



UWHS

**SIMULASI ALAT TERAPI TRAKSI CERVICAL
BERBASIS ARDUINO UNO**

KARYA TULIS ILMIAH

Oleh :

Raihan Atha Affrianto

2104046

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI ELEKTRO MEDIS
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA
UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG
2024**



PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno
NAMA : Raihan Atha Affrianto
NIM : 2104046

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Karya Tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Karya Tulis ini sebagai karyanya yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknologi Elektro Medis saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Semarang, September 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Raihan Atha Affrianto".

Raihan Atha Affrianto



PENGESAHAN PENGUJI

JUDUL : Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno
NAMA : Raihan Atha Affrianto
NIM : 2104046

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Studi Teknologi Elektro Medis Program Diploma Tiga Universitas Widya Husada Semarang pada hari Kamis tanggal 12 bulan September tahun 2024

Dewan Penguji

Ketua Penguji

Sri Wahyuning, S.SiT., M.Kes
NIDN.0628038101

Anggota Penguji

Mulyono, M.Kom
NIDN. 0609088103

Ketua
Program Studi Teknologi Elektro Medis
Program Diploma Tiga



Basuki Rahmat, S.T., M.T
NIDN.0622057504



PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno
NAMA : Raihan Atha Affrianto
NIM : 2104046

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program pada Program Studi Teknologi Elektro Medis Program Diploma Tiga Universitas Widya Husada Semarang.

Menyetujui
Pembimbing



Agus Supriyanto, S.T.
NUPN.9906977970

ABSTRAK

Perancangan Simulasi Alat Traksi Cervical merupakan alat yang digunakan untuk terapi membantu penyembuhan pasien yang terkena nyeri leher. Pada alat ini memanfaatkan tarikan beban dengan pemasangan tali yang diikat pada motor DC. Penulisan karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk dapat Merancang dan membuat Simulasi Alat Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno dan melakukan pengujian terhadap kinerja Simulasi Alat Traksi *Cervical*.

Alat terapi ini menggunakan komponen yang terdiri dari Sensor Beban sebagai komponen utama dan dilengkapi dengan tombol pemilihan terapi untuk berat tarikan kisaran 1-3 Kg dan waktu terapi selama 10-20 menit. Proses utama pada alat ini yaitu pengaturan beban dari nyala alat yang kemudian ditampilkan pada display LCD. Ketika tombol start ditekan maka mikrokontroler Arduino uno akan memerintahkan motor dan sensor berat aktif sesuai dengan setting beban yang telah ditentukan sebelumnya. Terdapat tombol stop atau emergency untuk memudahkan user memberhentikan proses terapi jika sewaktu – waktu terjadi eror.

Dengan pembuatan alat ini, diharapkan dapat memberikan solusi untuk penyelesaian permasalahan nyeri leher melalui Simulasi Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno. Melalui fitur alat yang menggunakan tombol kombinasi switch sebagai tombol emergency stop sehingga pada saat terapi berlangsung dapat menekan tombol tersebut untuk mengantisipasi error pada alat. Dari pengujian dan pendataan yang telah dilakukan, dihasilkan rata-rata keakurasiannya pada sensor berat sebesar 99,23% dan dihasilkan rata-rata keakurasiannya pada setting timer sebesar 99,81%.

Kata Kunci : Traksi Cervical, Terapi, Sensor Beban, Arduino Uno, Display LCD, Motor DC.

ABSTRACT

Cervical Traction Device Simulation Design is a tool used for therapy to help heal patients suffering from neck pain. This tool uses a weight to pull it by attaching it to a rope attached to a DC motor. The purpose of writing this scientific work is to be able to design and create a Cervical Traction Device Simulation Based on Arduino Uno and test the performance of the Cervical Traction Device Simulation.

This therapy tool uses components consisting of a Load Sensor as the main component and is equipped with a therapy selection button for a pull load in the range of 1-3 Kg and a therapy time of 10-20 minutes. The main process in this tool is setting the load from the tool flame which is then displayed on the LCD screen. When the start button is pressed, the Arduino Uno microcontroller will order the motor and weight sensor to activate according to the predetermined load settings. There is a stop or emergency button to make it easier for users to stop the therapy process if an error occurs at any time.

By making this tool, it is hoped that it can provide a solution to the problem of neck pain through Cervical Traction Therapy Simulation Based on Arduino Uno. Through the tool feature which uses a combination switch button as an emergency stop button so that during therapy you can press the button to anticipate errors in the tool. From the testing and data collection that has been carried out, the average accuracy on the weight sensor is 99.23% and the average accuracy on the timer setting is 99.81%.

Keywords: *Cervical Traction, Therapy, Load Sensor, Arduino Uno, LCD Display, DC Motor.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan karuniannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Karya tulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan ujian akhir pada program studi Teknologi Elektro Medis, Program diploma tiga Universitas Widya Husada Semarang. Karya tulis ini penulis beri judul “Simulasi Alat Terapi Traksi *Cervical* Berbasis Arduino Uno”.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak mengalami hambatan dan kesulitan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan. Penulis tidak dapat menyelesaikan karya tulis ini tanpa bantuan dari berbagai pihak berupa pengarahan, pemberian informasi, saran serta bimbingan yang sangat berarti bagi penulis, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Chandrasa Soekardi, DEA selaku Rektor Universitas Widya Husada Semarang.
3. Bapak Basuki Rahmat, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Elektro Medis Program Diploma Tiga Universitas Widya Husada Semarang.
4. Bapak Agus Supriyanto S.T Pembimbing Tugas Akhir yang dengan kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, perhatian, bimbingan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini dari awal sampai akhir.
5. Semua keluarga terutama kedua orang tua yang selalu memberikan support dan materi sehingga dapat menyelesaikan kuliah serta menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Segenap dosen Program Studi Teknologi Elektro Medis Program Diploma Tiga

Universitas Widya Husada Semarang.

7. Rekan-rekan Program Studi Teknologi Elektro Medis Program Diploma Tiga Angkatan 2021 yang telah membantu dan berjuang Bersama.
8. Riska Dwi Juniarti sebagai penyemangat penulis sekaligus support system dalam membuat Karya Tulis Ilmiah.
9. Teruntuk semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu per satu yang membantu dalam proses penggerjaan karya tulis ilmiah ini.

Semarang, September 2024

Penulis



Raihan Atha Affrianto

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Daftar Istilah.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Nyeri Leher (<i>Cervical Syndrome</i>)	5
2.1.1 Nyeri leher dapat dibedakan menjadi 3	6
2.1.2 Penanganan dan Terapi Traksi <i>Cervical</i>	8
2.2 Beban dan Tegangan Tarik.....	12
2.2.1 Pengertian Tegangan Tarik	12
2.2.2 Macam – Macam Tegangan Tarik	12
2.3 Penggunaan Alat Terapi Traksi Cervical	14
2.4 Arduino Uno	16
2.4.1 Konfigurasi pin Arduino uno	17
2.4.2 Power.....	20
2.4.3 <i>Input</i> dan <i>Output</i>	20
2.5 LCD (Liquid Crystal Display).....	21
2.5.1 Register LCD	22
2.5.2 Konfigurasi pin LCD	23
2.6 Motor DC.....	25
2.6.1 Prinsip Kerja Motor DC.....	25

2.6.2 Prinsip Arah Putaran Motor	26
2.7 Sensor Beban Load Cell Hbridge 50 Kg (Load Sensor)	27
2.7.1 Spesifikasi Load Cell	27
2.7.2 Cara Kerja Load Cell	27
2.8 Modul HX-711	28
2.9 Driver Motor L298N	29
2.10 Resistor	30
2.10.1 Nilai Toleransi Resistor	31
2.10.2 Kode Warna Resistor	32
2.10.3 Pembagi Tegangan	33
2.11 Kapasitor	33
2.11.1 Wujud dan Macam Kapasitor	34
2.11.2 Fungsi Kapasitor	38
2.12 Transistor	38
2.12.1 Cara Kerja Transistor	39
2.12.2 Jenis – Jenis Transistor	40
2.12.3 Transistor Sebagai Saklar	40
2.13 Buzzer	42
2.13.1 Fungsi Buzzer Elektronika	43
2.13.2 Prinsip Kerja Buzzer Elektronika	44
2.14 Push Button	44
2.14.1 Fungsi Push Button	45
2.14.2 Cara Kerja Push Button	45
2.15 Fuse (Sekering)	45
2.16 Trafo	46
2.16.1 Trafo Switching	47
2.16.2 Trafo Step Up	48
2.16.3 Trafo Step Down	49
2.17 Dioda	49
2.17.1 Karakteristik Dioda	50
2.17.2 Dioda Bridge	51
2.18 Modul I2C (Inter-Intergrated Circuit)	52
2.19 Modul Stepdown LM 2596S	53

2.20 Saklar.....	54
2.21 LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	55
2.21.1 Cara Kerja LED	56
BAB III PERENCANAAN.....	58
3.1 Tahapan	58
3.2 Blok Diagram	59
3.3 Cara Kerja Blok Diagram	61
3.4 Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i>	62
3.5 Perancangan Rangkaian Modul <i>Step Down</i>	63
3.6 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler.....	66
3.7 Perancangan Rangkaian Tombol Push Button	68
3.8 Perancangan Rangkaian Load Cell.....	68
3.9 Perancangan Rangkaian Motor.....	69
3.10 Perancangan Rangkaian LCD.....	70
3.11 Perancangan Rangkaian Buzzer	71
3.12 <i>Flowchart</i>	72
3.13 Penjelasan <i>Flowchart</i>	73
3.14 Desain Alat	73
3.15 Standar Operasional Prosedur (SOP)	74
BAB IV PENDATAAN DAN PENGUKURAN.....	75
4.1 Spesifikasi Alat	75
4.2 Uji Parameter Pengukuran.....	76
4.2.1 Pengertian Pengukuran	76
4.2.2 Persiapan Pengukuran.....	77
4.2.3 Metode Pengukuran	77
4.2.4 Hasil Pengukuran	78
4.3 Pengujian Alat	79
4.3.1 Pengujian Sensor Beban	79
4.3.2 Pengujian Setting Timer.....	84
BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	87
5.1 Rangkaian Keseluruhan.....	87
5.2 Cara Kerja Alat Keseluruhan.....	88
5.3 Analisa Data Hasil Pengukuran	89

5.3.1 Analisa TP1	89
5.3.2 Analisa TP2	90
5.3.3 Analisa TP3	90
5.3.4 Analisa TP4	91
5.4 Analisa Pengujian Alat	91
5.4.1 Analisa Hasil Pengujian Sensor Beban	91
5.4.2 Analisa Hasil Pengujian Setting Timer	93
BAB VI PENUTUP	95
6.1 Kesimpulan.....	95
6.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	
1. Coding Alat.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi Cervical.....	5
Gambar 2. 2 Traksi Cervical	11
Gambar 2. 3 Contoh Tegangan.....	12
Gambar 2. 4 Tegangan Normal	13
Gambar 2. 5 Tegangan Tekan.....	13
Gambar 2. 6 Tegangan Geser	14
Gambar 2. 7 Posisi Traksi Cervical.....	16
Gambar 2. 8 Arduino Uno.....	16
Gambar 2. 9 LCD 2x16	21
Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin LCD 2x16.....	23
Gambar 2. 11 Motor DC	25
Gambar 2. 12 Blok Konversi Energi Motor DC	26
Gambar 2. 13 Sensor Beban (Load Sensor).....	27
Gambar 2. 14 Modul HX-711	28
Gambar 2. 15 Driver Motor L298N	29
Gambar 2. 16 Resistor.....	30
Gambar 2. 17 Kode Warna Resistor.....	32
Gambar 2. 18 Rangkaian Pembagi Tegangan	33
Gambar 2. 19 Kapasitor	34
Gambar 2. 20 Kapasitor Keramik	35
Gambar 2. 21 Kapasitor Kertas	36
Gambar 2. 22 Kapasitor Elektrolit	37
Gambar 2. 23 Transistor	38
Gambar 2. 24 Transistor untuk membunyikan buzzer	41
Gambar 2. 25 Buzzer.....	42
Gambar 2. 26 Bentuk dan Simbol Buzzer.....	43
Gambar 2. 27 Push Button	44
Gambar 2. 28 Fuse	46
Gambar 2. 29 Rumus Trafo	47
Gambar 2. 30 Trafo Switching	47
Gambar 2. 31 Lilitan Trafo inti ferit Step Up.....	49
Gambar 2. 32 Lilitan Trafo inti ferit Step Down.....	49
Gambar 2. 33 Dioda Bias Maju dan Bias Mundur	50
Gambar 2. 34 Grafik Bias Maju dan Mundur Dioda	51
Gambar 2. 35 Dioda Bridge	51
Gambar 2. 36 Gelombang Input dan Output pada Rangkaian Dioda Bridge.....	52
Gambar 2. 37 Modul I2C	53
Gambar 2. 38 Modul Stepdown LM 2596S	53
Gambar 2. 39 Bentuk IC 2596S	54

Gambar 2. 40 Saklar.....	55
Gambar 2. 41 Bentuk LED dan Simbolnya	55
Gambar 2. 42 Cara Kerja LED	56
Gambar 3. 1 Blok Diagram	59
Gambar 3. 2 Rangkaian Power Supply	62
Gambar 3. 3 Rangkaian Modul Step Down	63
Gambar 3. 4 Rangkaian Arduino Uno.....	66
Gambar 3. 5 Rangkaian Tombol Push Button.....	68
Gambar 3. 6 Rangkaian Load Cell	68
Gambar 3. 7 Rangkaian Motor.....	69
Gambar 3. 8 Rangkaian LCD 16 x 2.....	70
Gambar 3. 9 Rangkaian Buzzer	71
Gambar 3. 10 Flowchart.....	72
Gambar 3. 11 Desain Alat	73
Gambar 4. 1 Bagian dan Fungsi Alat	75
Gambar 5. 1 Rangkaian Keseluruhan.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Penggunaan Traksi Cervical	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno.....	17
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul HX-711.....	28
Tabel 3. 1 Komponen Power Supply.....	63
Tabel 3. 2 Komponen Modul Step Down.....	65
Tabel 3. 3 Komponen Arduino Uno	67
Tabel 3. 4 Komponen Push Button.....	68
Tabel 3. 5 Komponen Load Cell	69
Tabel 3. 6 Komponen Motor	70
Tabel 3. 7 Komponen LCD	71
Tabel 3. 8 Komponen Buzzer.....	71
Tabel 4. 1 Hasil TP 1	78
Tabel 4. 2 Hasil TP 2	78
Tabel 4. 3 Hasil TP 3	78
Tabel 4. 4 Hasil TP 4	79
Tabel 4. 5 Hasil Pembacaan Sensor Beban	80
Tabel 4. 6 Hasil Setting Timer.....	84
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Sensor Beban	91
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Timer.....	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyeri leher umumnya lebih sering disebabkan oleh gangguan *muskuloskeletal* di mana terjadi ketegangan dan peregangan otot dan ligamentum sekitar leher. Sebuah studi menunjukkan prevalensi nyeri musculoskeletal pada leher di masyarakat selama satu tahun besarnya 40% dan prevalensi ini lebih tinggi pada wanita. Beberapa pekerjaan yang dapat memicu terjadinya nyeri leher antara lain bekerja dengan komputer dalam waktu yang lama atau bekerja di depan meja dengan posisi membungkuk dalam waktu lama. Mengangkat, mendorong atau membawa barang, penari, dan pengemudi angkutan umum [1]. Gejala – gejala nyeri leher antara lain terasa sakit di daerah leher dan kaku, nyeri otot – otot leher, sakit kepala, dan *migraine* diantara alat Kesehatan yang sangat dibutuhkan ketersediannya di rumah sakit adalah Alat Terapi Traksi dikarenakan banyaknya orang dewasa yang mengalami nyeri leher [2]. Alat Terapi Traksi merupakan alat terapi yang diperuntukkan untuk orang dewasa yang mengalami salah satunya nyeri leher. Terapi traksi bertujuan untuk melonggarkan otot – otot yang kaku dari tulang belakang dan mengistirahatkan sendi.

Berdasarkan survey yang dilakukan di Rumah Sakit X ditemukan alat traksi *cervical* dengan adanya mode *intermiten* menggunakan siklus traksi dan relaksasi untuk meningkatkan sirkulasi darah dan mengurangi ketegangan otot, mode *continuous* menggabungkan berbagai pola traksi untuk terapi yang lebih efektif, kekuatan traksi yang dapat disesuaikan dengan cara mengatur kekuatan traksi sesuai kebutuhan untuk mencapai efek terapeutik yang optimal, terdapat

tombol *emergency stop* sebagai tombol darurat untuk mengantisipasi *error* pada alat saat terapi berlangsung, desain *portable* dengan ukuran kecil dan ringan, terdapat stimulasi listrik neuromuscular (NMES) untuk membantu memperkuat otot leher dan meningkatkan fleksibilitas, terdapat juga parameter terapi yang dapat disesuaikan dengan dosis gaya traksi dan kecepatan dapat diatur dengan mudah melalui layar sentuh berwarna, pengaturan pasien yang nyaman menggunakan sistem sabuk inovatif dan sofa traksi dengan mekanisme geser untuk kenyamanan maksimal [3].

Rancangan alat sejenis pernah dilakukan oleh Wibowo (2022), alat dilengkapi dengan tombol Up Down, start, reset, dan tombol otomatis. dengan pembacaan nilai sensor beban yang belum diatur dalam program, menggunakan anak timbangan untuk setting beban manual. Setting beban yang masih dilakukan secara manual sehingga menyulitkan pengoperasian oleh pengguna [4].

Penulis membuat rancangan alat untuk terapi leher dengan nilai sensor beban yang diatur dalam program yang mudah dan efisien dengan judul “Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno”. Alat ini tidak bisa digunakan untuk penanganan pasien secara langsung karena alat ini diperuntukkan pada simulasi penggunaan saja. Untuk melakukan terapi secara berkala diperuntukan untuk pasien nyeri leher, pasca operasi, dan cidera leher. Alat ini hadir dengan tombol kombinasi yang mempermudah dan menyederhanakan tombol pengoperasian yang berbeda dari alat traksi pada umumnya. Dengan adanya pengaturan setting beban secara otomatis dan tidak menggunakan anak timbangan, sehingga mempermudah dalam penggunaan alat. Cara pengaplikasian dalam mengoperasikan Simulasi Traksi *Cervical* berbasis Arduino dengan tarikan dan

uluran tali yang sebelumnya telah di setting timer serta setting berat sesuai dengan kondisi pasien dan dilengkapi tombol *switch* sebagai tombol *stop* atau *emergency* sebagai pengaman alat, serta menggunakan strap leher untuk di pasangkan ke leher pasien selama terapi berlangsung. Diharapkan dengan pengembangan alat traksi pada referensi yang ada dapat semakin mempermudah dalam pengoperasian namun juga sekaligus melengkapi kekurangan pada alat sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical berbasis Arduino Uno?
2. Bagaimana menguji kinerja dari Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical berbasis Arduino Uno?

1.3 Tujuan

Tujuan dari karya tulis ilmiah ini adalah untuk membuat Simulasi Alat Traksi Cervical dengan menggunakan tombol *Switch* sebagai tombol *emergency stop* sebagai pengaman, serta membantu pasien nyeri leher dapat terapi dengan nyaman. Tujuan spesifik yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah :

1. Merancang dan membuat Simulasi Alat Traksi *Cervical* Berbasis Arduino Uno.
2. Melakukan pengujian terhadap kinerja Simulasi Alat Traksi *Cervical*.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan alat ini tidak sampai berkepanjangan dalam penyajian, penulis membatasi pokok – pokok pembahasannya sebagai berikut :

1. Alat dapat melakukan pengujian traksi dengan tarikan beban kisaran 1-3 Kg selama 10-20 menit, dapat dihitung berdasarkan beban 20-30% dari berat badan(Kg) dan untuk waktu total 15-30 menit.
2. Terdapat Tombol Kombinasi Switch sebagai tombol *emergency stop* sebagai *Patient Safety* saat dilakukan pengujian.

1.5 Daftar Istilah

1. Nyeri leher (*neck pain*) adalah gejala atau kondisi medis yang umumnya disebabkan oleh tekanan pada jaringan-jaringan lunak, tulang, atau sendi dari tulang belakang daerah leher atau struktur-struktur lain yang berdekatan.
2. Arduino Uno adalah mikrokontroler berbasis ATmega328.
3. Traksi cervical adalah salah satu metode yang paling umum untuk mengobati nyeri leher dan nyeri lengan. Efek dalam menghilangkan nyeri traksi cervical telah dinyatakan efektif, mekanisme penghilangan rasa nyeri dapat dicapai dengan menghilangkan tekanan pada akar saraf dengan pembesaran *foramen intervertebral*, pemisahan beberapa aspek sendi dan peregangan pada *soft tissue*.

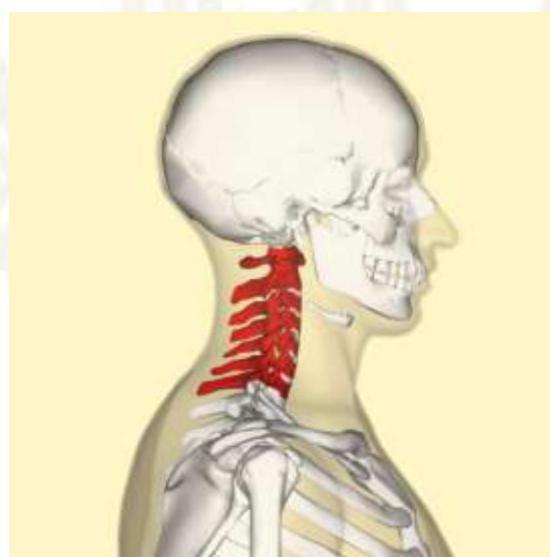
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Nyeri Leher (*Cervical Syndrome*)

Nyeri leher (*Cervical syndrome*) adalah nyeri yang dihasilkan dari interaksi yang kompleks antara otot dan ligamen serta faktor yang berhubungan dengan postur, kebiasaan tidur, posisi kerja, stress, kelelahan otot kronis, adaptasi postural dari nyeri primer lain (*Shoulder, sendi temporo mandibular, craniocervikal*), atau perubahan degeneratif dari *discus cervikalis* dan sendinya dan nyeri leher ini mengganggu aktivitas seseorang.

Nyeri leher adalah nyeri pada ujung saraf yang terletak di berbagai ligament dan otot leher, serta *discus intervertebral* dan lapisan luar diskus (*annulus fibrosus*) [5]. Menurut [5], nyeri leher adalah rasa sakit di leher yang bisa dilokalisasi pada tulang belakang leher atau dapat menyebar ke lengan bawah (*radiculopati*) [6].



Gambar 2. 1 Anatomi Cervical

2.1.1 Nyeri leher dapat dibedakan menjadi 3

a. Akut

Merupakan nyeri berlangsung kurang dari 3 sampai 6 bulan atau nyeri yang secara langsung berkaitan dengan kerusakan jaringan.

b. Kronik

Ada dua jenis masalah nyeri kronis yaitu akibat pembangkit nyeri yang dapat diidentifikasi (misalnya cidera, penyakit *discus degeneratif*, *stenosis* tulang, dan *spondilolisthesis*) dan nyeri kronis akibat pembangkit nyeri yang tidak dapat diidentifikasi (misalnya cedera yang telah sembuh, *fibromialgia*).

c. *Neuropatik*

Nyeri neuropatik telah diselidiki dan relatif baru. Nyeri *neuropatik* akan mengenai bagian-bagian saraf tertentu, kemudian mengirim pesan rasa sakit ke otak meskipun tidak ada kerusakan jaringan yang sedang berlangsung. Nyeri *neuropatik* dirasakan berupa rasa berat, tajam, pedih, menusuk, terbakar, dingin, dan atau mati rasa, kesemutan atau kelemahan [7].

Dalam penelitian Makmuriyah (2010) mengatakan bahwa nyeri otot pada tubuh bagian atas lebih sering terkena dibanding tubuh lain. Titik nyeri 84% terjadi pada otot upper trapezius, levator scapula, infra spinatus, scalenus. Otot upper trapezius merupakan otot yang sering terkena [8]. Salah satu kondisi yang sering menimbulkan rasa nyeri pada otot upper trapezius adalah myofascial syndrome. Myofascial syndrome adalah gangguan nyeri musculoskeletal yang terjadi akibat adanya myofascial trigger point. Gangguan ini dapat menyebabkan nyeri lokal atau referred pain, tightness, stiffness, spasme, keterbatasan gerak, respon cepat lokal dari otot tersebut [9]. Nyeri pada myofascial syndrome

biasanya dapat menjalar pada regio tertentu dan bersifat lokal. Nyeri pada otot upper trapezius atau pada daerah leher sampai pundak ini timbul karena kerja otot yang berlebihan, aktivitas sehari-hari yang terus-menerus dan sering menggunakan kerja otot upper trapezius, sehingga otot menjadi tegang, spasme, tightness dan stiffness. Otot yang tegang terus-menerus akan membuat mikrosir-kulasi menurun, terjadi iskemik dalam jaringan. Pada serabut otot menjadi ikatan tali yang abnormal membentuk taut band dan mencetuskan adanya nyeri, karena merangsang hipersensitivitas.

Otot *upper trapezius* adalah otot tipe I atau tonik juga merupakan otot postural yang berfungsi melakukan gerakan *elevasi*. Kelainan tipe otot ini cenderung tegang dan memendek. Itu sebabnya jika otot *upper trapezius* berkontraksi dalam jangka waktu lama jaringan ototnya menjadi tegang dan akhirnya timbul nyeri. Kerja otot *upper trapezius* akan bertambah berat dengan adanya postur yang jelek, mikro dan makro trauma. Akibatnya yang terjadi adalah fase kompresi dan ketegangan lebih lama dari pada rileksasi, terjadinya suatu keadaan melebihi batas (*critical load*) dan juga otot tadi mengalami kelelahan otot yang cepat. Trauma pada jaringan, baik akut maupun kronik akan menimbulkan kejadian yang berurutan yaitu hiperalgesia dan spasme otot skelet, vasokonstriksi kapiler. Akibatnya pada jaringan myofascial terjadi penumpukan zat-zat nutrisi dan oksigen ke jaringan serta tidak dapat dipertahankannya jarak antar serabut jaringan ikat, sehingga akan menimbulkan iskemik pada jaringan *myofascial*. Keadaan iskemik ini menyebabkan terjadinya sirkulasi menurun, sehingga kekurangan nutrisi dan oksigen serta penumpukan sisa metabolisme menghasilkan proses radang. Proses radang dapat

juga menimbulkan respon *neuromuskular* berupa ketegangan otot di sekitar area yang mengalami kerusakan otot tersebut, sehingga timbul viscous circle. Suatu peradangan kronis merangsang substansi P menghasilkan zat algogen berupa prostaglandin, bradikinin dan serotonin yang dapat menimbulkan sensori nyeri [10].

