



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

MEDICAL COMPRESSOR UNIT

TUGAS AKHIR

M KURNIAWAN MUNTAHA

17.04.053

FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIS

PROGRAM STUDI D III TEKNIK ELEKTROMEDIK

SEMARANG

2020



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : MEDICAL COMPRESSOR UNIT

NAMA : M KURNIAWAN MUNTAHA

NIM : 1704053

Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Karya Tulis ini adalah hasil saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sebelumnya. 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 di batalkan gelar Ahli Madya Teknik Elektromedik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Semarang, 16 Agustus 2020

M Kurniawan Muntaha

Penulis



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

PERNYATAAN PESETUJUAN

JUDUL : MEDICAL COMPRESSOR UNIT

NAMA : M KURNIAWAN MUNTAHA

NIM : 1704053

Karya tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang.

Menyetujui,
Pembimbing

Basuki Rahmat M.T



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : MEDICAL COMPRESSOR UNIT

NAMA : M KURNIAWAN MUNTAHA

NIM : 1704053

Karya Tulis ini telah diujikan dan di pertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang pada hari Rabu, 16 September 2020

Dewan Penguji:

Anggota 1

Anggota 2

Mulyono, M.Kom.
NIDN.0609088103

Basuki Rahmat, MT
NIDN.0622057504

Ka. Prodi DIII Teknik Elektromedik

Ketua Penguji

Agung Satrio Nugroho, MT
NIDN.0619058101

Agus Supriyanto, ST
NUPN.9906977970

ABSTRAK

Ventilator adalah sebuah alat yang digunakan untuk membantu pernafasan bagi pasien yang mengalami masalah susah bernafas. Pada penggunaan ventilator dibutuhkan udara tekan untuk mencampur O_2 agar tidak menimbulkan rasa kering di tenggorokan. Udara tekan ini akan memberikan efek kelembaban sehingga tenggorokan pasien tidak mengalami kekeringan.

Di dalam rumah sakit, biasanya udara tekan berasal dari gas central rumah sakit. Penggunaan udara tekan yang berasal dari gas sentral membuat kesulitan apabila ada pasien yang membutuhkan bantuan pernafasan yang berada jauh dari pusat gas sentral. Penggunaan gas tekan portable atau compressor portable membuat user bisa menggunakan udara tekan dimana saja baik itu di yang dekat dengan sumber sentral gas tekan ataupun yang jauh. Penggunaan compressor portable ini juga bisa digunakan sebagai sumber backup apabila gas setral rumah sakit sedang mengalami trouble. Compressor portable ini memiliki outputan 0 – 4 bar yang dibaca oleh pressure sensor. Compressor portable ini digunakan untuk semua batas umur pasien. Kerja motor compressor portable ini diatur oleh relay. Dan apabila motor mengalami panas berlebih maka fan bekerja untuk mendinginkan udara yang ada di ruang motor compressor. Semua sistem kerja alat diatur oleh mikrokontroler Arduino.

Hasil akhir dari pembuatan alat yang sudah saya buat ini mampu berjalan dengan baik dan menunjukkan akurasi suhu di angka 99,1% dan akurasi tekanan di angka 99,6%.

Kata kunci: Ventilator, Compressor Portable, Arduino, Pressure Sensor, Sensor Suhu.

ABSTRACT

A ventilator is a device used to assist breathing for patients who experience breathing problems. In the use of a ventilator compressed air is needed to mix O₂ so as not to cause dry feeling in the throat. This compressed air will provide a moisture effect so that the patient's throat does not experience dryness.

Inside the hospital, compressed air usually comes from the hospital's central gas. The use of compressed air coming from central gas makes it difficult if there are patients who need respiratory assistance that is far from the central gas center. The use of portable compressed gas or portable compressors allows users to use compressed air anywhere either near the central gas source or the distant gas. The use of this portable compressor can also be used as a backup source if the hospital's gas neutral is experiencing trouble. This portable compressor has an output of 0 - 5 bar which is read by a pressure sensor. This portable compressor is used for all patient age limits. The work of this portable motor compressor is regulated by a relay. And if the motor overheats, the fan works to cool the air in the compressor motor chamber. All working systems are governed by the Arduino microcontroller.

The end result of the making of the tool that I have made is able to run well and shows a temperature accuracy of 99.1% and a pressure accuracy of 99.6%.

Keywords: Ventilator, Portable Compressors, Arduino, Pressure Sensors, Temperature Sensors.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami persembahkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan penyusunan proposal dengan judul “**Medical Compressor Unit**”. Penyusunan proposal ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan di Universitas Widya Husada Semarang Progam Studi D3 Teknik Elektromedik. Mengingat keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan penulisan, proposal ini tidak luput dari kekurangan dan belum sempurna, namun penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya serta bagi semua pihak yang berkenan memanfaatkannya.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam menempuh progam pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang. Halangan dan rintangan tidak mampu penulis hadapai tanpa dukunga, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. dr. Hargianti Dini Iswandari, drg., MM., selaku Rektor Universitas Widya Husada Semarang.
2. Agung Satrio Nugroho Amd.TEM., S.T., M.Eng., selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang.
3. Basuki Rahmat, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir di Universitas Widya Husada Semarang.

4. Seluruh Dosen dan Staf DIII Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang yang telah memberikan materi tambahan dan membantu administrasi dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Kedua orang tua, kakak, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga Karya Tulis Ilmiah ini selesai pada waktunya.
6. Seluruh teman-teman mahasiswa DIII Teknik Elktromedik Universitas Widya Husada Semarang angkatan 2017.
7. Semua pihak yang turut bekerja sama yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semarang, 16 Agustus 2020

M Kurniawan Muntaha

1704053

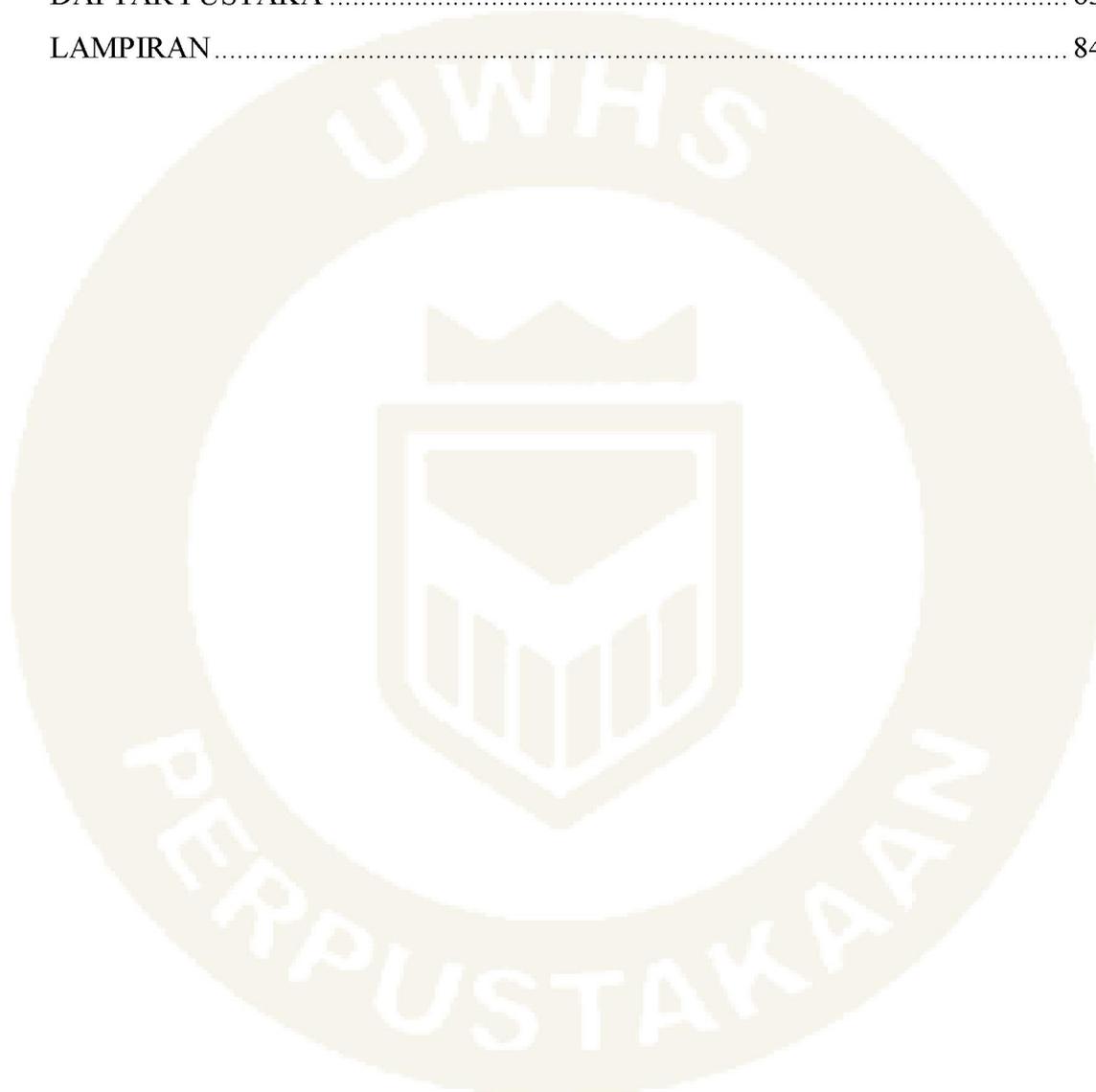
DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PESETUJUAN.....	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Definisi Istilah	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Kompresor	4
2.1.1 Prinsip Kerja Kompresor	5
2.1.2 Jenis – Jenis Kompresor	5
2.1.3 Kelebihan Kompresor Oil Less	7
2.1.4 Kekurangan Kompresor Oil Less	7
2.2 Ventilator	8
2.2.1 Fungsi Ventilator	9
2.2.2 Cara Kerja Ventilator	10
2.2.3 Efek samping pemasangan ventilator	11
2.3 Diode	12
2.3.1 Pengertian Dioda	12
2.3.2 Fungsi Dioda	12
2.3.3 Bagian-Bagian Dioda	13
2.3.4 Prinsip Kerja Dioda Bridge (Bridge Diode)	13

2.4	Transformator (Trafo)	15
2.4.1	<i>Pengertian Transformator</i>	15
2.4.2	<i>Fungsi Transformator</i>	17
2.4.3	<i>Bagian-Bagian Transformator</i>	17
2.4.4	<i>Jenis-Jenis Transformator</i>	18
2.4.5	<i>Prinsip Kerja Transformator</i>	20
2.5	Regulator IC	21
2.5.1.	<i>Jenis-jenis IC Voltage Regulator</i>	22
2.5.2.	<i>Fixed Voltage Regulator (Pengatur Tegangan Tetap)</i>	22
2.6	LCD Liquid Crystal Display	24
2.6.1	<i>Pengertian LCD</i>	24
2.6.2	<i>Bagian-Bagian LCD</i>	25
2.6.3	<i>Prinsip Kerja LCD</i>	27
2.7	Relay Elektromekanik	28
2.7.1	<i>Prinsip Kerja Relay</i>	29
2.7.2	<i>Arti Pole dan Throw pada Relay</i>	31
2.7.3	<i>Fungsi-Fungsi dan Aplikasi Relay</i>	33
2.8	Fan	34
2.9	Sensor	35
2.9.1	<i>Sensor Panas (LM35)</i>	35
2.9.2	<i>Sensor Tekanan (MPX5700DP)</i>	37
2.10	Solenoid Valve Pneumatik	39
2.11	Arduino Uno	40
2.12	Regulator Pneuematic	44
BAB III PERENCANAAN		46
3.1	Blok Diagram	46
3.1.1	<i>Keterangan Masing - Masing Blok Diagram</i>	48
3.1.2	<i>Cara Kerja Blok Diagram</i>	49
3.2	Flow Chart	50
3.2.1	<i>Keterangan Flowchart</i>	51
3.3	Daftar Komponen	52

3.3.1	<i>Daftar Komponen dan Perencanaan Pembuatan Power Suplay pada Alat.....</i>	52
3.3.2	<i>Daftar Komponen dan Perencanaan Pembuatan Rangkaian Modul Relay untuk Motor Kompresor dan Selenoid.</i>	53
3.3.3	<i>Perencanaan Penginputan Data yang Diolah Oleh Arduino</i>	55
3.3.4	<i>Daftar Komponen dan Perancangan Rangkaian Penampilan Data yang Telah Diolah Melalui Tampilan LCD.....</i>	56
3.4	Perancangan Modul.....	57
3.4.1	<i>Langkah-Langkah Pembuatan Modul.....</i>	57
3.4.2	<i>Perancangan Casing Alat.....</i>	58
3.4.3	<i>Perancangan Alat dan Bahan Pembuatan Rangkaian Alat</i>	59
BAB IV PENDATAAN ALAT		61
4.1	Mempersiapkan Peralatan.....	61
4.2	Metode Pengukuran.....	62
4.3	Hasil Pengukuran.....	63
4.4	Hasil Keakurasian.....	65
4.4.1	<i>Keakurasian MPX 1.....</i>	65
4.4.2	<i>Keakurasian MPX 2.....</i>	66
4.4.3	<i>Keakurasian Sensor Suhu</i>	67
4.4.4	<i>Perbandingan Pengukuran Pressure Output dengan Manometer Digital</i>	68
BAB V ANALISI DATA DAN PENGUKURAN		69
5.1.	Rangkaian Keseluruhan Alat.....	69
5.2.	Cara Kerja Rangkaian :.....	70
5.3.	Deskripsi Analisis Data Pengukuran	71
5.3.1	<i>Titik Pengukuran 1 (TP 1)</i>	72
5.3.2	<i>Titik Pengukuran 2 (TP 2)</i>	73
5.3.3	<i>Titik Pengukuran 3 (TP 3)</i>	73
5.3.4	<i>Titik Pengukuran 4a (TP 4a)</i>	74
5.3.5	<i>Titik Pengukuran 4b (TP 4b)</i>	75
5.3.6	<i>Titik Pengukuran 5a (TP 5a)</i>	76
5.3.7	<i>Titik Pengukuran 5b (TP 5b)</i>	77
5.3.8	<i>Titik Pengukuran 5c (TP 5c).....</i>	78

5.3.9	<i>Titik Pengukuran 6 (TP 6)</i>	79
5.3.10	<i>Titik Pengukuran 7 (TP 7)</i>	80
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1.	Kesimpulan	82
6.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	84



