{aligned}$$

Tabel 3.32 Pengujian pengisian 1kg

No	Kemasan yang Terdeteksi	Massa MG Usai Pengisian oleh Alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian oleh Alat (errorA)	Massa MG oleh Timdig	Error terhadap Timdig (errorT)
1						
2						
3						
4						
5						

Keterangan: Timdig adalah singkatan dari timbangan digital. MG adalah singkatan dari minyak goreng. Nilai massa MG adalah massa keseluruhan dikurangi massa kemasan.

- Error massa usai pengisian terhadap alat:

$$|\text{Error pengisian oleh alat}| = \frac{\text{Volume usai pengisian} - 1000g}{1000g} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Error rata - rata pengisian oleh alat} \\ = \frac{\text{errorA1} + \text{errorA2} + \text{errorA3} + \text{errorA4} + \text{errorA5}}{5} \end{aligned}$$

- Error massa usai pengisian terhadap timbangan digital:

$$|\text{Error terhadap timbangan digital}| = \frac{\text{Massa MG oleh timdig} - 1000g}{1000g} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Error terhadap gelas ukur rata - rata} \\ = \frac{\text{errorT1} + \text{errorT2} + \text{errorT3} + \text{errorT4} + \text{errorT5}}{5} \end{aligned}$$

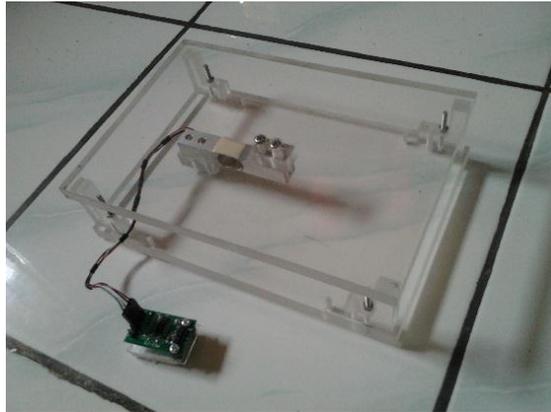
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Bab ini membahas mengenai hasil pembuatan bagian-bagian alat yang telah dirancang pada bagian perancangan perangkat keras di bab sebelumnya dan membahas mengenai pengujian alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560, dimana pada alat ini arduino mega 2560 telah ditanamkan program yang sesuai dengan *flowchart* arduino mega 2560 pada bab sebelumnya.

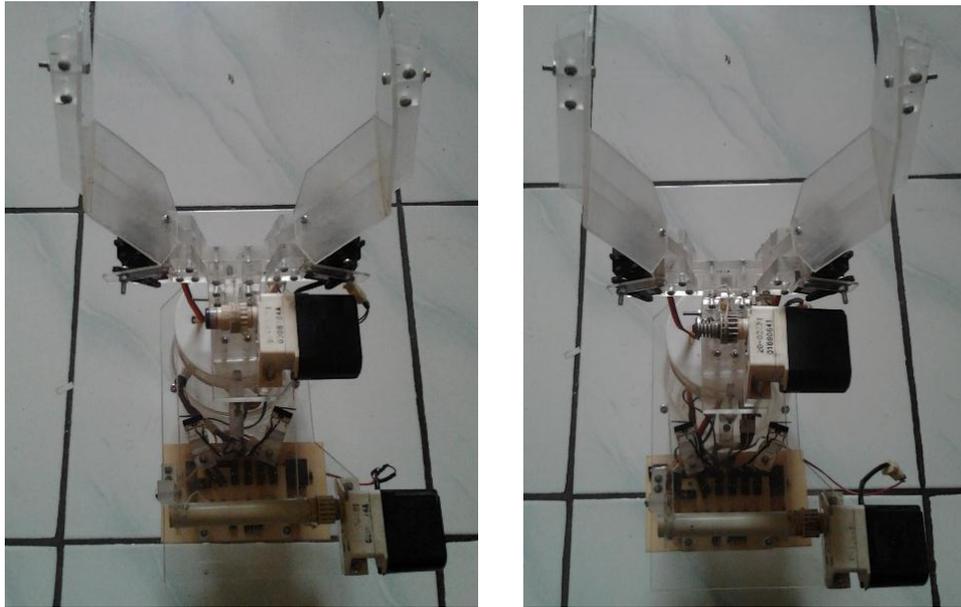
Seperti pada perancangan perangkat keras di bab sebelumnya, bagian-bagian yang dibuat diantaranya adalah sensor massa yang ditunjukkan pada **gambar 4.1**, keran elektronik yang diperlihatkan pada **gambar 4.2**, lengan penggeser yang diperlihatkan seperti pada **gambar 4.3**, rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch* yang diperlihatkan pada **gambar 4.4**, rangkaian *driver* motor yang diperlihatkan pada **gambar 4.5**, meja alat yang diperlihatkan pada **gambar 4.6**, rangkaian *LCD16x2* yang diperlihatkan pada **gambar 4.7**, penampungan minyak goreng yang diperlihatkan pada **gambar 4.8**, regulator tegangan yang diperlihatkan pada **gambar 4.9**, kemasan minyak goreng yang diperlihatkan pada **gambar 4.10**, dan alat secara keseluruhan diperlihatkan pada **gambar 4.11**.



Gambar 4.1 Sensor massa menggunakan *load cell*



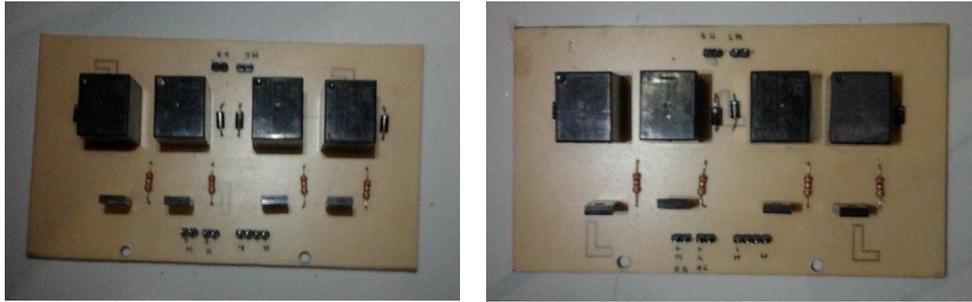
Gambar 4.2 Keran Elektronik



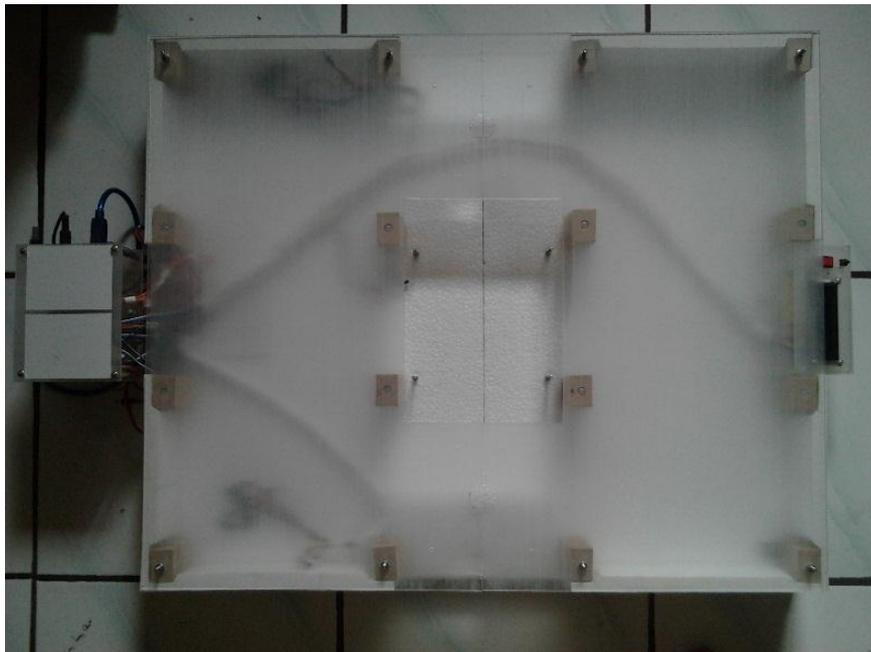
Gambar 4.3 Lengan penggeser L (kiri) dan lengan penggeser KG (kanan)



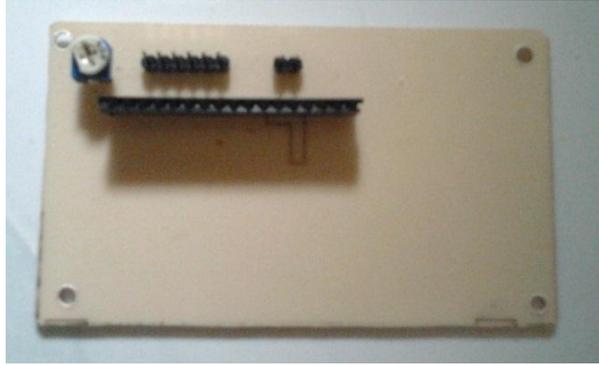
Gambar 4.4 Rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch* untuk lengan penggeser L (kiri) dan KG (kanan)



Gambar 4.5 Rangkaian *driver motor dc gearbox* untuk lengan penggeser L (kiri) dan KG (kanan)



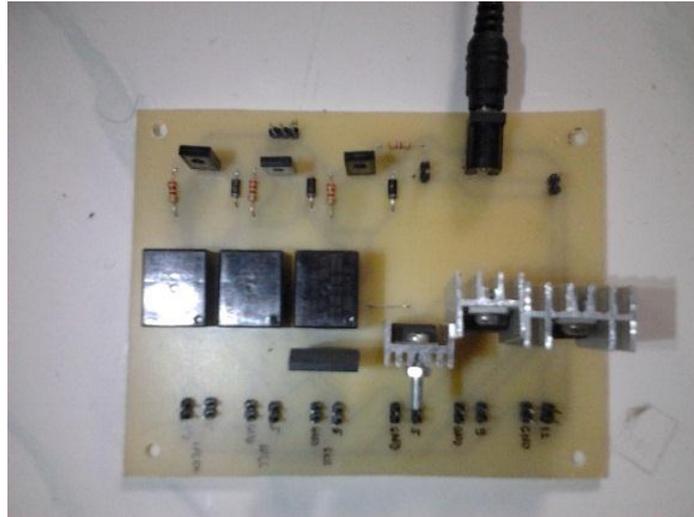
Gambar 4.6 Meja alat



Gambar 4.7 Rangkaian *LCD* 16x2



Gambar 4.8 Penampungan minyak goreng



Gambar 4.9 Rangkaian regulator tegangan



Gambar 4.10 Kemasan minyak goreng



Gambar 4.11 Alat secara keseluruhan

4.1.1 Hasil Pengujian

4.1.1.1 Hasil Pengujian *Load Cell*

Pengujian *load cell* bertujuan untuk mengetahui apakah *load cell* dapat melakukan pengukuran massa dengan benar. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan anak timbangan pada *load cell*, kemudian mengukur massa anak timbangan tersebut. Data massa akan ditampilkan melalui serial monitor Arduino IDE. Untuk dapat melakukan pengujian maka perlu mengintegrasikan *load cell* dan HX711 dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.5**.