2.1.2 Penanganan dan Terapi Traksi *Cervical*

a. Penanganan Traksi *Cervical* :

1. Mesin dan perangkat traksi disiapkan, diuji coba fungsi dan kinerjanya.
2. Pasien/klien diposisikan stabil dan rileks tiduran terlentang di bed traksi, bantal di bawah kepala fleksi kepala 20 – 30 derajat untuk kasus facets atau lordosis dengan ganjal handuk untuk kasus discus.
3. Diintruksikan kepada pasien/klien untuk tidak bergerak selama terapi.
4. Ukur tensi, pulse, berat badan, tentukan beban tarikan.
5. Pasang cervical belt dengan tepat, tidak mencekik dan tidak terlalu longgar di bawah dagu.
6. Atur dosis traksi beban 20-30% berat badan dan beban saat istirahat 5-10% BB,waktu total 15-30 menit dengan Hold 5-10detik, rest 5-10 detik.
7. Kontrol selama traksi: diperhatikan mimik, mata, pernafasan . Bila timbul keluhan pusing, mual atau kesadaran menurun maka traksi segera dihentikan dan dilakukan pemeriksaan tanda fital.

b. Terapi Traksi Cervical

Traksi adalah tahanan yang dipakai dengan berat atau alat lain untuk menangani kerusakan atau gangguan pada tulang dan otot. Tujuan dari traksi adalah untuk menangani fraktur, dislokasi atau spasme otot dalam usaha untuk memperbaiki deformitas dan mempercepat penyembuhan. Ada dua tipe utama dari traksi : traksi skeletal dan traksi kulit, dimana di dalamnya terdapat sejumlah penanganan.

Prinsip traksi adalah menarik tahanan yang diaplikasikan pada bagian tubuh, tungkai, pelvis atau tulang belakang dan menarik tahanan yang diaplikasikan pada arah yang berlawanan yang disebut dengan countertraksi. Traksi dapat dicapai melalui tangan sebagai traksi manual, penggunaan talim splint, dan berat sebagaimana pada traksi kulit serta melalui pin, wire, dan tongs yang dimasukkan ke dalam tulang sebagai traksi skeletal [11].

Secara umum, pesawat traksi merupakan alat kesehatan yang digunakan untuk memberi terapi khusus kepada pasien yang mengalami gangguan pada otot maupun tulang seperti patah tulang, terapi perut, dan leher pada pasien yang mengalami kecelakaan, yang berfungsi untuk meregangkan otot lemah pada bagian yang mengalami gangguan, sehingga tidak kejang otot. Alat ini diletakkan di ruang fisioterapi :

1. Untuk mendorong tulang fraktur ke dalam tempat memulai, atau
2. Untuk menjaga mereka immobile sedang hingga mereka bersatu, atau
3. Untuk melakukan kedua hal tersebut, satunya diikuti dengan yang lain.

Secara umum traksi dilakukan dengan menempatkan beban dengan tali pada ekstermitas pasien. Tempat tarikan disesuaikan sedemikian rupa sehingga arah tarikan segaris dengan sumbu panjang tulang yang patah. Metode pemasangan traksi didasari pada penahan tubuh yang dicapai antara lain :

1. Traksi Manual

Traksi manual digunakan untuk mengurangi fraktur sederhana sebelum aplikasi plesrer atau selama pembedahan. Hal ini juga digunakan selama pemasangan traksi dan jika ada kebutuhan secara temporal melepaskan berat traksi.

2. Traksi Mekanik

- a) Traksi Sekeletal

Merupakan traksi definitif pada orang dewasa yang merupakan balanced traction. Dilakukan untuk menyempurnakan luka operasi dengan kawat metal atau penjepit melalui tulang atau jaringan metal. Traksi yang digunakan untuk meluruskan tulang yang cedera dan sendi panjang untuk mempertahankan traksi, memutuskan pins (kawat) ke dalam. Traksi ini menunjukkan tahanan dorongan yang diaplikasikan langsung ke sekeleton melalui pin, wire atau baut yang telah dimasukkan ke dalam tulang. Untuk melakukan ini berat yang besar dapat digunakan.

b) Traksi Kulit

Skin traksi menarik bagian tulang yang fraktur dengan menempelkan plester langsung pada kulit untuk mempertahankan bentuk, membantu menimbulkan spasme otot pada bagian yang cedera dan biasanya digunakan untuk jangka pendek (48-72 jam). Dipasang pada dasar sistem skeletal untuk struktur yang lain misal otot. Salah satu contohnya : Traksi Cervical

Cervical traksi dengan posisi supine dengan sudut leher, beban dan durasi dari traksi disesuaikan toleransi dan respon dari pasien. Tujuan dari traksi adalah untuk mengembalikan posisi dari vertebrae. Indikasi dilakukan traksi leher adalah adanya osteoarthritis dan penyakit degenartif pada discus intervertebralis. Kontraindikasi antara lain bila terdapat neoplasma dan lesi post-trauma. Pada penderita spondylosis cervical biasa diberikan terapi dengan beban 10% dari berat badan dengan efek samping yang minimal dan dengan keberhasilan terapi tertinggi yang dilakukan 2-3 kali sehari selama 5 menit [12].



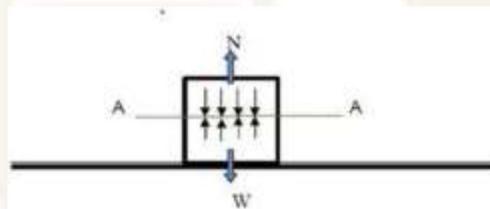
Gambar 2. 2 Traksi Cervical

2.2 Beban dan Tegangan Tarik

2.2.1 Pengertian Tegangan Tarik

Hukum Newton pertama tentang aksi dan reaksi, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat (F) dan gaya reaksi (F') dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya (F') yang arahnya ke atas [13].

Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan di bawah bidang penampang A-A saling tekan menekan.



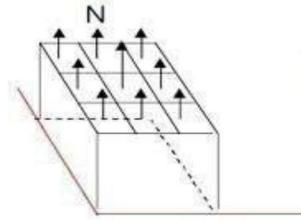
Gambar 2. 3 Contoh Tegangan

2.2.2 Macam – Macam Tegangan Tarik

Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebasan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebasan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebasan yang lain.

a. Tegangan Normal

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Jika gaya dalam diukur dalam N , sedangkan luas penampang dalam m^2 , maka satuan tegangan adalah N/m^2 atau dyne/cm 2 .



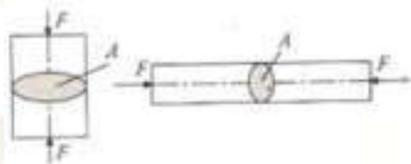
Gambar 2. 4 Tegangan Normal

b. Tegangan Tarik

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain-lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.

c. Tegangan Tekan

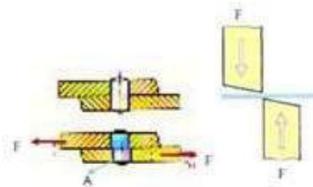
Tegangan tekan terjadi bila suatu batang diberi gaya F yang saling berlawanan dan terletak dalam satu garis gaya. Misalnya, terjadi pada tiang bangunan yang belum mengalami tekukan, porok sepeda, dan batang torak. Tegangan tekan dapat dituliskan:



Gambar 2. 5 Tegangan Tekan

d. Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut [14].



Gambar 2. 6 Tegangan Geser

2.3 Penggunaan Alat Terapi Traksi Cervical

Pada saat menggunakan traksi cervical pasien yang diberikan terapi akan mengalami beberapa efek diantaranya :

a. Efek Mekanik

1. Regangkan ligamen, otot
2. Rileks otot-otot
3. Kurangi tekanan intradiscal
4. Memperluas foramen intervertebrali

b. Efek Fisiologis

1. Mengurangi kompresi akar saraf
2. Kemungkinan penarikan disk
3. Memobilisasi sendi dan otot
4. Meningkatkan aliran darah
5. Kurangi rasa sakit

Menurut Prolux, Triton DTS, Ketentuan Penggunaan Traksi Cervical adalah untuk beban tarikan pada saat melakukan terapi kisaran 1–5 Kg dan lama terapi dapat dilakukan selama 10–15 menit.

Tabel 2. 1 Ketentuan Penggunaan *Traksi Cervical*

	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
Waktu	1-5 menit	5-10 menit	10-12 menit	12-15 menit
Beban	1-5 Kg	5-10 Kg	10-15 Kg	10-15 Kg
Beban Minimum	<1 Kg	1-5 Kg	1-5 Kg	1-5 Kg

Prosedur Penggunaan Alat Terapi Traksi Cervical Memastikan tidak ada kontra indikasi dan menentukan indikasi traksi cervical :

1. Penekanan radiks
2. Proses degenerasi discus intervertebralis/vertebrae
3. Proses klasifikasi dari tendon, otot, ligamentum discus intervertebralis

Melaksanakan prosedur penerapan traksi cervical :

1. Mesin dan perangkat traksi disiapkan, diuji coba fungsi dan kinerjanya.
2. Pasien/klien diposisikan stabil dan rileks tiduran terlentang di bed-traksi, bantal dibawah kepala fleksi kepala 20–30 derajat untuk lordosis dengan ganjal handuk untuk kasus discus.
3. Diiintruksikan kepada pasien/klien untuk tidak bergerak selama terapi.
4. Ukur tensi, pulse, berat badan, tentukan beban tarikan.
5. Pasang cervical belt dengan tepat, tidak mencekik dan tidak terlalu longgar di bawah dagu.
6. Atur dosis traksi beban <5 Kg ,waktu total 15-30 menit dengan Hold 5-10 detik, rest 5-10 detik.

7. Kontrol selama traksi: diperhatikan mimik, mata, pernafasan . Bila timbul keluhan pusing, mual atau kesadaran menurun maka traksi segera dihentikan dan dilakukan pemeriksaan tanda vital.



Gambar 2. 7 Posisi *Traksi Cervical*

2.4 Arduino Uno

Arduino ini merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram *hardware* eksternal [15].



Gambar 2. 8 Arduino Uno

Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroller	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin <i>input</i> analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memory flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0.5 KB
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	KB (ATmega 328)
Clock speed	16 MHz

2.4.1 Konfigurasi pin Arduino uno

a. Power USB

Power USB digunakan untuk memberikan catu daya ke board arduino menggunakan kabel USB dari komputer.

b. Power Jack

Papan arduino dapat juga diberi catu daya secara langsung dari sumber daya AC dengan menghubungkan ke power *jack*.

c. Voltage Regulator

Fungsi dari *voltage regulator* adalah untuk mengendalikan tegangan yang diberikan ke board Arduino dan menstabilkan tagangan DC yang digunakan.

d. *Crystal Oscillator*

Pada Arduino, *crystal oscillator* membantu Arduino dalam menghitung waktu. Pada bagian atau *crystal*, tertulis angka 16.000H9H yang berarti bahwa frekuensi dari *oscillator* tersebut adalah 16.000.000 Hertz atau 16MHz.

e. Pin 5,17 Arduino Reset

Untuk memulai program dari awal dapat dilakukan dengan reset. Terdapat dua cara untuk mereset Arduino uno, yaitu menggunakan *reset button*(17) pada papan arduino dan dengan menambahkan reset eksternal ke pin Arduino yang berlabel reset (5).

f. Pin 6,7,8,9

Merupakan pin untuk *input* dan *output supply* tegangan.

g. Analog Pin

Papan arduino uno memiliki lima pin *input* analog A0 sampai A5. Pin-pin ini dapat membaca sinyal dari sensor analog seperti sensor kelembapan atau temperatur dan mengubahnya menjadi nilai digital yang dapat dibaca oleh mikroprosesor.

h. Main Mikrokontroler

Setiap board Arduino Uno memiliki mikrokontroller sebagai otak dari board arduino. Mikrokontroller yang digunakan pada arduino uno yaitu Atmega328.

i. ICSP Pin

Pada umumnya, ICSP adalah AVR, suatu programming header kecil untuk arduino yang berisi MOSI,MISO,SCK,RESET,VCC dan GND.

Hal ini sering dirujuk sebagai SPI (Serial Peripheral Interface) yang dapat dipertimbangkan sebagai “expansion” dari *output*. Sebenarnya, kita memasang perangkat ke master bus SPI.

j. Power Led Indikator

Led ini akan menyala pada saat arduino terhubung dengan *supply* daya.

k. TX dan RX Leds

TX led akan berkedip sesuai dengan kecepatan saat mengirim data serial. Kecepatan kedip tergantung pada baud rate yang digunakan oleh papan arduino. RX berkedip selama menerima proses.

l. Digital I/O

Papan arduino memiliki 14 pin *input* dan 6 pin *output* menyediakan *Pulse Width Modulation* (PWM). Pin – pin ini dapat dikonfigurasikan sebagai pin digital *input* untuk membaca nilai logika (0 atau 1) atau sebagai pin digital *output* untuk mengendalikan modul-modul seperti LED,relay,dan lain-lain. Pin yang berlabel “~” dapat digunakan untuk membangkitkan PWM.

m. AREF

AREF merupakan singkatan dari *analog reference*. AREF terkadang digunakan untuk mengatur tegangan referensi eksternal (antara 0 dan 5 volt) sebagai batas atas untuk pin-pin analaog *input*.

2.4.2 Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. Powernya dipilih secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack* adaptor pada koneksi port *input supply*. *Board* arduino dapat di operasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6-20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7-12 volt.

2.4.3 Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima *maximum* 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
- b. Interupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasikan untuk trigger sebuah interup pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.

- c. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output* PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
- d. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensuport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa Arduino.
- e. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah suatu komponen elektronika dengan *display* dot matrik yang berfungsi untuk menampilkan suatu karakter baik itu suatu angka, huruf, atau karakter tertentu dengan yang di inginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya) sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. Penggunaan LCD sebagai indikator *display* atau tampilan banyak sekali digunakan karena penggunaan LCD hanya membutuhkan daya yang relatif kecil, selain itu juga dapat menampilkan karakter-karakter seperti angka, huruf, simbol dan karakter tertentu yang lainnya.



Gambar 2. 9 LCD 2x16

Komponen LCD ini terdiri dari dua lembar kaca dengan pinggiran tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan cristal cair yang tembus cahaya seperti Oxida timah atau indium. Jenis komponen LCD yang digunakan adalah LCD M1632 yang memiliki kelengkapan seperti hanya membutuhkan daya yang kecil,

memiliki panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi dan pengendal LCD CMOS yang terpasang dalam LCD tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi display diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikroprosesor. LCD tipe ini tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter oleh karena itu LCD ini sering disebut dengan istilah LCD 2 x 16 karakter [16].

2.5.1 Register LCD

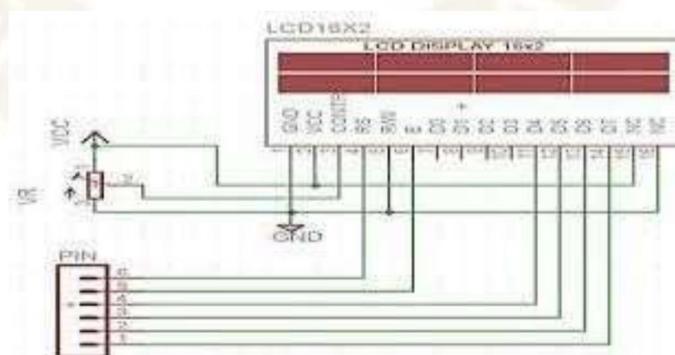
Register-register yang terdapat dalam LCD adalah sebagai berikut :

- a. IR (Instruction Register), digunakan untuk menentukan fungsi yang harus dikerjakan oleh LCD serta pengakaman DDRAM atau CGRAM.
- b. DR (Data Register), digunakan sebagai tempat data DDRAM atau CGRAM yang akan dituliskan ke atau dibaca oleh komputer atau sistem minimum. Saat dibaca, DR menyimpan data DDRAM atau CGRAM, setelah itu data alamat berikutnya secara otomatis ke DR. Pada waktu menulis, cukup lakukan inisialisasi DDRAM atau CGRAM sejak alamat awal tersebut.
- c. BF (Busy Flag) digunakan untuk memberi tanda bahwa LCD dalam keadaan siap atau sibuk. Apabila LCD sedang melakukan operasi internal, BF di set menjadi 1, sehingga tidak akan menerima perintah dari luar. Jadi BF harus di cek apakah telah direset menjadi 0 ketika akan menulis LCD adalah dengan mereset menjadi 0 dan mereset R/W menjadi 1.
- d. AC (Address Counter) digunakan untuk menunjuk alamat pada DDRAM atau CGRAM dibaca atau ditulis, maka AC akan secara

otomatis menunjukkan alamat berikutnya. Alamat yang disimpan AC dapat dibaca bersamaan dengan BF.

- e. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) digunakan sebagai tempat penyimpanan data sebesar 80byte. AC menunjukkan alamat karakter yang sedang ditampilkan.
- f. CGROM (Character Generator Read Only Memory) pada LCD telah terdapat ROM untuk menyimpan karakter-karakter ASCH (American Standard Code for Interchange Information) sehingga cukup memasukkan kode ASCII untuk menampilkannya.
- g. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) sebagai penyimpanan data untuk merancang karakter yang dikehendaki. Untuk CGRAM terletak pada kode ASCH dari 00h sampai 0fh, tetapi hanya delapan karakter yang disediakan.
- h. Cursor and Blink Control Circuit, merupakan rangkaian yang menghasilkan tampil kurSOR dan kondisi blink(berkedip-kedip).

2.5.2 Konfigurasi pin LCD



Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin LCD 2x16

- a. Pin 1 (Vss) sebagai jalur *power supply ground* (GND)
- b. Pin 2 (VDD) sebagai jalur *power supply* positif (+5v)

- c. Pin 3 (V0) merupakan kontrol kontras LCD
- d. Pin 4 (RS) jalur instruksi pemilihan data atau perintah
- e. Pin 5 (R/W) merupakan jalur instruksi read / write pada LCD
- f. Pin 6 (E) jalur kontrol enable LCD
- g. Pin 7 – Pin 14 (DB0-DB7) adalah jalur data kontrol dan data karakter untuk LCD

Dari 14 pin yang dimiliki LCD (*Liquid Crystal Display*) Dot- Matrix HD44780, 8 Pin diantaranya digunakan untuk menerima dan mengirimkan data dari dan ke LCD, yaitu pin DB0-DB7. Sedangkan 3 pin lainnya digunakan untuk kendali operasi.

Pin RS, digunakan oleh sistem prosesor HD44780 untuk memberi tahu LCD apakah informasi biner yang diberikan pada DB0-DB7 merupakan instruksi atau data. Jika RS=Low, maka informasi biner pada DB0-DB7 adalah instruksi. Jika RS=High, maka informasi biner pada DB0-DB7 adalah data.

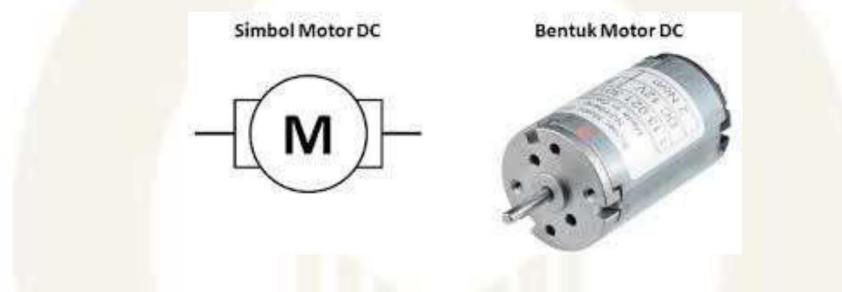
Pin R/W, digunakan oleh sistem prosesor HD44780 untuk memberitahu LCD apakah mikrokontroler akan mengirim data atau membaca data. Jika R/W = Low, maka mengirim data. Jika R/W=High, maka membaca data.

Pin E, digunakan oleh sistem prosessor HD44780 untuk memberitahu LCD agar mulai memproses sinyal yang diberikan oleh prosesor yang ditandai dengan peralihan logika pinE dari High ke Low. Khusus untuk pin DB7 selain sebagai data bus, pin ini juga dapat digunakan untuk

memberitahukan sistem mikrokontroler bahwa LCD masih sibuk dan belum siap menerima instruksi berikutnya.

2.6 Motor DC

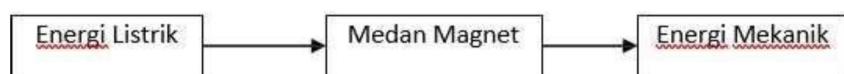
Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC [17].



Gambar 2. 11 Motor DC

2.6.1 Prinsip Kerja Motor DC

Daerah kumparan medan yang yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi.



Gambar 2. 12 Blok Konversi Energi Motor DC

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Flaming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F . Prinsip motor: aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar [18].

2.6.2 Prinsip Arah Putaran Motor

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Flaming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F .

Prinsip motor : aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada

penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar [19].

2.7 Sensor Beban Load Cell Hbridge 50 Kg (Load Sensor)



Gambar 2. 13 Sensor Beban (Load Sensor)

Load cell adalah transduser yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi sinyal elektrik. Konversi yang dilakukan ada dua tahap. Sensor *load cell* ini bentuk fisik konstruksinya pun terbuat dari aluminium. Sensor ini mampunyai 2 *strain gauge* (pengukur regangan) terdapat dibagian atas dan bawah sensor [20].

2.7.1 Spesifikasi Load Cell

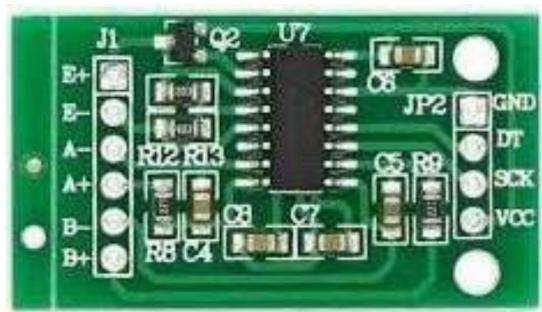
Ukuran	: 33x34 mm
Kapasitas max	: 1-5 Kg
Output	: 0.1mV-1.0 mV/V
Comprehensive error	: 0.05mV/V
Tegangan Eksitasi	10
Koneksi	: merah(+), putih/hijau(+), hitam(-)

2.7.2 Cara Kerja Load Cell

Terdapat sebuah load cell yang akan memberikan output tegangan dari perubahan resistansi yang terjadi akibat adanya perubahan posisi penyangga beban, sehingga perubahan tersebut harus di masukkan ke amplifier agar didapatkan tegangan yang bisa dibaca kemudian

dikonversikan menjadi digital oleh ADC, ADC yang digunakan yaitu HX-711, output dari HX-711 akan diolah oleh mikrokontroler kamudian ditampilkan ke layar LCD.

2.8 Modul HX-711



Gambar 2. 14 Modul HX-711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVR Semiconductor”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dalam industrial *control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan (*datasheet HX711*).

Setelah *load cell* mengirimkan hasil timbang dari objek kendaraan yang melebihi batas maksimal berat yang berbentuk sinyal analog maka dirubah menjadi bentuk sinyal *digital*. Pin DOUT dan PD_SCK mendapat inputan dari sinyal analog menjadi sinyal *digital* [21].

Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul HX-711

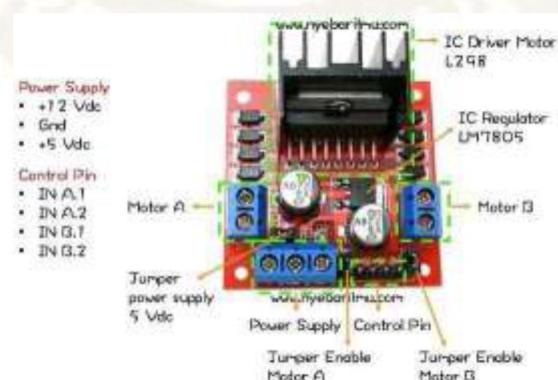
Nama	Keterangan
E+	<i>Red Wire Input</i>
E-	<i>Black Wire Input</i>
A-	<i>White Wire Input</i>
A+	<i>Green Wire Input</i>
DOUT	<i>Serial Data Output</i>
SCK	<i>Power Down Control</i>

VCC	<i>Voltage Input</i>
GND	<i>Ground Input</i>

2.9 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan modul driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban- beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper.

Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan IC L298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah tersusun dengan rapi dan mudah digunakan. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresision dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol [22].



Gambar 2. 15 Driver Motor L298N

Keterangan :

1. Enable A : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A.
2. Enable B : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B.
3. Jumper 5 VDC : sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5 VDC, jika tidak dijumper maka akan ke mode sumber tegangan 12 VDC.
4. *Control Pin* : sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke mikrokontroler.

Adapun untuk spesifikasi dari motor L298N sebagai berikut :

1. Menggunakan IC L298N (Double H bridge Drive Chip).
2. Tegangan minimal untuk masukan power antara 5V-35V.
3. Tegangan operasional : 5V.
4. Arus untuk masukan antara 0-36mA.
5. Arus maksimal untuk keluaran per Output A maupun B yaitu 2A.
6. Daya maksimal yaitu 25W.
7. Dimensi modul yaitu 43 x 43 x 26mm.
8. Berat : 26g.