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konfigurasi Pin LCD	25
Tabel 2. Data Komponen Mikrokontroler.....	42
Tabel 3. Daftar Komponen Rangkaian Adaptor	53
Tabel 4. Daftar Komponen Modul Relay.....	54
Tabel 5. Daftar Komponen Rangkaian LCD.....	56
Tabel 6. Hasil Pengukuran pada Titik Pengukuran.....	63
Tabel 7. Keakurasian MPX 1	65
Tabel 8. keakurasian MPX 2.....	66
Tabel 9. Perbandingan Keakurasian Sensor Suhu.....	67
Tabel 10. Perbandingan Keakurasian Pessure Out	68
Tabel 11. Akurasi Suhu.....	80
Tabel 12. Akurasi Pressure Bar.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kompresor	4
Gambar 2. Ventilator.....	8
Gambar 3. Diode	12
Gambar 4. Bagian-Bagian Dioda	13
Gambar 5. Prinsip Kerja Dioda.....	14
Gambar 6. Transformtor.....	15
Gambar 7. Bagian-Bagian Transformator.....	17
Gambar 8. Simbol dan Bentuk Fisik Transformator Step Down	18
Gambar 9. Simbol Transformator Non CT	19
Gambar 10. Prinsip Kerja Transformator.....	20
Gambar 11. Regulator IC	21
Gambar 12. Fixed Voltage Regulator	23
Gambar 13. Bentuk Fisik LCD 20x4	24
Gambar 14. Konfigurasi Pin LCD	26
Gambar 15. Bagian Dalam LCD	27
Gambar 16. Relay Elektromekanik	28
Gambar 17. Bagian-Bagian Relay	30
Gambar 18. Relay NO dan NC	31
Gambar 19. Jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw.....	33
Gambar 20. Fan (Kipas pendingin).....	34
Gambar 21. IC LM35	35
Gambar 22. Sensor Tekanan Udara MPX5700DP.....	37
Gambar 23. Selenoid Valve	39
Gambar 24. Arduino Uno.....	40
Gambar 25. Regulator Pneumatik	44
Gambar 26. Blok Diagram	46
Gambar 27. Flow Chart Program	50
Gambar 28. Rangkaian Power suplay	53
Gambar 29. Rangkaian Modul Relay.....	54
Gambar 30. Rangkaian Control Arduino Nano.....	55
Gambar 31. Rangkaian LCD.....	57
Gambar 32. Rangkaian Keseluruhan.....	69

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam riset dibidang kesehatan yang terjadi pada masyarakat kita semakin hari masyarakat kita makin memahami arti dan makna keefisiensi kerja dan efisiensi waktu yang digunakan terutama pada usaha penyembuhan dan perawatan kesehatan.

Hal tersebut jelas menunjukkan pentingnya faktor kecepatan dalam era teknologi maju. Maka inilah saat yang paling baik untuk lebih serius meningkatkan pelayanan kesehatan yang aman, nyaman dan tepat waktu dengan cara mengaplikasikan perkembangan teknologi pada bidang kesehatan. Khususnya untuk menghasilkan alat kesehatan yang berperan pada tingkat kesehatan umum dan secara rutin dapat dipakai untuk perawatan kesehatan setiap hari.

Dalam dunia kesehatan, ventilator digunakan sebagai alat bantu pernafasan pasien yang mengalami gangguan atau kegagalan sistem pernafasan. Fungsi Ventilator ini merupakan jenis alat kompresor untuk ventilator yang bekerja dengan tekanan dan aliran karakteristik unggul. Alat kompresor ini memastikan penggunaan kerjanya konstan, bersih dan kering untuk dikompresi udara menuju ventilator medis. Alat ini dapat digunakan baik sebagai sumber udara primer ataupun sebagai cadangan untuk sistem pipa udara rumah sakit. Dilengkapi dengan 4 roda, alat kompresor ini menjadi

mempermudah pergerakan alat ini dan disertai kunci pada roda agar pada saat digunakan alat ini tidak akan bergerak dan tetap diam.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan proposal ini adalah:

- a. Membuat alat compressor medis yang akan di gunakan pada alat ventilator anestesi yang berfungsi untuk memberikan tekanan AIR eksternal pada alat ventilator.
- b. Pengembangan pada alat sebelumnya.
- c. Menganalisa dan menguji alat.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi pelebaran masalah maka pada proposal ini penulis membatasi masalah pada alat medical kompresor berbasis arduino sebagai berikut :

- a. Medical compressor ini hanya digunakan untuk alat ventilator saja.
- b. Kemampuan tekanan kompresor ini hanya di batas ambang 0-4 bar (Standar Rumah Sakit).

1.4 Definisi Istilah

- a. *Atmosfer* adalah lapisan gas yang melingkupi sebuah planet, termasuk bumi, dari permukaan planet tersebut sampai jauh di luar angkasa.
- b. *Crankshaft* adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertikal/horizontal dari piston menjadi gerak rotasi (putaran).
- c. *Handwheel* adalah alat yang paling sederhana dan digerakkan atau diputar dengan tenaga tangan. Kepala putaran selain sebagai tempat memutar juga berfungsi sebagai beban pemberat agar putaran lebih tahan lama.
- d. *Diafragma* adalah berbentuk seperti lubang yang bisa diatur besar kecilnya.
- e. *Relief valve* adalah jenis katup pengaman yang digunakan untuk mengontrol atau membatasi tekanan pada sebuah sistem.
- f. *Armatur* secara umum adalah kerangka untuk menopang suatu sosok atau sistem dalam melawan gaya berat.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kompresor



Gambar 1. Kompresor

Kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Compressor udara biasanya menghisap udara dari atmosfer/udara bebas. Namun ada pula yang menghisap udara yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini yang saya gunakan adalah compressor bekerja sebagai penguat tekanan udara untuk memampatkan udara yang berada di dalam tabung. Sebaliknya compressor ada yang menghisap udara yang bertekanan lebih rendah yang biasa disebut vacum.

2.1.1 Prinsip Kerja Kompresor

Prinsip kerja kompresor dapat dijelaskan sebagai berikut. Jika torak pompa ditarik ke atas, tekanan di bawah silinder akan turun sampai di bawah tekanan atmosfer sehingga udara akan masuk melalui celah katup hisap yang kendur. Katup terbuat dari kulit lentur, dapat mengembang dan mengendur dan dipasang pada torak. Setelah udara masuk pompa kemudian torak turun kebawah dan menekan udara, sehingga volumenya menjadi kecil.

Tekanan menjadi naik terus sampai melebihi tekanan di dalam tabung, sehingga udara mampat dapat masuk ke dalam tabung melalui selang pneumatic. Karena diisi udara mampat terus-menerus, tekanan di dalam tabung menjadi naik. Proses pemampatan terjadi karena perubahan volume pada udara yaitu menjadi lebih kecil dari kondisi awal.

2.1.2 Jenis – Jenis Kompresor

Klasifikasi kompresor biasanya berdasarkan tekanannya atau cara pemampatan. Dari sistem kerjanya kompresor dibedakan menjadi kompresor kerja tunggal dan kompresor kerja ganda. Kompresor Piston (bolak-balik) terdiri dari 3 jenis yaitu:

a. Kompresor piston kerja tunggal

Kompresor piston kerja tunggal adalah Kompresor piston dengan hanya mempunyai satu silinder, dengan gerakan torak yang bolak balik di dalamnya, kompresor jenis ini menggunakan piston

yang didorong oleh poros engkol (crankshaft) untuk memampatkan udara/gas. Udara akan masuk ke silinder kompresi ketika piston bergerak pada posisi awal dan udara akan keluar saat piston/torak bergerak pada posisi akhir/depan.

b. Kompresor Piston Kerja Ganda

Kompresor piston dengan mempunyai jumlah silinder lebih dari satu, beroperasi sama persis dengan kerja tunggal, hanya saja yang menjadi perbedaan adalah pada kompresor kerja ganda, silinder kompresi memiliki port inlet dan outlet pada kedua sisinya. Sehingga meningkatkan kinerja kompresor dan menghasilkan udara bertekanan yang lebih tinggi dari pada kerja tunggal.

c. Kompresor Diafragma

Kompresor diafragma adalah jenis klasik dari kompresor piston, dan mempunyai kesamaan dengan kompresor piston, hanya yang membedakan adalah jika pada kompresor piston menggunakan piston untuk memampatkan udara, pada kompresor diafragma menggunakan membran fleksible atau diafragma.

Kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya adalah mengubah gerakan bolak-balik torak/piston. Gerakan ini diperoleh dengan menggunakan poros engkol dan batang penggerak yang menghasilkan gerak bolak-balik pada torak. Gerakan torak akan menghisap udara ke dalam silinder dan memampatkannya. Langkah kerja kompresor torak hampir sama dengan konsep kerja motor torak.

2.1.3 Kelebihan Kompresor Oil Less

Berikut ini adalah rangkuman dari kelebihan kompresor oil less:

- a. Suara yang tidak berisik, membuatnya cocok digunakan dimanapun dan kapanpun.
- b. Pengisian udara yang cukup cepat juga membuat kompresor ini lebih efisien di gunakan dalam bidang kesehatan.
- c. Angin yang dihasilkan bersih dan tidak berbau karena kompresor ini tidak menggunakan oli.
- d. Ukurannya yang tidak terlalu besar memudahkannya untuk dipindah-pindah dan dibawa kemana-mana.

2.1.4 Kekurangan Kompresor Oil Less

Berikut ini adalah rangkuman kekurangan dari kompresor oil less:

- a. Lebih cepat panas, karena piston bergerak tanpa pelumas. Sudah pasti mesin akan cepat panas. Lebih di sarankan untuk memberi tambahan kipas pendingin.
- b. Ukuran tanki kecil, maka kompresor ini akan sering bekerja atau menyala

2.2 Ventilator



Gambar 2. Ventilator

Ventilator adalah peralatan elektrik dan memerlukan sumber listrik. Beberapa ventilator, menyediakan back up baterai, namun baterai tidak di desain untuk pemakaian jangka lama. Ventilator adalah suatu metode penunjang/bantuan hidup (*life - support*); sebab jika ventilator berhenti bekerja maka pasien akan meninggal. Oleh sebab itu harus tersedia manual resusitasi seperti ambu bag di samping tempat tidur pasien yang memakai ventilator, karena jika ventilator stop dapat langsung dilakukan manual ventilasi. Ketika ventilator dihidupkan, ventilator akan melakukan self-test untuk memastikan apakah ventilator bekerja dengan baik. Tubing ventilator harus diganti setiap 24 jam dan biarkan ventilator melakukan self-test lagi. Filter bakteri dan water trap harus di periksa terhadap sumbatan, dan harus tetap kering. Namun perlu diingat bahwa penanbahan filter dapat meningkatkan jarak kematian (*dead space*). [1]

Ventilator ini membutuhkan tekanan udara air dan tekanan gas oxygen, tekanan oxygen biasanya disuplay dari gas sentral yang berada di suatu ruangan tertentu dan tekanan udara air dapat disuplay melalui external dari kompresor dan central ataupun internal dari alat ventilator. Tekanan gas oxygen dan udara air pada ventilator ini umumnya digunakan pada angka 4 Bar, sesuai standart pada rumah sakit. [2]

2.2.1. Fungsi Ventilator

Ventilator berfungsi sebagai alat bantu pernapasan. Melansir Healthline, alat ini dapat digunakan bayi, anak-anak, orang dewasa, sampai kaum lansia. Beberapa kondisi medis memerlukan ventilator, antara lain:

- a. Selama operasi: ventilator membantu pasien bernapas dengan normal saat dibius
- b. Pemulihan setelah operasi: beberapa pasien membutuhkan ventilator untuk bernapas setelah operasi
- c. Sesak napas: ventilator dapat membantu pasien saat kesulitan bernapas secara normal

Pasien juga memerlukan ventilator saat menderita penyakit atau dalam kondisi berikut:

- a. Koma atau tidak sadarkan diri
- b. Cedera otak
- c. Paru-paru kolaps
- d. Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)
- e. Overdosis obat

- f. Sindrom guillain-barre
- g. Infeksi paru-paru
- h. Myasthenia gravis
- i. Pneumonia
- j. Paru-paru prematur pada bayi
- k. Cedera tulang belakang bagian atas
- l. Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS)
- m. Infeksi virus corona (Covid-19)

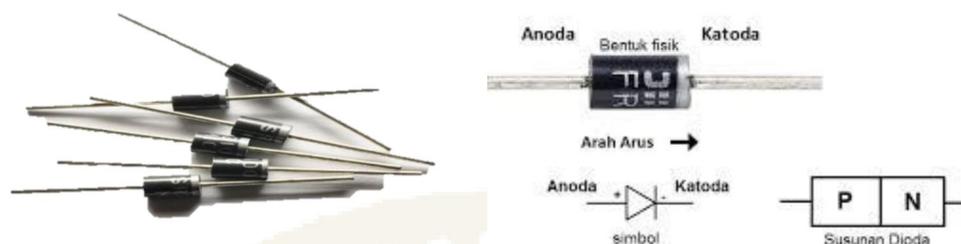
2.2.2. Cara Kerja Ventilator

Ventilator digunakan untuk mengalirkan oksigen ke paru-paru dan tubuh. Selain itu, ventilator juga membantu mengeluarkan karbondioksida dari dalam tubuh. Ventilator dipasang dengan menghubungkan mesin ke saluran pernapasan seseorang lewat selang sirkuit ventilator. Selang ini dipasang melalui mulut, hidung, atau lewat lubang yang dibuat di bagian depan leher pasien. Setelah terpasang, alat ventilator akan memompa udara dan menyalurkan oksigen ke paru-paru. Pasokan oksigen dari mesin ini dapat membantu pasien bernapas secara normal. Pemasangan ventilator membutuhkan kemampuan khusus oleh tenaga medis berpengalaman.

2.2.3. Efek samping pemasangan ventilator

Walaupun ventilator membantu pasien yang kesulitan bernapas, penggunaan ventilator juga memiliki efek samping. Terutama saat alat ventilator dipasang dalam jangka panjang. Risiko utama penggunaan ventilator adalah infeksi. Tabung pernapasan dapat membuat masuk kuman ke paru-paru, mulut, atau hidung serta meningkatkan risiko pneumonia dan sinus. Proses pemasangan selang ventilator juga bisa mengiritasi tenggorokan atau paru-paru. Kondisi ini dapat membuat seseorang kesulitan untuk batuk. Padahal, batuk dapat menyingkirkan debu dan alergen dari paru-paru. Penggunaan ventilator juga dapat membuat seseorang mengalami kesulitan berbicara, karena pemasangan selang ventilator melewati laring (kotak suara) berisi pita suara. Efek samping pemasangan ventilator lainnya juga dapat menyebabkan kerusakan paru-paru karena terlalu banyak tekanan udara sampai terlalu banyak oksigen.