Sebelum melakukan pengukuran anak timbangan, diperlukan kalibrasi *load cell* terlebih dahulu. Program arduino untuk menerima data dari modul HX711 ini menggunakan *library* “HX711.h”. Menurut *library* ini, kalibrasi dapat dilakukan dengan cara memanggil `set_scale()` dan `tare()` pada `setup`, `get_units(10)` pada program `loop`, dan letakkan benda yang massanya diketahui pada *load cell*. Akan muncul nilai pada arduino IDE.



Gambar 4.12 Kalibrasi *load cell* dengan anak timbangan 500g

Buka program pembacaan massa dan masukkan pembagian dari nilai yang muncul pada arduino IDE dengan nilai massa benda yang diletakkan sebelumnya pada baris `setup` “.f”.

```
scale.set_scale(360634/500.f);
```

Gambar 4.13 Baris program kalibrasi

Tabel 4.1 Hasil pengujian *load cell*

No.	Anak Timbangan	Kriteria Pengujian	Massa yang terukur
1	200 gram	Massa yang terukur sesuai dengan massa anak timbangan	200g
2	500 gram		500g
3	1000 gram		1000g



Gambar 4.14 Hasil pengujian *load cell*

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.1**, didapatkan bahwa massa anak timbangan yang terukur telah sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa *load cell* dapat melakukan pengukuran massa dengan benar dan pengujian dapat dinyatakan berhasil.

4.1.1.2 Hasil Pengujian Motor Servo Keran Elektronik

Ada dua motor servo yang digunakan pada keran elektronik yaitu motor servo untuk menggerakkan katup dan motor servo untuk menggerakkan penadah. Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan motor servo dengan arduino mega 2560 dan regulator seperti pada **gambar 3.7**. Pada pengujian ini arduino mega 2560 juga harus mengaktifkan relay yang berfungsi menyalurkan sumber tegangan ke motor servo keran dengan cara membuat pin 38 berlogika *HIGH*.

Tabel 4.2 Hasil pengujian motor servo katup

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Pin 6 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Posisi Motor Servo
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat



Gambar 4.15 Hasil pengujian motor servo katup

Tabel 4.3 Hasil pengujian motor servo penadah

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Pin 7 Arduino Mega 2560	Kriteria pengujian	Posisi motor servo
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat

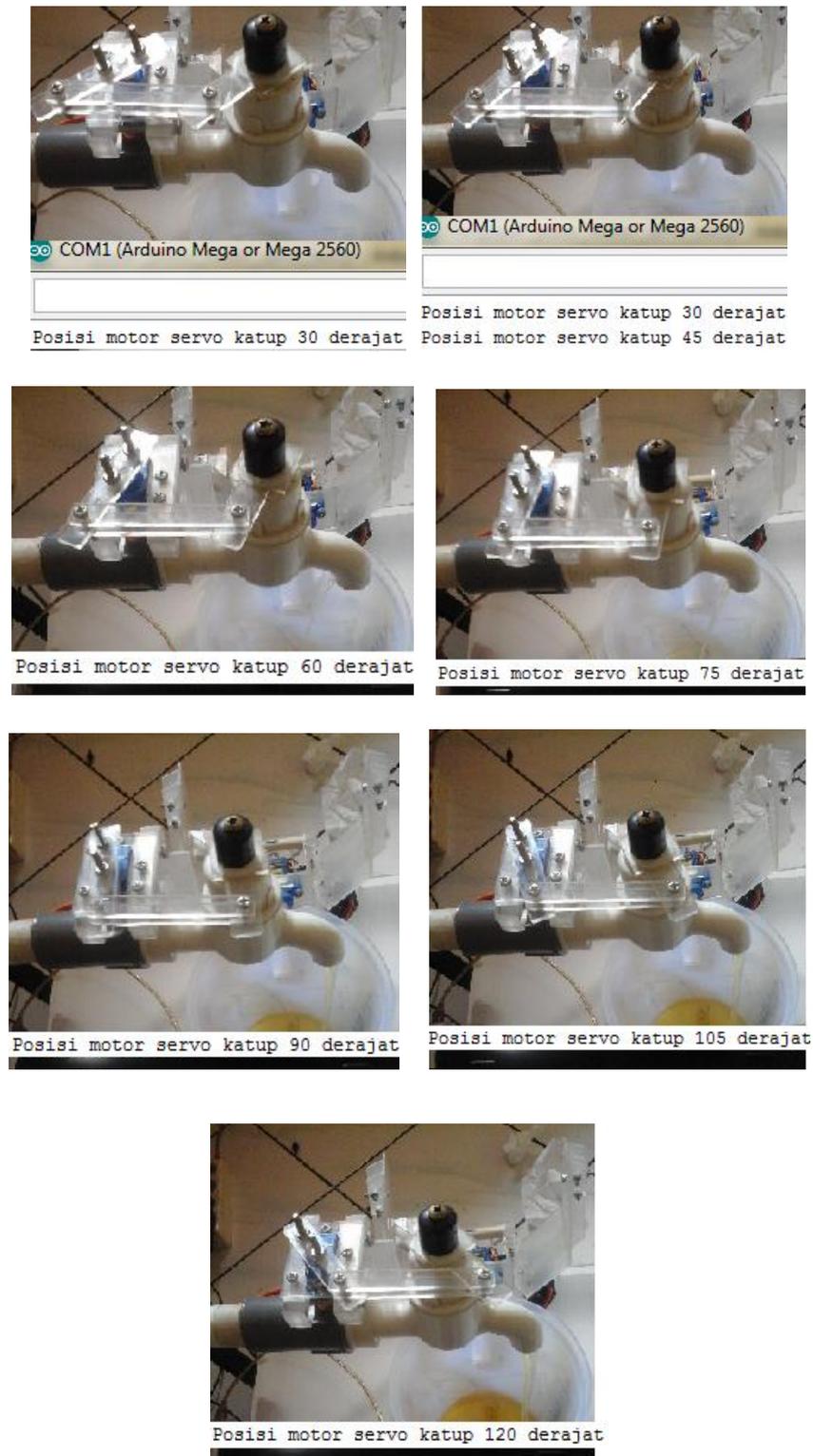
**Gambar 4.16** Hasil pengujian motor servo penadah

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.2** dan **tabel 4.3**, didapatkan bahwa posisi motor servo sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560 dan pengujian dapat dinyatakan berhasil.

Motor servo katup harus dapat menggerakkan katup untuk membuka dan menutup katup. Posisi motor servo 30 derajat ditetapkan sebagai posisi katup tertutup. Arah katup tertutup adalah searah dengan jarum jam, sedangkan arah katup untuk terbuka adalah berlawanan arah jarum jam. Pada motor servo, gerakan dari 180 derajat ke 0 derajat adalah searah jarum jam, sedangkan gerakan dari 0 derajat ke 180 derajat adalah berlawanan arah jarum jam. Sehingga untuk dapat membuka katup, motor servo harus di atur sudut atau pulsanya untuk lebih besar dari 30 derajat. **Tabel 4.4** menunjukkan hasil pengujian motor servo katup menutup dan membuka katup.

Tabel 4.4 Hasil pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran

No.	Posisi Motor Servo	Kondisi katup	Keterangan
1	30 derajat	Tertutup	Minyak tidak mengalir
2	45 derajat	Terbuka sedikit	Minyak menetes
3	60 derajat	Terbuka sedikit	Aliran minyak sedikit
4	75 derajat	Terbuka sedikit	Aliran minyak sedikit
5	90 derajat	Terbuka sedang	Aliran minyak sedang
6	105 derajat	Terbuka besar	Aliran minyak besar
7	120 derajat	Terbuka besar	Aliran minyak besar



Gambar 4.17 Hasil pengujian motor servo katup untuk menutup dan membuka keran

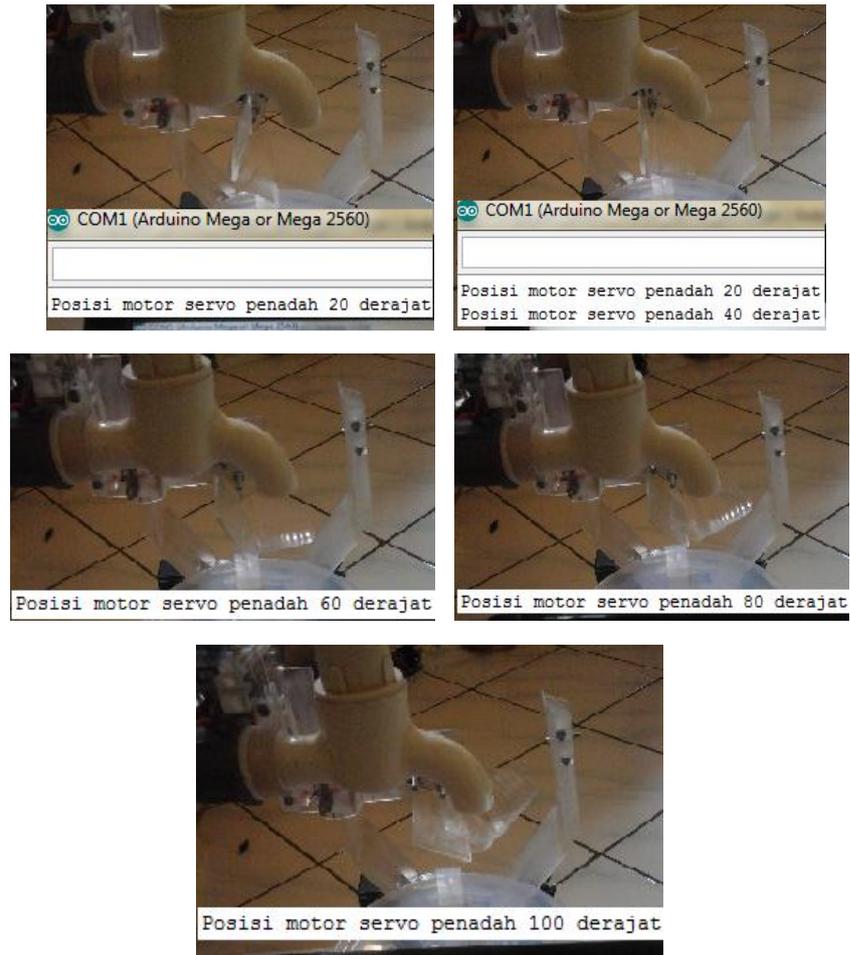
Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian motor servo untuk menutup dan membuka katup. Sesuai data yang terdapat pada tabel tersebut maka posisi motor servo 30 derajat akan digunakan untuk membuka katup dan posisi motor servo 120 derajat akan dijadikan posisi motor servo untuk membuka katup.