2.10 Resistor



Gambar 2. 16 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian

elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluiinya. Selain nilai resistansinya (Ohm), resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut [23].

2.10.1 Nilai Toleransi Resistor

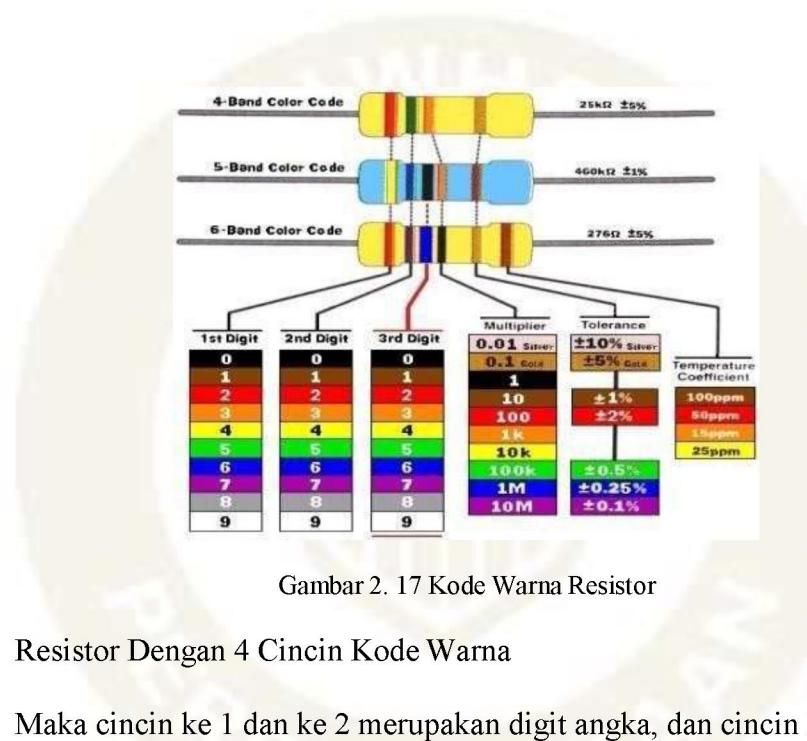
Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kerusakan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%).

Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas atau dengan kode huruf J pada resistor dengan fisik kemasan besar.

Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

2.10.2 Kode Warna Resistor

Cincin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cincin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 2. 17 Kode Warna Resistor

1. Resistor Dengan 4 Cincin Kode Warna

Maka cincin ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 3 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 4 menunjukan nilai toleransi resistor.

2. Resistor Dengan 5 Cincin Kode Warna

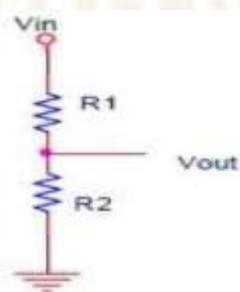
Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukan nilai toleransi resistor.

3. Resistor Dengan 6 Cincin Warna

Resistor dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan koefisien temperatur yaitu temperatur maksimum yang diijinkan untuk resistor tersebut.

2.10.3 Pembagi Tegangan

Resistor merupakan komponen pasif yang bersifat menghambat. Selain fungsi menghambat resistor juga memiliki fungsi pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan yang disusun dengan resistor.



Gambar 2. 18 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rumus pembagi tegangan(2.1)

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Keterangan :

Vout : Tegangan keluar

Vin : Tegangan masuk

R (1,2) : Komponen atau hambatan berupa resistor

2.11 Kapasitor



Gambar 2. 19 Kapasitor

Kapasitor (kondensator) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidak seimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad (F). Komponen elektronik ini di temukan oleh Michael Faraday (1791- 1867). Kapasitor dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C”. Satu Farat = $9 \times 10^{-11} \text{ cm}^2$ artinya luas permukaan kepingan tersebut.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif berkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakibnya. Di alam bebas, phenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan [24].

2.11.1 Wujud dan Macam Kapasitor

Berdasarkan kegunaanya kapasitor di bagi menjadi 2 yaitu :

- a. Kapasitor nilai tetap (*Fixed Capacitor*)

Kapasitor nilai tetap atau Fixed capacitor adalah kapasitor yang nilainya tidak dapat di ubah-ubah. Berikut ini adalah jenis-jenis kapasitor tetap.

1. Kapasitor keramik (*Ceramic Capacitor*)

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, cokelat, dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkain (PCB), boleh bolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif.

Kapasitor jenis ini, mempunyai kapasitas mulai dari beberapa pikoFarat sampai dengan ratusan kilopikoFarat (kpF), dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.



Gambar 2. 20 Kapasitor Keramik

Pada dasarnya sama saja dengan kapasitor keramik begitu juga cara menghitung nilai kapasitasnya. Bentuknya persegi empat. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, cokelat dan sebagainya.

2. Kapasitor kertas



Gambar 2. 21 Kapasitor Kertas

Kapasitor kertas ini sering di sebut juga kapasitor padder.

Misalnya pada radio di pasang seri dari spul osilator ke variabel kapasitor. Nilai kapasitor yang dipakai pada sirkuit oscilator antara lain :

- a) Gelombang Kapasitas 200 pF – 500 pF untuk daerah gelombang menengah (*Medium Wave/MW*) = 190 meter – 500 meter.
- b) Kapasitas 1.000 pF – 2.200 pF untuk daerah gelombang pendek(*Short Wave/SW*) SW 1= 40 meter – 130 meter.
- c) Kapasitas 2.700 pF – 6.800 pF untuk daerah gelombang SW 1, 2, 3, 4 = 13 meter – 49 meter.

3. Kapasitor Elektrolit (*Elektrolit Capacitor*)

Kapasitor elektrolit adalah kapasitor yang bahan isolatornya terbuat dari elektrolit (Electrolyte) dan berbentuk tabung / silinder. Kapasitor elektrolit atau didingkat ECO ini sering dipakai pada rangkaian elektronika yang memerlukan kapasintansi (Capacitance) yang tinggi. Kapasitor elektrolit yang memiliki polaritas arah positif (+) dan negatif (-) ini menggunakan bahan aluminum sebagai pembungkus dan

sekaligus sebagai terminal Negatif-nya. Pada umumnya nilai kapasitor elektrolit bekisar dari $0,47 \mu\text{F}$. Biasanya di badan kapasitor Elektrolit (ELCO) akan tertera nilai kapasitansi, Tegangan (Voltage), dan terminal Negatifnya. Hal yang perlu di perhatikan, Kapasitor Elektrolit dapat meledak jika polaritas (arah) pemasangannya terbalik dan melampaui batas kemampuan tegangangnya.



Gambar 2. 22 Kapasitor Elektrolit

b. Kapasitor Variabel (*Variabel Capacitor*)

Kapasitor Variabel adalah Kapasitor yang nilai kapasitasnya yang dapat di atur atau dapat diubah-ubah. Kapaasitor ini terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. VARCO (*Variabel Capacitor*)

VARCO (*Variabel Capacitor*) yang terbuat dari logam yang ukuran lebih besar dan pada umumnya digunakan untuk memilih Gelombang Frekuensi pada rangkaian radio (digabungkan dengan spul Antena dan spul Osilator). Nilai kapasitas VARCO berkisar antara 100pF sampai 500pF .

2. Trimer

Trimer adalah jenis Kapasitor Variabel yang memiliki bentuk lebih kecil sehingga memerlukan alat seperti obeng untuk

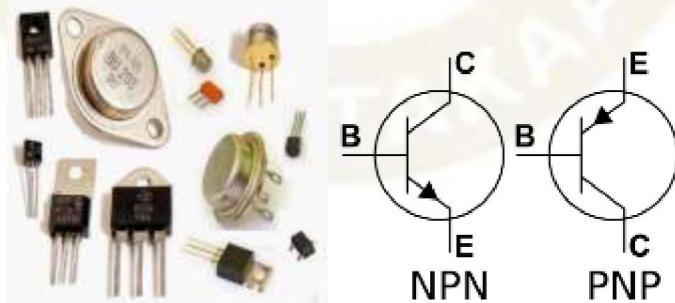
dapat memutar poros pengaturannya. Trimer terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembar Mika dan juga terdapat sebuah skrew yang mengatur jarak kedua pelat logam tersebut sehingga nilai kapasitasnya menjadi berubah. Trimer dalam rangkaian elektronik berfungsi untuk menempatkan pemilihan Gelombang Frekuensi (Fine Tune). Nilai kapasitas Trimer hanya maksimal sampai 100pF.

2.11.2 Fungsi Kapasitor

Fungsi penggunaan Kapasitor dalam satuan rangkaian :

- Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada *Power Supply*).
- Sebagai filter dalam rangkaian *Power Supply*.
- Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian antenna.
- Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
- Menghilangkan bouncing (loncatan api) bila di pasang pada saklar.

2.12 Transistor



Gambar 2. 23 Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus

inputnya (*BJT*) atau tegangan inputnya (*FET*), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (*penguat*). Rangkaian analog melengkapi pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori, dan komponen-komponen lainnya [25].

2.12.1 Cara Kerja Transistor

Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar junction transistor (*BJT* atau *transistor bipolar*) dan field-effect transistor (*FET*), yang masing-masing bekerja secara berbeda. Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut. FET (*juga dinamakan transistor unipolar*) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (*elektron atau hole, tergantung dari tipe FET*). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion

zone di kedua sisinya (*dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama*). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat dirubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut. Lihat artikel untuk masing-masing tipe untuk penjelasan yang lebih lanjut.

2.12.2 Jenis – Jenis Transistor

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori :

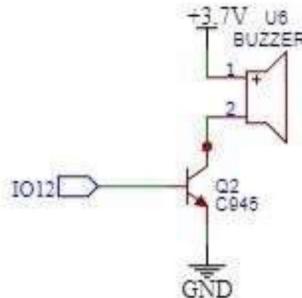
- a. Materi semikonduktor: Germanium, Silikon, Gallium Arsenide.
- b. Kemasan fisik: Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain.
- c. Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (*MOSFET*), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain.
- d. Polaritas: NPN atau N-channel, PNP atau P-channel.
- e. Maximum kapasitas daya: Low Power, Medium Power, High Power.
- f. Maximum frekwensi kerja: Low, Medium, atau High Frequency, RF transistor, Microwave, dan lain-lain.
- g. Aplikasi: Amplifier, Saklar, General Purpose, Audio, Tegangan Tinggi, dan lain-lain.

2.12.3 Transistor Sebagai Saklar

Transistor PNP dan NPN dapat berfungsi sebagai saklar elektronik, yang membedakan hanyalah logic untuk meng-On dan meng-OFF kan transistornya. Pada transistor PNP, transistor menjadi ON jika basis diberi negatif dan OFF jika diberi positif, sebaliknya pada transistor NPN,

transistor menjadi ON jika basis diberi positif dan OFF jika diberi negatif. Sehingga dengan fleksibilitas seperti ini, kalian dapat mengaplikasikan transistor sesuai dengan kebutuhan.

Selain itu, transistor dengan fungsinya sebagai saklar dapat digunakan sebagai relay. Beberapa komponen seperti lampu LED hanya membutuhkan arus yang sedikit sehingga dapat secara langsung dihubungkan dengan output dari gerbang logika. Namun komponen seperti motor, solenoid atau lampu dengan daya besar membutuhkan arus yang besar, sehingga transistor dengan fungsi saklar digunakan atau dapat juga dikombinasikan juga dengan relay mekanik jika beban menggunakan daya yang sangat besar yang melebihi kemampuan transistor. Berikut ini contoh aplikasi rangkaian transistor sebagai saklar:



Gambar 2. 24 Transistor untuk membunyikan buzzer

Ketika saklar pada terminal basis pada posisi terbuka (open), maka tidak ada arus yang mengalir pada basisi sehingga transistor akan masuk pada mode cut off dan membuat transistor menjadi OFF dan membuat sirkuit menjadi terbuka dan Buzzer tidak akan berbunyi.

Namun ketika saklar pada terminal basis pada posisi tertutup (closed), arus listrik akan mengalir melalui basis dan membuat transistor masuk pada mode saturasi dan membuat Buzzer berbunyi.

2.13 Buzzer



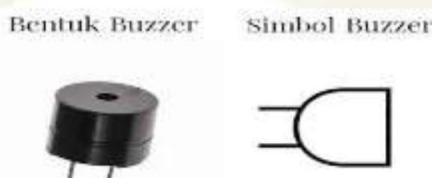
Gambar 2. 25 Buzzer

Buzzer Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Buzzer elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran buzzer elektronika itu sendiri. Pada umumnya, buzzer elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia.

Pada dasarnya, setiap buzzer elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis buzzer elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah buzzer yang berjenis Piezoelectric (Piezoelectric Buzzer). Hal itu karena Piezoelectric Buzzer memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan

dalam rangkaian elektronika. Efek Piezoelektrik (Piezoelectric Effect) ditemukan pertama kali oleh dua orang ilmuwan Fisika pada tahun 1880 bernama Pierre Curie dan Jacques Curie yang berasal dari kebangsaan Perancis. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi Piezoelectric Buzzer dan mulai populer digunakan pada tahun 1970-an [26].

Pada umumnya Buzzer Elektronika memiliki bentuk seperti tabung silinder dengan sebuah lubang kecil di bagian atas dan dua buah pin/kaki di bagian bawah. Berikut adalah bentuk dan simbol Buzzer Elektronika :



Gambar 2. 26 Bentuk dan Simbol Buzzer

2.13.1 Fungsi Buzzer Elektronika

Pada dasarnya Buzzer Elektronika menyerupai loud speaker namun memiliki fungsi-fungsi yang lebih sederhana. Berikut adalah beberapa fungsi buzzer elektronika :

- a. Sebagai bel rumah
- b. Alarm pada berbagai peralatan
- c. Peringatan mundur pada truk
- d. Komponen rangkaian anti maling
- e. Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya
- f. Timer
- g. Dan lain-lain

2.13.2 Prinsip Kerja Buzzer Elektronika

Pada dasarnya, prinsip kerja dari buzzer elektronika hampir sama dengan loud speaker dimana buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

Namun dibandingkan dengan loud speaker, buzzer elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, buzzer elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan loud speaker yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan speaker agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia.

2.14 Push Button



Gambar 2. 27 Push Button

Push button adalah satu komponen elektronika yang dapat memutus dan mengalirkan arus listrik dalam suatu rangkaian project Arduino. Dimana pemutusan dan pengaliran ini terjadi karena prinsip pengalihan dari satu

konduktor ke konduktor lain. Caranya dengan pengoperasian langsung secara manual oleh pengguna [27].

2.14.1 Fungsi Push Button

Seperti yang dijelaskan pada poin sebelumnya, bahwa fungsi push button adalah untuk memutus dan menyambungkan arus listrik. Biasanya push button ini digunakan untuk memicu jalannya suatu perangkat output seperti relay, buzzer, LED, maupun yang lainnya. Bahkan kerennya lagi, push button juga dapat dipadukan dengan software Matlab maupun database website. Sedangkan untuk push button yang biasa digunakan pada rangkaian Arduino adalah jenis tactile.

2.14.2 Cara Kerja Push Button

Pada dasarnya, prinsip kerja push button adalah pemutus dan penyambung aliran listrik. Namun dalam hal ini, ia tak bersifat mengunci. Jadi ia akan kembali ke posisi semua saat selesai ditekan. Saat push button ditekan, ia menjadi bernilai HIGH dan akan menghantarkan arus listrik. Sedangkan apabila dilepas, maka ia bernilai LOW dan memutus arus listrik. Namun cara kerja saklar push button kadang berbeda tergantung dari jenisnya. Apakah ia termasuk NO atau NC.

2.15 Fuse (Sekering)

Fuse (Sekering) adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (short circuit) dalam sebuah peralatan listrik atau Elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat

masuk ke dalam rangkaian Elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian Elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan Elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan.



Gambar 2. 28 Fuse

Fuse atau sekering juga sering disebut sebagai pengaman listrik. Fuse (Sekering) terdiri dari 2 Terminal dan biasanya dipasang secara seri dengan rangkaian elektronika atau listrik yang akan dilindunginya sehingga apabila Fuse (Sekering) tersebut terputus maka akan terjadi "Open Circuit" yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam rangkaian yang dilindunginya [28].

2.16 Trafo

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi – elektromagnet tanpa mengubah frekuensinya. Pada umumnya transformator terdiri dari sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan skunder. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelit seputar "kaki" inti transformator. Secara umum dapat dibedakan dua jenis transformator menurut konstruksinya, yaitu tipe inti dan tipe cangkang. Pada tipe inti terdapat dua kaki dan masing-masing kaki

dibelit oleh satu kumparan. Sedangkan tipe cangkang mempunyai tiga buah kaki, dan hanya kaki yang tengah-tengah dibelit oleh kedua kumparan [29].

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \text{dan} \quad \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

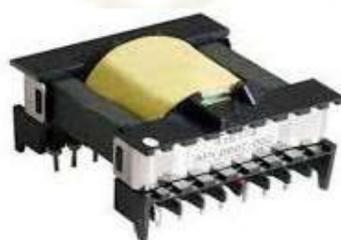
Ket:

V_p = tegangan primer
 V_s = tegangan sekunder
 N_p = jumlah lilitan primer
 N_s = jumlah lilitan sekunder
 I_p = kuat arus primer
 I_s = kuat arus sekunder

Gambar 2. 29 Rumus Trafo

2.16.1 Trafo Switching

Trafo switching adalah salah satu jenis trafo yang digunakan pada power supply yang menggunakan teknologi switching. Power supply switching adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menyediakan sumber daya listrik yang cocok dengan suatu peralatan, dengan cara mengubah tegangan masukan AC menjadi tegangan keluaran DC dengan frekuensi tinggi.



Gambar 2. 30 Trafo Switching

Prinsip kerja trafo switching adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan masukan AC diubah menjadi tegangan DC dengan menggunakan penyearah dan filter kapasitor.
- b. Tegangan DC kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan

frekuensi tinggi (di atas 20 kHz) dengan menggunakan rangkaian osilator dan transistor switching.

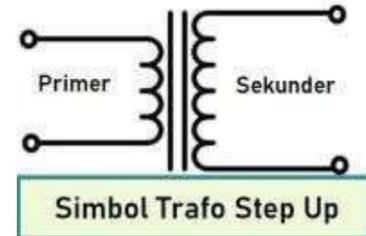
- c. Tegangan AC dengan frekuensi tinggi kemudian ditransformasikan menjadi tegangan AC dengan nilai yang lebih rendah dengan menggunakan trafo switching yang berukuran kecil.
- d. Tegangan AC dengan nilai yang lebih rendah kemudian diubah kembali menjadi tegangan DC dengan menggunakan penyearah danfilter kapasitor.
- e. Tegangan DC yang dihasilkan kemudian diatur agar stabil dan sesuai dengan kebutuhan peralatan dengan menggunakan rangkaian regulator.

Keuntungan dari penggunaan trafo switching adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran dan berat trafo switching lebih kecil dan ringan dibandingkan dengan trafo konvensional yang menggunakan frekuensi rendah (50 Hzatau 60 Hz).
- b. Efisiensi trafo switching lebih tinggi karena lebih sedikit menghasilkanpanas dan lebih sedikit daya listrik yang hilang.
- c. Range tegangan masukan trafo switching lebih lebar, sehingga dapat menyesuaikan.

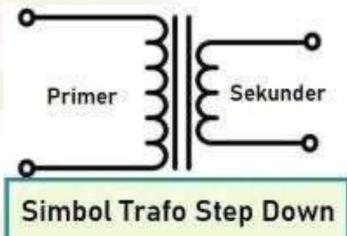
2.16.2 Trafo Step Up

Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan.



Gambar 2. 31 Lilitan Trafo inti ferit Step Up

2.16.3 Trafo Step Down

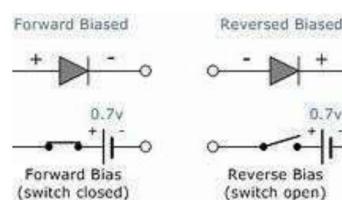


Gambar 2. 32 Lilitan Trafo inti ferit Step Down

Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit dari pada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor ACDC.

2.17 Dioda

Dioda merupakan komponen elektronika yang terdiri dari dua buah elektroda yang berfungsi untuk menyearahkan sinyal listrik. Dioda adalah komponen aktif semikonduktor yang hanya melewatkannya arus searah (forward), sehingga banyak digunakan sebagai komponen penyearah arus.



Gambar 2. 33 Dioda Bias Maju dan Bias Mundur

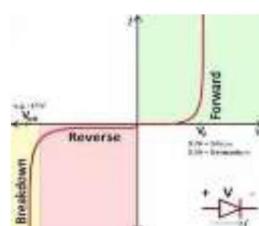
Struktur dari diode adalah dua buah kutub elektroda berbahan konduktor yang masing-masing terhubung dengan semikonduktor silikon jenis P dan silikon jenis N. Anoda adalah elektroda yang terhubung dengan silikon jenis P dimana elektron yang terkandung lebih sedikit, dan katoda adalah elektroda yang terhubung dengan silikon jenis N dimana elektron nya lebih banyak. Pertemuan antara silikon N dan silikon P akan membentuk suatu perbatasan yang disebut P-Njunction [30].

2.17.1 Karakteristik Dioda

Perilaku sebuah komponen dioda ketika dia dialiri arus listrik baik searah (DC) atau bolak-balik(AC). Kita bisa memahami karakteristik tersebut secara sederhana maupun secara detail. Karakteristik dioda yang paling dasar adalah ia akan menghantar jika dikerjakan secara maju(forward) dan akan menghambat jika dikerjakan secara terbalik (reverse).

Secara sederhana kita bisa mengamati karakteristik sebuah dioda ketika maju atau mundur dengan indikator on/off biasa. Kemudian lebih detail lagi kita juga bisa mengamati karakteristik kerja dioda melalui grafik.

Dengan grafik akan tampak beberapa area yang menunjukkan perilaku dioda pada berbagai kondisi tegangan.



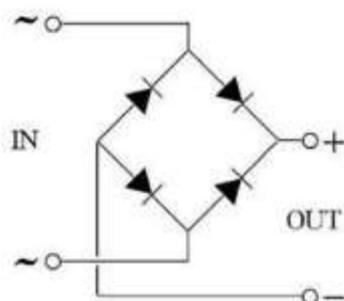
Gambar 2. 34 Grafik Bias Maju dan Mundur Dioda

Untuk melihat kondisi dioda secara sederhana kita bisa menggunakan sebuah lampu indikator yang dihubungkan dengan power supply dengan perantaraan dioda. Karakteristik dioda akan terlihat melalui nyala lampu ketika dioda dikerjakan secara maju (forward) atau dikerjakan secara mundur (reverse).

Pada kondisi maju (forward), sifat dioda adalah menghantar atau mengalirkan arus. Ini tampak pada kondisi lampu yang menyala yang menandakan ada arus listrik yang masuk ke lampu. Kemudian pada kondisi sebaliknya ketika dioda dipasang secara mundur (reverse) maka dioda adalah menghambat. Kondisi ini ditandai dengan lampu yang tidak menyala yang menandakan tidak ada arus listrik yang masuk ke lampu

2.17.2 Dioda Bridge

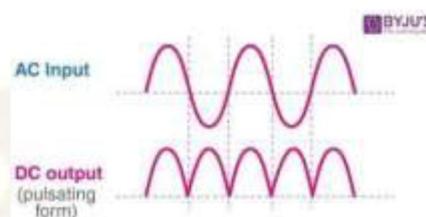
Diode bridge merupakan salah satu dioda yang berfungsi untuk mengatur arah polaritas arus DC yang keluar dari kaki DC agar tidak terjadi pembalikan fasa saat sumber arus listrik AC tertukar. Dioda bridge terdiri dari 4 buah dioda yang disusun dengan konfigurasi jembatan seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2. 35 Dioda Bridge

Selama setengah siklus negatif, dioda D1 dan D2 diberikan bias mundur sehingga arus tidak dapat dialirkan dan pada dioda D3 dan D4 akan mendapatkan bias maju sehingga arus dapat dialirkan.

Keimpulannya adalah bahwa arus terus mengalir melewati beban pada arah yang sama sebagaimana. Berikut merupakan grafik tegangan input dan output dari rangkaian dioda bridge :



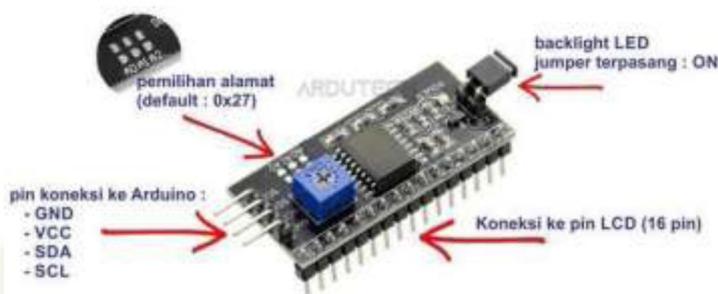
Gambar 2. 36 Gelombang Input dan Output pada Rangkaian Dioda Bridge

Rangkaian penyearah tetap menghasilkan output selama berlangsungnya kedua siklus setengah gelombang, sehingga rangkaian ini efisien. Rangkaian tersebut disebut sebagai rangkaian penyearah gelombang penuh. Di dalam tiap siklus setengah gelombang, arus mengalir melewati dia buah dioda dan dengan demikin amplitude output yang dihasilkan adalah sebesar amplitude input 2x jatuh tegangan maju.

2.18 Modul I2C (Inter-Integrated Circuit)

Modul I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master

dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master. Berikut bentuk fisik dari I2C pada gambar dibawah ini [31].



Gambar 2. 37 Modul I2C

2.19 Modul Stepdown LM 2596S



Gambar 2. 38 Modul Stepdown LM 2596S

Modul Stepdown LM2596S adalah Buck Conveter yang dapat disesuaikan DC-DC dengan current rating 3A. Dapat mengambil tegangan input berapa pun antara 3V hingga 40V. dan outputnya akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah antara 2,5V hingga 35V. Buck converter adalah dc-dc converter jenis penurun tegangan atau step down. Konverter ini digunakan untuk mendapatkan tegangan DC yang lebih rendah daripada masukannya. Oleh karena itu output harus lebih rendah daripada tegangan

input yang disediakan.