2.3 Diode



Gambar 3. Diode

2.3.1. Pengertian Diode

Diode merupakan komponen elektronika yang terbuat dari penyambungan bahan semikonduktor P dan N. Bahan semikonduktor bersifat tidak sebagai penghantar (konduktor) dan juga tidak sebagai penyekat (isolator). Semikonduktor bersifat sebagai penyearah sehingga diode berfungsi untuk menyearahkan sinyal listrik.

Diode termasuk dalam komponen aktif. Komponen aktif adalah komponen yang dapat menguatkan dan menyearahkan sinyal arus listrik, serta mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Diode bekerja dalam forward voltage, mengalirkan arus listrik satu arah yaitu dari anoda ke katoda dan tidak bisa mengalirkan arus listrik dari katoda ke anoda.

2.3.2. Fungsi Diode

Fungsi dari diode yaitu sebagai berikut :

- a. Sebagai penyearah tegangan.
- b. Sebagai pengamanan pada rangkaian elektronika.

2.3.3. *Bagian-Bagian Dioda*



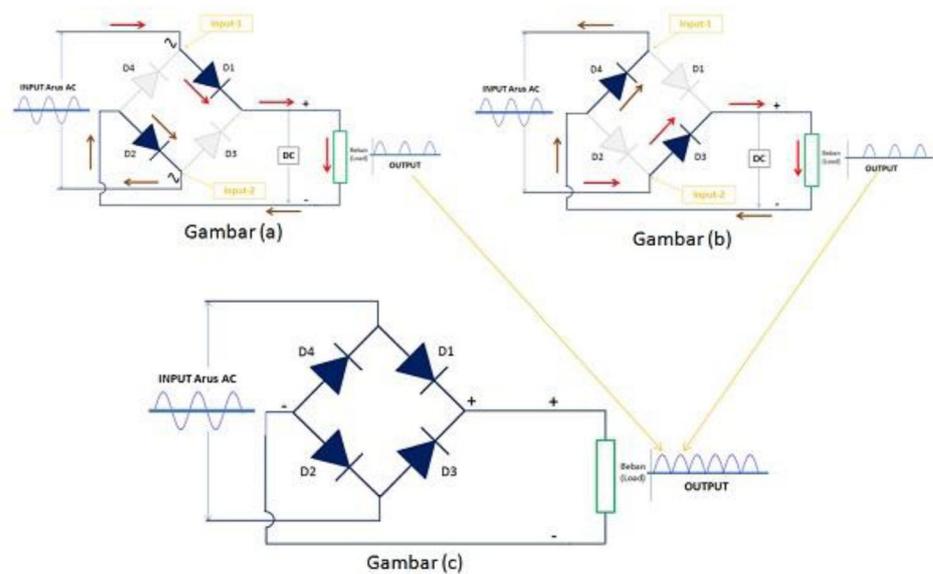
Gambar 4. Bagian-Bagian Dioda

Bagian-bagian dioda sebagai berikut :

- a. Kaki Anoda : Kaki dioda yang bermuatan positif (+).
- b. Kaki Katoda : Kaki dioda yang bermuatan negatif (-).
- c. Garis Putih : Sebagai garis penanda kaki anoda dan kaki katoda,
- d. Garis putih ini menandakan yang dekat dengan kaki katoda (-).

2.3.4. *Prinsip Kerja Dioda Bridge (Bridge Diode)*

Prinsip Kerja Dioda Bridge pada dasarnya sama dengan 4 buah dioda penyearah biasa yang disusun dalam rangkaian jembatan. Cara kerjanya pun sama dengan cara kerja Penyearah Gelombang Penuh (Full Wave Rectifier). Untuk lebih jelas mengenai cara kerja bridge diode, kita dapat melihat gambar dibawah ini :



Gambar 5. Prinsip Kerja Dioda

Seperti yang kita lihat pada gambar diatas, keempat Dioda yang diberi label D1, D2, D3 dan D4 disusun secara “seri berpasangan” dengan hanya dua dioda saja yang melewatkan arus satu sisi sinyal atau arus setengah siklus gelombang (*half cycle*). Pada saat sisi sinyal positif (+) diberikan ke Input-1 dan sinyal negatif (-) diberikan ke Input-2 Dioda bridge, rangkaian internal D1 dan D2 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewatkan sinyal positif tersebut, sedangkan D3 dan D4 akan berada dalam kondisi Reverse Bias yang menghambat sinyal sisi negatifnya (lihat gambar (a) diatas). Kemudian pada saat sinyal berubah menjadi sinyal negatif (-) yang diberikan ke Input-1 dan sinyal positif (+) ke Input-2 Dioda bridge maka D3 dan D4 akan berubah juga menjadi kondisi Forward Bias yang melewatkan sedangkan D1 dan D2-nya menjadi reverse bias yang menghambat sinyal sisi negatif (lihat gambar (b) diatas). Hasil dari Penyearah

gelombang penuh adalah seperti yang dapat kita lihat di gambar (c) diatas.

Tegangan output dari penyearah gelombang penuh dapat dihitung nilainya dengan menggunakan rumus : $V_{\max} \times 0.637$. persamaan dari rumus tersebut yaitu:

$$V_{DC} = \frac{2 \times V_{\max}}{\pi} = 0.637 \times V_{\max} = 0.9 \times V_{rms} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

V_{DC} : Tegangan output DC

V_{\max} : Tegangan puncak dari satu dioda penyearah. (V_{in} – tegangan drop dioda) x 100%.

V_{rms} : Nilai rata-rata tegangan DC yang dihasilkan ($0.707 \times V_{\max}$).



2.4 Transformator (Trafo)

Gambar 6. Transformtor

2.4.1 Pengertian Transformator

Transformator atau biasa disebut dengan trafo adalah sebuah alat elektromagnet yang dapat mengubah suatu tingkatan tegangan bolak – balik ke tingkat lain. Trafo bekerja berdasarkan prinsip Induksi

Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).

Cara kerja trafo tergantung pada koefisien induksi bolak balik antara dua kumparan yang dihubungkan secara magnetis dimana tegangan sumber dihubungkan pada gulungan primer dan gulungan sekunder dihubungkan ke beban. [3]

Berikut ini merupakan rumusnya :

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

N_p = Jumlah Lilitan Gulungan Primer

N_s = Jumlah Lilitan Gulungan Sekunder

V_p = Tegangan Sumber / Tegangan Primer

V_s = Tegangan Sekunder

I_s = Arus Pada Kumparan Sekunder

I_p = Arus Pada Kumparan Primer

Selain rumus di atas, terdapat juga rumus efisiensi transformator. Efisiensi transformator adalah perbandingan antara daya primer dengan daya sekunder. Simbol efisiensi transformator dinamakan dengan “Eta”. Ketika transformator sedang bekerja maka akan menimbulkan panas, jika terjadi panas maka ada energi yang hilang dan kemudian menjadi energi kalor atau panas. Dalam kehidupan sehari-hari, sangat jarang trafo yang memiliki efisiensi 100%.

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

η : Efisiensi Trafo

P_s : Daya Listrik Kumputan Sekunder

P_p : Daya Listrik Kumputan Primer

2.4.2 Fungsi Transformator

Trafo berfungsi sebagai mengubah tegangan (Bolak-balik/AC) ke bentuk tegangan lainnya (Searah/DC). Berdasarkan jenisnya, fungsi trafo untuk menaikkan tegangan primer atau menurunkan tegangan primer.

2.4.3 Bagian-Bagian Transformator



Gambar 7. Bagian-Bagian Transformator

Bagian bagian dari transformator yaitu :

a. Inti Besi

Inti besi terbuat dari lapisan plat dinamo yang disusun berlapis-lapis. Inti besi yang disusun secara berlapis-lapis digunakan untuk mempermudah jalannya fluks magnet dan juga berguna untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan.

b. Kumbaran Primer

Kumbaran primer merupakan lilitan pertama yang dialiri oleh arus listrik bolak-balik (AC).

c. Kumbaran Sekunder

Kumbaran sekunder merupakan lilitan yang dihubungkan ke beban sebagai hasil dari pelimpahan daya dan tegangan dari kumbaran primer.

2.4.4 Jenis-Jenis Transformator

1. Transformator Step Down

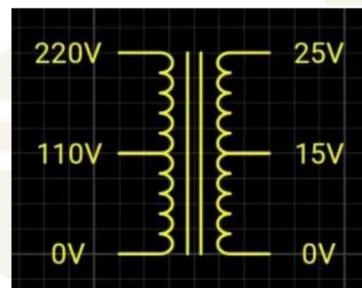
Transformator step down berfungsi untuk menurunkan tegangan. Transformator step down memiliki jumlah lilitan sekunder (N_s) yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah lilitan primer (N_p), memiliki tegangan sekunder (V_s) yang lebih rendah dibandingkan dengan tegangan primer (V_p), dan memiliki kuat arus sekunder (I_s) yang lebih besar dibandingkan dengan kuat arus primer (I_p). Dibawah ini merupakan gambar transformator step down.



Gambar 8. Simbol dan Bentuk Fisik Transformator Step Down

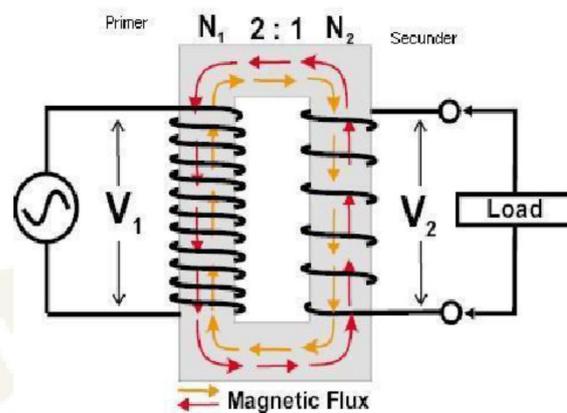
Jenis transformator step down ini yaitu trafo non CT yaitu sebagai berikut:

Transformator Non CT Digunakan pada power supply yang hanya membutuhkan kabel outputan positif dan negatif, Mempunyai jumlah lilitan setengah dari lilitan transformator CT Pada rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan sistem jembatan dioda (menggunakan 4 buah dioda) dan Pada badan trafo tidak terdapat tulisan CT.



Gambar 9. Simbol Transformator Non CT

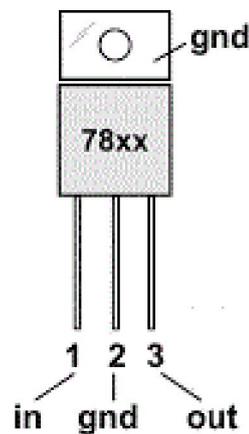
2.4.5 Prinsip Kerja Transformator



Gambar 10. Prinsip Kerja Transformator

Transformator yang umumnya digunakan adalah transformator yang memiliki dua kumparan dan inti besi. Dua kumparan ini dililitkan mengelilingi inti besi. Lilitan pertama yang dialiri arus listrik bolak-balik (AC) disebut dengan kumparan primer. Prinsip kerjanya adalah pada saat pada saat kumparan primer dialiri oleh arus AC, inti besi akan berubah menjadi medan magnet (Fluks Magnet). Medan magnet ini kemudian akan menginduksi Gaya Gerak Listrik (GGL) yang ada didalam lilitan sekunder dan kemudian terjadilah pelimpahan daya dari lilitan primer ke lilitan sekunder. Proses tersebut juga akan mengakibatkan perubahan tegangan listrik pada lilitan sekunder. Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan tergantung pada jumlah lilitan yang ada pada lilitan sekunder.

2.5 Regulator IC



Gambar 11. Regulator IC

Jenis-jenis IC Voltage Regulator (IC Pengatur Tegangan) – Voltage Regulator atau Pengatur Tegangan adalah salah satu rangkaian yang sering dipakai dalam peralatan Elektronika. Fungsi Voltage Regulator adalah untuk mempertahankan atau memastikan Tegangan pada level tertentu secara otomatis. Artinya, Tegangan Output (Keluaran) DC pada Voltage Regulator tidak dipengaruhi oleh perubahan Tegangan Input (Masukan), Beban pada Output dan juga Suhu. Tegangan Stabil yang bebas dari segala gangguan seperti noise ataupun fluktuasi (naik turun) sangat dibutuhkan untuk mengoperasikan peralatan Elektronika terutama pada peralatan elektronika yang sifatnya digital seperti *Mikro Controller* ataupun *Mikro Prosesor*. [4]

Regulator adalah rangkaian pembangkit tegangan yang merupakan rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya memberikan supply tegangan pada alat pengendali. Rangkaian catu daya mendapatkan sumber tegangan dari PLN

sebesar 220V AC. Tegangan 220V AC ini kemudian diturunkan menjadi 12V AC melalui trafo penurun tegangan.

2.5.1. Jenis-jenis IC Voltage Regulator

Terdapat beberapa cara pengelompokan Pengatur Tegangan yang berbentuk IC (*Integrated Circuit*), diantaranya adalah berdasarkan Jumlah Terminal (3 Terminal dan 5 Terminal), berdasarkan Linear Voltage Regular dan Switching Voltage Regulator. Sedangkan cara pengelompokan yang ketiga adalah dengan menggolongkannya menjadi 3 jenis yakni Fixed Voltage Regulator, *Adjustable* Voltage Regulator dan *Switching* Voltage Regulator.

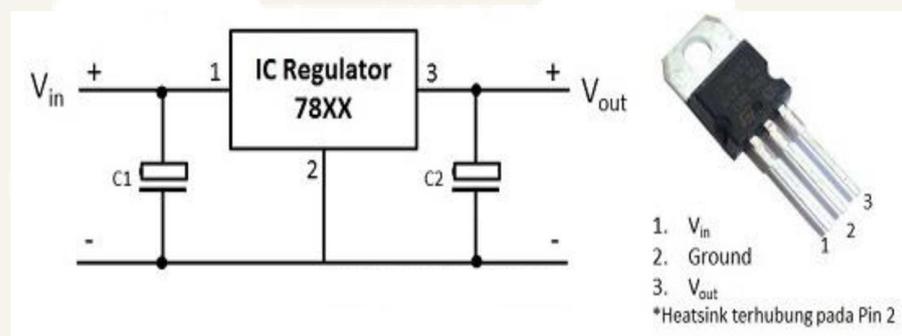
2.5.2. Fixed Voltage Regulator (Pengatur Tegangan Tetap)

IC jenis Pengatur Tegangan Tetap (*Fixed Voltage Regulator*) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (*di-adjust*) sesuai dengan keinginan Rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga Tegangan DC yang diatur juga Tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC Voltage Regulator 7805, maka Output Tegangan DC-nya juga hanya 5 Volt DC. Terdapat 2 jenis Pengatur Tegangan Tetap yaitu Positive Voltage Regulator dan Negative Voltage Regulator.