Motor servo penadah juga harus dapat menggerakkan penadah untuk menadahkan minyak goreng sisa pengisian yang masih menetes dan tidak menadah ketika pengisian berlangsung.

Posisi motor servo 20 derajat ditetapkan sebagai posisi motor servo untuk tidak menadah. Sehingga untuk dapat menadah, sudut posisi motor servo perlu ditambahkan. **Tabel 4.5** menunjukkan pengujian motor servo penadah untuk dapat menadah dan tidak menadah.

Tabel 4.5 Hasil pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah

No.	Posisi Motor Servo	Kondisi Penadah
1	20	Tidak menadah
2	40	Tidak menadah
3	60	Sedikit menadah
4	80	Sedikit menadah
5	100	Menadah



Gambar 4.18 Hasil pengujian motor servo penadah untuk menggerakkan penadah

Hasil pengujian pada **tabel 4.9** menunjukkan bahwa posisi motor servo untuk tidak menadah adalah 20 derajat dan posisi motor servo yang dapat menadah adalah 100 derajat.

4.1.1.3 Hasil Pengujian Sensor *Photodiode* dan Sensor *Limit Switch*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *photodiode* dapat memberikan perubahan nilai *ADC* sesuai dengan perubahan cahaya yang diberikan dan untuk mengetahui apakah *limit switch* yang ditekan dan tidak ditekan dapat memberikan logika *output* yang berbeda.

Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan rangkaian sensor *photodiode* dan *limit switch* dengan arduino mega 2560 dan regulator tegangan seperti pada **gambar 3.16**. Hasil pengujian sensor *photodiode* dan *limit switch* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil *pengujian* sensor *photodiode* lengan L

No.	<i>Photodiode</i>	Kriteria	Nilai <i>ADC</i>
1	Tidak diberikan cahaya	Nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya lebih besar daripada nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya.	944
2	Diberikan cahaya dari LED 3mm	Nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya lebih kecil daripada nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya.	16



Nilai ADC Photodiode Lengan L = 944
 Nilai ADC Photodiode Lengan L = 943
 Nilai ADC Photodiode Lengan L = 943

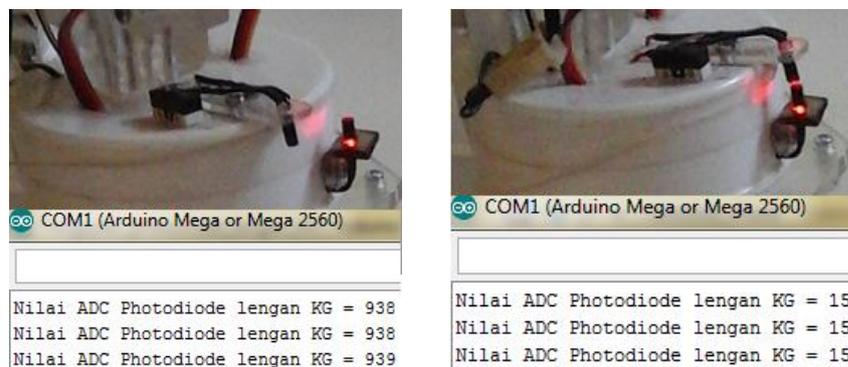


Nilai ADC Photodiode Lengan L = 16
 Nilai ADC Photodiode Lengan L = 16
 Nilai ADC Photodiode Lengan L = 16

Gambar 4.19 Hasil *pengujian* sensor *photodiode* lengan L

Tabel 4.7 Hasil pengujian sensor *photodiode* lengan KG

No.	<i>Photodiode</i>	Kriteria	Nilai <i>ADC</i>
1	Tidak diberikan cahaya	Nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya lebih besar daripada nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya.	938
2	Diberikan cahaya dari LED 3mm	Nilai <i>ADC photodiode</i> diberikan cahaya lebih kecil daripada nilai <i>ADC photodiode</i> tidak diberikan cahaya.	15

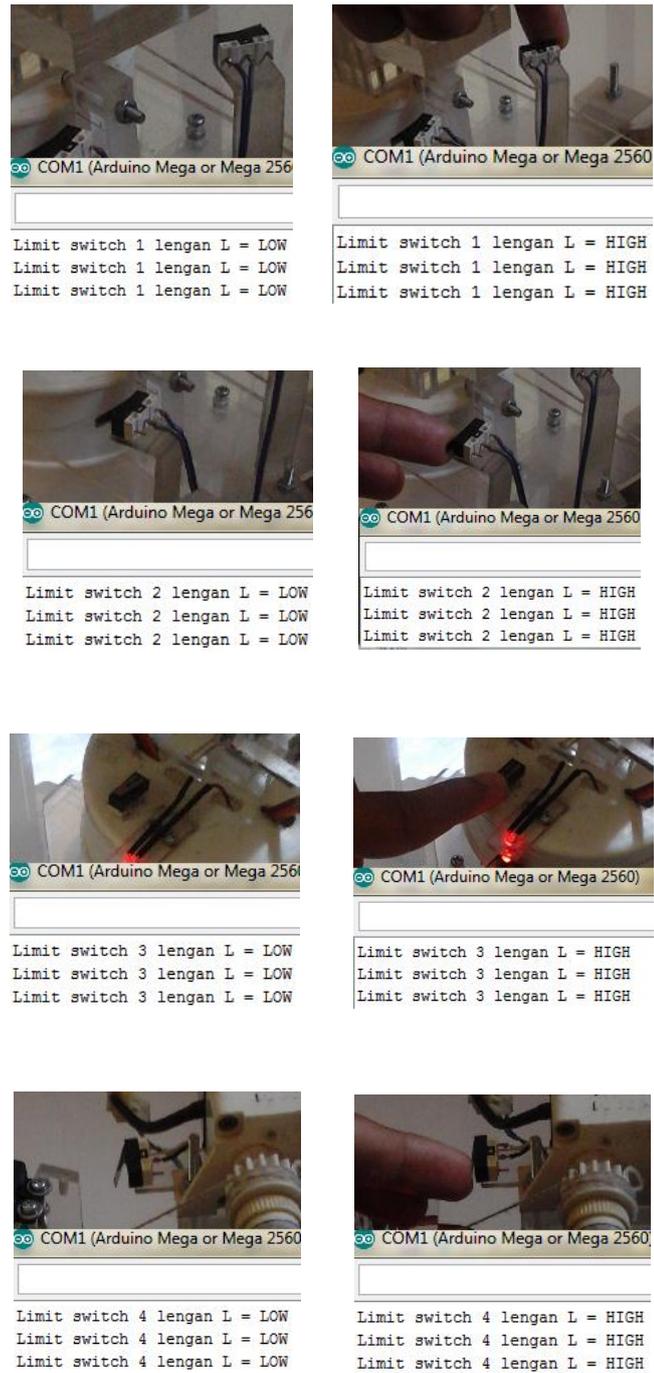


Gambar 4.20 Hasil pengujian sensor *photodiode* lengan KG

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.6** dan **tabel 4.7**, didapatkan bahwa nilai *ADC* dari *photodiode* telah sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa sensor *photodiode* dapat memberikan perubahan nilai *ADC* sesuai dengan perubahan cahaya yang diberikan dan pengujian ini dapat dinyatakan berhasil.

Tabel 4.8 Hasil pengujian *limit switch* lengan L

No	<i>Limit Switch</i>	Kriteria Pengujian	Arduino mega 2560
1	<i>Limit switch 1</i> ditekan	Ketika <i>limit switch</i> ditekan, arduino mega	Membaca <i>output limit switch</i> 1 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 1</i> tidak ditekan	2560 akan membaca <i>output limit switch</i>	Membaca <i>output limit switch</i> 1 sebagai logika <i>LOW</i>
2	<i>Limit switch 2</i> ditekan	sebagai logika <i>HIGH</i> . Ketika <i>limit switch</i>	Membaca <i>output limit switch</i> 2 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 2</i> tidak ditekan	tidak ditekan, arduino mega 2560 akan	Membaca <i>output limit switch</i> 2 sebagai logika <i>LOW</i>
3	<i>Limit switch 3</i> ditekan	membaca <i>output limit</i> <i>switch</i> sebagai logika	Membaca <i>output limit switch</i> 3 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 3</i> tidak ditekan	<i>LOW</i> .	Membaca <i>output limit switch</i> 3 sebagai logika <i>LOW</i>
4	<i>Limit switch 4</i> ditekan		Membaca <i>output limit switch</i> 4 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 4</i> tidak ditekan		Membaca <i>output limit switch</i> 4 sebagai logika <i>LOW</i>



Gambar 4.21 Hasil pengujian *limit switch* lengan L

Tabel 4.9 Hasil pengujian *limit switch* lengan KG

No	<i>Limit Switch</i>	Kriteria Pengujian	Arduino mega 2560
1	<i>Limit switch 1</i> ditekan	Ketika <i>limit switch</i> ditekan, arduino mega	Membaca <i>output limit switch</i> 1 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 1</i> tidak ditekan	2560 akan membaca <i>output limit switch</i>	Membaca <i>output limit switch</i> 1 sebagai logika <i>LOW</i>
2	<i>Limit switch 2</i> ditekan	sebagai logika <i>HIGH</i> . Ketika <i>limit switch</i>	Membaca <i>output limit switch</i> 2 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 2</i> tidak ditekan	tidak ditekan, arduino mega 2560 akan	Membaca <i>output limit switch</i> 2 sebagai logika <i>LOW</i>
3	<i>Limit switch 3</i> ditekan	membaca <i>output limit</i> <i>switch</i> sebagai logika	Membaca <i>output limit switch</i> 3 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 3</i> tidak ditekan	<i>LOW</i> .	Membaca <i>output limit switch</i> 3 sebagai logika <i>LOW</i>
4	<i>Limit switch 4</i> ditekan		Membaca <i>output limit switch</i> 4 sebagai logika <i>HIGH</i>
	<i>Limit switch 4</i> tidak ditekan		Membaca <i>output limit switch</i> 4 sebagai logika <i>LOW</i>



Gambar 4.22 Hasil pengujian limit switch lengan KG

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.8** dan **tabel 4.9**, didapatkan bahwa logika *output limit switch* yang dibaca oleh arduino mega 2560 sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa *limit switch* yang ditekan dan tidak ditekan dapat memberikan logika *output* yang berbeda dan pengujian dinyatakan berhasil.