Gambar 2. 39 Bentuk IC 2596S

Dari gambar diatas adalah Ic Lm 2596 yang digunakan pada modul stepdown LM 2596S. Terdapat beberapa varian dari IC ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap fixed. Pada modul ini menggunakan seri IC adjustable yang tegangan keluarannya dapat diubah-ubah. Keunggulan modul stepdown LM2596 dibandingkan dengan step down tahananan resistor potensiometer adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun [32].

2.20 Saklar

Dari gambar yang ditampilkan pada gambar dibawah merupakan komponen saklar. Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik atau menghubungkannya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah. Pada dasarnya saklar tombol bisa

diaplikasikan untuk sensor mekanik, karena alat ini bisa dipakai pada mikrokontroler untuk pengaturan rangkaian pengontrolan [33].



Gambar 2. 40 Saklar

2.21 LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.



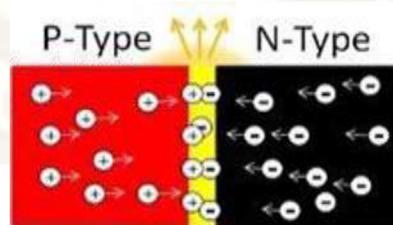
Gambar 2. 41 Bentuk LED dan Simbolnya

Pada gambar diatas merupakan bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas

dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube. pada umumnya LED berfungsi sebagai indikator bahwa ada arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. LED memiliki arus maju (Forward Current) maksimum yang cukup rendah sehingga dalam merangkai LED, kita harus menempatkan sebuah resistor yang berfungsi sebagai pembatas arus agar arus yang melewati LED tidak melebihi batas maksimum arus maju LED itu sendiri. Jika tidak, LED akan mudah terbakar dan rusak [34].

2.21.1 Cara Kerja LED

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu Kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias *forward*) dari Anoda menuju ke Katoda.



Gambar 2. 42 Cara Kerja LED

Dari yang ditampilkan pada gambar diatas, LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian

(impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). LED yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya [35].

BAB III

PERENCANAAN

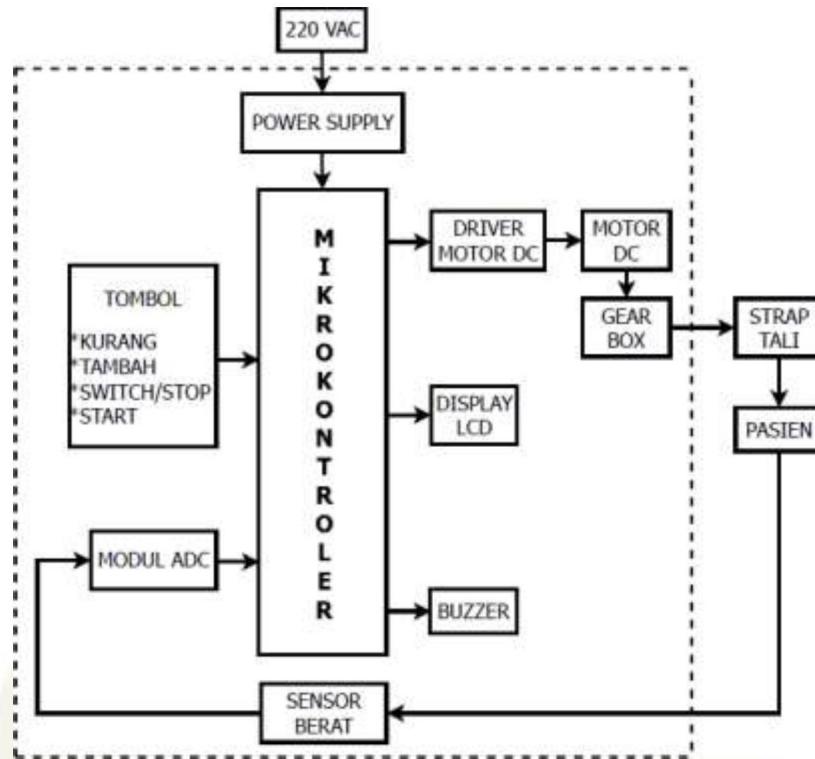
3.1 Tahapan

Sebelum membuat modul, penulis terlebih dahulu menyusun rencana pembuatan modul. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pembuatan modul dan karya tulis, serta memastikan hasil yang dicapai sesuai dengan rencana.

Berikut adalah tahap-tahap perencanaan pembuatan modul :

1. Merancang blok diagram dan wiring diagram dari modul yang akan dibuat bedasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul.
3. Merancang Flowchart program dari modul yang akan dibuat.
4. Merancang koding dari program alat yang akan di buat.
5. Menentukan titik-titik pengukuran (test point) untuk pendataan dan analisa rangkaian.
6. Membuat modul sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat.
7. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
8. Pembuatan casing sesuai dengan gambar yang telah dibuat.

3.2 Blok Diagram



Gambar 3. 1 Blok Diagram

Keterangan Alat :

1. 220 VAC : Sumber tegangan jala-jala dengan tegangan 220 VAC berfungsi untuk menyuplai daya ke seluruh komponen dalam modul. Sumber ini diperlukan agar seluruh komponen dapat bekerja secara optimal.
2. *Power Supply* : *Power Supply* adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus listrik searah (DC). Selain itu, *power supply* juga berfungsi untuk membagi tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen- komponen yang ada pada alat.
3. Mikrokontroler : Komponen alat yang berfungsi untuk mengendalikan seluruh komponen lain dalam alat. Mikrokontroler dapat mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital atau sebaliknya.

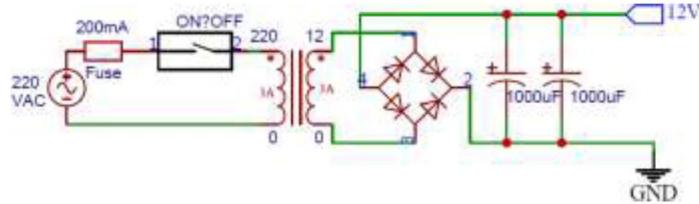
4. Sensor Berat : Digunakan untuk mendeteksi tekanan berat sebuah beban tarikan pada saat traksi di operasikan.
5. Modul ADC : Berfungsi sebagai pembaca berat pada sensor berat dalam beban tarikan traksi yang akan diolah data nya pada Mikrokontroler.
6. Tombol Kurang : Digunakan untuk mengurangi nilai setting pada alat.
7. Tombol Tambah : Digunakan untuk menambah nilai setting pada alat.
8. Tombol *Switch/ Stop* : Digunakan untuk pilihan meu setting pada alat dan untuk tombol stop.
9. Tombol *Start* : Untuk memulai proses terapi.
10. Driver Motor DC : Digunakan untuk mengendalikan motor dc, motor dc inilah sebagai pergerakan putaran tali pada terapi traksi.
11. Motor DC : Berfungsi untuk penggerak, melakukan penarikan dan uluran beban yang telah ditentukan.
12. Gear Box : Digunakan untuk menggerakan tali traksi.
13. Strap Tali : Berfungsi sebagai pengait yang dipasangkan ke leher pasien.
14. Pasien : Sebagai penderita yang akan di terapi menggunakan alat *traksi cervical*.
15. Display LCD : Digunakan untuk indikator pengaturan alat traksi yang di setting oleh user.
16. Buzzer : Berfungsi sebagai indikator reset, setting timer, setting beban dan proses terapi tercapai.

3.3 Cara Kerja Blok Diagram

Pada saat tombol ON/OFF ditekan ke posisi ON maka sumber tegangan jala – jala 220VAC akan masuk ke rangkaian *power supply*. Selanjutnya tegangan masuk pada setiap blok rangkaian diantara blok mikrokontroler, rangkaian sensor berat, rangkaian LCD, rangkaian Driver Motor DC.

Setelah semua mendapatkan supply, kemudian display akan menyala, setelah itu dapat mensetting beban dan *timer*, dan anak timbangan dipasangkan di tali traksi. Yang diperlukan dengan menekan push button yang terdapat pada rangkaian kontrol dan melihat pada LCD apakah settingan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Setelah pengaturan beban dan *timer* kemudian tekan tombol *start* sebagai tombol next ke menu setting posisi, tekan tombol kurang atau tambah untuk memposisikan pasien yang sudah dipasang strap tali leher. Lalu setelah semua settingan selesai tekan tombol start maka Motor DC akan berputar menggerakan gear box sehingga tali traksi berputar. Ketika beban tarikan dan waktu sudah tercapai, maka Motor DC alat traksi akan berhenti bekerja, menandakan proses terapi telah selesai. Tombol *switch* berguna juga sebagai tombol stop atau *emergency* jika sewaktu – waktu terjadi error alat, maka memungkinkan tombol tersebut ditekan untuk memberhentikan proses terapi yang sedang berlangsung. Pada setting menu dan proses terapi selesai maka buzzer akan berbunyi.

3.4 Perancangan Rangkaian Power Supply



Gambar 3. 2 Rangkaian Power Supply

Pada rangkaian ini terdapat rangkaian power supply yang berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk alat yang penulis buat. Tegangan dari 220VAC akan melewati fuse sebagai pengaman rangkaian ketika ada arus berlebih, kemudian tegangan AC diturunkan oleh trafo step down kemudian disearahkan oleh dioda bridge dan output dari dioda bridge akan masuk ke kapasitor yang bekerja untuk mengurangi ripple tegangan menjadi nilai output 12VDC.

Perencanaan Fuse:

$$P_p = P_s$$

$$P_s = V_s \times I_s$$

$$P_s = 12 \times 3$$

$$P_s = 36 \text{ VAC}$$

$$P_p = V_p \times I_p$$

$$I_p = \frac{P_p}{V_p}$$

$$I_p = \frac{36}{220}$$

$$I_p = 0,163 \text{ A}$$

Dimana,

P_p = Daya Primer

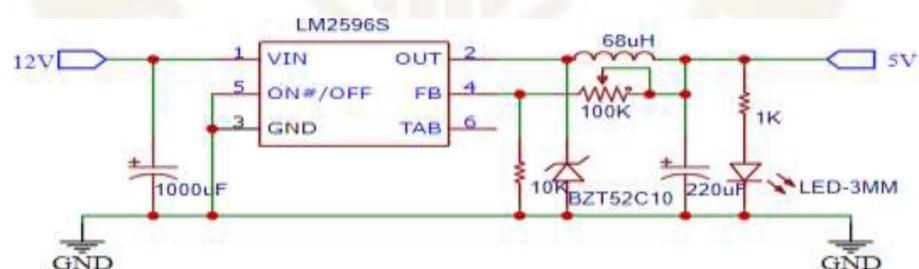
P_s = Daya Sekunder

Dengan perhitungan diatas maka fuse yang seharusnya dipakai yaitu sebesar 200mA .

Tabel 3. 1 Komponen Power Supply

No	Nama	Type/Nilai	Jumlah
1.	Saklar	On/Off	1
2.	Fuse	200mA	1
3.	Transformator	Non CT/3A	1
4.	Dioda Bridge	1N4007/3A	1
5.	Kapasitor	1000μf	2

3.5 Perancangan Rangkaian Modul Step Down



Gambar 3. 3 Rangkaian Modul Step Down

Rangkaian modul step down berfungsi untuk menurunkan output tegangan DC to DC dari power supply. Pada rangkaian ini modul step down menggunakan IC LM2596S untuk menurunkan tegangan output dari input power supply 12VDC menjadi 5VDC untuk input ke rangkaian yang membutuhkannya. Tegangan dari power supply menuju tegangan input modul step down

menggunakan kapasitor untuk menyaring ripple tegangan. Potensiometer (port time) digunakan untuk mengatur besar tegangan output sebelum di distribusikan ke rangkaian yang lain, kemudian tegangan masuk ke kapasitor untuk mengurangi kembali ripple tetap pada 5VDC. Lilitan induktor berfungsi untuk menyimpan energi dalam bentuk arus dan dioda freewheeling digunakan untuk mengalirkan arus yang dihasilkan induktor. Output tegangan tersebut akan menyalakan LED sebagai indikator modul step down ketika sedang bekerja yang sebelumnya melewati resistor untuk menghambat besaran arus agar LED dapat menyala.

Rumus menghitung output dari modul step down:

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_{V1}}{R_4} \right)$$

$$R_{V1} = R_4 \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right)$$

$$R_{V1} = R_4 \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right)$$

$$R_{V1} = 10k \left(\frac{5}{1,2} \right) - 1$$

$$R_{V1} = 10k \times 3,2$$

$$R_{V1} = 32k\Omega$$

Jadi, didapat nilai resistansi sebesar $32k\Omega$ untuk mendapatkan nilai output yang diinginkan.

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_{V1}}{R_4} \right)$$

$$V_{out} = 1,2 \left(1 + \frac{32k}{10k} \right)$$

$$V_{out} = 1,2(1+3,2)$$

$$V_{out} = 1,2 \times 4,2$$

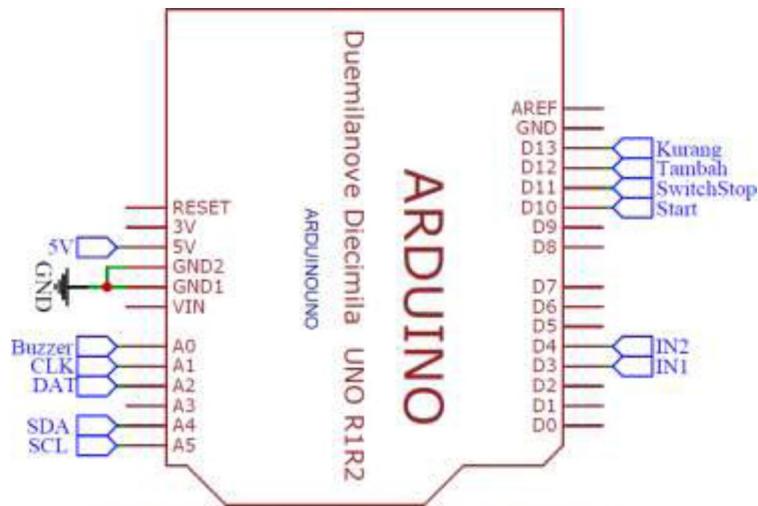
$V_{out} = 5 \text{ Vdc}$

Jadi, Nilai Output yang didapat sebesar 5Vdc

Tabel 3. 2 Komponen Modul Step Down

No	Nama	Type/Nilai	Jumlah
1.	IC	LM 2596S	1
2.	Kapasitor	1000 μF	1
		220 μF	1
3.	Resistor	10K Ω	1
		1K Ω	1
4.	LED	-	1
5.	Induktor	68 μh	1
6.	Resistor Variable	100k Ω	1
7.	Dioda Freewheeling	BZT52C10	1

3.6 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler



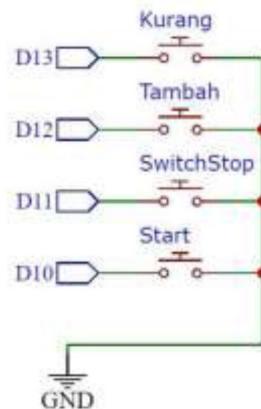
Gambar 3. 4 Rangkaian Arduino Uno

Modul Arduino Uno adalah mikrokontroller yang menggunakan chip set atmega 328 yang biasa digunakan sebagai pengendali kinerja sebuah alat yang bersifat programable. Rangkaian arduino uno memerlukan input tegangan sebesar 5VDC untuk dapat digunakan. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 diantaranya adalah PWM) dan 6 pin analog. Pin A0 digunakan untuk mengontrol buzzer. Pin A1-A2 terhubung dengan CLK dan DAT yang akan digunakan pada serial rangkaian modul HX711. Pin A4-A5 terhubung dengan SDA dan SCL yang akan digunakan serial rangkaian LCD. Pin D3 dan D4 terhubung dengan Pin IN 1 dan IN 2 pada Driver L298N yang nantinya akan digunakan untuk mengatur arah putaran motor. Pin D10-D13 digunakan untuk output tombol push button.

Tabel 3. 3 Komponen Arduino Uno

No	Nama komponen	Tipe/Nilai	Jumlah
1.	Power Usb	5V	1
2.	<i>Power (Barrel Jack)</i>	7-12V	1
3.	<i>Voltage Regulator</i>	6-20V	1
4.	Crystal Oscillator	16 MHz	1
5.	Arduino Reset	<i>Push Button</i>	1
6.	Pin Power	Vcc, GND, Vin	1
7.	Pin Analog	6 Pin	6
8.	Mikrokontroller	Atmega 328	1
9.	Pin ICSP	-	1
10.	Indikator Daya	<i>Power</i> indikasi	1
11.	LED TX dan RX	Indikasi TX dan RX	2
12.	Digital I/O	14 (6 sebagai output PWM)	14
13.	AREF	Tegangan refrensi mikrokontroller	1
14.	SRAM	2 Kb (Atmega328)	1
15.	EEPROM	1 Kb (Atmega328)	1
16.	<i>Flash Memory</i>	32 Kb (Atmega328)	1

3.7 Perancangan Rangkaian Tombol Push Button



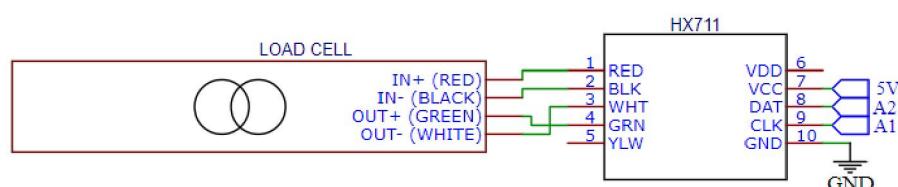
Gambar 3. 5 Rangkaian Tombol Push Button

Tombol Push Button digunakan untuk menginput perintah yang ditampilkan LCD. Tombol Kurang pada push button dihubungkan pin D13 pada Arduino. Tombol Tambah pada push button dihubungkan pin D12 pada Arduino. Tombol Switch pada push button dihubungkan pin D11 pada Arduino. Tombol StartStop pada push button dihubungkan pin D10 pada Arduino. Pin Output pada push button dihubungkan dengan GND pada Arduino Uno.

Tabel 3. 4 Komponen Push Button

No	Nama	Nilai/Type	Jumlah
1.	Push Button	-	4

3.8 Perancangan Rangkaian Load Cell



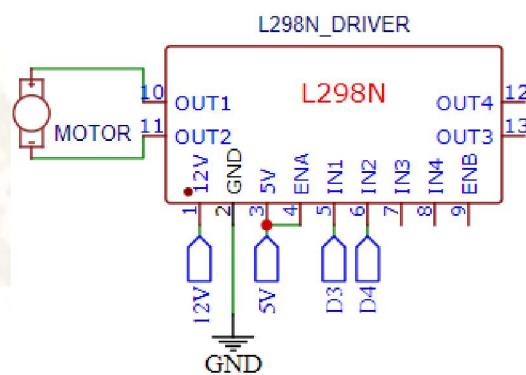
Gambar 3. 6 Rangkaian Load Cell

Rangkaian Load cell digunakan untuk menahan berat settingan beban pada saat Traksi bekerja menarik dan mengulur strap tali. Rangkaian Load Cell menggunakan Modul HX711 untuk pembaca berat pada sensor berat dalam pengukuran berat. Pada rangkaian ini menggunakan Modul HX711 dan Load Cell dengan pin VCC, DAT, CLK,GND pada Modul HX711 yang akan dihubungkan dengan pin 5V, DAT, CLK, GND yang ada pada Arduino. Lalu Pin RED, BLK, WHT, GRN akan terhubung dengan Load Cell.

Tabel 3. 5 Komponen Load Cell

No	Nama	Nilai/Type	Jumlah
1.	Sensor Berat	Load Cell	1
2.	Pembaca Berat	Modul HX711	1

3.9 Perancangan Rangkaian Motor



Gambar 3. 7 Rangkaian Motor

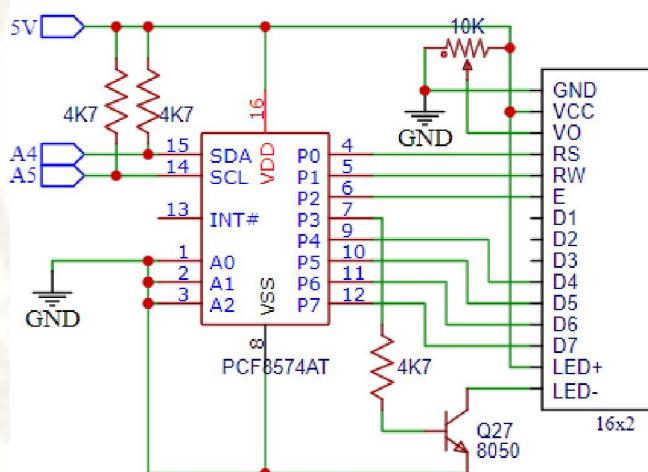
Rangkaian Motor digunakan untuk menggerakan gearbox dan untuk memutar tali. Rangkaian Motor menggunakan Driver Motor L298N untuk menggerakan Motor DC. Untuk Pin 12V mendapatkan sumber 12V dari Power Supply, Pin GND disambungkan GND dari Arduino, Pin Enable A

disambungkan ke Pin 5V dan setelah itu disambungkan ke sumber tegangan 5V, Pin IN 1 dan IN 2 disambungkan ke Pin D3 dan D4 pada Arduino berfungsi untuk mengatur arah putaran motor, Pin OUT 1 dan OUT 2 dihubungkan ke kutub motor.

Tabel 3. 6 Komponen Motor

No	Nama	Nilai/Type	Jumlah
1.	Motor DC	12V	1
2.	Driver Motor	L298N	1

3.10 Perancangan Rangkaian LCD



Gambar 3. 8 Rangkaian LCD 16 x 2

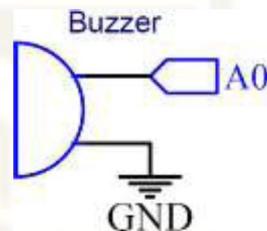
Rangkaian LCD berfungsi sebagai media interface pada alat untuk menampilkan menu setting pada alat Traksi. Rangkaian ini menggunakan LCD 16x2 yang dihubungkan pada pin Arduino, yang akan memberikan perintah kemudian diproses dan ditampilkan pada layar LCD. Pada rangkaian ini

menggunakan LCD 16x2 dengan pin SDA, SCL, VCC dan GND pada LCD dihubungkan pada pin A4, A5, VCC, dan GND pada Arduino Uno.

Tabel 3. 7 Komponen LCD

No	Nama	Type/Nilai	Jumlah
1.	Resistor	4k7Ω	3
2.	<i>Variable Resistor</i>	10kΩ	1
3.	I2C	PCF8574AT	1
4.	Transistor NPN	8050	1
5.	LCD	16x2	1

3.11 Perancangan Rangkaian Buzzer



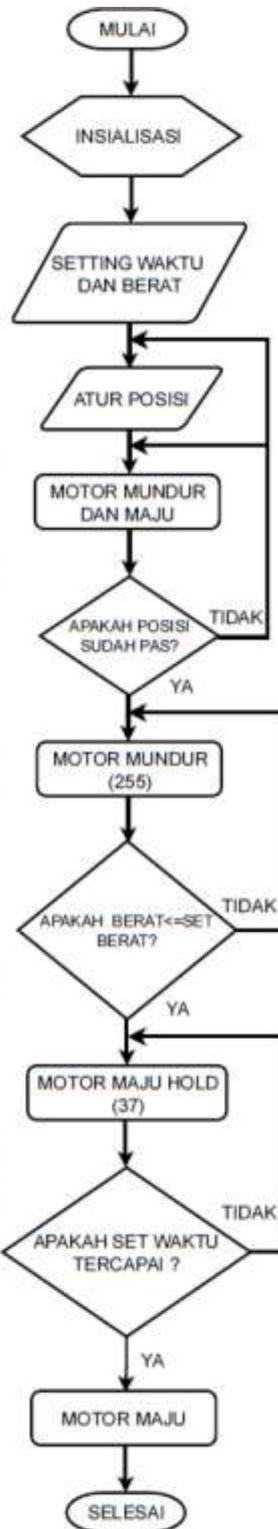
Gambar 3. 9 Rangkaian Buzzer

Pada Perancangan ini Rangkaian Buzzer berfungsi untuk notifikasi atau pemberitahuan berupa suara. Buzzer terdiri dari dua Pin yaitu GND (negatif) yang dihubungkan dengan Pin GND Arduino, dan Pin VCC (positif) dihubungkan dengan pin A0 Arduino.

Tabel 3. 8 Komponen Buzzer

No	Nama	Nilai/Type	Jumlah
1.	Buzzer	5VDC	1

3.12 Flowchart

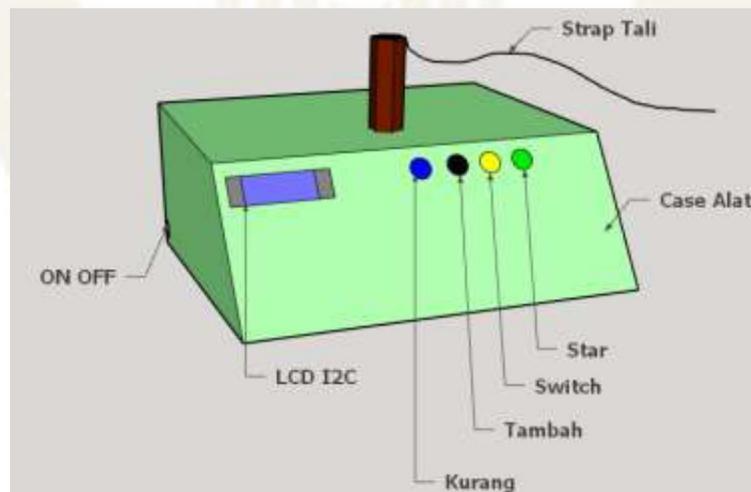


Gambar 3. 10 Flowchart

3.13 Penjelasan Flowchart

Cara kerja dari diagram alur di atas merupakan ketika akan mulai dengan menekan tombol power ON maka alat akan menyala dan akan tampil proses inisialisasi program dan mengkonfigurasi pin LCD, Push Button, Sensor Load Cell, Motor DC. Selanjutnya lakukan pemilihan menu setting berat dan waktu dengan menekan tombol switch dan untuk memilih setting angkanya dengan menekan tombol kurang atau tambah disesuaikan dengan prosedur pengoperasian traksi sebelum terapi berlangsung. Klik tombol start untuk melakukan proses terapi dan tunggu hingga proses terapi selesai. Pada saat proses terapi berlangsung maka akan tampil nilai waktu dan beban dari alat. Ketika proses terapi telah selesai maka klik tombol Switch sebagai tombol menu untuk memulai kembali proses terapi jika tidak ingin melanjutkan maka proses terapi selesai.