Jenis IC Voltage Regulator yang paling sering ditemukan di Pasaran adalah tipe 78XX. Tanda XX dibelakangnya adalah Kode Angka yang menunjukkan Tegangan Output DC pada IC Voltage Regulator tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812 dan lain sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis Positive Voltage Regulator.

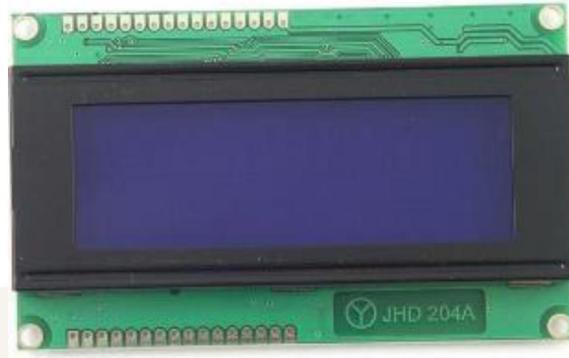
IC yang berjenis Negative Voltage Regulator memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis Positive Voltage Regulator, yang membedakannya hanya polaritas pada Tegangan Outputnya. Contoh IC jenis Negative Voltage Regulator diantaranya adalah 7905, 7912 atau IC Voltage Regulator berawalan kode 79XX. IC Fixed Voltage Regulator juga dikategorikan sebagai IC Linear Voltage Regulator.

Dibawah ini adalah Rangkaian Dasar untuk IC LM78XX beserta bentuk Komponennya (*Fixed Voltage Regulator*).



Gambar 12. Fixed Voltage Regulator

2.6 LCD Liquid Crystal Display



Gambar 13. Bentuk Fisik LCD 20x4

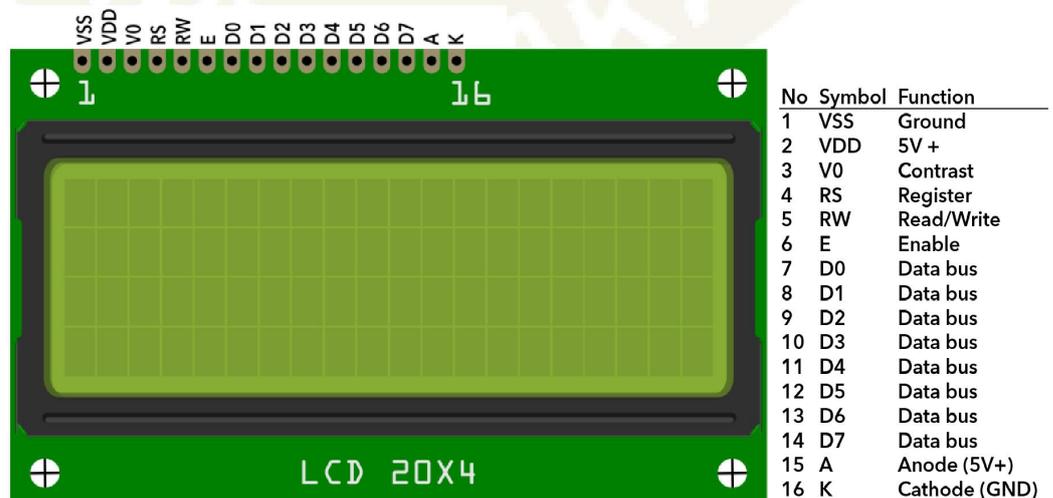
2.6.1 Pengertian LCD

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Cristal Display* adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari *back-light*. Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Material LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. [5]

Tabel 1. Konfigurasi Pin LCD

No	Pin	Deskripsi
1	GND	0V DC
2	VCC	5V DV
3	VEE	Tegangan kontras karakter LCD
4	RS	Resister select, 0 = input intruksi ; 1 = input data
5	R/W	1 = read ; 0 = write
6	En	Enable clock
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7
15	Anoda	Tegangan positif backlight
16	Katoda	Tegangan negatif backlight

2.6.2 Bagian-Bagian LCD



Gambar 14. Konfigurasi Pin LCD

Bagian utama dari LCD yaitu :

a. Backlight

Backlight pada umumnya berwarna putih. Backlight yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada kristal cair (*Liquid Crystal*) sehingga menghasilkan warna pada LCD yang akan membentuk angka, huruf, grafik sesuai dengan yang diinginkan.

b. Liquid Crystal

Liquid crystal adalah cairan organik yang berada diantara 2 lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. Kristal cair akan menyaring cahaya dari backlight yang diterima dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut kristal cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya *backlight* yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya.



Gambar 15. Bagian Dalam LCD

2.6.3 Prinsip Kerja LCD

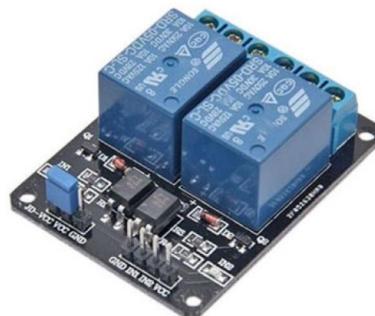
Prinsip kerja dari LCD yaitu ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

LCD (Liquid Crystal Display) adalah modul penampil yang banyak digunakan *mikrokontroler*. LCD yang digunakan pada tugas akhir ini ialah LCD JHD 204A. LCD JHD 204A merupakan modul LCD dengan tampilan 20x4 (20 kolom x 4 baris) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler KS0066 buatan Samsung yang berfungsi sebagai pengendali LCD memiliki CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*), dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*). DDRAM memori untuk mengatur tempat penyimpanan karakter tersebut. Alamat awal karakter 00H dan alamat akhir 39H, alamat awal di baris kedua dimulai dari 40H. Jika ingin meletakkan suatu karakter pada baris ke-2 kolom pertama, maka harus diset pada alamat 40H. Meskipun LCD yang

digunakan 16x2 atau 20x4, atau bahkan 40x2, maka penulisan programnya sama. CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter, dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. Namun, memori akan hilang saat power supply tidak aktif sehingga pola karakter akan hilang.

Perlu diketahui, driver (pengendali) LCD seperti JHD 204A memiliki dua register yang aksesnya diatur menggunakan pin RS. Pada saat RS berlogika 0, register yang diakses adalah perintah, sedangkan pada saat RS berlogika 1, register yang diakses adalah register data. Agar dapat mengaktifkan LCD, proses inialisasi harus dilakukan dengan cara mengeset bit RS dan meng-clear-kan bit. Dengan delay (waktu tunda) minimal 15 ms. Kemudian mengirimkan data 30H dan ditunda lagi selama 5 ms. Proses ini harus dilakukan tiga kali, lalu mengirim inisial 20H dan *interface data length* dengan lebar 4 bit saja (28H). Setelah itu display dimatikan (08H) dan di-clear-kan (01H). Selanjutnya dilakukan pengesetan display dan cursor, serta blinking apakah ON atau OFF.

2.7 Relay Elektromekanik



Gambar 16. Relay Elektromekanik

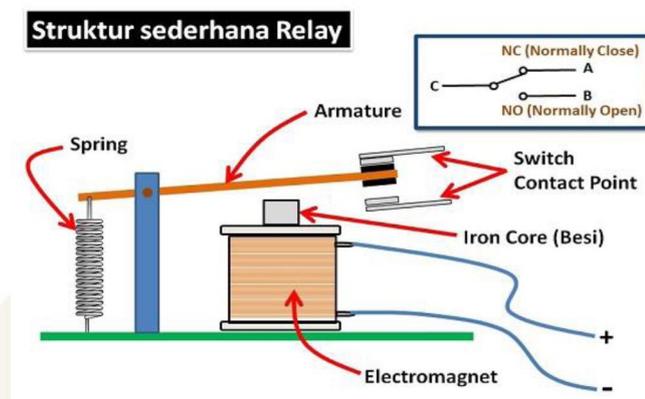
Relay adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penggerak kontaktor untuk menghubungkan suatu rangkaian dengan rangkaian lain. Relay bekerja dengan memanfaatkan sifat elektromagnetik yang terjadi pada suatu kumparan ketika dialiri arus, berdasarkan prinsip induksi magnetik. Relay elektromekanik arus DC terdiri atas sebuah kumparan induksi dan sebuah armatur inti besi. Prinsip sederhana dari relay jenis ini adalah apabila kumparan atau induktor dialiri arus dengan tegangan tertentu maka armatur inti besi akan di tarik oleh medan magnet yang dibangkitkan oleh kumparan tersebut. Dan inti besi tersebut biasanya di hubungkan dengan kontaktor – kontaktor sehingga apabila kontaktor tersebut ditarik oleh inti besi, maka kontaktor tersebut akan dihubungkan dengan kontaktor lainnya, kontaktor seperti ini disebut kontaktor NO (*Normaly Open*), atau sebaliknya jika inti besi menarik sebuah kontaktor maka kontaktor tersebut akan terlepas hubungannya dengan kontaktor lainnya, kontaktor jenis ini disebut kontaktor NC (*Normaly Close*).

2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

- a. Electromagnet (Coil)
- b. Armature
- c. Switch Contact Point (Saklar)
- d. Spring

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



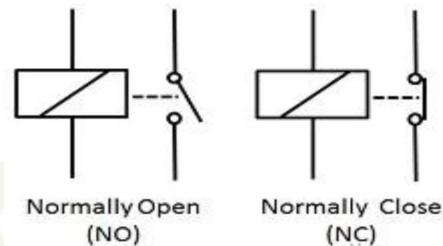
Gambar 17. Bagian-Bagian Relay

Berdasarkan gambar di atas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- a. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)

- b. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).



Gambar 18. Relay NO dan NC

2.7.2 Arti Pole dan Throw pada Relay

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw:

- a. *Pole* : Banyaknya Kontak (Contact) yang dimiliki oleh sebuah relay.
- b. *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (Contact).

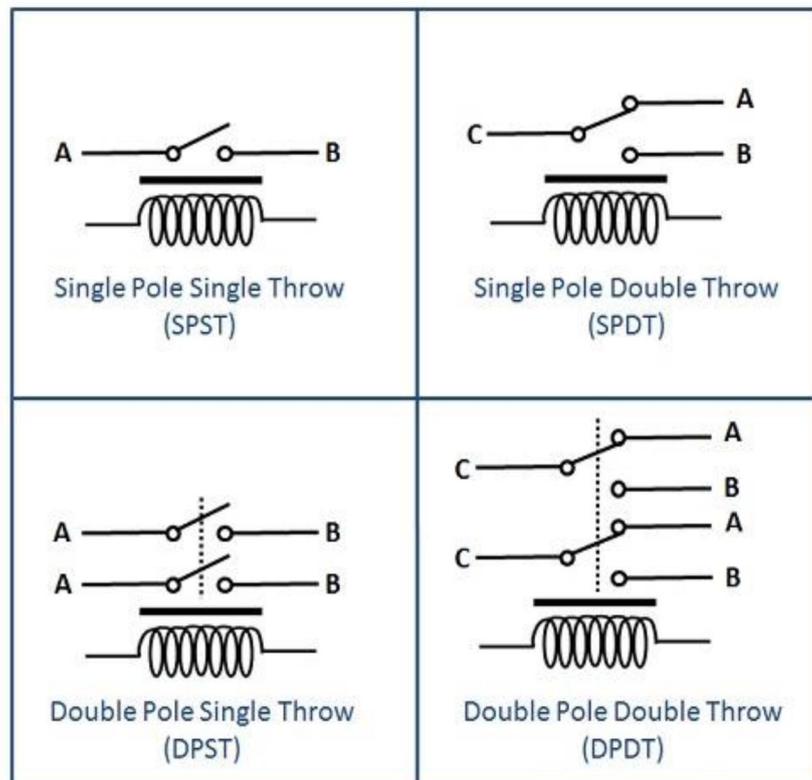
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- a. Single Pole Single Throw (SPST) : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.

- b. Single Pole Double Throw (SPDT) : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- c. Double Pole Single Throw (DPST) : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- d. Double Pole Double Throw (DPDT) : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay diatas, terdapat juga Relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. Untuk lebih jelas mengenai Penggolongan Relay berdasarkan Jumlah Pole dan Throw, silakan lihat gambar dibawah ini:

Jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw.



Gambar 19. Jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw

2.7.3 Fungsi-Fungsi dan Aplikasi Relay

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

- Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
- Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
- Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.

- d. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

2.8 Fan



Gambar 20. Fan (Kipas pendingin)

Dalam kipas angin terdapat motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Kumparan besi di dalam motor listrik yang terletak pada bagian yang bergerak beserta sepasang pipih berbentuk magnet U pada bagian yang diam. Adanya listrik yang mengalir pada lilitan kawat di dalam kumparan besi membuat kumparan besi tadi menjadi sebuah magnet. Karena sifat magnet yang saling tolak menolak pada kedua kutubnya maka gaya tolak menolak magnet antara kumparan besi di dalam motor listrik dan sepasang magnet tersebut membuat gaya berputar secara periodik pada kumparan besi tersebut. Oleh karena baling-baling kipas angin dikaitkan ke poros kumparan tersebut. Ada penambahan tegangan listrik pada kumparan besi dan menjadi gaya kemagnetan yang ditujukan untuk memperbesar hembusan angin pada kipas angin. Cara kerja kipas angin adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi

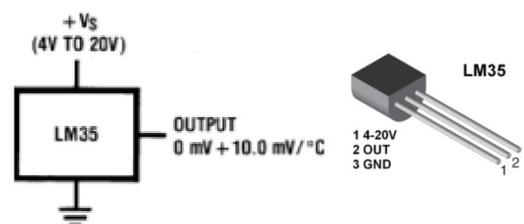
energi gerak. Dengan menggunakan motor listrik yang berguna untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Dalam motor listrik tersebut, ada kumparan besi yang bergerak dan sepasang magnet U pada bagian yang diam. Saat listrik mengalir pada lilitan kawat dalam kumparan besi, peristiwa ini mengubah kumparan besi menjadi magnet.

Magnet tersebut menghasilkan gaya berputar secara periodik pada kumparan besi, Hal ini disebabkan oleh sifat magnet yang saling tolak menolak pada kedua kutubnya, sehingga gaya tolak menolak magnet antara sepasang magnet dan kumparan besi membuat gaya berputar.