4.1.1.4 Hasil Pengujian *Driver Motor DC Gear Box*

Pengujian *driver motor dc gearbox* adalah untuk mengetahui apakah *driver motor* yang mengendalikan arah putaran motor *dc gearbox* dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan terlebih dahulu rangkaian *driver motor* dengan motor *dc gearbox*, arduino mega 2560 dan regulator tegangan seperti pada **gambar 3.19**.

Tabel 4.10 Hasil pengujian *driver motor* untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak horisontal lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 22	Pin 24		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	Berlawanan jarum jam
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	Searah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak horisontal lengan L berputar berlawanan arah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak horisontal lengan L berputar searah jarum jam

Gambar 4.23 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak horisontal lengan L

Tabel 4.11 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak vertikal lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 26	Pin 28		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	Searah jarum jam
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	Berlawanan arah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak vertikal lengan L berputar searah jarum jam

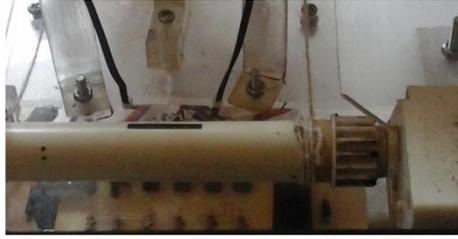


Motor dc gearbox untuk gerak vertikal lengan L berputar berlawanan arah jarum jam

Gambar 4.24 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak vertikal lengan L

Tabel 4.12 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak horisontal lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 30	Pin 32		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	Berlawanan arah jarum jam
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	Searah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak horisontal lengan KG berputar berlawanan arah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak horisontal lengan KG berputar searah jarum jam

Gambar 4.25 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak horisontal lengan KG

Tabel 4.13 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak vertikal lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria Pengujian	Arah Putaran Motor
	Pin 34	Pin 36		
1	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	Arah putaran motor searah jarum jam	Searah jarum jam
2	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	Arah putaran motor berlawanan arah jarum jam	Berlawanan arah jarum jam



Motor dc gearvox untuk gerak vertikal lengan KG berputar searah jarum jam



Motor dc gearbox untuk gerak vertikal lengan KG berputar berlawanan arah jarum jam

Gambar 4.26 Hasil pengujian *driver* motor untuk mengendalikan motor *dc gearbox* gerak vertikal lengan KG

Berdasarkan hasil pengujian *driver* motor pada **tabel 4.10**, **tabel 4.11**, **tabel 4.12**, dan **tabel 4.13**, didapatkan bahwa arah putaran motor *dc gearbox* telah sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa *driver* motor yang mengendalikan arah putaran motor *dc gearbox* dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560 dan pengujian dinyatakan berhasil.

4.1.1.5 Hasil Pengujian Motor Servo Penggenggam

Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui apakah posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan terlebih dahulu motor servo dengan arduino dan regulator seperti pada **gambar 3.20**. Pada saat akan mengendalikan motor servo penggenggam lengan L, arduino harus mengaktifkan relay yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan sumber ke motor servo penggenggam lengan L dengan cara membuat pin 40 arduino mega 2560 berlogika *HIGH*. Pada saat akan mengendalikan motor servo penggenggam lengan KG, arduino mega 2560 harus mengaktifkan relay yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan sumber ke motor servo penggenggam lengan KG dengan cara membuat pin 42 berlogika *HIGH*.

Posisi motor servo MG996R dapat diatur 0 derajat dengan lebar pulsa 750 μ s, 90 derajat dengan lebar pulsa 1500 μ s, dan 180 derajat dengan lebar pulsa 2250 μ s.

Tabel 4.14 Hasil pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 40	Pin 2		
1	HIGH	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat



Gambar 4.27 Hasil pengujian motor servo kanan penggenggam lengan L

Tabel 4.15 Hasil pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan L

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 40	Pin 3		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat



Gambar 4.28 Hasil pengujian motor servo kiri penggenggam lengan L

Tabel 4.16 Hasil pengujian motor servo kanan pada penggenggam lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 42	Pin 4		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat



Gambar 4.29 Hasil pengujian motor servo kanan penggenggam lengan KG

Tabel 4.17 Hasil pengujian motor servo kiri pada penggenggam lengan KG

No.	Arduino Mega 2560		Kriteria pengujian	Posisi Motor Servo
	Pin 42	Pin 5		
1	<i>HIGH</i>	Mengendalikan posisi motor servo untuk 0 derajat	Posisi motor servo 0 derajat	0 derajat
2		Mengendalikan posisi motor servo untuk 90 derajat	Posisi motor servo 90 derajat	90 derajat
3		Mengendalikan posisi motor servo untuk 180 derajat	Posisi motor servo 180 derajat	180 derajat



Gambar 4.30 Hasil pengujian motor servo kiri penggenggam lengan KG

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.14**, **tabel 4.15**, **tabel 4.16**, dan **tabel 4.17**, didapatkan bahwa posisi motor servo yang dikendalikan oleh arduino mega 2560 ini sesuai dengan kriteria pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa posisi motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560, dan pengujian dinyatakan berhasil.

Motor servo penggenggam harus dapat menggenggam kemasan $\frac{1}{2}$ l, $\frac{1}{2}$ kg, 1l, dan 1kg. Kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg memiliki ukuran diameter yang sama, yang membedakan kedua kemasan ini adalah tinggi kemasan. Kemasan 1l dan 1kg memiliki ukuran diameter yang sama, yang membedakan antara kedua kemasan ini adalah tinggi kemasan. Sehingga diperlukan posisi motor servo untuk dapat menggenggam atau menghimpit kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg, serta 1l dan 1kg.

Posisi 60 derajat pada motor servo kanan dan kiri dari penggenggam lengan L dan KG ini ditetapkan sebagai posisi motor servo untuk dapat menggenggam atau menghimpit kemasan 1 l dan 1 kg. Sehingga untuk dapat menggenggam kemasan $\frac{1}{2}$ l dan $\frac{1}{2}$ kg maka posisi motor servo kanan perlu ditambahkan dan posisi motor servo kiri perlu dikurangi. Tabel dibawah ini menunjukkan pengujian motor servo untuk menggenggam kemasan-kemasan minyak goreng.

Tabel 4.18 Hasil pengujian posisi motor servo untuk menggenggam kemasan

No.	Motor Servo Kanan	Motor Servo Kiri	Kondisi
1	30 derajat	90 derajat	Tidak menggenggam kemasan
2	40 derajat	80 derajat	Tidak menggenggam kemasan
3	50 derajat	70 derajat	Tidak menggenggam kemasa
4	60 derajat	60 derajat	Dapat menggenggam kemasan 1 l dan 1kg
5	70 derajat	50 derajat	Tidak menggenggam kemasan
6	80 derajat	40 derajat	Dapat menggenggam kemasan ½ l dan ½ kg
7	90 derajat	30 derajat	Tidak menggenggam kemasan

Karena posisi 0 derajat motor servo ini dikendalikan oleh lebar pulsa 750µs, dan 180 derajat dikendalikan oleh lebar pulsa 2250µs maka derajat tertentu dari motor servo dapat ditentukan lebar pulsanya dengan cara:

$$\text{lebar pulsa} = \frac{1500\mu\text{s}}{180} \times \text{posisi yang diinginkan} + 750\mu\text{s}$$

Keterangan:

- 1500µs merupakan rentang lebar pulsa antara posisi 0 derajat (750µs) hingga 180 derajat (2250µs).
- 180 rentang posisi dari motor servo.
- 750µs merupakan lebar pulsa untuk posisi 0 derajat

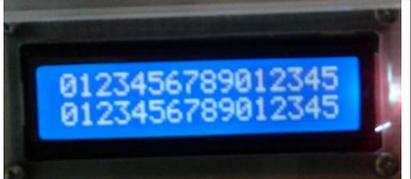
Sehingga lebar pulsa untuk posisi 30 derajat adalah 1000µs, posisi 40 derajat adalah 1083,3µs, posisi 50 derajat adalah 1166,6µs, posisi 60 derajat adalah

1250 μ s, posisi 70 derajat adalah 1333,3 μ s, posisi 80 derajat adalah 1416,6 μ s, dan posisi 90 derajat adalah 1500 μ s.

4.1.1.6 Hasil Pengujian LCD 16x2

Pengujian rangkaian LCD 16x2 bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560 untuk menampilkan karakter. Sebelum pengujian, perlu mengintegrasikan rangkaian LCD dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.23**.

Tabel 4.19 Hasil pengujian LCD 16x2

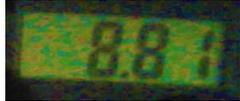
No.	Arduino mega 2560	Kriteria Pengujian	Karakter yang ditampilkan
1	Mengendalikan LCD untuk menampilkan "ABCDEFGHJKLMNOP" "abcdefghijklmnop"	LCD menampilkan "ABCDEFGHJKLMNOP" "abcdefghijklmnop"	
4	Mengendalikan LCD untuk menampilkan "1234567891234567" "1234567891234567"	LCD menampilkan "0123456789012345" "012345678901234"	

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.19**, didapatkan bahwa tampilan LCD16x2 sesuai dengan kriteria pengujian yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa LCD dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560 untuk menampilkan karakter, dan pengujian dinyatakan berhasil.

4.1.1.7 Hasil Pengujian Regulator Tegangan

Pengujian tegangan dan relay pada regulator bertujuan untuk mengetahui tegangan *output* regulator dan untuk mengetahui apakah relay yang digunakan untuk menyalurkan tegangan ke motor servo dapat dikendalikan oleh arduino mega 2560. Sebelum pengujian ini maka perlu mengintegrasikan rangkaian regulator dengan arduino mega 2560 seperti pada **gambar 3.26**.