3.14 Desain Alat



Gambar 3. 11 Desain Alat

Keterangan :

1. Tombol ON OFF
2. LCD I2C

3. Tombol Kurang
4. Tombol Tambah
5. Tombol Switch
6. Tombol Start
7. Case Alat
8. Strap Tali

3.15 Standar Operasional Prosedur (SOP)

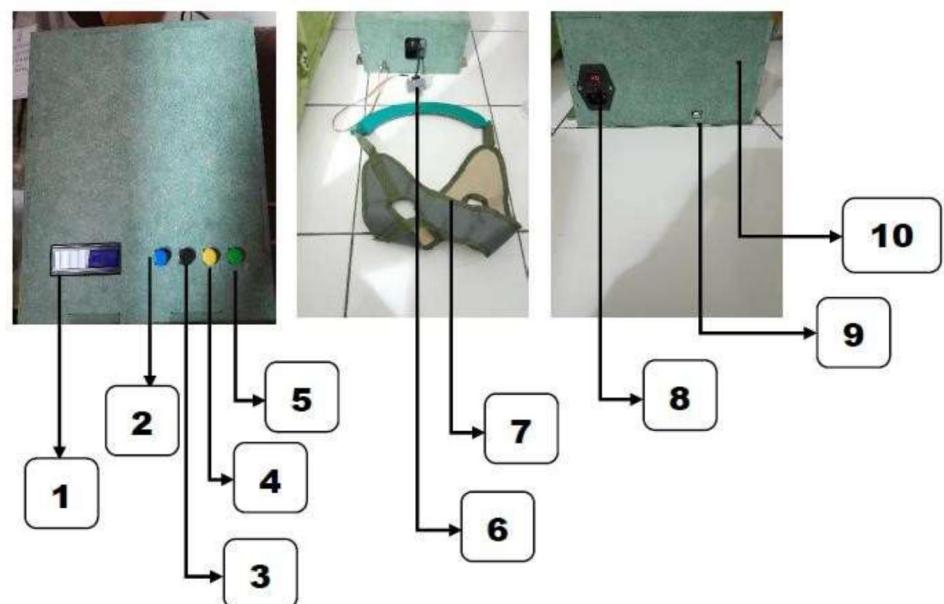
1. Hubungkan alat dengan jala – jala 220VAC.
2. Hidupkan dengan menekan saklar ON/OFF ke posisi ON.
3. Pasang strap tali ke leher pasien sebelum melakukan terapi.
4. Lakukan pemilihan menu setting berat dan waktu dengan menekan tombol “SWITCH” dan untuk memilih setting angkanya dengan menekan tombol “KURANG” atau “TAMBAH”. Setting di sesuaikan dengan kondisi pasien.
5. Tekan tombol “START” untuk mode selanjutnya ke setting posisi disesuaikan dengan mengatur tombol kurang atau tambah dengan posisi pasien, selanjutnya tekan “START” untuk melakukan proses terapi.
6. Tunggu hingga proses terapi selesai.
7. Pada saat proses terapi berlangsung maka akan tampil nilai waktu dan berat dari alat.
8. Ketika proses terapi telah selesai maka akan kembali ke menu setting awal dan proses terapi selesai sesuai setting waktu dan berat.
9. Jika ingin menghentikan alat ketika terapi sedang berlangsung bisa menekan tombol “SWITCH” maka motor akan berhenti. Fungsi tombol switch tersebut sebagai tombol emergency.

BAB IV

PENDATAAN DAN PENGUKURAN

4.1 Spesifikasi Alat

Nama	:	Simulasi Alat Terapi Traksi Cervical Berbasis Arduino Uno
Input	:	220 VAC
Power supply	:	5 VDC dan 12 VDC
Sensor	:	Load Cell
Display	:	LCD 16 x 2
Mikrokontroller	:	Arduino Uno
Motor	:	DC Geared
Dimensi	:	25cm x 25cm x 14cm



Gambar 4. 1 Bagian dan Fungsi Alat

Keterangan :

1. LCD, sebagai tampilan perintah saat melakukan terapi traksi cervical.
2. Push Button Warna Biru untuk tombol Kurang.
3. Push Button Warna Hitam untuk tombol Tambah.
4. Push Button Warna Kuning untuk tombol Switch
5. Push Button Warna Hijau untuk tombol Start.
6. Sensor Load Cell, untuk mengetahui beban tarikan.
7. Tali untuk tarikan dan uluran pada saat proses terapi dan sabuk traksi untuk dipasangkan ke leher pasien.
8. Power Jack, Sebagai input tegangan dari 220 VAC dan Saklar, untuk menghidupkan dan mematikan alat.
9. Port USB, untuk mengupload program melalui kabel data.
10. Case alat.

4.2 Uji Parameter Pengukuran

4.2.1 Pengertian Pengukuran

Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur menggunakan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara perkiraan nilai pengukuran menurut teori dan hasil nyata dalam pengukuran secara langsung melalui titik-titik pengukuran yang ditentukan. Hasil pengukuran akan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

4.2.2 Persiapan Pengukuran

Dalam proses pengukuran ini, alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Multimeter Digital

Merk	: Sanwa
Type atau SN	: CD800a atau 21085007120
Buatan	: Jepang

2. Neraca Pegas

Merk	: Portable Electronic Scale
Type atau SN	: WH-A08
Range Pembacaan	: Max 25Kg

4.2.3 Metode Pengukuran

Titik yang akan diukur nilainya adalah :

- a. Titik pengukuran 1 (TP1) yaitu untuk mengetahui tegangan output pada rangkaian Power Supply.
- b. Titik pengukuran 2 (TP2) yaitu untuk mengetahui tegangan output pada rangkaian Modul Step down.
- c. Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu untuk mengetahui tegangan pada rangkaian Driver L298N.
- d. Titik pengukuran 4 (TP4) yaitu untuk mengetahui tegangan pada rangkaian Buzzer.

4.2.4 Hasil Pengukuran

a. Hasil Pengukuran 1

Tabel 4. 1 Hasil TP 1

Keterangan	Hasil	Gambar
Output pada rangkaian Power Supply	15,59 VDC	

b. Hasil Pengukuran 2

Tabel 4. 2 Hasil TP 2

Keterangan	Hasil	Gambar
Output pada rangkaian Step Down	5 VDC	

c. Hasil Pengukuran 3

Tabel 4. 3 Hasil TP 3

Keterangan	Hasil	Gambar
Jika di titik IN1 High dan IN2 Low maka berputar kekanan pada rangkaian Motor dengan tegangan 5VDC	4,99 VDC	
Jika di titik IN1 Low dan IN2 High maka berputar kekiri pada rangkaian Motor dengan tegangan 5VDC	5 VDC	

Jika di titik IN1 Low dan IN2 Low maka berhenti pada rangkaian Motor dengan tegangan 0VDC	0 VDC	
---	-------	--

d. Hasil Pengukuran 4

Tabel 4. 4 Hasil TP 4

Keterangan	Hasil	Gambar
Buzzer ON pada rangkaian Buzzer	4,99 VDC	
Buzzer OFF pada rangkaian Buzzer	0 VDC	

4.3 Pengujian Alat

4.3.1 Pengujian Sensor Beban

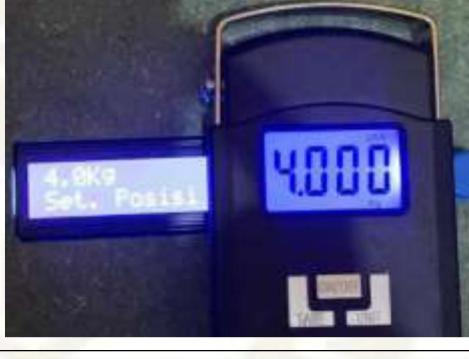
- a. Tata cara melakukan pengujian sensor beban
 1. Siapkan alat pembanding yaitu neraca pegas dan siapkan pula alat yang dibuat
 2. Anak timbangan 1-5 Kg sebagai beban
 3. Hidupkan alat lalu muncul setting beban dan timer
 4. Tekan tombol start sebagai tombol next ke menu setting posisi, menu ini digunakan sebagai pengujian sensor beban load cell

5. Setelah itu hubungkan neraca pegas ke anak timbangan masing - masing 1-5 Kg.
6. Untuk pengujian sensor beban hubungkan anak timbangan dengan alat
7. Lalu lakukan pengujian setiap beban masing masing 3x percobaan
8. Selanjutnya bandingkan hasil alat pembanding dengan alat yang dibuat

Tabel 4. 5 Hasil Pembacaan Sensor Beban

Setting Beban	Percobaan ke	Hasil Alat dan Hasil Pembanding
1 Kg	1	
	2	
	3	

2 Kg	1	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "2.000" in large blue digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a dark grey or black body with a small metal hook at the bottom.
	2	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "2.000" in large blue digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a dark grey or black body with a small metal hook at the bottom. A faint "0-10kg" label is visible on the right side of the scale.
	3	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "2.000" in large blue digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a dark grey or black body with a small metal hook at the bottom.
3 Kg	1	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "3.000" in large blue digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a dark grey or black body with a small metal hook at the bottom.

	2	 <p>A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "3.000" in large white digits. Above it, smaller text reads "3.0Kg Set. Posisi". Below the main display, there is a small graphic of a scale and the text "0-10kg d=5g".</p>
	3	 <p>A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "3.000" in large white digits. Above it, smaller text reads "3.0Kg Set. Posisi". Below the main display, there is a small graphic of a scale and the text "0-10kg d=5g".</p>
4 Kg	1	 <p>A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "4.000" in large white digits. Above it, smaller text reads "4.0Kg Set. Posisi". Below the main display, there is a small graphic of a scale and the text "0-10kg d=5g".</p>
	2	 <p>A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "4.000" in large white digits. Above it, smaller text reads "4.0Kg Set. Posisi". Below the main display, there is a small graphic of a scale and the text "0-10kg d=5g".</p>

	3	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "4.000" in large digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a black face with a small logo in the bottom right corner.
5 Kg	1	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "5.000" in large digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a black face with a small logo in the bottom right corner.
	2	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "5.000" in large digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a black face with a small logo in the bottom right corner. At the bottom of the scale, there is a small text "0-10kg d=5g".
	3	 A digital scale with a blue LCD screen. The screen displays "5.1Kg" in large digits and "Set. Posisi" below it. The scale has a black face with a small logo in the bottom right corner.

4.3.2 Pengujian Setting Timer

- a. Tata cara melakukan pengujian setting timer
 1. Siapkan timer sebagai alat pembanding dan siapkan pula alat yang dibuat
 2. Hidupkan alat lalu muncul setting beban dan timer
 3. Selanjutnya setting timer masing-masing 10 menit, 15 menit dan 20 menit
 4. Tekan tombol start sebagai mulainya pengujian timer
 5. Lalu lakukan pengujian setiap timer masing masing 3x percobaan
 6. Selanjutnya bandingkan hasil alat pembanding dengan alat yang dibuat

Tabel 4. 6 Hasil Setting Timer

Setting Timer	Percobaan ke	Hasil Alat dan Hasil Pembanding	
10 Menit	1		
	2		

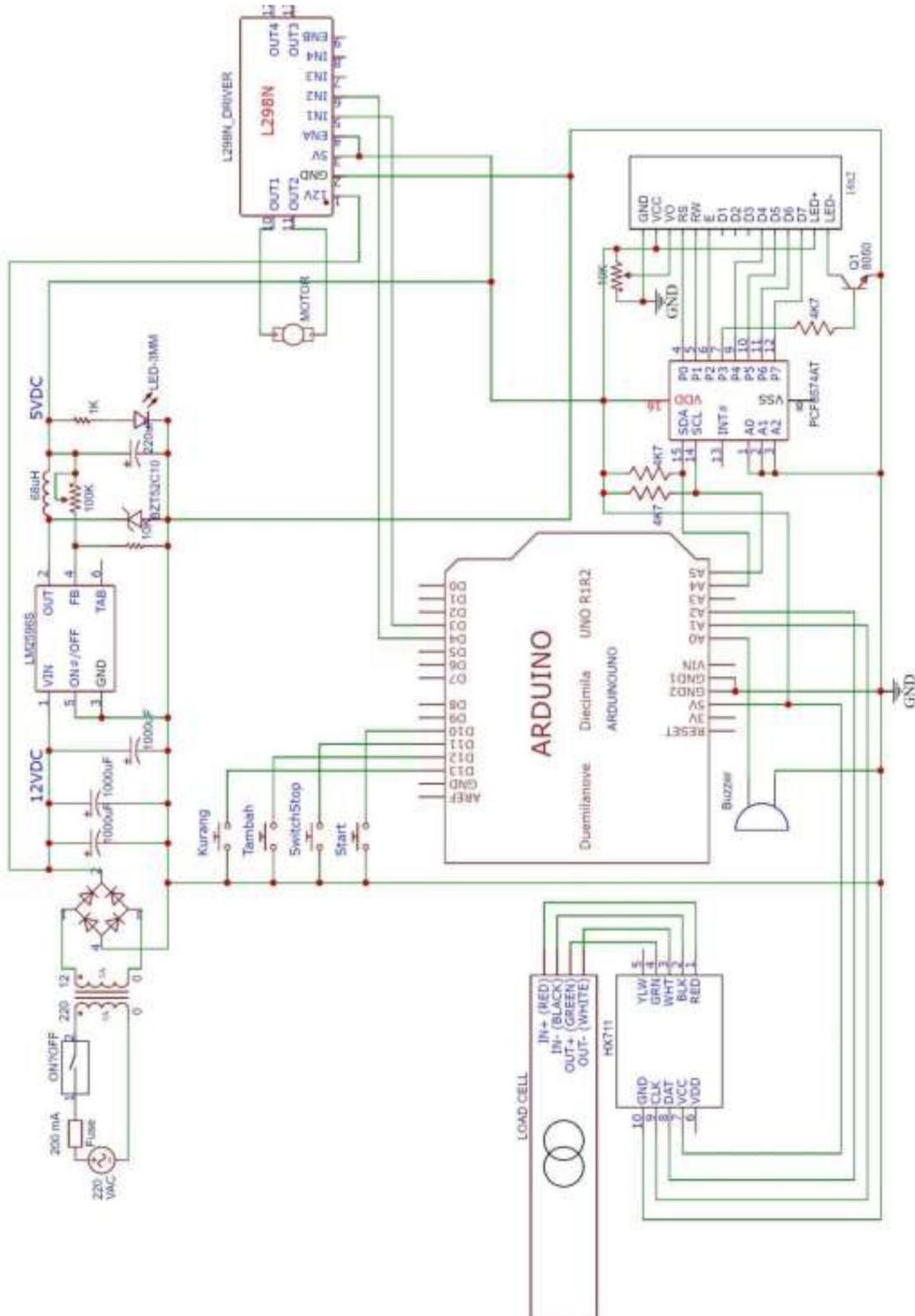
	3	 A photograph showing a digital scale on the left and a smartphone on the right. The scale's digital display shows "1.00/5.5Kg" and "9Menit 57Detik". The smartphone screen displays a circular timer app with the time "00:09:57" and the text "Total 9 menit 57 detik".
15 Menit	1	 A photograph showing a digital scale on the left and a smartphone on the right. The scale's digital display shows "1.00/0.1Kg" and "14Menit 59Detik". The smartphone screen displays a circular timer app with the time "00:14:59" and the text "Total 14 menit 59 detik".
	2	 A photograph showing a digital scale on the left and a smartphone on the right. The scale's digital display shows "1.00/5.9Kg" and "14Menit 57Detik". The smartphone screen displays a circular timer app with the time "00:14:57" and the text "Total 14 menit 57 detik".
	3	 A photograph showing a digital scale on the left and a smartphone on the right. The scale's digital display shows "1.00/0.1Kg" and "14Menit 59Detik". The smartphone screen displays a circular timer app with the time "00:14:59" and the text "Total 14 menit 59 detik".

20 Menit	1	
	2	
	3	

BAB V

PEMBAHASAN DAN ANALISA

5.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 5. 1 Rangkaian Keseluruhan

5.2 Cara Kerja Alat Keseluruhan

Saat saklar *ON/OFF* dihidupkan tegangan 220 VAC akan dialirkan ke *Transformator*. Lalu *Transformator Step down* menurunkan tegangan menjadi 12 VAC. Tegangan VAC tersebut akan disearahkan menjadi VDC oleh dioda *bridge*, kapasitor digunakan untuk menyaring tegangan agar tidak ada *ripple*. Tegangan akan masuk ke Modul Stepdown untuk diregulasi dan di *adjust* untuk mengatur tegangan yang digunakan sebagai penyuplai tegangan ke *Arduino Uno* sebesar 5V dan 12V ke Motor. Dalam keadaan awal mikrokontroler akan menginisialisasi port dan fungsinya sesuai dengan program yang telah tersimpan. LCD akan menampilkan inisialisasi identitas alat terapi traksi cervical dan perintah untuk setting beban dan timer.

Rangkaian sensor beban menggunakan sensor *load cell* yang berfungsi untuk membaca beban tarikan dan *setting timer* untuk pewaktu dengan prosedur dalam melakukan terapi, dengan cara menekan tombol *switch* untuk memilih menu, tombol tambah atau kurang untuk menentukan batas setting yang kemudian menekan tombol *start* untuk ke menu setting posisi, berguna untuk memposisikan keadaan nyaman leher pasien yang sebelumnya sudah dipasang strap tali. Untuk menarik atau mengulur tali secara manual menggunakan tombol tambah maka motor akan berputar kekanan dan tombol kurang maka motor akan berputar kekiri, pada saat setting maka *buzzer* akan berbunyi. Pada saat proses terapi berlangsung motor akan berputar kekiri untuk kondisi *hold* dan motor akan berputar kekanan untuk kondisi *rest*. Ditahap selesai *buzzer* akan berbunyi menandakan proses terapi selesai, maka mikrokontroler akan melakukan proses dan kembali ke menu setting

untuk memunculkan settingan awal. Jika pada saat proses terapi terjadi kendala maka bisa menekan tombol *switch* untuk memberhentikan proses terapi.

5.3 Analisa Data Hasil Pengukuran

Analisa pengukuran adalah kegiatan yang dilakukan untuk membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur digunakan sebagai satuan. Analisa pengukuran juga dilakukan agar dapat mengetahui selisih nilai yang dihasilkan alat dalam beberapa kali percobaan. Analisa pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara perkiraan nilai menurut teori dan hasil pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisa data.

Analisa pengukuran bertujuan untuk :

1. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran.
2. Mengetahui besarnya persentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran.
3. Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan antara hasil teori dan hasil ukur.

Persentase Kesalahan (PK) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PK(\%) = \left| \frac{Hasil\ Teori - Hasil\ Ukur}{Hasil\ Teori} \right| \times 100$$

5.3.1 Analisa TP1

Keluaran TP1 adalah pengukuran pada output Power Supply Hasil pengukuran untuk TP1 ini sebesar 15,59 V, dilihat dari rumus Vrms yaitu :

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$12 = \frac{V_m}{1,414}$$

$$V_m = 16,97 \text{ V}$$

$$V_{DC} = V_m - \text{Drop Dioda}$$

$$V_{DC} = 16,97 - 2(0,7)$$

$$V_{DC} = 16,97 - 1,4$$

$$V_{DC} = 15,57$$

$$PK(\%) = \left| \frac{Hasil\ Teori - Hasil\ Ukur}{Hasil\ Teori} \right| \times 100$$

$$PK(\%) = \left| \frac{15,57 - 15,59}{15,57} \right| \times 100$$

$$PK(\%) = 0,12 \%$$

Hal ini menandakan bahwa *output* pada *power supply* berada dalam ambang batas.

5.3.2 Analisa TP2

Keluaran TP2 adalah pengukuran pada *output* Modul *stepdown* 5V Hasil pengukuran untuk TP2 ini sebesar 5V, dilihat dari *Datasheet* Modul *Stepdown LM2596S* berada dalam batas minimal dan maksimal *output* antara 1,5 – 35 VDC. Hal ini menandakan bahwa *output* pada Modul *Stepdown* berada dalam ambang batas.

5.3.3 Analisa TP3

Hasil pengukuran input TP3 pada Modul L298N kondisi motor putar ke kanan sebesar 4,99 V dan pada kondisi motor putar ke kiri sebesar 5 V. Sementara pada saat kondisi motor berhenti sebesar 0 V, dilihat dari *datasheet* Modul L298N berada dalam batas minimal dan maksimal *output* antara 3,2 – 40 VDC.

Hal ini menandakan bahwa *output* pada Modul L298N berada dalam ambang batas.

5.3.4 Analisa TP4

Hasil pengukuran input TP4 pada kondisi High sebesar 4,99 dan pada kondisi LOW 0 VDC dalam batas minimal dan maksimal antara 3 – 5 VDC dilihat dari Datasheet Buzzer. Hal ini menandakan bahwa output dari Buzzer berada dalam ambang batas.

5.4 Analisa Pengujian Alat

5.4.1 Analisa Hasil Pengujian Sensor Beban

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Sensor Beban

No	Setting Beban	Rata-Rata Hasil Pengujian (Kg)	Persentase kesalahan %
1.	1 Kg	$\bar{x} = \frac{1,0 + 1,0 + 1,0}{3}$ $\bar{x} = \frac{3,0}{3}$ $\bar{x} = 1,0$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(1,0 - 1,0)}{1,0} \right \times 100$ $PK = 0,0 \%$
2.	2 Kg	$\bar{x} = \frac{2,1 + 2,0 + 2,0}{3}$ $\bar{x} = \frac{6,1}{3}$ $\bar{x} = 2,03$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(2,0 - 2,03)}{2,0} \right \times 100$ $PK = 1,5 \%$
3.	3 Kg	$\bar{x} = \frac{3,0 + 3,0 + 3,1}{3}$ $\bar{x} = \frac{9,1}{3}$ $\bar{x} = 3,03$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(3,0 - 3,03)}{3,0} \right \times 100$ $PK = 1 \%$

4.	4 Kg	$\bar{x} = \frac{4,0 + 4,1 + 4,0}{3}$ $\bar{x} = \frac{12,1}{3}$ $\bar{x} = 4,03$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(4,0 - 4,03)}{4,0} \right \times 100$ $PK = 0,75\%$
5.	5 Kg	$\bar{x} = \frac{5,0 + 5,0 + 5,1}{3}$ $\bar{x} = \frac{15,1}{3}$ $\bar{x} = 5,03$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(5,0 - 5,03)}{5,0} \right \times 100$ $PK = 0,6\%$

Dari hasil Analisa persentase kesalahan pengujian sensor beban dapat diambil keakurasi dengan perhitungan:

1. Menghitung rata-rata persentase kesalahan

$$\bar{x} = \frac{0,0 + 1,5 + 1 + 0,75 + 0,6}{5}$$

$$\bar{x} = \frac{3,85}{5}$$

$$\bar{x} = 0,77\%$$

2. Menghitung keakurasi

$$Akurasi = 100\% - persentase\ kesalahan$$

$$Akurasi = 100\% - 0,77\%$$

$$Akurasi = 99,23\%$$

5.4.2 Analisa Hasil Pengujian Setting Timer

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Timer

No	Setting Timer	Referensi menit	Rata-rata hasil pengujian Timer	Persentase kesalahan %
1.	10 Menit	9menit 59detik	$\bar{x} = \frac{9,57 + 9,57 + 9,57}{3}$ $\bar{x} = \frac{28,71}{3}$ $\bar{x} = 9,57$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(9,59 - 9,57)}{9,59} \right \times 100$ $PK = 0,2\%$
2.	15 Menit	14menit 59detik	$\bar{x} = \frac{14,59 + 14,57 + 14,59}{3}$ $\bar{x} = \frac{43,75}{3}$ $\bar{x} = 14,58$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(14,59 - 14,58)}{14,59} \right \times 100$ $PK = 0,06\%$
3.	20 Menit	19menit 59detik	$\bar{x} = \frac{19,56 + 19,57 + 19,53}{3}$ $\bar{x} = \frac{58,66}{3}$ $\bar{x} = 19,55$	$PK = \left \frac{(HT - HU)}{HT} \right \times 100$ $PK = \left \frac{(19,59 - 19,55)}{19,59} \right \times 100$ $PK = 0,3\%$

Dari hasil Analisa presentase kesalahan pengujian timer dapat diambil keakuriasan dengan perhitungan:

1. Menghitung rata-rata persentase kesalahan

$$\bar{x} = \frac{0,2 + 0,06 + 0,3}{3}$$

$$\bar{x} = \frac{0,56}{3}$$

$$\bar{x} = 0,19\%$$

2. Menghitung keakurasian

$$Akurasi = 100 \% - \text{persentase kesalahan}$$

$$Akurasi = 100 \% - 0,19\%$$

$$Akurasi = 99,81 \%$$



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan, percobaan, pengujian dan pendataan alat. Penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Telah dirancang dan dibuat Simulasi Alat Terapi Traksi *Cervical* Berbasis Arduino Uno.
2. Telah dilakukan pengujian terhadap kinerja Simulasi Alat Terapi Traksi *Cervical*
3. Dari hasil pengujian sensor beban didapatkan hasil presentase kesalahan alat ialah 0,77% dan Tingkat keakuriasan ialah 99,23% dan dari hasil pengujian setting timer hasil presentase kesalahan alat ialah 0,19% dan Tingkat keakuriasan ialah 99,81%.