2.9 Sensor

2.9.1 Sensor Panas (LM35)

IC LM35 sebagai sensor suhu, merupakan salah satu jenis komponen yang digunakan untuk mengubah suatu parameter yang sedang diukur ke parameter lainnya, misalnya suhu ke tegangan. Dengan memanfaatkan perubahan tahanan yang mengalir pada IC LM35 sehingga arus yang mengalir mengikuti kenaikan suhu, dan suhu yang diukur dalam derajat celcius. Ini berarti bahwa kalau suhu 0°C tegangan keluar 0mV . [6]



Gambar 21. IC LM35

IC LM35 ini dapat beroperasi pada temperature range antara -55⁰C sampai 150⁰C, sedangkan catu daya yang dibutuhkan pada IC LM35 adalah 4V – 20V. Sehingga IC ini dapat diaplikasikan bersama piranti digital maupun piranti analog. IC LM35 mempunyai perubahan keluaran 10mV per 1⁰C. yang artinya bahwa setiap perubahan suhu ruangan sebesar 1⁰C akan menghasilkan perubahan tegangan pada keluaran IC LM35 sebesar 10mV, sebagai contoh jika pada ruangan sebesar 30⁰C maka keluaran IC LM35 terdapat tegangan sebesar 300 mV.

IC LM35 memiliki kecermatan 0,4⁰C dan dapat bekerja dengan syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Bekerja pada suhu ruangan $\pm 25^{\circ}\text{C}$.
- b. Kabel penghubung LM35 dengan komponen lain memiliki tahanan tidak boleh lebih kecil dari 25 k Ω .

Berikut ini merupakan fitur dari LM35 yaitu :

- a. Dikalibrasi dalam celcius
- b. Memiliki ketetapan kalibrasi 0.5⁰C pada suhu 25⁰C
- c. Jangkauan operasi suhu -55⁰C – 150⁰C
- d. Bekerja pada tegangan 4 – 30 Volt
- e. Arus kurang dari 60 μA

2.9.2 Sensor Tekanan (MPX5700DP)



Gambar 22. Sensor Tekanan Udara MPX5700DP

Sensor tekanan diciptakan untuk mengukur tekanan suatu zat yang memiliki tekanan sangat kecil sehingga sulit untuk diukur apabila menggunakan alat pengukur biasa. Dalam pelajaran Science, kita mengenal adanya alat pengukur untuk suatu benda. Seperti contoh thermometer sebagai alat untuk mengukur suhu, anemometer untuk mengukur kecepatan angin dan speedometer untuk mengukur kecepatan suatu benda. Tekanan yang dilambangkan dalam huruf (p) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya, yang dilambangkan dengan (F) persatuan luas, yang dilambangkan dengan (A). Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan atau tekanan dari unsur zat yaitu berupa cairan dan gas. Fungsi dari sensor tekanan sebenarnya adalah untuk mengubah tekanan menjadi induktansi.

Sensor tekanan mempunyai prinsip kerja yang sedikit rumit. Pertama, perubahan tekanan pada kantong menyebabkan perubahan

posisi inti kumparan sehingga menyebabkan perubahan induksi magnetic pada kumparan. Kumparan yang digunakan adalah kumparan CT (*center tap*). Dengan demikian, apabila inti mengalami pergeseran, maka induktansi pada salah satu kumparan bertambah, namun menyebabkan kumparan yang lain berkurang. Untuk mengukur tekanan statis atau tinggi suatu cairan dapat ditentukan dengan rumus ($P = d \cdot g \cdot h$). Untuk keterangannya,

(P) adalah tekanan statis (pascal) sementara

(d) adalah kepadatan cairan (kg/m^3), lalu

(g) adalah konstanta gravitasi ($9,81 \text{ m}/\text{s}^2$) dan

(h) adalah tinggi cairan.

Prinsip kerja dari sensor tekanan itu sendiri adalah mengubah tegangan mekanik menjadi listrik. Kurang ketegangan didasarkan pada prinsip bahwa tahanan pengantar berubah dengan panjang dan luas penampang. Daya yang diberikan pada kawat itu sendiri menyebabkan kawat menjadi bengkok. Sehingga menyebabkan ukuran kawat berubah dan mengubah ketahanannya. Ada beberapa fungsi lain dari sensor tekanan. Aplikasi sensor tekanan adalah sebagai pemantau cuaca yang sering berubah-ubah. Digunakan dipesawat terbang untuk mengukur tekanan angin yang berada di dalam band pesawat terbang, lalu yang terakhir adalah pengukur tekanan udara pada ruangan tertutup. Tiga fungsi ini adalah fungsi umum dari sensor tekanan yang sering ditemui oleh masyarakat namun masyarakat belum mengetahui cara kerja dari pengukur tekanan tersebut.

2.10 Solenoid Valve Pneumatik



Gambar 23. Solenoid Valve

Solenoid valve pneumatik adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoid mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*.

Lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (*service unit*), sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*, dan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja.

Solenoid valve adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam fluidics. Tugas dari *solenoid valve* adalah untuk mematikan, *release*, *dose*, *distribute* atau *mix fluids*. *Solenoid Valve* banyak sekali jenis dan macamnya tergantung type dan penggunaannya, namun berdasarkan modelnya

solenoid valve dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu *solenoid valve single coil* dan *solenoid valve double coil* keduanya mempunyai cara kerja yang sama.

2.11 Arduino Uno



Gambar 24. Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega 328. *Board* ini memiliki 14 digital *input* / output *pin* (dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik dan tombol reset. *Pin – pin* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tekanan bisa didapat dari adaptor AC – DC atau baterai untuk menggunakannya. *Arduino Uno R3* berbeda dengan semua *board* sebelumnya karena *Arduino Uno R3* ini tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial. Melainkan menggunakan fitur dari ATmega 16U2 yang diprogram sebagai konverter *USB-to-serial*. [7]

Board Arduino Uno memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut :

- a. pinout : menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino karena beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
- b. Sirkuit reset
- c. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai konverter USB-to-serial.

Tabel 2. Data Komponen Mikrokontroler

Mikrokontroler	ATMega328P
Tegangan Sumber	5 Volt
Input Tegangan (Rekomendasi)	7 – 12 Volt
Input Tegangan (Batas)	6 – 20 Volt
Pin I/O Digital	14 (6 PWM Output)
Pin Digital I/O PWM	6
Pin Input Analog	6
Arus DC Per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3,3V	50 mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
ClockSpeed	16 MHz
Panjang	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 g

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*non-USB*) daya dapat berupa baik AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkan *plug* pusat – positif 2.1mm ke dalam *board* colokan listrik. Sedangkan untuk baterai dapat dihubungkan kedalam *header pin* GND dan Vin dari konektor Power. *Board* dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 – 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, *pin* 5V dapat menyeluplai kurang dari 5 volt dan

board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7V – 12V. Selain itu, beberapa *pin* memiliki fungsi khusus :

- a. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data TTL serial. *Pin* ini terhubung ke *pin* yang sesuai dari *chip* ATmega8U2 *USB-to-Serial* TTL.
- b. Eksternal Interupsi : 2 dan 3. *Pin* ini dapat dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat *attachInterrupt()* fungsi untuk rincian.
- c. PWM : 3,5,6,9,10, dan 11. Menyediakan 8-bit *output* PWM dengan *analogWrite()* fungsi.
- d. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). *Pin* ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI.
- e. LED : 13. Ada built-in LED terhubung ke *pin* digital 13. Ketika *pin* adalah nilai TINGGI. LED menyala, ketika *pin* adalah RENDAH, itu off.

Arduino Uno R3 memiliki 6 *input* analog diberi label A0 sampai A5, masing – masing menyediakan 10-bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default sistem mengukur dari ground sampai 5 volt, meskipun mungkin untuk mengubah ujung atas rentang menggunakan *pin* AREF dan fungsi analog Reference.

Selain itu, beberapa *pin* memiliki fungsi khusus:

- a. TWI : A4 atau SDA *pin* dan A5 atau SCL *pin*. Mendukung komunikasi TWI
- b. AREF: Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan *analogReference()*.

c. RESET

2.12 Regulator Pneuematic



Gambar 25. Regulator Pneuematik

Alat ini menggunakan suatu torak piston untuk mengontrol sebuah sistem servo *pneumatic* perolehan tinggi bertingkat dua (*high gain pneumatic two-stage servo system*). Bila ingin menaikkan tekanan keluar yang diatur (*regulated pressure*), putaran *handwheel* diputar kekanan searah jarum jam, yang menekan bagian kapsul/piston pengukuran ke bawah. Bagian ini menekan diafragma pilot dan diafragma kontrol ke arah bawah. Sebagai hasilnya, katup utama membuka dan tekanan catu (*supply pressure*) memasuki regulator. Perubahan tekanan yang dihasilkan menyebabkan kapsul pengukuran menekan (*compress*). Tekanan kompres ini menyebabkan diafragma pilot dan diafragma kontrol bergerak ke atas, yang kemudian menutup katup utama.

Bila tekanan keluar yang diatur (*regulated pressure*) menurun, putaran *handwheel* diputar ke kiri berlawanan arah jarum jam, untuk menekan bagian kapsul/piston pengukuran ke atas. Hal ini memungkinkan diafragma pilot dan

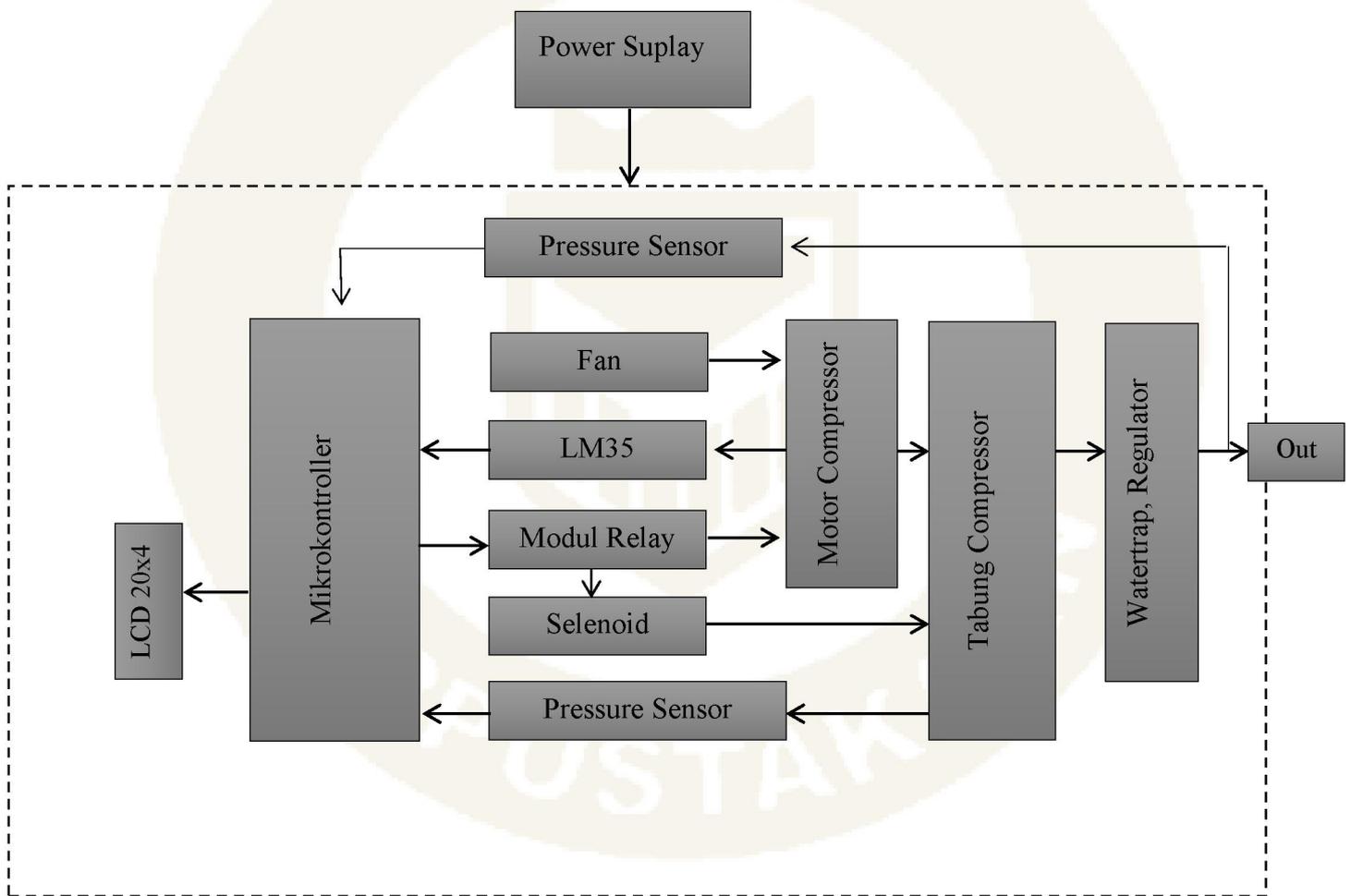
difragma kontrol bergerak keatas. Sehingga katup pelepas (*relief valve*) membuka untuk membuang udara keluar melalui saluran buang (*vent*)nya, menyebabkan tekanan udara turun dan mengakibatkan kapsul pengukuran mengembang (*expand*). Mengembangnya kapsul pengukuran ini menyebabkan diafragma pilot dan difragma kontrol bergerak ke bawah, yang kemudian menutup katup pelepas (*relief valve*).

Untuk menjaga keadaan keseimbangan, aksi dari kapsul pengukuran seperti dijelaskan di atas akan menjamin ketelitian pengaturan tekanan yang tetap konstan. Udara dibocorkan dengan laju aliran tetap konstan melalui lubang bocoran (*bleed orifice*) sehingga pergerakan katup pilot (*pilot valve*) yang sangat kecil akan membuat perubahan tekanan pilot, yang menyebabkan penguatan servo yang tinggi.