Tabel 4.20 Hasil pengujian tegangan *output* regulator

No.	Bagian yang diukur	Kriteria Pengujian	Hasil
1	Adaptor	V_{out} 12V	11,82V 
2	L7809	V_{out} ada diantara 8,55V hingga 9,45 V	8,81 V 
3	L7805	V_{out} ada diantara 4,75 hingga 5,25 V	4,85 V 

Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.20**, didapatkan bahwa tegangan adaptor mendekati kriteria pengujian dan tegangan 7805 serta 7809 berada pada kisaran kriteria pengujian.

Tabel 4.21 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo keran

No.	Pin 38 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan <i>Output</i>
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo keran menjadi aktif	Aktif	4,52 V 
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo keran menjadi tidak aktif	Tidak Aktif	0,18 V 

Tabel 4.22 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L

No.	Pin 40 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan <i>Output</i>
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan L menjadi aktif	Aktif	4,51 V 
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan menjadi L tidak aktif	Tidak Aktif	0,03 V 

Tabel 4.23 Hasil pengujian relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG

No.	Pin 42 Arduino Mega 2560	Kriteria Pengujian	Kondisi Relay	Tegangan Output
1	<i>HIGH</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG menjadi aktif	Aktif	4,51 V 
2	<i>LOW</i>	Relay penyalur tegangan motor servo penggenggam lengan KG menjadi tidak aktif	Tidak aktif	0,03 V 

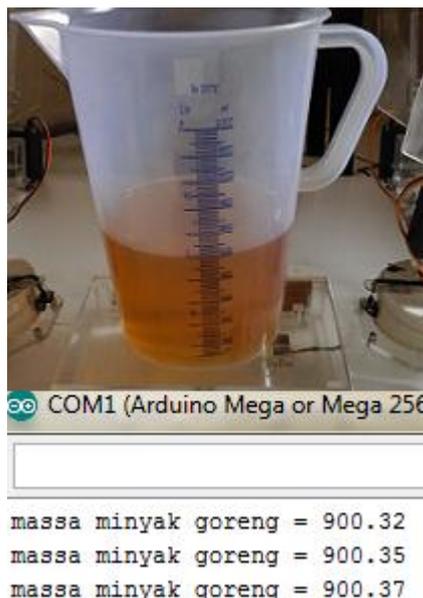
Berdasarkan hasil pengujian pada **tabel 4.21**, **tabel 4.22**, dan **tabel 4.23**, didapatkan bahwa tegangan *output* 4,5 V karena tegangan ini merupakan tegangan output dari emiter transistor TIP3055 dimana basis TIP3055 terhubung dengan output 7805. Berdasarkan hasil pengujian ini juga didapatkan bahwa kondisi relay sesuai dengan kriteria pengujian yang diberikan.

4.1.1.8 Hasil Pengujian Massa Jenis Minyak Goreng dan Massa Kemasan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui massa jenis minyak goreng yang digunakan dan mengetahui massa dari kemasan yang digunakan. Massa jenis minyak goreng diperlukan agar minyak goreng dapat ditentukan volumenya dari massa yang terdeteksi.

Tabel 4.24 Massa jenis minyak goreng yang digunakan

No	Volume	Massa
1	1000 ml	900g



Rumus massa jenis adalah

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{maka } \rho = \frac{900g}{1000ml} = 0,9g/ml$$

Tabel 4.25 Massa kemasan minyak goreng yang digunakan

No	Kemasan	Massa
1	$\frac{1}{2}$ l	12,3 g
2	$\frac{1}{2}$ kg	14,1 g
3	1 l	22,1 g
4	1 kg	23,8 g

4.1.1.9 Hasil Pengujian Kelayakan Alat Pengisi Minyak Goreng Otomatis Berdasarkan Massa Menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Mega 2560

Pengujian tahap akhir bertujuan untuk mengetahui apakah alat ini benar dapat mengisi sesuai dengan kemasan yang terdeteksi, dapat melakukan pengisian minyak goreng ke dalam kemasan secara otomatis, dan dapat menggeser kemasan yang telah selesai diisi ke tempat yang sesuai dengan kemasan tersebut.

Setelah pengujian dilakukan terhadap pengisian minyak goreng oleh alat maka minyak goreng yang di isi berdasarkan massa yaitu $\frac{1}{2}$ kg dan 1 kg akan di uji menggunakan timbangan digital merek SIGMA dengan ketelitian 0,5g dan minyak goreng yang diisi berdasarkan volume yaitu $\frac{1}{2}$ l dan 1 l akan di uji menggunakan gelas ukur merek “Greenleaf” yang memiliki ketelitian 20ml per *strip*nya.

Pengujian pengisian minyak goreng $\frac{1}{2}$ l diperlihatkan pada **tabel 4.26**. Pengujian pengisian minyak goreng 1 l diperlihatkan pada **tabel 4.27**. Pengujian pengisian minyak goreng $\frac{1}{2}$ kg diperlihatkan pada **tabel 4.28**. Pengujian pengisian minyak goreng 1 kg diperlihatkan pada **tabel 4.29**.

Tabel 4.26 Hasil pengujian pengisian ½ l

No	Kemasan yang Terdeteksi	Volume Usai Pengisian oleh alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian (ErrorA)	Volume MG pada gelas ukur
1	Kemasan ½ l	500,50ml	Ke posisi ½ l	0,1%	500ml
2	Kemasan ½ l	500,62ml	Ke posisi ½ l	0,124%	500ml
3	Kemasan ½ l	501,25ml	Ke posisi ½ l	0,25%	500ml
4	Kemasan ½ l	500,51ml	Ke posisi ½ l	0,102%	500ml
5	Kemasan ½ l	499,97ml	Ke posisi ½ l	0,006%	500ml

Keterangan: MG adalah singkatan dari minyak goreng.

Error volume usai pengisian:

$$|ErrorA| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 500ml}{500ml} \times 100\%$$

$$Error\ pengisian\ rata - rata = \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5}$$

Berdasarkan tabel hasil pengujian pengisian ½ l didapatkan *error* pengisian rata-rata adalah 0,12%. Minyak goreng yang telah di isi diuji kembali menggunakan gelas ukur dan volume minyak goreng selalu menunjuk ke titik 500ml.



Gambar 4.31 Hasil pengujian pengisian 1/2 l

Tabel 4.27 Hasil pengujian pengisian 1 l

No	Kemasan yang Terdeteksi	Volume Usai Pengisian oleh alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian (ErrorA)	Volume MG pada gelas ukur
1	Kemasan 1 l	999,97ml	Ke posisi 1 l	0,003%	1000 ml
2	Kemasan 1 l	999,61ml	Ke posisi 1 l	0,039%	1000 ml
3	Kemasan 1 l	999,79ml	Ke posisi 1 l	0,021%	1000 ml
4	Kemasan 1 l	999,80ml	Ke posisi 1 l	0,02%	1000 ml
5	Kemasan 1 l	1000,25ml	Ke posisi 1 l	0,025%	1000 ml

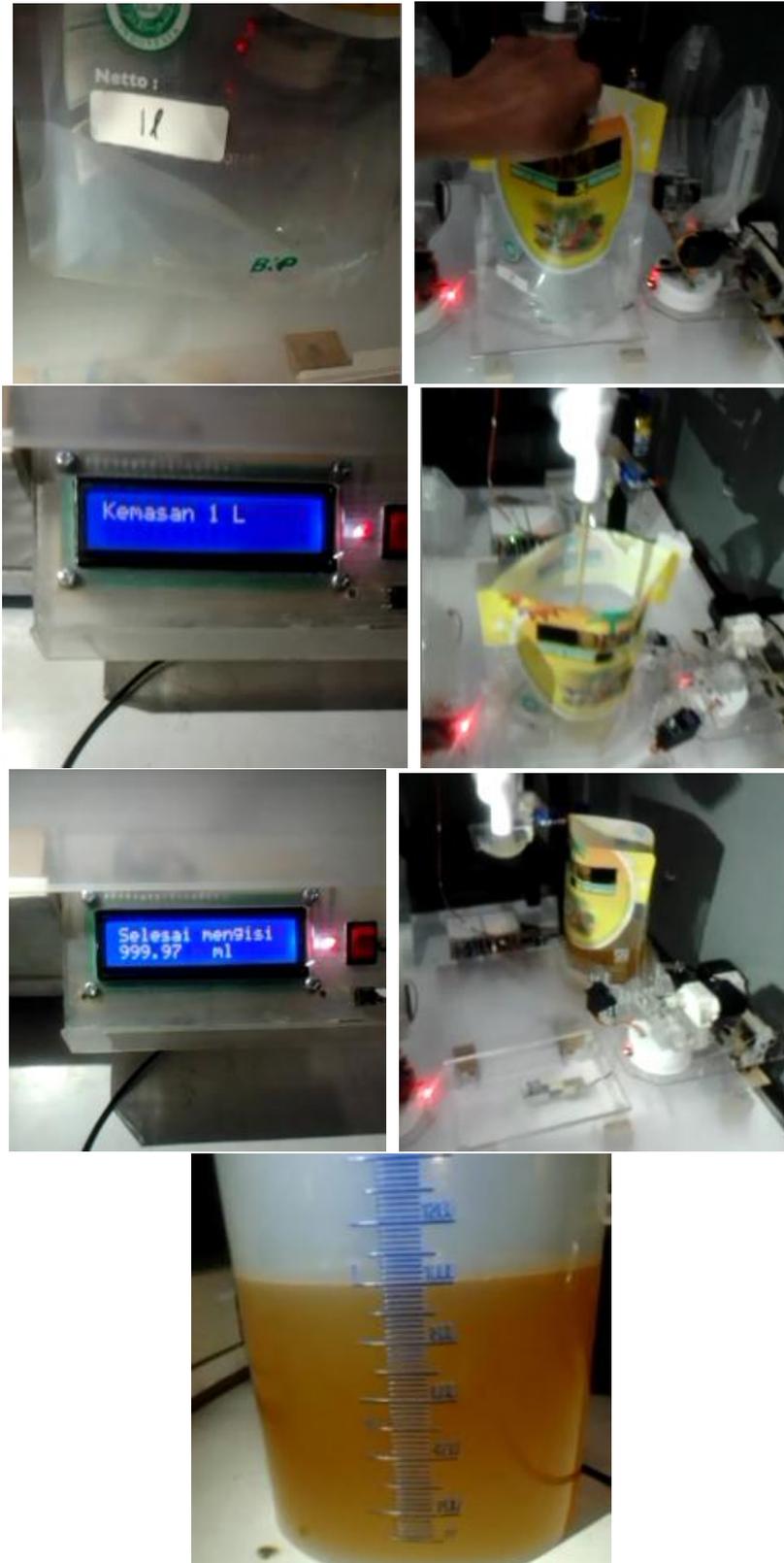
Keterangan: MG adalah singkatan dari minyak goreng.