6.2 Saran

Secara umum alat ini telah bekerja dengan baik. Namun ada beberapa hal yang perlu melakukan pengembangan untuk memaksimalkan fungsi alat ini. Pada pembuatan tugas akhir selanjutnya penulis menyarankan :

1. Alat ini dapat dikembangkan dengan penambahan tarikan beban lebih dari 3Kg.
2. Alat ini dapat dikembangkan dengan penambahan LCD touchscreen sebagai display, setting timer, setting berat, dan tombol *emergency stop*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Samara, B. Anatomii Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti Korespondensi dr Diana Samara, and M. Bagian Ilmu Kesehatan Kerja, “Nyeri muskuloskeletal pada leher pekerja dengan posisi pekerjaan yang statis,” *Universa Med.*, vol. 26, no. 3, pp. 137–142, Sep. 2007, doi: 10.18051/UNIVMED.2007.V26.137-142.
- [2] “Sakit Leher.” <https://ayosehat.kemkes.go.id/topik-penyakit/kelainan-muskuloskeletal/sakit-leher> (accessed Apr. 20, 2024).
- [3] “Poliklinik Spesialis Fisioterapi – RSAD Denpasar.” <https://rumahsakitudayanadenpasar.com/fasilitas-layanan/poliklinik-spesialis-fisioterapi/> (accessed Sep. 18, 2024).
- [4] B. T. Akhir and M. Sebagian, “Rancang bangun prototipe traksi berbasis arduino mega dengan mode cervical,” 2022.
- [5] Dr. J.F.R Fleming and D. J. Finkelstein, “Neck and Arm Pain and Related Symptoms : Cervical Disc Disease,” *Ontario*, no. June, pp. 8–12, 2012.
- [6] M. C. Hochberg *et al.*, “American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee,” *Arthritis Care Res.*, vol. 64, no. 4, pp. 465–474, 2012, doi: 10.1002/acr.21596.
- [7] D. Grob, H. Frauenfelder, and A. F. Mannion, “The association between cervical spine curvature and neck pain,” *Eur. Spine J.*, vol. 16, no. 5, pp. 669–678, May 2007, doi: 10.1007/S00586-006-0254-1/METRICS.
- [8] R. Duwi Pratika, “Perbedaan Pengaruh Kombinasi Myofascial Release Dengan Hold Relax Dan Myofascial Release Dengan Contract Relax Terhadap Fungsional Leher Sindroma Upper Trapezius 1,” 2018.
- [9] L. K. Huguenin, “Myofascial trigger points: The current evidence,” *Phys. Ther. Sport*, vol. 5, no. 1, pp. 2–12, 2004, doi: 10.1016/j.ptsp.2003.11.002.
- [10] “The Effect of Active Dynamic Neck Exercise on Neck Muscle Pain | Sunaringtyas | Surya.” <https://jurnal.umla.ac.id/index.php/Js/article/view/411>

- (accessed Apr. 23, 2024).
- [11] “Keperawatan Traksi: Mengenal Traksi.” <https://indrahizkia.blogspot.com/2011/11/mengenal-traksi.html> (accessed Apr. 23, 2024).
- [12] T. J. Madson and J. H. Hollman, “Cervical traction for managing neck pain: A survey of physical therapists in the United States,” *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, vol. 47, no. 3, pp. 200–208, 2017, doi: 10.2519/jospt.2017.6914.
- [13] “Hukum Newton 3: Rumus, Contoh Soal, dan Penerapannya - Madengineer.” <https://madengineer.com/hukum-newton-3/> (accessed May 08, 2024).
- [14] “Teknik Sipil: Definisi Tegangan.” <https://shirabanneringgi.blogspot.com/2013/12/defenisi-tegangan.html> (accessed May 08, 2024).
- [15] Atmel, “ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash DATASHEET,” *Datasheet*, pp. 1–294, 2016, [Online]. Available: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- [16] D. Matrix and L. C. D. Controller, “Nt3881D Nt3881D,” pp. 1–25, 2000.
- [17] “Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya - Teknik Elektronika.” <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/> (accessed May 08, 2024).
- [18] “Gaya Lorentz: Pengertian, Rumus, dan Contoh Soal.” <https://www.gramedia.com/literasi/gaya-lorentz/> (accessed May 08, 2024).
- [19] “Prinsip Kerja Motor DC.” <https://elektronika-dasar.web.id/prinsip-kerja-motor-dc/> (accessed May 08, 2024).
- [20] X. D. Crystallography, “Sensor Loadcell,” vol. 1, pp. 1–23, 2016.
- [21] AviaSemiconductor, “Datasheet - HX711,” *Sensores*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2017, [Online]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf

- [22] M. Amadri, “Amadri, Moch, 2015,” *Libr. Politek. Negeri Bandung*, vol. 1937, pp. 5–45, 2020, [Online]. Available: <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/bptppolban-%0Agdl-mochamadri-4787-3-bab2--8.pdf%0A>
- [23] “Pengertian dan Jenis Kode Warna Resistor - Gramedia Literasi.” <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-dan-jenis-kode-warna-resistor/> (accessed May 08, 2024).
- [24] Unimus, “Kapasitor,” <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/ME/article/view/364>, pp. 1–9, 2016, [Online]. Available: <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/ME/article/view/364>
- [25] Anonim, “LANDASAN TEORI 2.1 Definisi dan Pengertian komponen,” no. C, pp. 6–59.
- [26] Neotech technology, “Piezo Buzzer,” 2018, no. 12, p. 87803761, 2019, [Online]. Available: <https://www.neotech.technology/product-page/piezotransducer-12v-buzzer-5200hz>
- [27] Willow Technologies, “Push Button Switches,” pp. 12–15, 2012, [Online]. Available: <http://www.willow.co.uk/html/push-button-switches.html>
- [28] B. A. B. Iii, “Proteksi Sistem Tenaga Listrik zknn,” pp. 25–37, 2014.
- [29] L. A. Subagyo and B. Suprianto, “Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 213–221, 2017.
- [30] M. Khair and M. Mirna, “Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika Untuk Memahami Karakteristik Dioda,” *J. Phys. Ther. Sci.*, vol. 2, pp. 17–20, 2020.
- [31] “Bekerja dengan I2C LCD dan Arduino - Saptaji.com.” <https://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/> (accessed Jul. 21, 2024).
- [32] “Cina Harga Rendah Modul Catu Daya LM2596 3A Modul Step-down yang Dapat Disesuaikan - Kutipan - KOMPONEN GNS.”

<http://id.gnscomponent.com/development-board/lm2596-power-supply-module-3a-adjustable-step.html> (accessed Jul. 21, 2024).

- [33] “Sakelar - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.” <https://id.wikipedia.org/wiki/Sakelar> (accessed Jul. 21, 2024).
- [34] I. Y. Basri and D. Irfan, *Komponen Elektronika*, vol. 53, no. 9. 2018.
- [35] “Lampu LED Adalah: Pengertian, Cara Kerja dan Keuntungannya.” <https://www.99.co/id/panduan/lampu-led-adalah/> (accessed Jul. 21, 2024).

LAMPIRAN

1. Coding Alat

```
#include <Wire.h>
#include <HX711.h>//libray hx711
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <EEPROM.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
HX711 scale;
#define doutPin A1//pin douthx711
#define sckPin A2//pin sckhx711
#define buzzerpin A0//pin buzer
#define kurang 13
#define tambah 12
#define cancel 11
#define ok 10
#define motor1 4
#define motor2 5
int nilaiberat, menit, setmenit, detik, kondisi;
float berat, setberat;
int menu = 0;
int timehold = 10000;
unsigned long millishold, millisdetik;
void setup() {
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    pinMode(kurang, INPUT_PULLUP);
    pinMode(tambah, INPUT_PULLUP);
    pinMode(cancel, INPUT_PULLUP);
    pinMode(ok, INPUT_PULLUP);}
```

```
pinMode(motor1, OUTPUT);
pinMode(motor2, OUTPUT);
pinMode(buzzerpin, OUTPUT);
motorstop();
scale.begin(doutPin, sckPin);
scale.set_scale(817.1f);
setberat = 3.5;
setmenit = 10;
scale.tare();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" Alat Terapi ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Traksi Cervical ");
delay(1500);
lcd.clear();
}
```

```
void loop() {
    millis();
    switch (menu)
    {
        case 0:
            bacaberat();
            motorstop();
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print(">");
            lcd.print(setberat, 1);
            //lcd.print(berat);
            lcd.print("Kg ");
    }
}
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" ");
lcd.print(setmenit);
lcd.print("Menit ");
if (digitalRead(kurang) == LOW && setberat > 0)
{
    bip();
    setberat -= 0.5;
}
if (digitalRead(tambah) == LOW && setberat < 15)
{
    bip();
    setberat += 0.5;
}
if (digitalRead(cancel) == LOW)
{
    bip();
    lcd.clear();
    menu = 1;
}
if (digitalRead(ok) == LOW)
{
    bip();
    lcd.clear();
    scale.tare();
    menu = 2;
}
break;
case 1:
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ");
lcd.print(setberat, 1);
lcd.print("Kg ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(">");
lcd.print(setmenit);
lcd.print("Menit ");
if (digitalRead(kurang) == LOW && setmenit > 0)
{
    bip();
    setmenit--;
}
if (digitalRead(tambah) == LOW && setmenit < 60)
{
    bip();
    setmenit++;
}
if (digitalRead(cancel) == LOW)
{
    bip();
    lcd.clear();
    menu = 0;
}
if (digitalRead(ok) == LOW)
{
    bip();
    lcd.clear();
    scale.tare();
```

```
menu = 2;  
}  
break;  
  
case 2:  
bacaberat();  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print(berat, 1);  
lcd.print("Kg ");  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("Set. Posisi");  
if (digitalRead(kurang) == LOW)  
{  
motormundur();  
}  
if (digitalRead(tambah) == LOW)  
{  
motormaju();  
}  
if (digitalRead(kurang) == HIGH && digitalRead(tambah) == HIGH)  
{  
motorstop();  
}  
if (digitalRead(cancel) == LOW)  
{  
motormaju();  
lcd.clear();  
delay(1000);  
bip();  
lcd.clear();
```

```
menu = 0;  
}  
if (digitalRead(ok) == LOW)  
{  
    bip();  
    lcd.clear();  
    scale.tare();  
    menit = setmenit - 1;  
    detik = 59;  
    millisdetik = millis();  
    menu = 3;  
    kondisi = 0;  
}  
break;  
case 3:  
    bacaberat();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print(setberat);  
    lcd.print("/");  
    lcd.print(berat, 1);  
    lcd.print("Kg ");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(menit);  
    lcd.print("Menit ");  
    lcd.print(detik);  
    lcd.print("Detik ");  
    if (digitalRead(cancel) == LOW)  
    {  
        bip();
```

```
lcd.clear();
menu = 0;
}

if (millis() - millisdetik >= 1000)
{
    detik--;
    millisdetik = millis();
    if (detik < 0)
    {
        menit--;
        detik = 59;
    }
    if (detik == 0 && menit == 0)
    {
        motormaju();
        lcd.clear();
        digitalWrite(buzzerpin, HIGH);
        delay(3000);
        digitalWrite(buzzerpin, LOW);
        menu = 0;
        motorstop();
    }
    if (berat <= setberat && kondisi == 0)
    {
        motormundur();
    }
    if (berat >= setberat && kondisi == 0)
    {
        millishold = millis();
```

```
kondisi = 1;  
motorhold();  
}  
if (millis() - millishold >= timehold && berat >= 0.5 && kondisi == 1)  
{  
    motormaju();  
    kondisi = 2;  
}  
if (millis() - millishold >= timehold && berat <= 0.5 && kondisi == 2)  
{  
    motorstop();  
    kondisi = 3;  
}  
if (millis() - millishold >= timehold * 2 && berat <= 0.5 && kondisi == 3)  
{  
    motormundur();  
    kondisi = 0;  
}  
}  
break;  
}  
}  
void motormaju()  
{  
    digitalWrite(motor1, HIGH);  
    analogWrite(motor2, 0);  
}  
void motormundur()  
{
```

```
digitalWrite(motor1, LOW);
analogWrite(motor2, 255);
}

void motorstop()
{
    digitalWrite(motor1, LOW);
    analogWrite(motor2, 0);
}

void motorhold()
{
    digitalWrite(motor1, LOW);
    analogWrite(motor2, 37);
}

void bacaberat()
{
    nilaiberat = scale.get_units(2), 4;
    if (nilaiberat <= 0)
    {
        berat = nilaiberat / -100.0;
    }
    else
    {
        berat = 0;
    }
}

void bip()
{
    digitalWrite(buzzerpin, HIGH);
    delay(200);
}
```

```
digitalWrite(buzzerpin, LOW);  
}  
  
}
```



3A Step-Down Voltage Regulator

General Description

The LM2596 /LM2596HV series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation[†], and a fixed-frequency oscillator.

The LM2596 /LM2596HV series operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-lead TO-220 package with several different lead bend options, and a 5-lead TO-262 surface mount package.

A standard series of inductors are available from several different manufacturers optimized for use with the LM2596 series. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage under specified input voltage and output load conditions, and $\pm 15\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring typically 80 μ A standby current. Self protection features include a two stage frequency reducing current limit for the output switch and an over temperature shutdown for complete protection under fault conditions.

Features

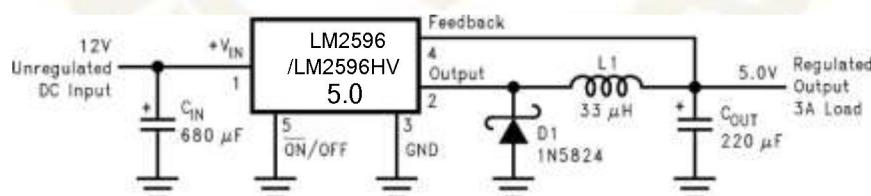
- 3.3V, 5V, 12V, and adjustable output versions
- Adjustable version output voltage range, 1.2V to 37V (57V for HV version) $\pm 4\%$ max over line and load conditions
- Available in TO-220 and TO-263, TO-220B packages
- Guaranteed 3A output load current
- Input voltage range up to 40V
- Requires only 4 external components
- Excellent line and load regulation specifications
- 150 kHz fixed frequency internal oscillator
- TTL shutdown capability
- Low power standby mode, I_Q typically 80 μ A
- High efficiency
- Uses readily available standard inductors
- Thermal shutdown and current limit protection

Applications

- Simple high-efficiency step-down (buck) regulator
- On-card switching regulators
- Positive to negative converter

Note: [†]Patent Number 5,382,918.

Typical Application (Fixed Output Voltage Versions)

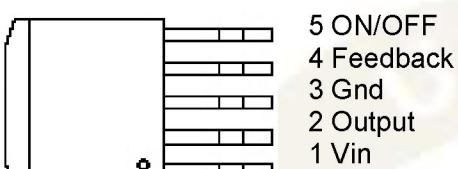
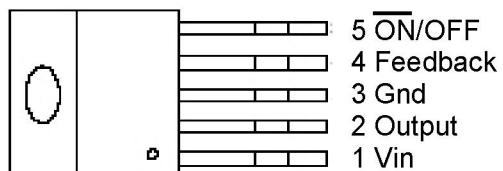


Package Types



3A Step-Down Voltage Regulator

Pin Assignments



Pin Descriptions

Name	Description
Vin	Input supply voltage
Output	Switching output
Gnd	Ground
Feedback	Output voltage feedback
ON/OFF	ON/OFF shutdown Active is "Low" or floating

Ordering information

Temperature Range	Output Voltage, V				Package Type
	3.3	5.0	12	ADJ	
-40°C ≤ T _A ≤ 125°C	LM2596HVS- 3.3	LM2596HVS -5.0	LM2596HVS -12	LM2596HVS -ADJ	TO-263
	LM2596S -3.3	LM2596S -5.0	LM2596S -12	LM2596S -ADJ	
	LM2596HVT -3.3	LM2596HVT -5.0	LM2596HVT -12	LM2596HVT - ADJ	TO-220
	LM2596T -3.3	LM2596T -5.0	LM2596T -12	LM2596T -ADJ	

Absolute Maximum Ratings

Maximum Supply Voltage

LM2596	45V	Lead Temperature
LM2596HV	57V	S Package

ON /OFF Pin Input Voltage	-0.3 ≤ V ≤ +25V	Vapor Phase (60 sec.)	+215°C
---------------------------	-----------------	-----------------------	--------

Feedback Pin Voltage	-0.3 ≤ V ≤ +25V	Infrared (10 sec.)	+245°C
----------------------	-----------------	--------------------	--------

Output Voltage to Ground (Steady State)	-1V	T Package (Soldering, 10 sec.)	+260°C
Power Dissipation	Internally limited	Maximum Junction Temperature	+150°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	Temperature Range	-40°C ≤ T _J ≤ +125°C
---------------------------	-----------------	-------------------	---------------------------------

ESD Susceptibility HumanBodyModel	2kV	Supply Voltage	40V
-----------------------------------	-----	----------------	-----

LM2596	57V	LM2596HV	57V
--------	-----	----------	-----

Operating Conditions

 Temperature Range -40°C ≤ T_J ≤ +125°C

Supply Voltage

LM2596 40V

LM2596HV 57V

3A Step-Down Voltage Regulator

Electrical Characteristics LM2596- 3.3,LM2596HV -3.3

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596 -3.3 LM2596HV -3.3		Units (Limits)
			Typ	Limit	
SYSTEM PARAMETERS (Note 5) Test Circuit <i>Figure 1</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$4.75V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.2A \leq I_{LOAD} \leq 3A$	3.3	3.168/ 3.135 3.432/ 3.465	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 3A$	73		%

Electrical Characteristics LM2596-5.0,LM2596HV-5.0

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596 -5.0 LM2596HV -5.0		Units (Limits)
			Typ	Limit	
SYSTEM PARAMETERS (Note 5) Test Circuit <i>Figure 1</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$7V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.2A \leq I_{LOAD} \leq 3A$	5.0	4.800/ 4.750 5.200/ 5.250	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 3A$	80		%

Electrical Characteristics LM2596-12,LM2596HV-12

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596 -12 LM2596HV -12		Units (Limits)
			Typ	Limit	
SYSTEM PARAMETERS (Note 5) Test Circuit <i>Figure 1</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$15V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.2A \leq I_{LOAD} \leq 3A$	12.0	11.52/ 11.40 12.48/ 12.60	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 25V$, $I_{LOAD} = 3A$	90		%

3A Step-Down Voltage Regulator

Electrical Characteristics LM2596-ADJ,LM2596HV-ADJ

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596 -ADJ LM2596HV -ADJ		Units (Limits)
			Typ	Limit	
SYSTEM PARAMETERS (Note 5) Test Circuit <i>Figure 1</i>					
V_{FB}	Feedback Voltage	$4.5V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.2A \leq I_{LOAD} \leq 3A$ V_{OUT} programmed for 3V. Circuit of <i>Figure 1</i>	1.230	1.193/ 1.180 1.267/ 1.280	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 3V$, $I_{LOAD} = 3A$	73		%

All Output Voltage Versions Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12V$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version and $V_{IN} = 24V$ for the 12V version. $I_{LOAD} = 500\text{ mA}$

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-XX LM2596HV-XX		Units (Limits)
			Typ	Limit	
DEVICE PARAMETERS					
I_b	Feedback Bias Current	Adjustable Version Only, $V_{FB} = 1.3V$	10	50/ 100	nA nA (max)
f_o	Oscillator Frequency	(Note 6)	150	127/ 110 173/ 173	kHz kHz(min) kHz(max)
V_{SAT}	Saturation Voltage	$I_{OUT} = 3A$ (Notes 7, 8)	1.16	1.4/ 1.5	V V(max)
DC	Max Duty Cycle (ON) Min Duty Cycle (OFF)	(Note 8) (Note 9)	100 0		%
I_{CL}	Current Limit	Peak Current (Notes 7, 8)	4.5	3.6/ 3.4 6.9/ 7.5	A A(min) A(max)
I_L	Output Leakage Current	Output = 0V (Notes 7, 9)		50	μA (max)
		Output = -1V (Note 10)	2	30	mA mA(max)
I_Q	Quiescent Current	(Note 9)	5		mA
				10	mA(max)
I_{STBY}	Standby Quiescent Current	ON/OFF pin = 5V (OFF) (Note 10)	80	200/ 250	μA μA (max)
θ_{JC}	Thermal Resistance	TO-220 or TO-263 Package, Junction to Case	2		$^\circ\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}		TO-220 Package, Junction to Ambient (Note 11)	50		$^\circ\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient (Note 12)	50		$^\circ\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient (Note 13)	30		$^\circ\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient (Note 14)	20		$^\circ\text{C}/\text{W}$

ON/OFF CONTROL Test Circuit *Figure 1*

V_{IH}	ON /OFF Pin Logic Input		1.3		V
V_{IL}	Threshold Voltage	Low (Regulator ON) High (Regulator OFF)		0.6 2.0	V(max) V(min)

3A Step-Down Voltage Regulator

All Output Voltage Versions

Electrical Characteristics (Continued)

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface** type apply over **full Operating Temperature Range**. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12\text{V}$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version and $V_{IN} = 24\text{V}$ for the 12V version. $I_{LOAD} = 500\text{ mA}$

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596 -XX LM2596HV-XX		Units (Limits)
			Typ	Limit	
I_H	ON /OFF Pin Input Current	$V_{LOGIC} = 2.5\text{V}$ (Regulator OFF)	5	15	μA $\mu\text{A(max)}$
		$V_{LOGIC} = 0.5\text{V}$ (Regulator ON)	0.02	5	μA $\mu\text{A(max)}$

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.

Note 2: The human body model is a 100 pF capacitor discharged through a 1.5k resistor into each pin.

Note 3: Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.

Note 4: All limits guaranteed at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are guaranteed via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).

Note 5: External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors, and voltage programming resistors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the *Figure 1* test circuit, system performance will be as shown in system parameters section of Electrical Characteristics.

Note 6: The switching frequency is reduced when the second stage current limit is activated.

Note 7: No diode, inductor or capacitor connected to output pin.

Note 8: Feedback pin removed from output and connected to 0V to force the output transistor switch ON.

Note 9: Feedback pin removed from output and connected to 12V for the 3.3V, 5V, and the ADJ. version, and 15V for the 12V version, to force the output transistor switch OFF.

Note 10: $V_{IN} = 40\text{V}$.

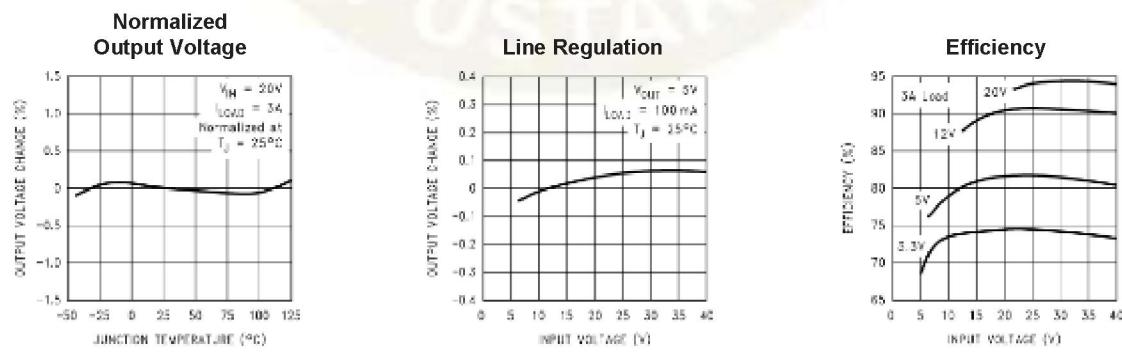
Note 11: Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the TO-220 package mounted vertically, with the leads soldered to a printed circuit board with (1 oz.) copper area of approximately 1 in².

Note 12: Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single printed circuit board with 0.5 in² of (1 oz.) copper area.

Note 13: Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single sided printed circuit board with 2.5 in² of (1 oz.) copper area.

Note 14: Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a double sided printed circuit board with 3 in² of (1 oz.) copper area on the LM2596S side of the board, and approximately 16 in² of copper on the other side of the p-c board. See Application Information in this data sheet and the thermal model in Switchers Made Simple™ version 4.3 software.