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Blok Diagram



Gambar 26. Blok Diagram

3.1.1 *Keterangan Masing - Masing Blok Diagram*

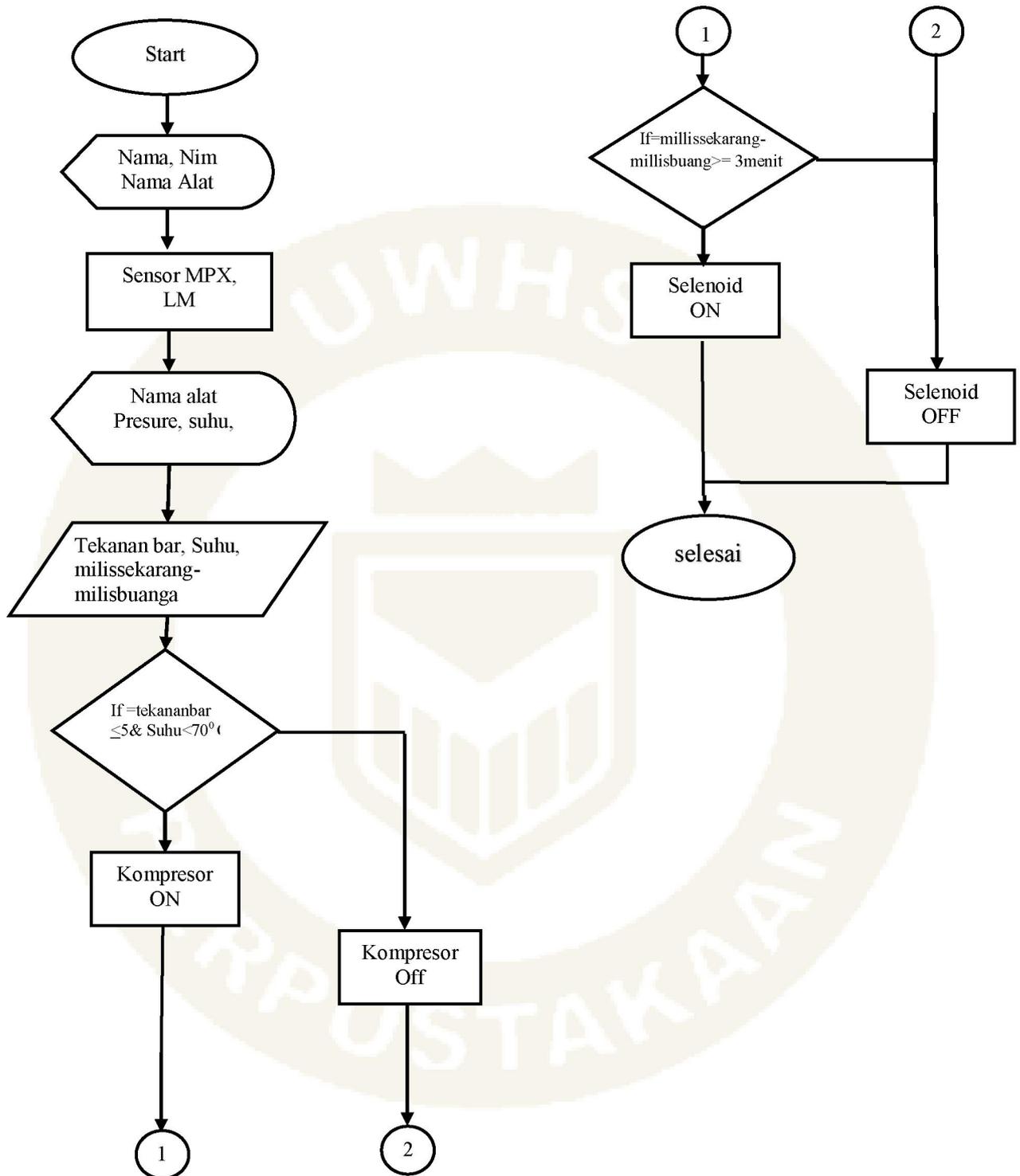
- a. *Power Suplay* berfungsi untuk mensuplai tegangan ke masing – masing komponen yang memerlukan tegangan.
- b. *Mikrokontroler* berfungsi sebagai pengendali utama yaitu mengendalikan sensor mpx1 dan mpx2, mengendalikan inputan sensor LM35, membagi tegangan ke rangkaian relay.
- c. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan set-poin dari nilai suhu, tekanan bar pada tabung.
- d. Auto Drain berfungsi untuk membuang air yang berada di dalam tabung tekanan udara, yang akan aktif setiap 5 menit sekali dengan durasi menyala selama 3 detik.
- e. LM35 berfungsi sebagai pemutus tegangan motor jika kerja motor terlalu panas.
- f. Fan (Kipas Pendingin) berfungsi untuk mendinginkan udara atau mensirkulasikan udara pada ruang mesin kompresor.
- g. Modul Relay berfungsi sebagai pemutus arus kompresor dan solenoid secara teratur sesuai dengan perintah Arduino.
- h. Solenoid valve berfungsi membuang endapan air yang berada di bagian dasar bawah tabung.
- i. Pressure Sensor berfungsi sebagai pembaca tekanan udara yang akan masuk kedalam tabung kompresor. Dan membaca tekanan outline.
- j. Motor Kompresor ini berfungsi sebagai pembangkit tekanan udara yang nantinya akan diteruskan dan disimpan ke dalam tabung.

- k. Tabung Kompresor berfungsi sebagai penyimpanan tekanan udara yang dihasilkan dari motor kompresor.
- l. Water Trap berfungsi sebagai penjebak air yang terkandung didalam aliran udara yang dihasilkan dari motor kompresor.
- m. Regulator ini berfungsi untuk mengatur atau menurunkan tekanan udara yang sesuai standar rumah sakit.

3.1.2 Cara Kerja Blok Diagram

Tegangan 220VAC diturunkan tegangannya dan diubah menjadi VDC oleh *power supply*. Motor kompresor dan solenoid akan terhubung langsung oleh tegangan 220VAC, namun di saklar oleh relay 1 dan relay 2 sebagai pemutus arus L atau N. Tegangan *power supply* 9VDC masuk ke *mikrokontroler*, tegangan 5VDC masuk ke modul relay sedangkan sensor dan LCD terhubung oleh VCC *mikrokontroler*. Sensor mpx 1 akan membaca tegangan pada tabung yang berfungsi sebagai pengatur mati hidup kompresor pada tekanan high atau low, sensor MPX 2 sebagai pembaca tekanan output out line. Sensor LM35 akan membaca suhu pada motor kompresor agar tidak terjadi overheating, jika suhu kompresor melebihi batas maksimal, secara otomatis akan terputus kemudian aktif kembali jika suhu motor sudah mencapai batas minimal. Regulator berfungsi sebagai penurun tekanan tabung menjadi out. Auto drain berfungsi jika waktu seting sudah tercapai, fungsinya ini akan membuka solenoid yang akan mengeluarkan sisa endapan air yang berada di dalam tabung.

3.2 Flow Chart



Gambar 27. Flow Chart Program

3.2.1 *Keterangan Flowchart*

Start, mulai proses inialisasi penampilan nama, nim dan nama alat selama 2 detik lamanya, setelah itu mulailah pengolahan pembacaan data sensor mpx dan sensor lm35, kemudian data yang terbaca akan di tampilkan ke lcd dan di lanjutkan pengolahan data sensor suhu dan sensor tekanan, jika pressure kurang dari 5,5 bar maka kompresor akan aktif sampai pressure tercapai 7 bar. Dan jika suhu melebihi batas 70° maka kompresor akan off sampai batas minimum 45° kompresor akan bekerja secara normal kembali. Dan apabila perhitungan timer sudah tercapai 3 menit maka solenoid akan aktif selama 2 detik dan membuang pressure tabung. Alat akan terus bekerja secara loop (lingkaran), jika power tegangan terus terhubung ke alat dan akan berahir jika saklar di matikan.

3.3 Daftar Komponen

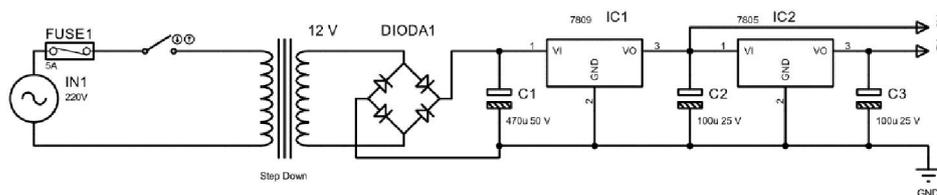
Berisi tentang komponen-komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat sesuai dengan blok diagram yang sudah dibuat. Komponen-komponen tersebut berupa komponen elektronika yang digunakan agar modul bisa bekerja sesuai dengan apa yang penulis harapkan.

3.3.1 *Daftar Komponen dan Perencanaan Pembuatan Power Suplay pada Alat.*

Rangkaian adaptor berfungsi sebagai sumber tegangan pada alat. Tegangan sumber dari PLN 220VAC akan diturunkan oleh transformator step down dan kemudian disearahkan oleh dioda *bridge*. Untuk mengurangi ripple maka outputan dari dioda masuk ke kapasitor agar hasil gelombang menjadi lebih baik. Outputan dari dioda kemudian masuk ke regulator IC. Tegangan 12Volt dari dioda kemudian diturunkan lagi oleh IC Regulator. Tegangan 9Volt untuk supply ke sistem *microcontroller* pada alat, dan Tegangan 5Volt untuk supply modul relay. Berikut daftar komponen dan gambar rangkaian dari *power suplay*:

Tabel 3. Daftar Komponen Rangkaian Adaptor

No	Nama	Type / Nilai	Jumlah
1	Transformator	Step-down	1
2	Dioda	Bridge	1
3	Capasitor	100uf	2
4	IC regulator	7809	1
		7805	1
5	Pin konektor	–	2
6	Capasitor	4700uf	1



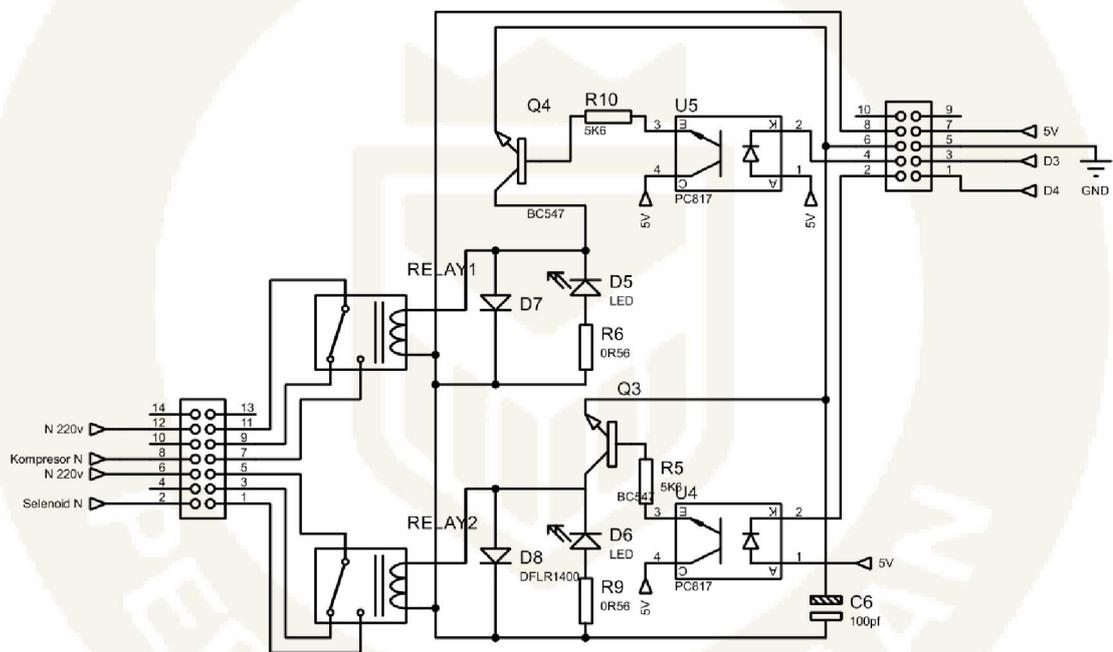
Gambar 28. Rangkaian Power suplay

3.3.2 Daftar Komponen dan Perencanaan Pembuatan Rangkaian Modul Relay untuk Motor Kompresor dan Solenoid.

Pada rangkaian modul relay ini menggunakan komponen relay 5 kaki sebagai pemutus arus, modul rangkaian ini inputan sinyal berupa aktif low, ada dua komponen relay dimana satu relay mengatur kinerja motor kompresor dan satunya mengatur *solenoid valve*.

Tabel 4. Daftar Komponen Modul Relay

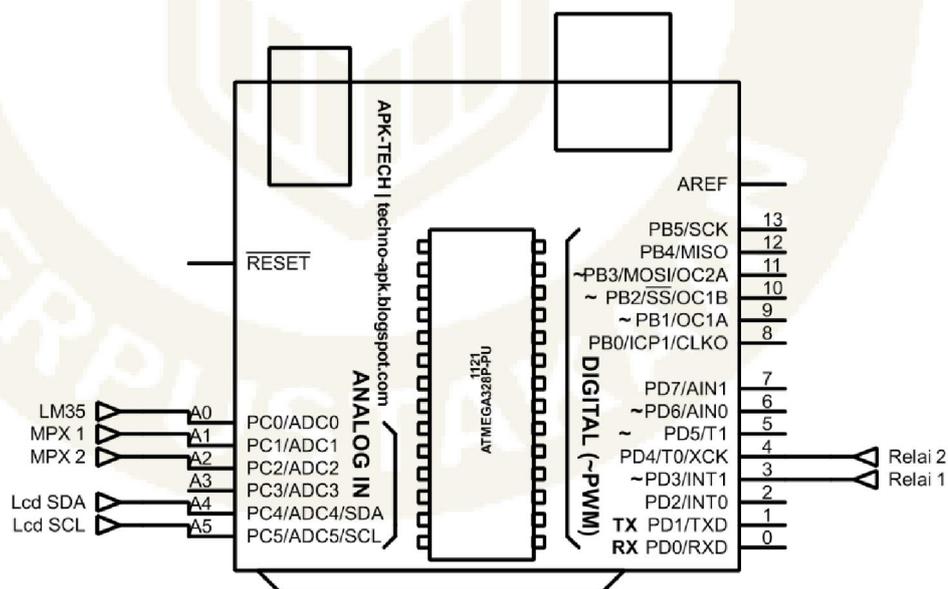
No	Nama	Type / Nilai	Jumlah
1	Relay	5 Kaki	2
2	led	1,5 mm	2
3	Transistor	BC547	2
4	Capasitor	0,1 mikro farad	1
5	Resistor	5600 ohm	2
6	Optokopler	4 Kaki	2



Gambar 29. Rangkaian Modul Relay

3.3.3 Perencanaan Penginputan Data yang Diolah Oleh Arduino

Arduino Uno berfungsi untuk mengatur semua kegiatan pada alat agar sesuai dengan perintah yang telah ditentukan. Tegangan yang dibutuhkan oleh arduino nano yaitu 9Volt. Arduino uno terlebih dahulu di program dulu oleh *software* arduino agar arduino bisa memberikan informasi data yang sesuai dengan yang diupload pada *software* arduino. Setelah mendapatkan program data, arduino uno kemudian akan memeberikan perintah kepada setiap rangkaian agar bekerja sesuai program melalui pin yang menghubungkan arduino uno dengan rangkaian lainnya. Sensor tekanan MPX 1 di letakkan pada pin A₀, pin A₁ digunakan untuk data sensor suhu, pin A₃ digunakan untuk sensor MPX 2, pin A₄ dan A₅ di gunakan pada LCD, pin D₃ untuk relay 1 dan pin D₄ untuk relay 2.