Error volume usai pengisian:

$$|ErrorA| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 1000ml}{1000ml} \times 100\%$$

$$Error\ rata - rata = \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5}$$

Berdasarkan tabel hasil pengujian pengisian ½ l didapatkan *error* pengisian rata-rata adalah 0,02%. Minyak goreng yang telah di isi diuji kembali menggunakan gelas ukur dan volume minyak goreng selalu menunjuk ke titik 1000ml.



Gambar 4.32 Hasil pengujian pengisian 1 l

Tabel 4.28 Hasil pengujian pengisian ½ kg

No	Kemasan yang Terdeteksi	Massa MG Usai Pengisian oleh Alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian oleh Alat (errorA)	Massa MG oleh Timdig	Error terhadap Timdig (errorT)
1	Kemasan ½ kg	500,24g	Ke posisi ½ kg	0,048%	498,5 g	0,3%
2	Kemasan ½ kg	499,97g	Ke posisi ½ kg	0,006%	498,5 g	0,3%
3	Kemasan ½ kg	499,69g	Ke posisi ½ kg	0,062%	498,5 g	0,3%
4	Kemasan ½ kg	499,61g	Ke posisi ½ kg	0,078%	498,5 g	0,3%
5	Kemasan ½ kg	499,80g	Ke posisi ½ kg	0,04%	498 g	0,4%

Keterangan: Timdig adalah singkatan dari timbangan digital. MG adalah singkatan dari minyak goreng. Nilai massa MG adalah massa keseluruhan dikurangi massa kemasan.

- Error massa usai pengisian terhadap alat:

$$|Error A| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 500g}{500g} \times 100\%$$

Error rata – rata pengisian oleh alat

$$= \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5}$$

- Error massa usai pengisian terhadap timbangan digital:

$$|ErrorT| = \frac{Massa\ MG\ oleh\ timdig - 500g}{500g} \times 100\%$$

Error terhadap gelas ukur rata – rata

$$= \frac{errorT1 + errorT2 + errorT3 + errorT4 + errorT5}{5}$$

Berdasarkan data pada pengisian minyak goreng dengan ukurang $\frac{1}{2}$ kg maka didapatkan *error* rata-rata pengisian oleh alat adalah 0,05% dan *error* rata-rata terhadap timbangan digital merek SIGMA adalah 0,32%



Gambar 4.33 Hasil pengujian pengisian $\frac{1}{2}$ kg

Tabel 4.29 Hasil pengujian pengisian 1 kg

No	Kemasan yang Terdeteksi	Massa MG Usai Pengisian oleh Alat	Penggeseran Kemasan	Error Pengisian oleh Alat (errorA)	Massa MG oleh Timdig	Error terhadap Timdig (errorT)
1	Kemasan 1kg	999,41 g	Ke posisi 1kg	0,059%	995,5 g	0,45%
2	Kemasan 1kg	1000,30 g	Ke posisi 1kg	0,03%	997 g	0,3%
3	Kemasan 1kg	999,74 g	Ke posisi 1kg	0,026%	997 g	0,3%
4	Kemasan 1kg	1000, 21 g	Ke posisi 1kg	0,021%	995,5 g	0,45%
5	Kemasan 1kg	999,88 g	Ke posisi 1kg	0,012%	996,5 g	0,35%

Keterangan: Timdig adalah singkatan dari timbangan digital. MG adalah singkatan dari minyak goreng. Nilai massa MG adalah massa keseluruhan dikurangi massa kemasan.

- *Error* massa usai pengisian terhadap alat:

$$|ErrorA| = \frac{Volume\ usai\ pengisian - 1000g}{1000g} \times 100\%$$

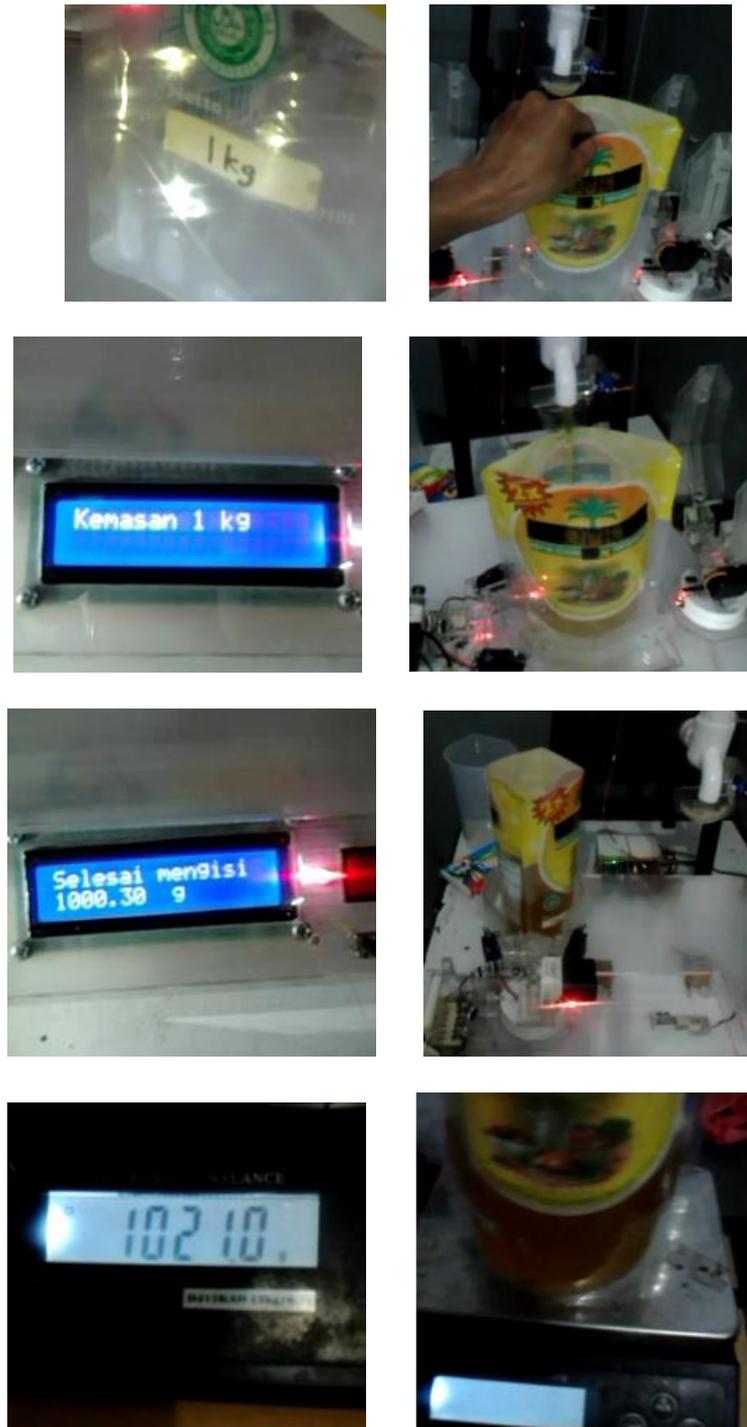
$$\begin{aligned} & \text{Error rata - rata pengisian oleh alat} \\ & = \frac{errorA1 + errorA2 + errorA3 + errorA4 + errorA5}{5} \end{aligned}$$

- *Error* massa usai pengisian terhadap timbangan digital:

$$|ErrorT| = \frac{Massa\ MG\ oleh\ timdig - 1000g}{1000g} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Error terhadap gelas ukur rata - rata} \\ & = \frac{errorT1 + errorT2 + errorT3 + errorT4 + errorT5}{5} \end{aligned}$$

Berdasarkan data pada pengisian minyak goreng dengan ukurang 1 kg maka didapatkan *error* rata-rata pengisian oleh alat adalah 0,03% dan *error* rata-rata terhadap timbangan digital merek SIGMA adalah 0,37%.



Gambar 4.34 Hasil pengujian pengisian 1kg

4.2 Pembahasan

Dari seluruh hasil pengujian didapatkan kesesuaian antara hasil pengujian dengan kriteria pengujian sehingga pengujian dapat dinyatakan berhasil. Alat telah

dapat mendeteksi kemasan yang akan diisi, dapat mengisi minyak goreng secara otomatis dengan baik dengan *error* untuk pengisian $\frac{1}{2}$ l sebesar 0,12%, *error* untuk pengisian 1 l sebesar 0,02%, *error* untuk pengisian $\frac{1}{2}$ kg sebesar 0,05%, *error* untuk pengisian 1 kg adalah 0,03%, dan alat telah dapat menggeser kemasan yang selesai dilakukan pengisian sesuai dengan kemasan tersebut.

Pengisian dengan *error* yang cukup kecil ini dikarenakan *load cell* dapat membaca massa dengan cepat dan HX711 dapat mengirimkan data digital 24 bit dengan cepat sehingga penutupan katup tidak akan tertunda akibat lambatnya pembacaan dari *load cell* maupun pengiriman data dari HX711.

Minyak goreng yang telah di isi juga di uji ulang massa atau volumenya. Minyak goreng yang diisi dengan ukuran $\frac{1}{2}$ kg dan 1kg dilakukan pengujian massa menggunakan timbangan digital merek SIGMA dengan ketelitian timbangan digital 0,5g. Minyak goreng yang diisi dengan ukuran $\frac{1}{2}$ l dan 1 l dilakukan pengujian massa menggunakan gelas ukur merek “Greenleaf” dengan ketelitian 20ml per titik atau *stripnya*.