Typical Performance Characteristics (Circuit of *Figure 1*)



3A Step-Down Voltage Regulator

LM2596/LM2596HV Series Buck Regulator Design Procedure (Fixed Output) (Continued)

Conditions			Inductor		Output Capacitor			
Output Voltage (V)	Load Current (A)	Max Input Voltage (V)	Inductance (μH)	Inductor (#)	Through Hole Electrolytic		Surface Mount Tantalum	
					Panasonic HFQ Series (μF/V)	Nichicon PL Series (μF/V)	AVX TPS Series (μF/V)	Sprague 595D Series (μF/V)
3.3	3	5	22	L41	470/25	560/16	330/6.3	390/6.3
		7	22	L41	560/35	560/35	330/6.3	390/6.3
		10	22	L41	680/35	680/35	330/6.3	390/6.3
		40	33	L40	560/35	470/35	330/6.3	390/6.3
	2	6	22	L33	470/25	470/35	330/6.3	390/6.3
		10	33	L32	330/35	330/35	330/6.3	390/6.3
		40	47	L39	330/35	270/50	220/10	330/10
5	3	8	22	L41	470/25	560/16	220/10	330/10
		10	22	L41	560/25	560/25	220/10	330/10
		15	33	L40	330/35	330/35	220/10	330/10
		40	47	L39	330/35	270/35	220/10	330/10
	2	9	22	L33	470/25	560/16	220/10	330/10
		20	68	L38	180/35	180/35	100/10	270/10
		40	68	L38	180/35	180/35	100/10	270/10
12	3	15	22	L41	470/25	470/25	100/16	180/16
		18	33	L40	330/25	330/25	100/16	180/16
		30	68	L44	180/25	180/25	100/16	120/20
		40	68	L44	180/35	180/35	100/16	120/20
	2	15	33	L32	330/25	330/25	100/16	180/16
		20	68	L38	180/25	180/25	100/16	120/20
		40	150	L42	82/25	82/25	68/20	68/25

FIGURE 2. LM2596 Fixed Voltage Quick Design Component Selection Table

LM2596/LM2596HV Series Buck Regulator Design Procedure (Adjustable Output)

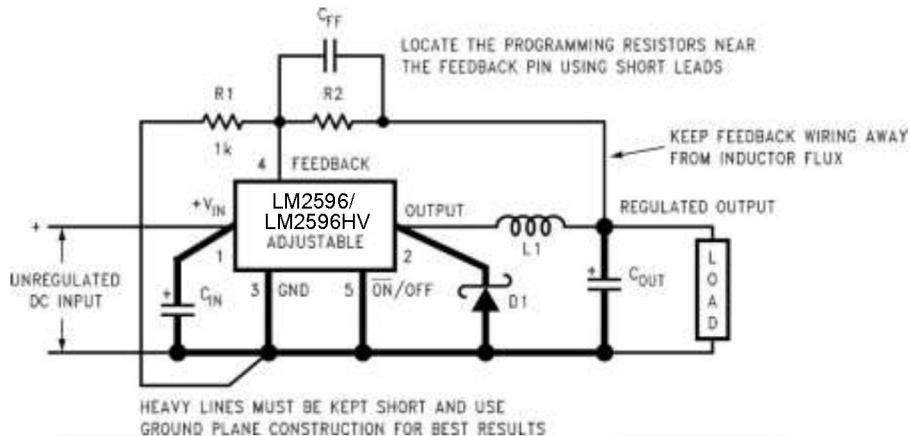
Output Voltage (V)	Through Hole Output Capacitor			Surface Mount Output Capacitor		
	Panasonic HFQ Series (μF/V)	Nichicon PL Series (μF/V)	Feedforward Capacitor	AVX TPS Series (μF/V)	Sprague 595D Series (μF/V)	Feedforward Capacitor
2	820/35	820/35	33 nF	330/6.3	470/4	33 nF
4	560/35	470/35	10 nF	330/6.3	390/6.3	10 nF
6	470/25	470/25	3.3 nF	220/10	330/10	3.3 nF
9	330/25	330/25	1.5 nF	100/16	180/16	1.5 nF
12	330/25	330/25	1 nF	100/16	180/16	1 nF
15	220/35	220/35	680 pF	68/20	120/20	680 pF
24	220/35	150/35	560 pF	33/25	33/25	220 pF
28	100/50	100/50	390 pF	10/35	15/50	220 pF

FIGURE 3. Output Capacitor and Feedforward Capacitor Selection Table

3A Step-Down Voltage Regulator

Test Circuit and Layout Guidelines (Continued)

Adjustable Output Voltage Versions



$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

where $V_{REF} = 1.23V$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

Select R_1 to be approximately 1 kΩ, use a 1% resistor for best stability.

C_{IN} – 470 μF, 50V, Aluminum Electrolytic Nichicon “PL Series”

C_{OUT} – 220 μF, 35V Aluminum Electrolytic, Nichicon “PL Series”

D1 – 5A, 40V Schottky Rectifier, 1N5825

L1 – 68 μH, L38

R1 – 1 kΩ, 1%

C_{FF} – See Application Information Section

FIGURE 1. Standard Test Circuits and Layout Guides

As in any switching regulator, layout is very important. Rapidly switching currents associated with wiring inductance can generate voltage transients which can cause problems. For minimal inductance and ground loops, the wires indicated by **heavy lines should be wide printed circuit traces and should be kept as short as possible**. For best results, external components should be located as close to the switcher IC as possible using ground plane construction or single point grounding.

If **open core inductors are used**, special care must be taken as to the location and positioning of this type of inductor. Allowing the inductor flux to intersect sensitive feedback, IC groundpath and C_{OUT} wiring can cause problems.

When using the adjustable version, special care must be taken as to the location of the feedback resistors and the associated wiring. Physically locate both resistors near the IC, and route the wiring away from the inductor, especially an open core type of inductor. (See application section for more information.)

3A Step-Down Voltage Regulator

LM2596 /LM2596HV Series Buck Regulator Design Procedure (Adjustable Output)

PROCEDURE (Adjustable Output Voltage Version)	EXAMPLE (Adjustable Output Voltage Version)
<p>Given:</p> <p>V_{OUT} = Regulated Output Voltage $V_{IN(max)}$ = Maximum Input Voltage $I_{LOAD(max)}$ = Maximum Load Current F = Switching Frequency (<i>Fixed at a nominal 150 kHz</i>).</p> <p>1. Programming Output Voltage (Selecting R_1 and R_2, as shown in <i>Figure 1</i>)</p> <p>Use the following formula to select the appropriate resistor values.</p> $V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \text{ where } V_{REF} = 1.23V$ <p>Select a value for R_1 between 240Ω and $1.5\text{ k}\Omega$. The lower resistor values minimize noise pickup in the sensitive feedback pin. (For the lowest temperature coefficient and the best stability with time, use 1% metal film resistors.)</p> $R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$ <p>2. Inductor Selection (L1)</p> <p>A. Calculate the inductor Volt • microsecond constant $E \cdot T$ ($V \cdot \mu s$), from the following formula:</p> $E \cdot T = (V_{IN} - V_{OUT} - V_{SAT}) \cdot \frac{1000}{V_{IN} - V_{SAT} + V_D} \cdot \frac{1}{150 \text{ kHz}} (\text{V} \cdot \mu s)$ <p>where V_{SAT} = internal switch saturation voltage = $1.16V$ and V_D = diode forward voltage drop = $0.5V$</p> <p>B. Use the $E \cdot T$ value from the previous formula and match it with the $E \cdot T$ number on the vertical axis of the Inductor Value Selection Guide shown in <i>Figure 7</i>.</p> <p>C. on the horizontal axis, select the maximum load current.</p> <p>D. Identify the inductance region intersected by the $E \cdot T$ value and the Maximum Load Current value. Each region is identified by an inductance value and an inductor code (LXX).</p> <p>E. Select an appropriate inductor from the four manufacturer's part numbers listed in <i>Figure 8</i>.</p>	<p>Given:</p> <p>$V_{OUT} = 20V$ $V_{IN(max)} = 28V$ $I_{LOAD(max)} = 3A$ $F = \text{Switching Frequency (Fixed at a nominal 150 kHz).}$</p> <p>1. Programming Output Voltage (Selecting R_1 and R_2, as shown in <i>Figure 1</i>)</p> <p>Select R_1 to be $1\text{ k}\Omega$, 1%. Solve for R_2.</p> $R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) = 1k \left(\frac{20V}{1.23V} - 1 \right)$ <p>$R_2 = 1k (16.26 - 1) = 15.26k$, closest 1% value is $15.4\text{ k}\Omega$. $R_2 = 15.4\text{ k}\Omega$.</p> <p>2. Inductor Selection (L1)</p> <p>A. Calculate the inductor Volt • microsecond constant $(E \cdot T)$,</p> $E \cdot T = (28 - 20 - 1.16) \cdot \frac{20 + 0.5}{28 - 1.16 + 0.5} \cdot \frac{1000}{150} (\text{V} \cdot \mu s)$ $E \cdot T = (6.84) \cdot \frac{20.5}{27.34} \cdot 6.67 (\text{V} \cdot \mu s) = 34.2 (\text{V} \cdot \mu s)$ <p>B. $E \cdot T = 34.2 (\text{V} \cdot \mu s)$</p> <p>C. $I_{LOAD(max)} = 3A$</p> <p>D. From the inductor value selection guide shown in <i>Figure 7</i>, the inductance region intersected by the $34 (\text{V} \cdot \mu s)$ horizontal L39.</p> <p>E. From the table in <i>Figure 8</i>, locate line L39, and select an inductor.</p>



Data Specs

JGB37-550 High Torque DC Gear Motor

JGB37-550 is a high quality DC gear motor available in a wide range of RPM configurations, ideal for linear motion control, DIY project and robotics application.



SKU: [EMH1192](#)

Specifications:

- Motor type: JM37-550.
- Operating voltage: 6 ~15V.
- Free-run speed: Refer to Table-1.
- Free-run current: 1.1A@12V.
- Stall current: 20A@12V.
- Rated Torque: Refer to Table-1.
- Gear ratio: Refer to Table-1.
- Gear Type: All Metal.
- Shaft Diameter: Ø6mm D-Shape.
- Gear Box size L: 19 mm.
- Weight: 300g.

Table-1:

Model No	SKU	RPM (No Load)	Gear Ratio	Gear Box Length (L) mm	Rated Torque
GM37-550-S2650	FAM1027	2650@12V	1:6.3	19.0	2Kg.cm
GM37-550-S1650	FAM1035	1650@12V	1:10	19.0	3Kg.cm
GM37-550-S550	FAM1028	550@12V	1:30	21.5	9Kg.cm
GM37-550-S330	FAM1053	330@12V	1:50	24.0	15Kg.cm
GM37-550-S180	FAM1030	180@12V	1:90	24.0	27Kg.cm
GM37-550-S110	FAM1031	110@12V	1:150	26.5	35Kg.cm



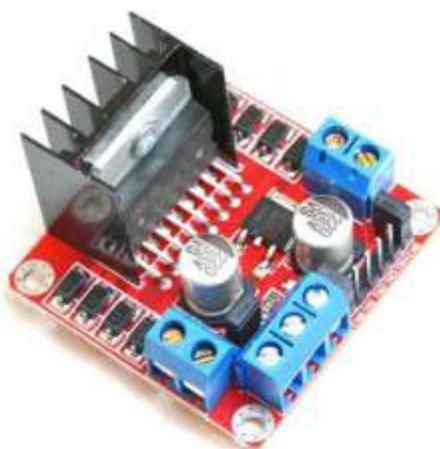
Application Example:





L298N Dual H-Bridge Motor Driver

This dual bidirectional motor driver, is based on the very popular L298 Dual H-Bridge Motor Driver Integrated Circuit. The circuit will allow you to easily and independently control two motors of up to 2A each in both directions. It is ideal for robotic applications and well suited for connection to a microcontroller requiring just a couple of control lines per motor. It can also be interfaced with simple manual switches, TTL logic gates, relays, etc. This board equipped with power LED indicators, on-board +5V regulator and protection diodes.

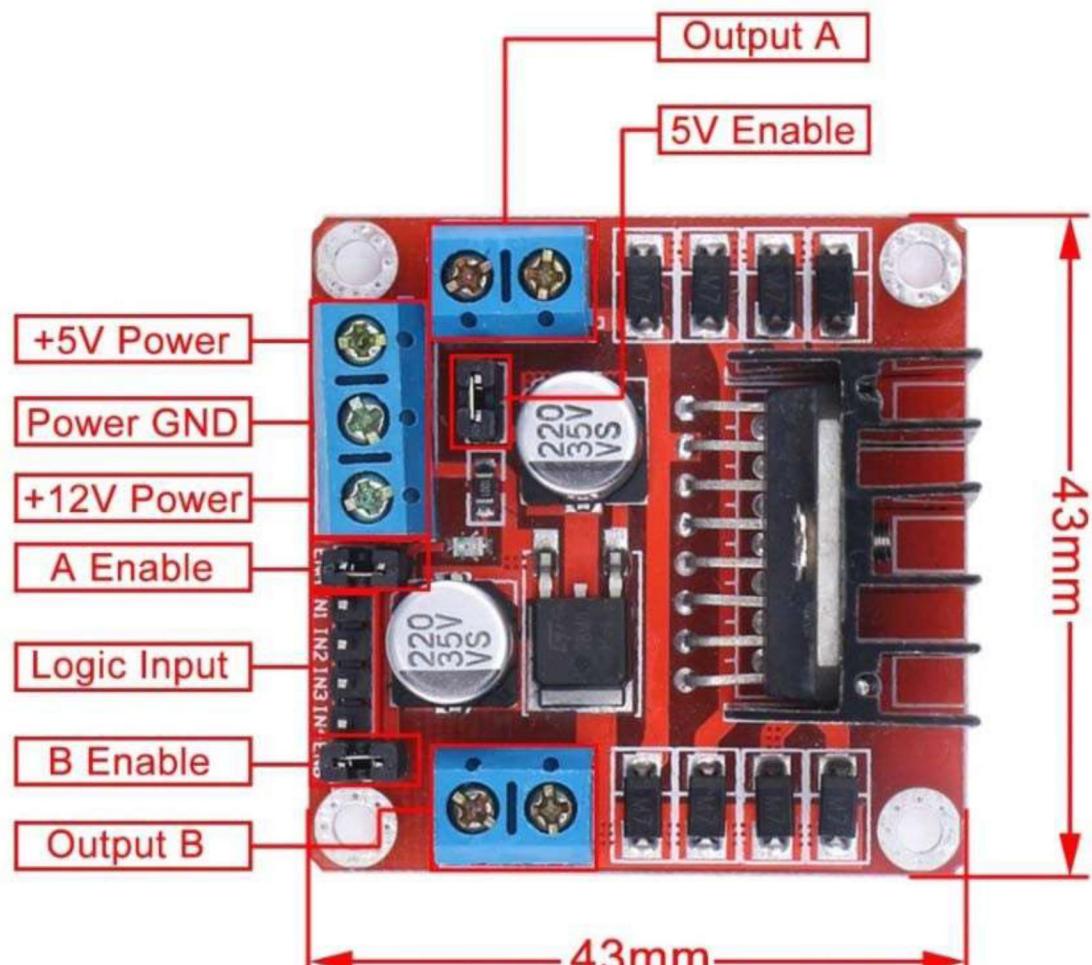


SKU: MDU-1049

Brief Data:

- Input Voltage: 3.2V~40Vdc.
- Driver: L298N Dual H Bridge DC Motor Driver
- Power Supply: DC 5 V - 35 V
- Peak current: 2 Amp
- Operating current range: 0 ~ 36mA
- Control signal input voltage range :
 - Low: $-0.3V \leqslant Vin \leqslant 1.5V$.
 - High: $2.3V \leqslant Vin \leqslant Vss$.
- Enable signal input voltage range :
 - Low: $-0.3 \leqslant Vin \leqslant 1.5V$ (control signal is invalid).
 - High: $2.3V \leqslant Vin \leqslant Vss$ (control signal active).
- Maximum power consumption: 20W (when the temperature $T = 75^{\circ}C$).
- Storage temperature: $-25^{\circ}C \sim +130^{\circ}C$.
- On-board +5V regulated Output supply (supply to controller board i.e. Arduino).
- Size: 3.4cm x 4.3cm x 2.7cm

Board Dimension & Pins Function:



Product Reference Manual

SKU: A000066



Description

The Arduino® UNO R3 is the perfect board to get familiar with electronics and coding. This versatile development board is equipped with the well-known ATmega328P and the ATMega 16U2 Processor.

This board will give you a great first experience within the world of Arduino.

Target areas:

Maker, introduction, industries

Features

- **ATMega328P Processor**

- **Memory**

- AVR CPU at up to 16 MHz
 - 32 kB Flash
 - 2 kB SRAM
 - 1 kB EEPROM

- **Security**

- Power On Reset (POR)
 - Brown Out Detection (BOD)

- **Peripherals**

- 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
 - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
 - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
 - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
 - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
 - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
 - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
 - Six PWM channels
 - Interrupt and wake-up on pin change

- **ATMega16U2 Processor**

- 8-bit AVR® RISC-based microcontroller

- **Memory**

- 16 kB ISP Flash
 - 512B EEPROM
 - 512B SRAM
 - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming

- **Power**

- 2.7-5.5 volts

2 Ratings

2.1 Recommended Operating Conditions

Symbol	Description	Min	Max
	Conservative thermal limits for the whole board:	-40 °C (-40 °F)	85 °C (185 °F)

NOTE: In extreme temperatures, EEPROM, voltage regulator, and the crystal oscillator, might not work as expected.

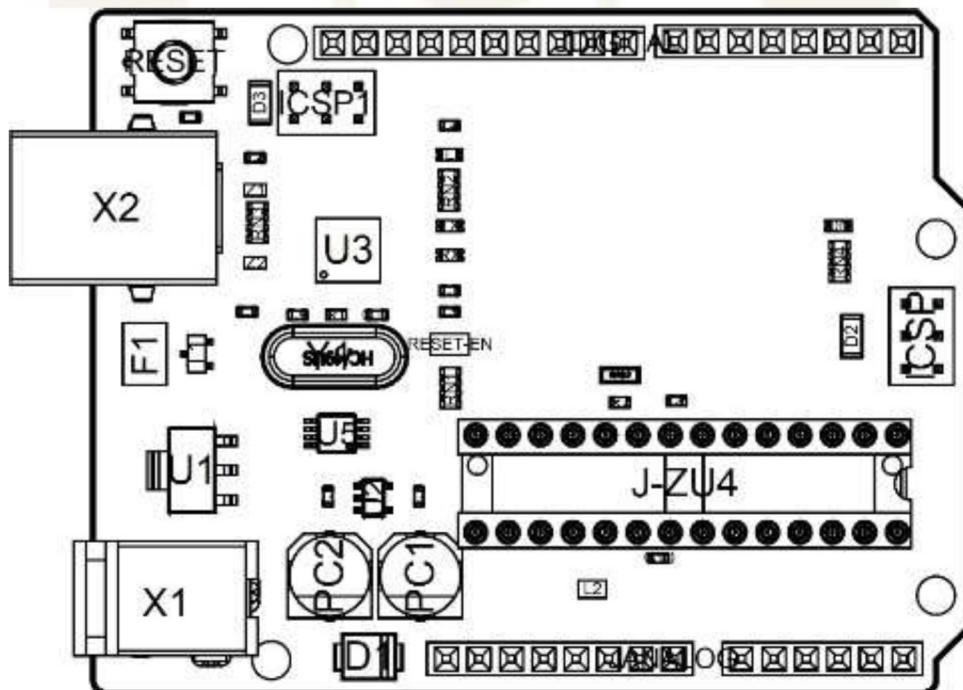
2.2 Power Consumption

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
VINMax	Maximum input voltage from VIN pad	6	-	20	V
VUSBMax	Maximum input voltage from USB connector		-	5.5	V
PMax	Maximum Power Consumption	-	-	xx	mA

3 Functional Overview

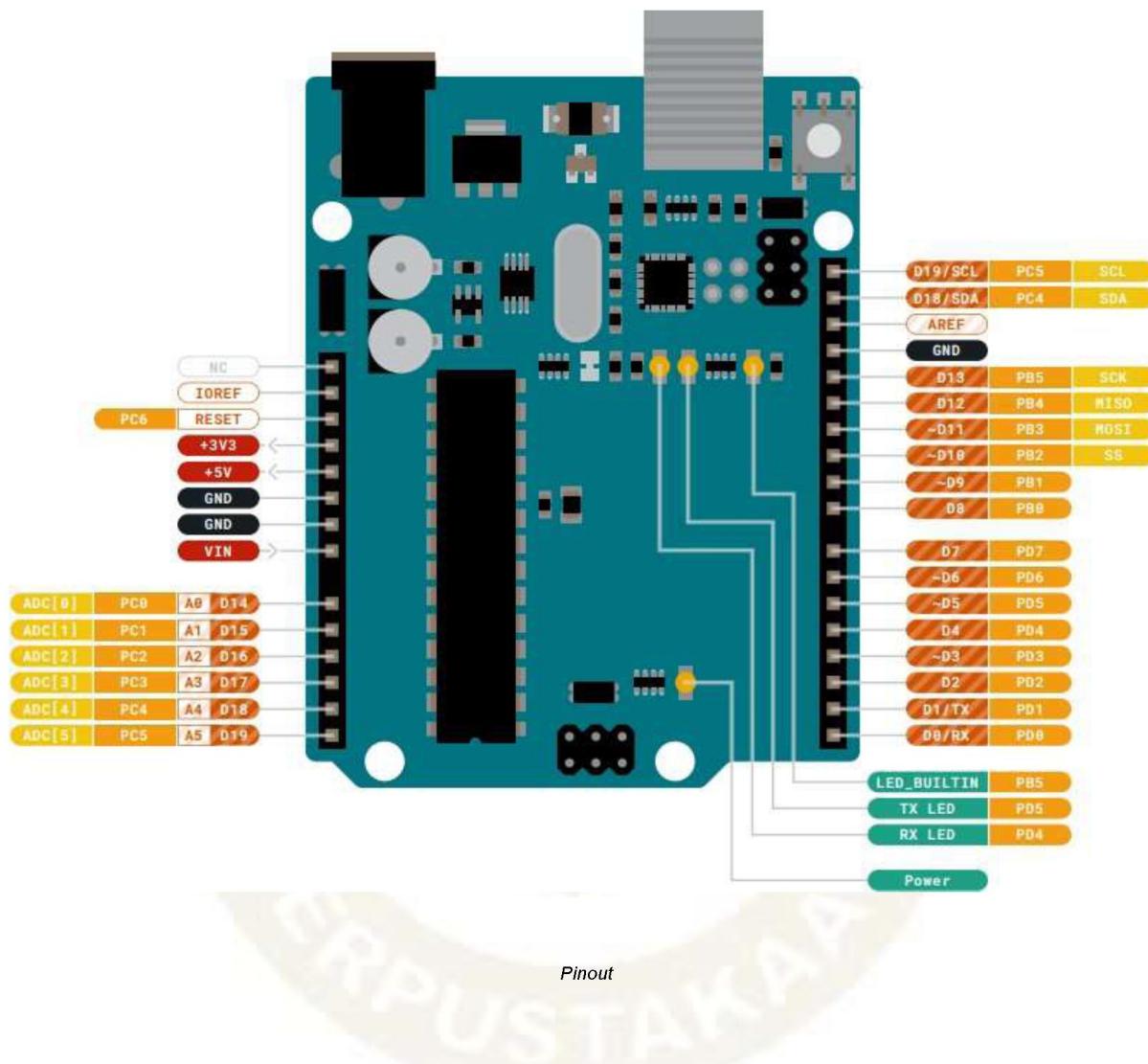
3.1 Board Topology

Top view



Board topology

5 Connector Pinouts





5.1 JANALOG

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

5.2 JDIGITAL

Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on Avia Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
normal operation < 1.5mA, power down < 1uA
- Operation supply voltage range: 2.6 ~ 5.5V
- Operation temperature range: -40 ~ +85°C
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

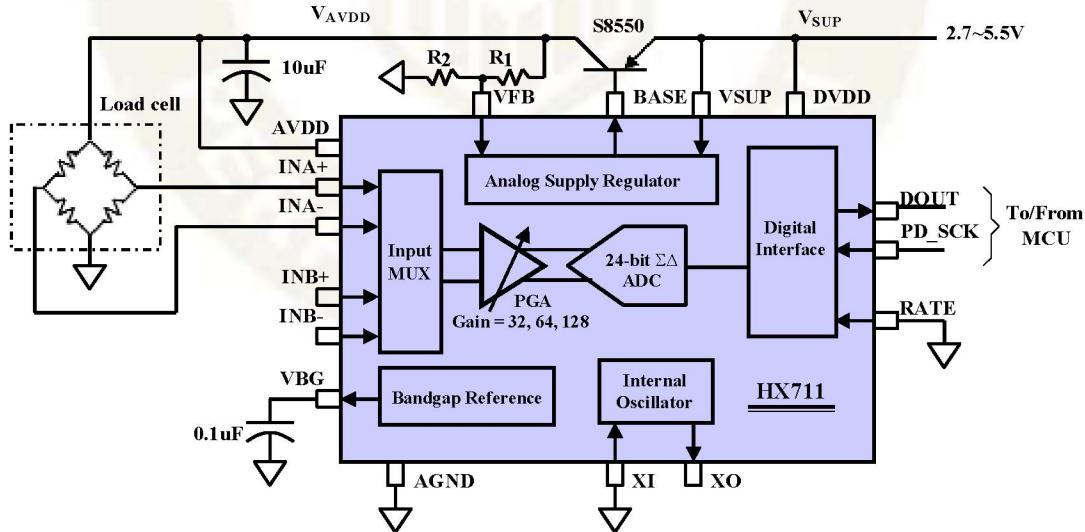


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

Pin Description

Regulator Power	VSUP		1	•	16	DVDD	Digital Power
Regulator Control Output	BASE		2		15	RATE	Output Data Rate Control Input
Analog Power	AVDD		3		14	XI	Crystal I/O and External Clock Input
Regulator Control Input	VFB		4		13	XO	Crystal I/O
Analog Ground	AGND		5		12	DOUT	Serial Data Output
Reference Bypass	VBG		6		11	PD_SCK	Power Down and Serial Clock Input
Ch. A Negative Input	INNA		7		10	INPB	Ch. B Positive Input
Ch. A Positive Input	INPA		8		9	INNB	Ch. B Negative Input

SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Table 1 Pin Description

Reference PCB Board (Single Layer)