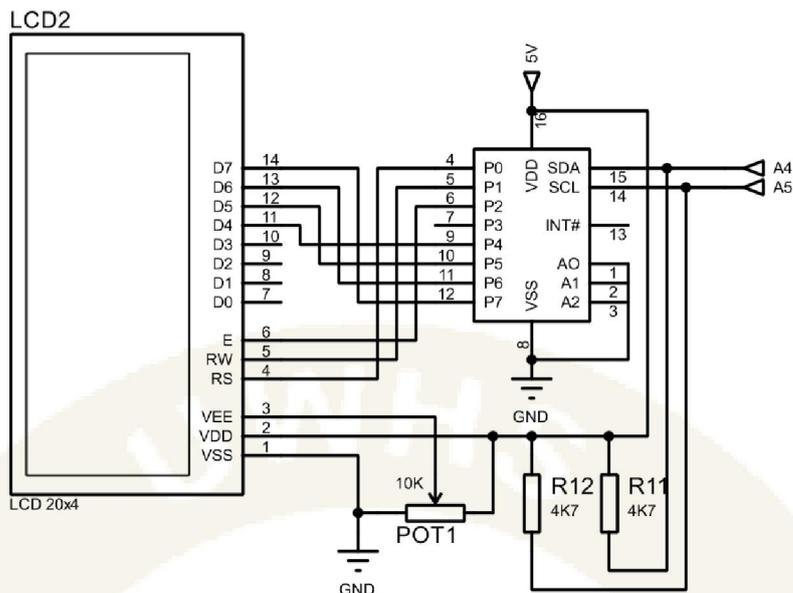
Gambar 30. Rangkaian Control Arduino Nano

3.3.4 *Daftar Komponen dan Perancangan Rangkaian Penampilan Data yang Telah Diolah Melalui Tampilan LCD*

Setelah penginputan data melalui push button kemudian data diolah dan dikirim ke setiap rangkaian agar bekerja sesuai dengan data yang telah dimasukkan. Data tersebut kemudian di tampilkan di LCD untuk mengetahui proses selama alat bekerja. Dalam rangkaian LCD terdapat modul I2C PCF8574AT yang berfungsi sebagai pembawa informasi antara I2C dengan pengontrolnya. Modul I2C ini digunakan untuk meminimalisir jumlah pin LCD ke arduino sehingga apabila menggunakan modul I2C bisa menghemat pin yang digunakan pada arduino. Berikut ini merupakan daftar komponen yang digunakan dalam rangkaian LCD.

Tabel 5. Daftar Komponen Rangkaian LCD

No	Nama	Type / Nilai	Jumlah
1	LCD	20x4	1
2	I2C	PCF8574AT	1
3	Resistor	4k7	2
4	Potensio	10k	1



Gambar 31. Rangkaian LCD

3.4 Perancangan Modul

3.4.1 Langkah-Langkah Pembuatan Modul

Untuk bisa lancar dalam pembuatan modul, penulis menentukan langkah-langkah pembuatan modul sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan gambar skematik rancangan alatnya.
- b. Menentukan komponen dan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan modul dan *casing* alat.
- c. Menentukan bentuk *casing* alat dan membuat gambar skematiknya.
- d. Mendownload *software proteus 8 professional versi 8.9* untuk menggambar rangkaian dan *software arduino* untuk membuat program pada alat.

3.4.2 Perancangan Casing Alat

Dalam perancangan *casing* alat, penulis menggambar skematik *casing* nya menggunakan *power point* dan di simpan dengan format JPEG. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu :

- a. Box hitam (1)
- b. LCD 20x4 (1)
- c. Papan (Secukupnya)
- d. Sakelar (1)
- e. Besi L (2 meter)
- f. Soket input 220V (1)
- g. Akrilik (Secukupnya)
- h. Cat hitam (1 Kaleng)

3.4.3 Perancangan Alat dan Bahan Pembuatan Rangkaian Alat

a. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam pembuatan jalur rangkaian alat, berikut ini merupakan beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan jalur rangkaian yaitu :

1. Papan PCB (Printed Circuit Board)
2. Larutan H_2O_2 dan Larutan HCl (1:2)
3. Kertas cetak PCB
4. Amplas
5. Solder dan tenol
6. Atraktor
7. Setrika
8. Tool set
9. Bor PCB
10. Komponen-komponen yang dibutuhkan pada alat
11. Kabel jumper
12. Multimeter

b. Pembuatan Jalur Rangkaian Alat pada PCB (*Printed Circuit Board*)

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pembuatan rangkaian di PCB yaitu :

1. Membuat rancangan rangkaian pada software *proteus 8 professional versi 8.9* kemudian rangkaian tersebut di cetak di kertas cetak PCB.
2. Untuk mencetak layout agar bisa menempel ke papan PCB harus menggunakan kertas cetak PCB dan printer yang digunakan berupa print laser.
3. Amplas bagian PCB yang akan di cetak rangkaiannya untuk mempermudah gambar rangkaiannya menempel pada board PCB.
4. Setelah layout rangkaiannya di cetak di kertas cetak PCB kemudian tempelkan gambar rangkaian ke papan PCB yang sudah di ampelas dan kemudian setrika kurang lebih 10-15 menit.
5. Setelah itu, lepakan kertas dari PCB dan setelah gambar layout rangkaiannya sudah menempel di board PCB maka masukkan board PCB ke dalam larutan H_2O_2 dan HCl (1:2).
6. Setelah itu lubangi board PCB sesuai dengan gambar rangkaian yang ada di PCB.
7. Pasangkan komponen-komponen sesuai dengan rangkaian alat.
8. Solder kaki komponen menggunakan tenol agar kaki komponen menempel pada PCB dan terhubung dengan jalur rangkainnya.

BAB IV

PENDATAAN ALAT

Pendataan alat merupakan suatu kegiatan dimana dilakukan proses pengukuran pada titik-titik tertentu pada alat sesuai dengan yang sudah ditentukan dan kemudian hasil dari pengukuran tersebut dibandingkan dengan nilai pembanding sehingga nilai keakurasiannya dapat di ketahui dan dapat dipertanggung jawabkan. Titik pengukuran ditentukan sesuai dengan kebutuhan untuk membandingkan antara teori dan hasil dari kegiatan pengukuran yang dilakukan. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam melakukan pendataan atau pengukuran pada alat yaitu :

4.1 Mempersiapkan Peralatan

Untuk dapat melakukan pengukuran pada alat, perlu mempersiapkan peralatan sebagai berikut :

A. Multimeter

Berikut ini spesifikasi multimeter yang digunakan penulis untuk melakukan pengukuran :

Merk : Sanwa

Model : CD770

Buatan : Jepang

4.2 Metode Pengukuran

Metode pengukuran yang dilakukan menggunakan multimeter yang pada setiap titik pengukurannya dihubungkan dengan ground. Titik-titik pengukuran yang dilakukan penulis yaitu sebagai berikut :

A. TP 1 (Titik Pengukuran 1)

TP 1 dilakukan pengukuran pada keluaran tegangan Dioda Bridge.

B. TP 2 (Titik Pengukuran 2)

TP 2 dilakukan pengukuran pada keluaran tegangan IC Regulator 7809.

C. TP 3 (Titik Pengukuran 3)

TP 3 dilakukan pengukuran pada keluaran tegangan IC Regulator 7805.

D. TP 4 (Titik Pengukuran 4)

TP 4 dilakukan pengukuran pada keluaran tegangan Sensor 1 MPX 5700DP.

E. TP 5 (Titik Pengukuran 5)

TP 5 dilakukan pengukuran pada keluaran tegangan Sensor 2 MPX 5700DP.

4.3 Hasil Pengukuran

Setelah menentukan metode pengukuran yang akan dilakukan, kemudian penulis mempersiapkan alat dan bahan pengukuran yang sebelumnya alat ukur tersebut sudah dikalibrasi terlebih dahulu sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan pada modul rangkaian. Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada titik-titik pengukuran yang sudah ditentukan menggunakan alat ukur multimeter analog yaitu :

Tabel 6. Hasil Pengukuran pada Titik Pengukuran

Titik Pengukuran/ TP	Hasil Pengukuran pada multimeter digital	Skala	Kesimpulan
1		VDC	Hasil pengukuran pada outptan <i>Dioda Bridge</i> 12 Volt pada multimeter menunjukkan=13,62 Volt
2		VDC	Hasil pengukuran pada outptan IC Regulator 9 Volt pada multimeter menunjukkan= 8,98 Volt

3			<p>Hasil pengukuran pada output IC Regulator 5 Volt pada multimeter menunjukkan = 4,98 Volt</p>
4		VDC	<p>Hasil pengukuran pada outputan tegangan MPX menunjukkan nilai 289 mv dengan tekanan 0 Bar</p>
5a		VDC	<p>Hasil pengukuran pada outputan tegangan MPX menunjukkan nilai 3,5 V dengan tekanan 5,5 Bar</p>
5b		VDC	<p>Hasil pengukuran pada outputan tegangan MPX menunjukkan nilai 4,4 V dengan tekanan 7 Bar</p>

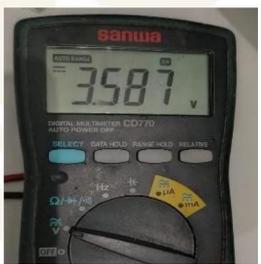
4.4 Hasil Keakurasian

Hasil keakurasian dilakukan dengan membandingkan teori dengan hasil ukur. Keakurasian tegangan power suplay pada multimeter, keakurasian tekanan suhu mpx dilakukan dengan menggunakan bar meter dan kenaikan per mili volt pada program. Berikut ini tabel hasil pengukurannya :

4.4.1 Keakurasian MPX 1

Membandingkan hasil data keakurasian menggunakan bar meter dan kenaikan tegangan dan LCD pada sensor MPX 1

Tabel 7. Keakurasian MPX 1

Tekanan di LCD	Tekanan di Bar meter	Tegangan pada mpx 5700 DP
 <p>Pressure 1 Bar</p>		
 <p>Pressure 5,5 Bar</p>		
 <p>Pressure 7 Bar</p>		

4.4.2 Keakurasian MPX 2

Membandingkan hasil data keakurasian menggunakan barometer dan kenaikan tegangan dan LCD pada sensor MPX 2

Tabel 8. keakurasian MPX 2

Tekanan di LCD	Tekanan di Barometer	Tegangan pada mpx 5700DP
 <p><i>Pressure 1 Bar</i></p>		
 <p><i>Pressure 4 Bar</i></p>		

4.4.3 Keakurasian Sensor Suhu

Membandingkan hasil data keakurasian menggunakan termometer dan kenaikan suhu pada sensor LM35 pada tampilan LCD.

Tabel 9. Perbandingan Keakurasian Sensor Suhu

Temperatur pada LCD	Temperatur pada Termometer
 <p>Temperature 50°</p>	
 <p>Temperature 62°</p>	
 <p>Temperature 70°</p>	

4.4.4 Perbandingan Pengukuran Pressure Output dengan Manometer Digital

Membandingkan hasil pressure output pada LCD dengan alat ukur manometer digital.

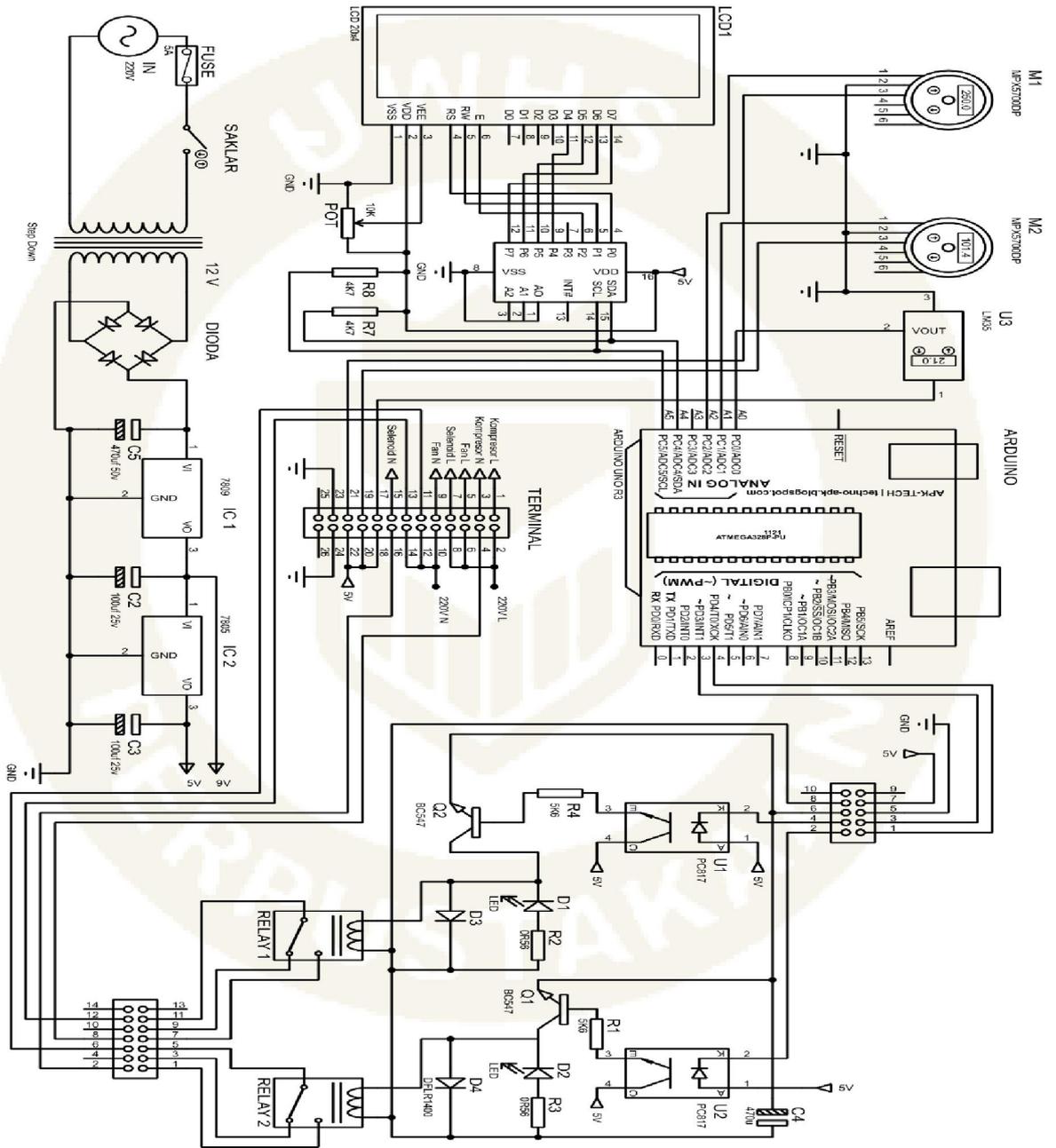
Tabel 10. Perbandingan Keakurasian Pessure Out