Pengujian minyak goreng dengan ukuran $\frac{1}{2}$ kg dan 1 kg menggunakan timbangan digital SIGMA memiliki *error* 0,32 dan 0,37 yang berbeda dengan *error* alat pengisi minyak goreng. Hal ini dikarenakan timbangan ini memiliki ketelitian 0,5g sedangkan alat pengisi minyak goreng memiliki ketelitian 0,01g. Sedangkan pengujian minyak goreng yang telah diisi dengan ukuran $\frac{1}{2}$ l dan 1 l menggunakan gelas ukur merek “Greenleaf” ini selalu menunjukkan titik 500 ml dan titik 1000 ml.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 ini telah sesuai dengan perencanaan dan tujuan penelitian. Alat ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga menjadi satu sistem alat yang dapat digunakan untuk mengisi minyak goreng secara otomatis.
2. Alat pengisi minyak goreng otomatis berdasarkan massa dan volume menggunakan *load cell* berbasis arduino mega 2560 ini dapat mengisi minyak goreng berdasarkan massa dan volume secara otomatis.
3. Alat ini mengisi minyak goreng sesuai dengan kemasan yang terdeteksi sehingga minyak goreng tidak akan berlebih karena kesalahan penggunaan kemasan.
4. Pengisian yang telah selesai dilakukan akan digeser oleh lengan penggeser sehingga memudahkan dalam identifikasi minyak goreng yang telah diisi dan memudahkan ketika akan mengisi kembali minyak goreng.
5. Alat ini dapat mengisi minyak goreng dengan baik dengan *error* pengisian $\frac{1}{2}$ l yaitu 0,12%, *error* pengisian 1 l yaitu 0,02%, *error* pengisian $\frac{1}{2}$ kg yaitu 0,05%, dan *error* pengisian 1 kg yaitu 0,03%.

5.2 Saran

Pada alat ini akan lebih baik jika pengujian volume menggunakan gelas ukur dengan ketelitian 1 ml sehingga akan lebih mudah untuk membaca strip atau titik volume minyak goreng yang ada pada gelas ukur.

Pada alat ini juga harus selalu dilakukan pengecekan secara manual terhadap ketersediaan minyak goreng. Penampungan minyak goreng ini akan lebih baik jika ditambahkan sensor *ultrasonic* sebagai sensor ketersediaan minyak goreng dalam penampungan sehingga alat dapat menginformasikan ketersediaan minyak goreng.

DAFTAR PUSTAKA

Diakses melalui <http://kbbi.web.id/alat> pada tanggal 13 Januari 2016 pukul 09:45

Diakses melalui <http://kbbi.web.id/isi> pada tanggal 13 Januari 2016 pukul 9:45

Ketaren, S. (1986). *Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI_Press).

Giancoli, Douglas C. (2001). *Fisika*. Jakarta: Erlangga

Serwey, Raymond A & Jr, John W. Jewett. (2009). *Fisika*. Jakarta: Salemba Teknika

Plant, MacIolm & Stuart, Dr Jan. (1985). *Pengantar Ilmu Instrumentasi*. Jakarta: PT. Gramedia

Istiyanto, Jazi Eko. (2015). *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta: Andi

Iswanto. (2011). *Belajar Mikrokontroler AT89S51 dengan Bahasa C*. Yogyakarta: ANDI

Andrianto, Heri. (2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung: Informatika Bandung

Petruzella, Frank D. (2001). *Elektronik Industri*. Yogyakarta: ANDI

Kadir, Abdul. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: ANDI

Nalwan, Andi. (2012). *Teknik Rancang Bangun Robot*. Yogyakarta: ANDI

ITB, Tim Pustena. (2011). *Jurus Kilat Jago Membuat Robot*. Bekasi: Dunia Komputer

Christofer, Gerry & dkk. (2015). *Rancang Bangun Aplikasi Early Warning Dengan Pemanfaatan Pengukuran Suhu Ruangan Berbasis Arduino Mega 2560*. Vol 3. No 1.

Andriansyah, Hendri & dkk. (2013). *Perancangan Simulator Sistem Pengemasan dan Penyortiran Barang berbasis PLC Twido TWDLMDA20DTK*. Vol 1. No.4

Diakses melalui

http://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=Weight_Sensor_Module_SKU:SEN0160 pada tanggal 15 Januari 2016 pada pukul 8:33

Diakses melalui <https://id.wikipedia.org/wiki/Volume> 13 januari 2016 pada pukul 9:40

Diakses melalui <http://arduino.cc/download.php?f=/arduino-1.5.8-windows.zip> pada tanggal 11 may 2015 pada pukul 10:40

Diakses melalui <https://github.com/bogde/HX711> pada tanggal 5 agustus 2015 pada pukul 6:59

Diakses melalui <http://kbbi.web.id/otomatis> pada tanggal 31 Januari 2016 pada pukul 20:03

Istiany A.; Yusro, M.; Nasution, N.; Amalia, R.; & Muksin. (2009). *Buku Pedoman Skripsi/Komprehensif/Karya Inovatif (S1)*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Arduino Mega 2560

```
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "HX711.h"
HX711 scale(A1, A0);

float massa;
float m_kemasan;
float m_minyak;
float v_minyak;

int vcc_s_keran = 38;
int vcc_s_lt = 40;
int vcc_s_kg = 42;

//Deklarasi servo keran
Servo s_katup;
Servo s_penadah;
int pos_katup = 0;
int pos_penadah = 0;

//Deklarasi servo penggeser
Servo lt_s_kan;
Servo lt_s_kir;
Servo kg_s_kan;
Servo kg_s_kir;

//Deklarasi photodiode dan limit switch
input

int sensorpd1;
int sensorpd2;
const int ltls1 = A3;

const int ltls2 = A4;
const int ltls3 = A5;
const int ltls4 = A6;
const int kgls1 = A8;
const int kgls2 = A9;
const int kgls3 = A10;
const int kgls4 = A11;

int ltls1state = 0;
int ltls2state = 0;
int ltls3state = 0;
int ltls4state = 0;
int kgls1state = 0;
int kgls2state = 0;
int kgls3state = 0;
int kgls4state = 0;

//Definisi motor output
const int ltmotkan = 22;
const int ltmotkir = 24;
const int ltmotnai = 26;
const int ltmottur = 28;
const int kgmotkan = 30;
const int kgmotkir = 32;
const int kgmotnai = 34;
const int kgmottur = 36;

//Deklarasi LCD 16X2
const int PIN_RS = 39;
const int PIN_E = 41;
```

```

const int PIN_DB4 = 43;
const int PIN_DB5 = 45;
const int PIN_DB6 = 47;
const int PIN_DB7 = 49;

LiquidCrystal lcd(PIN_RS, PIN_E,
PIN_DB4, PIN_DB5, PIN_DB6,
PIN_DB7);

void setup() {

//Setup LCD
lcd.begin(16,2);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Mempersiapkan..");
delay(500);

//Setup input kendali relay
pinMode(vcc_s_keran, OUTPUT);
pinMode(vcc_s_lt, OUTPUT);
pinMode(vcc_s_kg, OUTPUT);

//Setup servo keran elektronik
s_katup.attach(6);
s_penadah.attach(7);

//Setup servo penggenggam
lt_s_kan.attach(2);
lt_s_kir.attach(3);
kg_s_kan.attach(4);
kg_s_kir.attach(5);

//Setup limit switch
pinMode(ltIs1, INPUT);

pinMode(ltIs2, INPUT);
pinMode(ltIs3, INPUT);
pinMode(ltIs4, INPUT);
pinMode(kgIs1, INPUT);
pinMode(kgIs2, INPUT);
pinMode(kgIs3, INPUT);
pinMode(kgIs4, INPUT);

//Setup Motor DC Gear Box Lengan
pinMode(ltmotkir, OUTPUT);
pinMode(ltmotkan, OUTPUT);
pinMode(ltmotnai, OUTPUT);
pinMode(ltmottur, OUTPUT);
pinMode(kgmotkir, OUTPUT);
pinMode(kgmotkan, OUTPUT);
pinMode(kgmotnai, OUTPUT);
pinMode(kgmottur, OUTPUT);
delay(1000);

//Setup HX711
scale.read();
scale.read_average(20);
scale.get_value(5);
scale.get_units(5),1;
scale.set_scale(360634/500.f);
scale.tare();
scale.read();
scale.read_average(20);
scale.get_value(5);
scale.get_units(5),1;
}

//Setup limit switch
pinMode(ltIs1, INPUT);

```

```

void loop()
{
  baca_kemasan();
}

void baca_kemasan()
{
  do
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Tidak ada");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("kemasan");
    massa = scale.get_units();
  } while ((massa < 12 && massa > 15) ||
(massa < 22 && massa > 25.5));
  delay(3000);
  massa = scale.get_units(5);
  m_kemasan = massa;
  if (m_kemasan > 12 && m_kemasan <=
13.5)
  {
    setengahlt();
  }
  else if (m_kemasan > 13.5 && m_kemasan
<= 15)
  {
    setengahkg();
  }
  else if (m_kemasan > 22 && m_kemasan
<= 23.5)
  {
    satult();
  }
  else if (m_kemasan > 23.5 && m_kemasan
<= 25.5)
  {
    satukg();
  }
  else
  {
    baca_kemasan();
  }
}

//====setengah liter====//
void setengahlt()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kemasan 1/2 l");
  delay(2000);
  do
  {
    ltls3state = digitalRead(ltls3);
    digitalWrite(ltmottur, HIGH);
  } while(ltls3state == LOW);
  digitalWrite(ltmottur, LOW);
  digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
  lt_s_kan.writeMicroseconds(1416);
  lt_s_kir.writeMicroseconds(1083);
  delay(1000);
  lt_s_kan.writeMicroseconds(1333);
  lt_s_kir.writeMicroseconds(1166);
  delay(1000);
  digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);
}

```

```

//mengisi minyak goreng hingga 1/2 liter
digitalWrite(vcc_s_keran, HIGH);
s_penadah.write(pos_penadah = 20);
delay(1000);
do
{
  massa = scale.get_units();
  m_minyak = massa - m_kemasan;
  v_minyak = m_minyak / 0.9;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("mengisi");
  lcd.setCursor(7,1);
  lcd.print("ml");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(v_minyak);
  if (v_minyak < 485)
  {
    s_katup.write(120);
  }
  else if (v_minyak >= 485 && v_minyak
<= 497)
  {
    s_katup.write(52);
  }
} while (v_minyak <= 497);
s_katup.write(30);
delay(1500);
s_penadah.write(90);
delay(2000);
digitalWrite(vcc_s_keran, LOW);

//Menginformasikan volume minyak goreng
yang selesai diisi
  massa = scale.get_units();
  m_minyak = massa - m_kemasan;
  v_minyak = m_minyak / 0.9;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Selesai mengisi");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(v_minyak);
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print("ml");
  delay(5000);

  //Lengan L bergerak ke kiri menggeser
minyak goreng
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Memindahkan..");
  digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
  lt_s_kan.writeMicroseconds(1416);
  lt_s_kir.writeMicroseconds(1083);
  delay(500);
  digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);
  do
  {
    ltls2state = digitalRead(ltls2);
    digitalWrite(ltmtotkir, HIGH);
  } while(ltls2state == LOW);
  digitalWrite(ltmtotkir, LOW);
  digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
  lt_s_kan.writeMicroseconds(1000);
  lt_s_kir.writeMicroseconds(1500);
  delay(500);