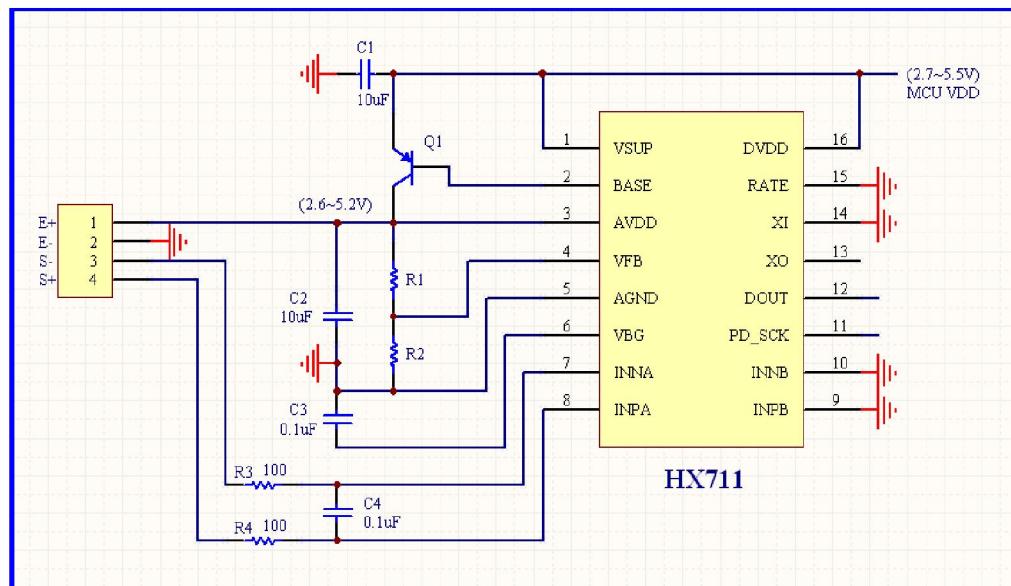


Fig.4 Reference PCB board schematic

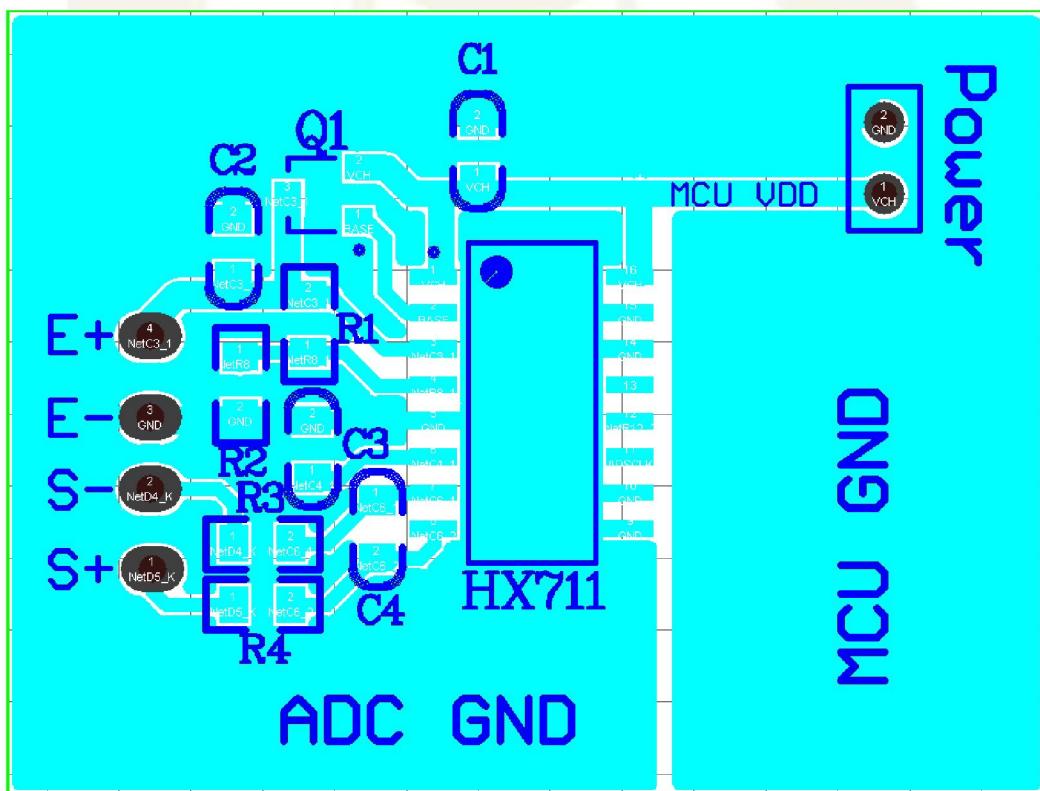
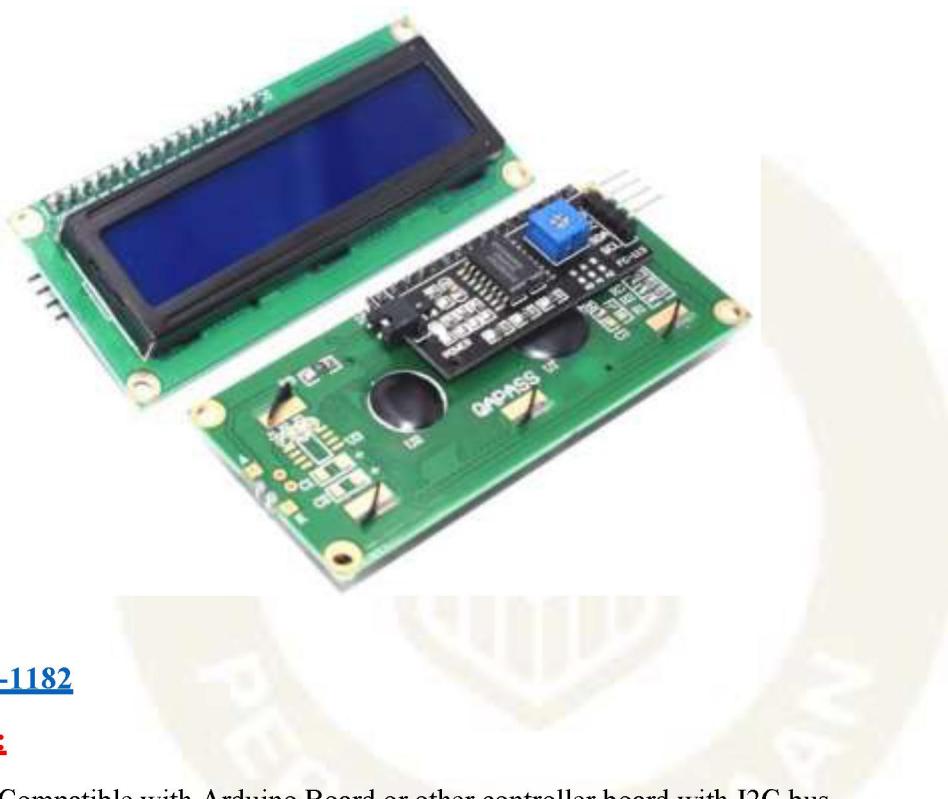


Fig.5 Reference PCB board layout



I2C Serial Interface 1602 LCD Module

This is I2C interface 16x2 LCD display module, a high-quality 2 line 16 character LCD module with on-board contrast control adjustment, backlight and I2C communication interface. For Arduino beginners, no more cumbersome and complex LCD driver circuit connection. The real significance advantages of this I2C Serial LCD module will simplify the circuit connection, save some I/O pins on Arduino board, simplified firmware development with widely available Arduino library.



SKU: [DSP-1182](#)

Brief Data:

- Compatible with Arduino Board or other controller board with I2C bus.
- Display Type: Negative white on Blue backlight.
- I2C Address: 0x38-0x3F (0x3F default)
- Supply voltage: 5V
- Interface: I2C to 4bits LCD data and control lines.
- Contrast Adjustment: built-in Potentiometer.
- Backlight Control: Firmware or jumper wire.
- Board Size: 80x36 mm.

Setting Up:

Hitachi's HD44780 based character LCD are very cheap and widely available, and is an essential part for any project that displays information. Using the LCD piggy-back board, desired data can be displayed on the LCD through the I2C bus. In principle, such backpacks are built around PCF8574 (from NXP) which is a general purpose bidirectional 8 bit I/O port expander that uses the I2C protocol. The PCF8574 is a silicon CMOS circuit provides general purpose remote I/O expansion (an 8-bit quasi-bidirectional) for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I2C-bus). Note that most piggy-back modules are centered around PCF8574T (SO16 package of PCF8574 in DIP16 package) with a default slave address of 0x27. If your piggy-back board holds a PCF8574AT chip, then the default slave address will change to 0x3F. In short, if the piggy-back board is based on PCF8574T and the address connections (A0-A1-A2) are not bridged with solder it will have the slave address 0x27.



Address selection pads in the I2C-to-LCD piggy-back board.

Table 5. PCF8574A address map

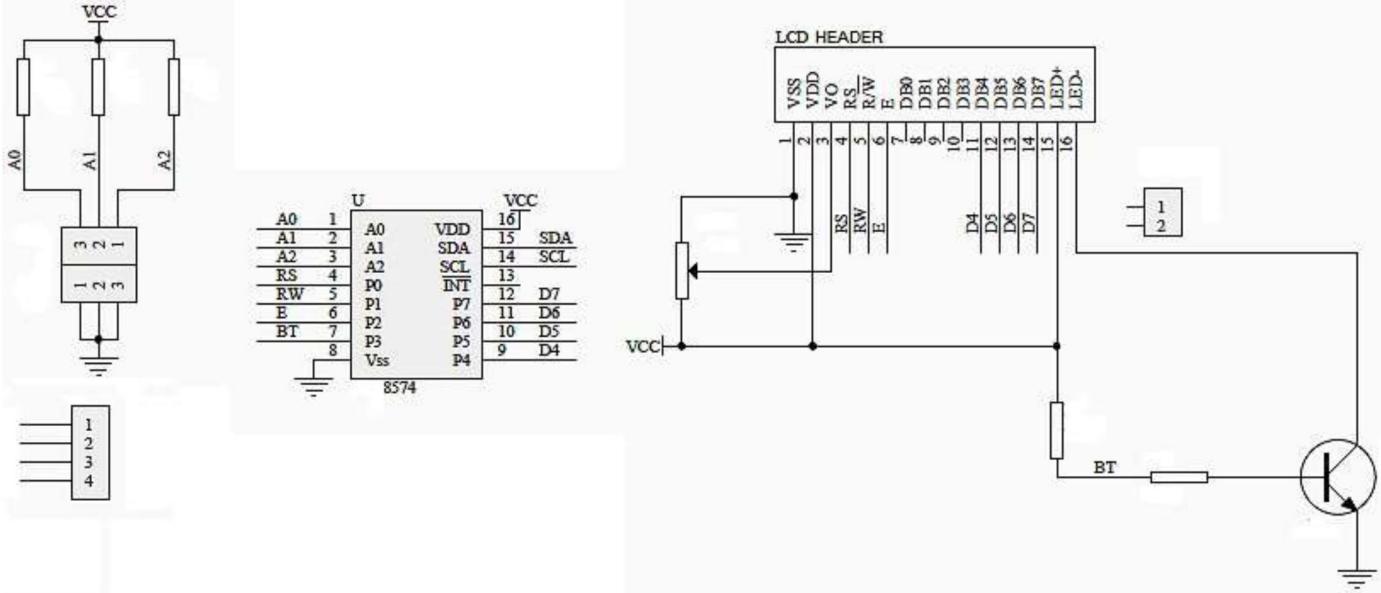
Pin connectivity			Address of PCF8574A								Address byte value		7-bit hexadecimal address without R/W
A2	A1	A0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W	Write	Read	
V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	0	0	0	-	70h	71h	38h
V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	0	0	1	-	72h	73h	39h
V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	0	1	0	-	74h	75h	3Ah
V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	0	1	1	-	76h	77h	3Bh
V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	1	0	0	-	78h	79h	3Ch
V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	1	0	1	-	7Ah	7Bh	3Dh
V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	1	1	0	-	7Ch	7Dh	3Eh
V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	1	1	1	-	7Eh	7Fh	3Fh

Address Setting of PCD8574A (extract from PCF8574A data specs).

Note: When the pad A0~A2 is open, the pin is pull up to VDD. When the pin is solder shorted, it is pull down to VSS.

The default setting of this module is A0~A2 all open, so is pull up to VDD. The address is 3Fh in this case.

Reference circuit diagram of an Arduino-compatible LCD backpack is shown below. What follows next is information on how to use one of these inexpensive backpacks to interface with a microcontroller in ways it was exactly intended.



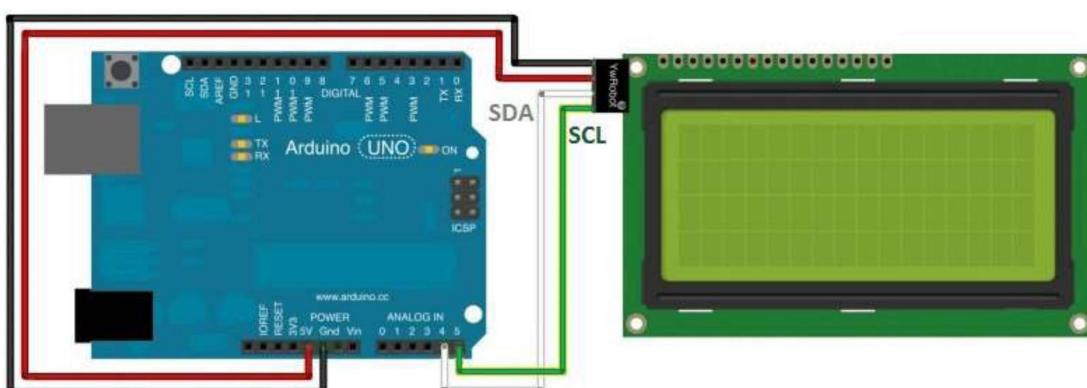
Reference circuit diagram of the I2C-to-LCD piggy-back board.

I2C LCD Display.

At first you need to solder the I2C-to-LCD piggy-back board to the 16-pins LCD module. Ensure that the I2C-to-LCD piggy-back board pins are straight and fit in the LCD module, then solder in the first pin while keeping the I2C-to-LCD piggy-back board in the same plane with the LCD module. Once you have finished the soldering work, get four jumper wires and connect the LCD module to your Arduino as per the instruction given below.



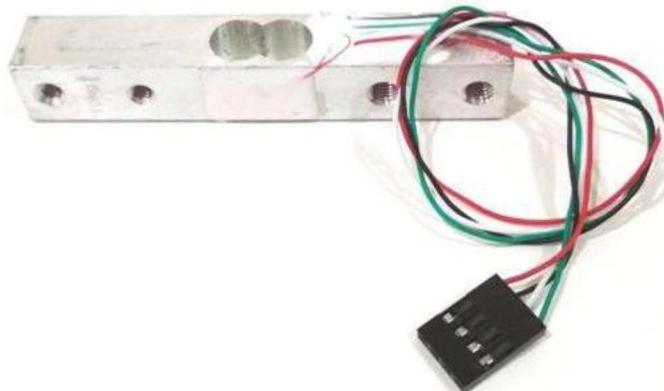
LCD display to Arduino wiring.





5~20Kg Single Point Load Cell

A load cell is a force sensing module - a carefully designed metal structure, with small elements called strain gauges mounted in precise locations on the structure. This Single Point Load Cell is used in small jewelry scales and kitchen scales. It's mounted by bolting down the end of the load cell where the wires are attached, and applying force on the other end in the direction of the arrow. Where the force is applied is not critical, as this load cell measures a shearing effect on the beam, not the bending of the beam. If you mount a small platform on the load cell, as would be done in a small scale, this load cell provides accurate readings regardless of the position of the load on the platform. The electrical signal output by the load cell is very small and requires specialized amplification.



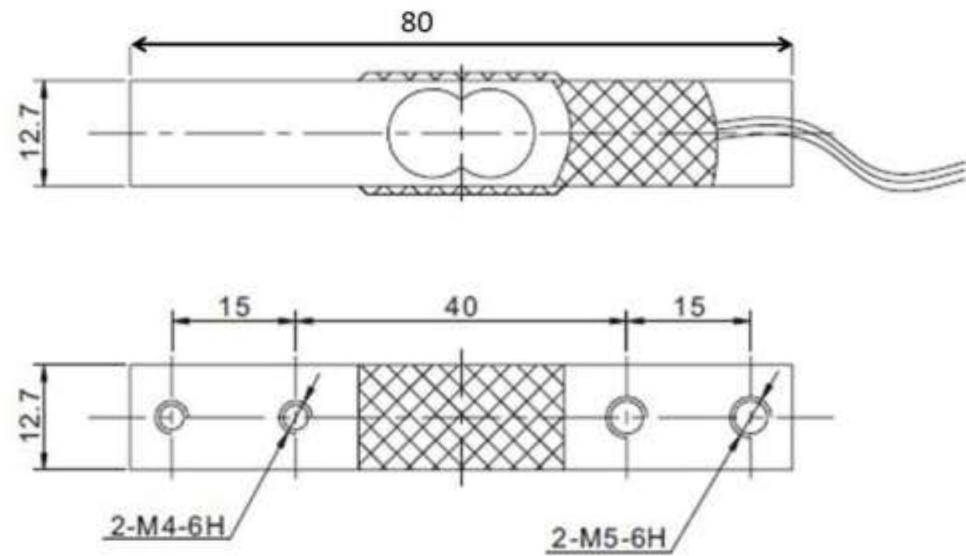
SKU: [SSR1004](#)

Brief Data:

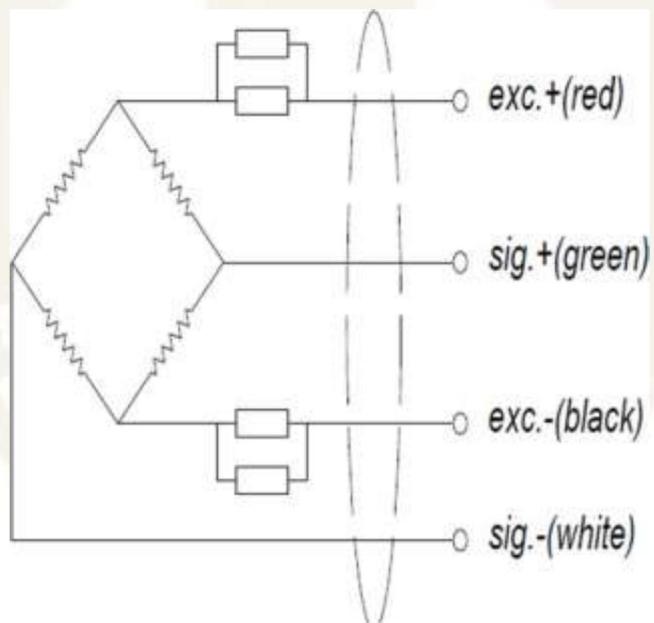
- Rated Load Capacity: 5~20Kg.
- Rated Output: $1.0\text{mV/V} \pm 0.15\text{mV/V}$.
- Zero Output: $\pm 0.1\text{mV/V}$.
- Recommended Amplifier: [HX711 Module](#).
- Operating voltage: 3 ~ 12 VDC (MAX 15Vdc).
- Input Impedance: $1115 \pm 10\%\Omega$.
- Output Impedance: $1000 \pm 10\%\Omega$.
- Size: 3.15 x 0.50 x 0.50 inch.
- Material: Aluminum Alloy.
- Connector: Dupont 4x pitch 2.54mm Female.
- Weight: 30g.

Mechanical Dimension:

Unit: mm



Schematic Connection:

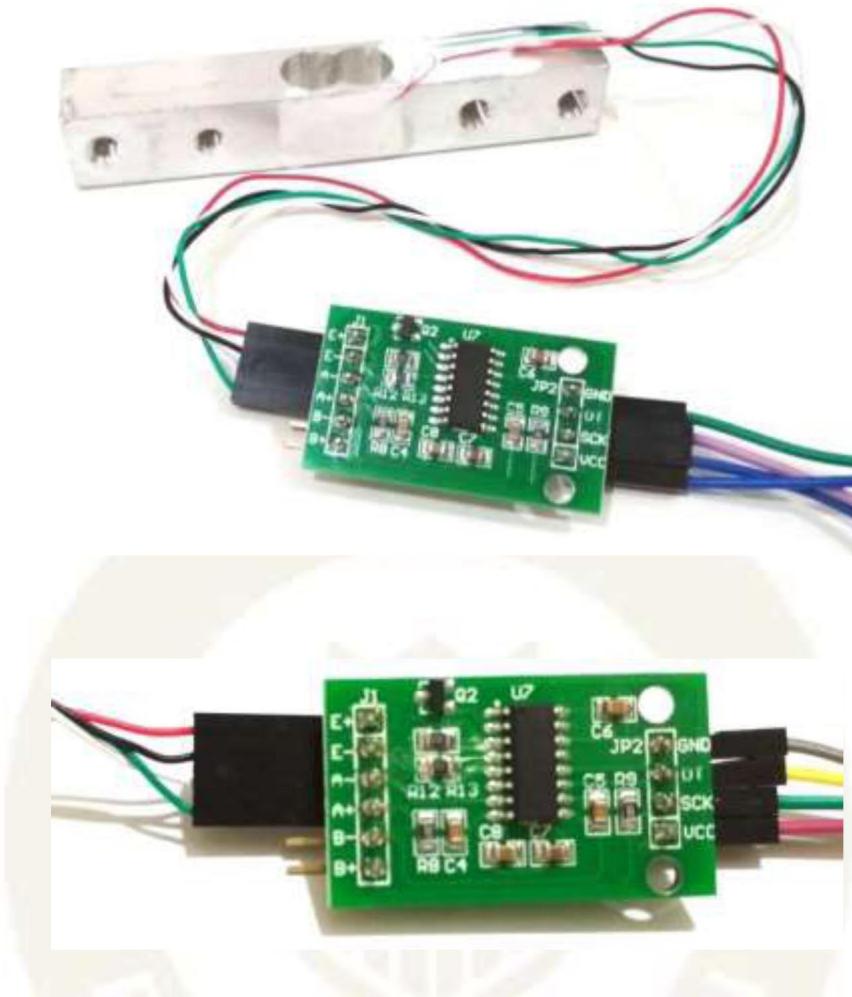


Input End: Red+ (power), Black- (power)

Output End: Green+(signal), White- (signal)

Connection to HX711 Amplifier Module:

This load cell come with 4-pin Dupont female connector with pitch of 2.54mm for easy interface to [HX711](#) load cell amplifier module.



Orientation of Load cell connector to HX711 Pre-Amp

Application Example with Arduino Uno:

Most Load cell has four wires: red, black, green and white. On HX711 board you will find E+/E-, A+/A- and B+/B- connections. Connect load cell to HX711 sensor board according to the following table:

HX711 Load Sensor Board	Load Cell Wire
E+	Red
E-	Black
A+	Green
A-	White
B-	Unused
B+	Unused

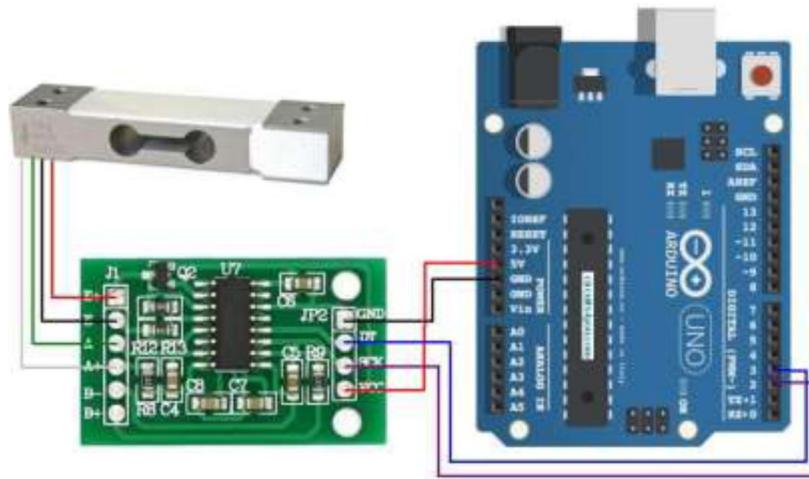


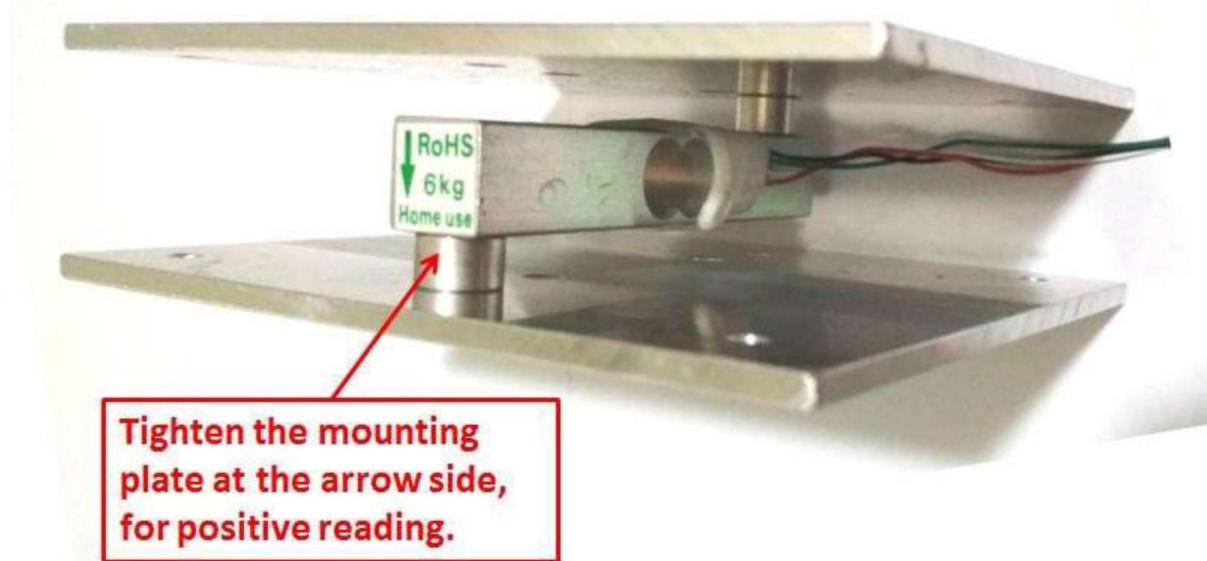
Figure 1: HX711 and Load Cell connected to Arduino Uno

HX711 Sensor	Arduino Uno
GND	GND
DT	D3
SCK	D2
VCC	5V

HX711 Module operates at 5V and communication is done using serial SDA and SCK pins.

Where to apply weight on load cell?

You can see an arrow is shown on Load cell. This arrow shows the direction of force on the load cell. You can make arrangement shown in figure using [Load Cell Metal Mounting Kit](#). Attach metal plate on the Load cell using bolts as shown in below picture.



LTE12

Active Buzzer



SPECIFICATIONS:

Type	Unit	LTE12-03	LTE12-05	LTE12-12
Rated Voltage	V	3	5	12
Operating Voltage	V	3-5	4-8	8-15
*Rated Current(MAX)	mA	30	30	30
*Min Sound Output at 10cm	dB	80	85	85
*Resonant Frequency	Hz		2300±300	
Operating Temperature	°C		-20 ~ +70	
Storage temperature	°C		-30 ~ +105	

FREQUENCY RESPONSE