```

```

digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);

//Penggenggam lengan L bergerak ke atas
do
{
  ltls4state = digitalRead(ltls4);
  digitalWrite(ltmtotnai, HIGH);
} while (ltls4state == LOW);
digitalWrite(ltmtotnai, LOW);

//Lengan L bergerak ke tengah
do
{
  sensorpd1 = analogRead(A2);
  digitalWrite(ltmtotkan, HIGH);
} while (sensorpd1 > 100);
digitalWrite(ltmtotkan, LOW);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Selesai");
scale.read();
scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
scale.set_scale(360634/500.f);
scale.tare();
scale.read();
scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
loop();
}

//====setengah liter====//

//====setengah kilogram====//
void setengahkg()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kemasan 1/2 kg");
  delay(2000);
  do
  {
    kgls3state = digitalRead(kgls3);
    digitalWrite(kgmottur, HIGH);
  } while(kgls3state == LOW);
  digitalWrite(kgmottur, LOW);
  digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);
  kg_s_kan.writeMicroseconds(1416);
  kg_s_kir.writeMicroseconds(1083);
  delay(1000);
  kg_s_kan.writeMicroseconds(1333);
  kg_s_kir.writeMicroseconds(1166);
  delay(1000);
  digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);

  //Mengisi minyak goreng hingga 1/2
  kilogram
  digitalWrite(vcc_s_keran, HIGH);
  s_penadah.write(pos_penadah = 20);
  delay(1000);
  do
  {
    massa = scale.get_units();
    m_minyak = massa - m_kemasan;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);

```

```

lcd.print("Mengisi");
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print("g");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(m_minyak);
if (m_minyak < 485)
{
  s_katup.write(120 );
}
else if (m_minyak >= 485 && m_minyak
<= 497)
{
  s_katup.write(52);
}
} while (m_minyak <= 497);
s_katup.write(30);
delay(1500);
s_penadah.write(90);
delay(2000);
digitalWrite(vcc_s_keran, LOW);

//Menginformasikan massa minyak goreng
yang selesai diisi
massa = scale.get_units();
m_minyak = massa - m_kemasan;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Selesai mengisi");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(m_minyak);
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("g");
delay(5000);

//Lengan KG bergerak ke kanan menggeser
minyak goreng
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Memindahkan");
digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);
kg_s_kan.writeMicroseconds(1416);
kg_s_kir.writeMicroseconds(1083);
delay(1000);
digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);
do
{
  kgls1state = digitalRead(kgls1);
  digitalWrite(kgmotkan, HIGH);
} while(kgls1state == LOW);
digitalWrite(kgmotkan, LOW);
digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);
kg_s_kan.writeMicroseconds(1000);
kg_s_kir.writeMicroseconds(1500);
delay(1000);
digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);

//Penggenggam lengan KG bergerak ke
atas
do
{
  kgls4state = digitalRead(kgls4);
  digitalWrite(kgmotnai, HIGH);
} while (kgls4state == LOW);
digitalWrite(kgmotnai, LOW);

```

```

//Lengan KG bergerak ke tengah
do
{
  sensorpd2 = analogRead(A7);
  digitalWrite(kgmotkir, HIGH);
} while (sensorpd2 >= 100);
digitalWrite(kgmotkir, LOW);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Selesai");
scale.read();
scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
scale.set_scale(360634/500.f);
scale.tare();
scale.read();
scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
loop();
}
//===setengah kilogram===//
//===satu liter===//
void satult()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kemasan 1 L");
  delay(2000);
  do
  {
    Itls3state = digitalRead(Itls3);
    digitalWrite(Itmottur, HIGH);
  } while(Itls3state == LOW);
  digitalWrite(Itmottur, LOW);
  digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
  It_s_kan.writeMicroseconds(1250);
  It_s_kir.writeMicroseconds(1250);
  delay(1000);
  It_s_kan.writeMicroseconds(1166);
  It_s_kir.writeMicroseconds(1333);
  delay(1000);
  digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);

  //Mengisi minyak goreng hingga 1 liter
  digitalWrite(vcc_s_keran, HIGH);
  s_penadah.write(pos_penadah = 20);
  delay(1000);
  do
  {
    massa = scale.get_units();
    m_minyak = massa - m_kemasan;
    v_minyak = m_minyak / 0.9;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Mengisi");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("ml");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(v_minyak);
    if (v_minyak < 985)
    {
      s_katup.write(120 );
    }
  }
}

```

```

    else if (v_minyak >= 985 && v_minyak
<= 997)
    {
        s_katup.write(52);
    }
} while (v_minyak <= 997);
s_katup.write(30);
delay(1500);
s_penadah.write(90);
delay(2000);
digitalWrite(vcc_s_keran, LOW);

//Menginformasikan volume minyak
goreng yang selesai diisi
massa = scale.get_units();
m_minyak = massa - m_kemasan;
v_minyak = m_minyak / 0.9;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Selesai mengisi");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(v_minyak);
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("ml");
delay(5000);

//Lengan L bergerak ke kanan menggeser
minyak goreng
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Memindahkan");
digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
lt_s_kan.writeMicroseconds(1250);
lt_s_kir.writeMicroseconds(1250);

delay(500);
digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);
do
{
    ltls1state = digitalRead(ltls1);
    digitalWrite(ltmotkan, HIGH);
} while(ltls1state == LOW);
digitalWrite(ltmotkan, LOW);
digitalWrite(vcc_s_lt, HIGH);
lt_s_kan.writeMicroseconds(1000);
lt_s_kir.writeMicroseconds(1500);

delay(500);
digitalWrite(vcc_s_lt, LOW);

//Penggenggam lengan L bergerak ke atas
do
{
    ltls4state = digitalRead(ltls4);
    digitalWrite(ltmotnai, HIGH);
} while (ltls4state == LOW);
digitalWrite(ltmotnai, LOW);

//Lengan L bergerak ke tengah
do
{
    sensorpd1 = analogRead(A2);
    digitalWrite(ltmotkir, HIGH);
} while (sensorpd1 >= 100);
digitalWrite(ltmotkir, LOW);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Selesai");
scale.read();

```

```

scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
scale.set_scale(360634/500.f);
scale.tare();
scale.read();
scale.read_average(2);
scale.get_value(2);
scale.get_units(2);
loop();
}
//===satu liter===//
//===satu kilogram===//
void satukg()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kemasan 1 kg");
  delay(2000);
  do
  {
    kgl3state = digitalRead(kgl3);
    digitalWrite(kgmottur, HIGH);
  } while(kgl3state == LOW);
  digitalWrite(kgmottur, LOW);
  digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);
  kg_s_kan.writeMicroseconds(1250);
  kg_s_kir.writeMicroseconds(1250);
  delay(1000);
  kg_s_kan.writeMicroseconds(1166);
  kg_s_kir.writeMicroseconds(1333);
  delay(1000);
  digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);

  //Mengisi minyak goreng hingga 1
  kilogram
  digitalWrite(vcc_s_keran, HIGH);
  s_penadah.write(pos_penadah = 20);
  delay(1000);
  do
  {
    massa = scale.get_units();
    m_minyak = massa - m_kemasan;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Mengisi");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("g");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(m_minyak);
    if (m_minyak < 985)
    {
      s_katup.write(120);
    }
    else if (m_minyak >= 985 && m_minyak
    <= 997)
    {
      s_katup.write(52);
    }
  } while (m_minyak <= 997);
  s_katup.write(30);
  delay(1500);
  s_penadah.write(90);
  delay(2000);
  digitalWrite(vcc_s_keran, LOW);

```

```

//Menginformasian massa minyak goreng
yang selesai diisi

massa = scale.get_units();
m_minyak = massa - m_kemasan;

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("Selesai mengisi");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print(m_minyak);

lcd.setCursor(9,1);

lcd.print("g");

delay(5000);

//Lengan KG bergerak ke kiri menggeser
minyak goreng

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("Memindahkan");

digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);

kg_s_kan.writeMicroseconds(1250);

kg_s_kir.writeMicroseconds(1250);

delay(1000);

digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);

do

{

  kgl2state = digitalRead(kgl2);

  digitalWrite(kgmotkir, HIGH);

} while(kgl2state == LOW);

digitalWrite(kgmotkir, LOW);

digitalWrite(vcc_s_kg, HIGH);

kg_s_kan.writeMicroseconds(1000);

kg_s_kir.writeMicroseconds(1500);

delay(500);

delay(1000);

digitalWrite(vcc_s_kg, LOW);

//Penggenggam lengan KG bergerak ke
atas

do

{

  kgl4state = digitalRead(kgl4);

  digitalWrite(kgmotnai, HIGH);

} while (kgl4state == LOW);

digitalWrite(kgmotnai, LOW);

//Lengan KG bergerak ke tengah

do

{

  sensorpd2 = analogRead(A7);

  digitalWrite(kgmotkan, HIGH);

} while (sensorpd2 >= 100);

digitalWrite(kgmotkan, LOW);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("Selesai");

scale.read();

scale.read_average(2);

scale.get_value(2);

scale.get_units(2);

scale.set_scale(360634/500.f);

scale.tare();

scale.read();

scale.read_average(2);

scale.get_value(2);

scale.get_units(2);

loop();

}

```

BIODATA PENULIS



Ilham Mulya Yusuf dilahirkan pada tanggal 30 Januari 1993 di Jakarta. Lahir dari keluarga biasa, Ilham dibesarkan dengan cara yang luar biasa oleh kedua orang tua, Suroto dan Dahlia. Ilham TK di TK Negeri Pembina Jakarta dan lulus TK pada tahun 1999, Melanjutkan SD di SDN Pondok Bambu 06 Pagi dan lulus pada tahun 2005. Melanjutkan SMP di SMPN 117 Jakarta dan lulus pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan SMK di SMKN 5 Jakarta dan lulus pada tahun 2011.

Selanjutnya mendaftar di Universitas Negeri Jakarta pada program studi Pendidikan Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Ilham melaksanakan PKL di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada Pusat Teknologi Penerbangan yang beralamat di Jl. Raya Lapan, Rumpin, Bogor. Ilham melaksanakan PKM di SMKN 5 Jakarta pada bulan Januari – Juni 2015 sebagai guru mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika.

Jika ingin menghubungi Ilham, dapat melalui email di ilhammulyayusuf@gmail.com