Pressure pada LCD	Pressure pada Manometer Digital
 <p>Pressure Out 1 Bar</p>	
 <p>Pressure Out 1,5 Bar</p>	
 <p>Pressure Out 2 Bar</p>	

BAB V

ANALISI DATA DAN PENGUKURAN

5.1. Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 32. Rangkaian Keseluruhan

5.2. Cara Kerja Rangkaian :

Untuk memberikan *supply* tegangan ke seluruh rangkaian alat, penulis menggunakan rangkaian *power supply*. Tegangan 220VAC diturunkan oleh power supply menjadi 12VDC kemudian di searahkan oleh *diode bridge* dan diturunkan dengan IC regulator menjadi 9VDC dan 5VDC. Tegangan 9VDC digunakan sebagai *supply* untuk *microcontroller* dan 5VDC digunakan sebagai *supply* modul relay 1 dan 2. Untuk motor kompresornya sendiri mendapatkan *supply* tegangan dari tegangan 220VAC. Tekanan tabung udara dibaca oleh sensor MPX 1 yang datanya kemudian dikirim ke Arduino untuk diolah dan hasilnya dikirim ke relay 1 untuk mengatur kinerja compressor, sedangkan relay 2 digunakan untuk mengatur kinerja solenoid katup pembuangan udara. Sensor MPX 2 membaca tekanan udara pada output regulator dan kemudian datanya akan dikirim ke Arduino untuk ditampilkan di LCD. Selain data tekanan, di layar LCD juga ditampilkan data suhu hasil dari pembacaan sensor lm35 yang ditempatkan pada badan compressor untuk mencegah *over heating* pada compressor. Sebagai sistem pengontrolnya, penulis menggunakan *microcontroller* arduino uno untuk mengatur kinerja alat dan sensor MPX sebagai masukan pada alat.

5.3. Deskripsi Analisis Data Pengukuran

Analisis data merupakan proses pengolahan data menjadi sebuah informasi baru yang mudah dimengerti dan berguna untuk solusi dalam suatu permasalahan dalam penelitian. Pengukuran merupakan sejumlah data yang dikumpul dengan menggunakan alat ukur yang objektif untuk keperluan analisis. Jadi analisis data pengukuran merupakan pengolahan data yang berasal dari proses pengukuran. Tujuan dilakukannya analisis data pengukuran yaitu :

- a. Membandingkan anantara hasil menurut teori dan hasil pengukuran yang telah dilakukan.
- b. Mengetahui Presentasi Kesalah (PK) pada masing-masing titik pengukuran yang telah dilakukan.
- c. Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan nilai antara teori dan hasil pengukuran.

Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung presentasi kesalah yang dilakukan pada proses pengukuran yaitu :

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5.1)$$

Dalam karya tulis ini, penulis melakukan pengukuran sebanyak 6 kali pada titik yang telah ditentukan. berikut merupakan hasil dari perhitungan presentasi kesalah yang dari setiap titik pengukuran yang telah dilakukan oleh penulis yaitu :

5.3.1 Titik Pengukuran 1 (TP 1)

Titik pengukuran 1 dilakukan pada keluaran diode *bride*.

Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 13.62 V

$$V_{DC} = \frac{2 \times V_{max}}{\pi} + 2.8$$

$$V_{max} = V_{rms} \times 1.41$$

$$= 12 \times 1.41$$

$$= 16.92 \text{ V}$$

$$V_{DC} = \frac{2 \times 16.92}{3.14} + 2.8$$

$$= 13.57 \text{ V}$$

Jadi, presentasi kesalahannya yaitu :

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{13.57 - 13.62}{13.57} \right| \times 100\% \\ &= 0,3\% \end{aligned}$$

5.3.2 Titik Pengukuran 2 (TP 2)

Titik pengukuran 2 dilakukan pada keluaran IC Regulator 7809 dengan keluaran 9V Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 8.98V

Jadi PK dari TP 2 yaitu :

$$\begin{aligned}
 PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{9 - 8.98}{9} \right| \times 100\% \\
 &= 0.2\%
 \end{aligned}$$

5.3.3 Titik Pengukuran 3 (TP 3)

Titik pengukuran 3 dilakukan pada keluaran IC Regulator 7805 dengan keluaran 5V. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 4.98V

$$\begin{aligned}
 PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{5 - 4.98}{5} \right| \times 100\% \\
 &= 0.4\%
 \end{aligned}$$

5.3.4 Titik Pengukuran 4a (TP 4a)

Titik pengukuran 4a dilakukan pada keluaran sensor MPX5700DP 1 dengan keluaran 1 Bar. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 0,83V.

Secara Teori

$$\text{ADC} = \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023$$

$$= \frac{840}{5000} \times 1023$$

$$\text{ADC} = 171$$

Secara Ukur

$$\text{ADC} = \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023$$

$$= \frac{830}{5000} \times 1023$$

$$\text{ADC} = 169$$

Jadi PK dari TP 4a yaitu :

$$\begin{aligned} \text{PK} &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{171 - 169}{171} \right| \times 100\% \\ &= 1,2\% \end{aligned}$$

5.3.5 Titik Pengukuran 4b (TP 4b)

Titik pengukuran 4a dilakukan pada keluaran sensor MPX5700DP 1 dengan keluaran 4 Bar. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 2,71V.

Secara Teori

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{2750}{5000} \times 1023 \\ \text{ADC} &= 562 \end{aligned}$$

Secara Ukur

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{2710}{5000} \times 1023 \\ \text{ADC} &= 554 \end{aligned}$$

Jadi PK dari TP 4b yaitu :

$$\begin{aligned} \text{PK} &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{562 - 554}{562} \right| \times 100\% \\ &= 1,4\% \end{aligned}$$

5.3.6 Titik Pengukuran 5a (TP 5a)

Titik pengukuran 4a dilakukan pada keluaran sensor MPX5700DP 2 dengan keluaran 1 Bar. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 0,83V.

Secara Teori

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{840}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 171$$

Secara Ukur

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{830}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 169$$

Jadi PK dari TP 5a yaitu :

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

$$= \left| \frac{171 - 169}{171} \right| \times 100\%$$

$$= 1,2 \%$$

5.3.7 Titik Pengukuran 5b (TP 5b)

Titik pengukuran 4a dilakukan pada keluaran sensor MPX5700DP 2 dengan keluaran 5,5 Bar. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 3,58 V.

Secara Teori

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{3730}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 763$$

Secara Ukur

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{3580}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 732$$

Jadi PK dari TP 5b yaitu :

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

$$= \left| \frac{763 - 732}{763} \right| \times 100\%$$

$$= 4 \%$$

5.3.8 Titik Pengukuran 5c (TP 5c)

Titik pengukuran 4a dilakukan pada keluaran sensor MPX5700DP 2 dengan keluaran 7 Bar. Pada saat pengukuran nilai yang terukur yaitu 4,48V.

Secara Teori

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{4700}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 961$$

Secara Ukur

$$\begin{aligned} \text{ADC} &= \frac{V_{\text{out}}}{5000} \times 1023 \\ &= \frac{4480}{5000} \times 1023 \end{aligned}$$

$$\text{ADC} = 916$$

Jadi PK dari TP 5c yaitu :

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

$$= \left| \frac{961 - 916}{961} \right| \times 100\%$$

$$= 4,7 \%$$

5.3.9 Titik Pengukuran 6 (TP 6)

Titik pengukuran 6 dilakukan perbandingan pada pembacaan sensor LM35 di LCD dengan alat ukur termometer digital.

Jadi PK dari TP 50° yaitu :

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{50,9 - 50}{50,9} \right| \times 100\% \\ &= 1,8\% \end{aligned}$$

Jadi PK dari TP 62° yaitu :

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{62,2 - 62}{62,2} \right| \times 100\% \\ &= 0,3\% \end{aligned}$$

Jadi PK dari TP 69° yaitu :

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{69,4 - 69}{69,4} \right| \times 100\% \\ &= 0,6\% \end{aligned}$$

Tabel 11. Akurasi Suhu

TP	Hasil Ukur	Hasil Teori	Persentase Kesalahan
50°	50,9	50	1,8 %
62°	62,2	62	0,3 %
69°	69,4	69	0,6 %
Akurasi suhu 100% - 0,9%			99,1% %

5.3.10 Titik Pengukuran 7 (TP 7)

Titik pengukuran 7 dilakukan perbandingan pada pembacaan sensor MPX di LCD dengan alat ukur Manometer digital.

Jadi PK dari TP 1Bar yaitu :

$$\begin{aligned}
 PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{1000 - 1000}{1000} \right| \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Jadi PK dari TP 1,5Bar yaitu :

$$\begin{aligned}
 PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{1508 - 1500}{1508} \right| \times 100\% \\
 &= 0,5\%
 \end{aligned}$$

Jadi PK dari TP 2Bar yaitu :

$$\begin{aligned}
 PK &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{2014 - 2000}{2014} \right| \times 100\% \\
 &= 0,7\%
 \end{aligned}$$

Tabel 12. Akurasi Pressure Bar

TP	Hasil Ukur	Hasil Teori	Persentase Kesalahan
1Bar	1000	1000	0 %
1,5 Bar	1508	1500	0,5 %
2 Bar	2014	2000	0,7 %
Akurasi tekanan 100% - 0,4 %			99,6 %

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah penulis menyelesaikan pembuatan modul alat *medical compressor unit*, penulis memiliki kesimpulan dan saran sebagai berikut:

6.1. Kesimpulan

- A. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis mampu membuat alat compressor medis.
- B. Penulis dapat mengembangkan alat dari sebelumnya dengan menambahkan sistem *microcontroller* sebagai pengatur kinerja alatnya.
- C. Penulis sudah menganalisa dan menguji alat, hasilnya alat bekerja sesuai dengan apa yang penulis rencanakan pada tujuan di atas.
- D. Akurasi suhu pada alat yang saya buat menunjukkan pada angka 99,1 %.
- E. Akurasi tekanan bar pada alat yang saya buat menunjukkan pada angka 99,6%.

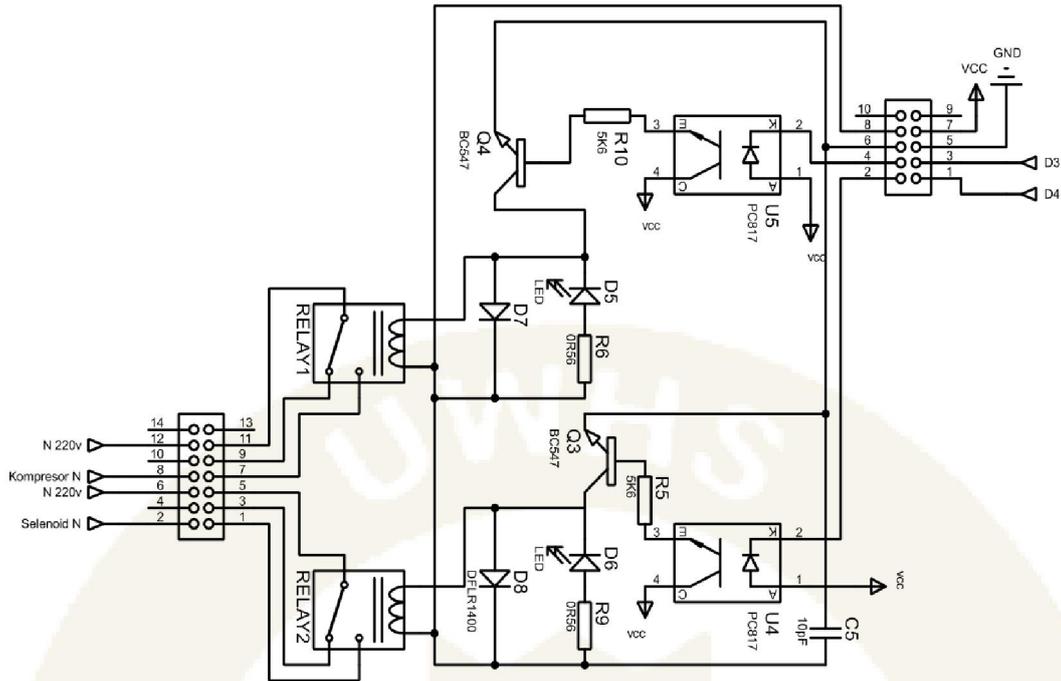
6.2. Saran

- A. Selanjutnya apabila alat ini akan di gunakan untuk tugas akhir kembali, lebih baiknya meningkatkan sistem pendingin dan kedap suara pada mesin compressor.
- B. Dalam pengaplikasian penggunaan casing alat sebaiknya menggunakan bahan berjenis besi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. N. Afifah, "Apa Itu Ventilator?," 31 maret 2020. [Online]. Available: <https://health.kompas.com/read/2020/03/31/140200868/apa-itu-ventilator?page=all.%20>.
- [2] Y. Taryono, "Prinsip Dasar Memahami Kerja Ventilasi Mekanik," Kamis maret Prinsip Dasar Memahami Kerja Ventilasi Mekanik . [Online]. Available: http://medicalsurgical.blogspot.com/2007/03/prinsip-dasar-memahami-kerja-ventilasi_08.html.
- [3] D. P. Richard Blocher, DASAR ELEKTRONIKA, Yogyakarta, Jawa Tengah: Andi, 2003, p. 282.
- [4] Y. Liklikwatil, Komponen Elektronika, Yogyakarta, DIY: CV Budi Utama, 2013, p. 210.
- [5] "LCD (Liquid Cristal Display)," Minggu Desember 2018. [Online]. Available: LCD (Liquid Cristal Display).
- [6] ElangSakti, "Membuat Sensor Suhu Presisi dengan Arduino + LM35," [Online]. Available: <https://www.elangsakti.com/2015/05/rangkaian-arduino-sensor-suhu-lm35.html>. [Accessed 18 08 2020].
- [7] A. Khadir, Arduino Dan Sensor, Giovanni, Ed., Yogyakarta, DIY: Andy, 2018, p. 472.
- [8] S. S. D. K. ., Basuki R, Studi awal kontrol pergerakan meja radiologi, Semarang, 22 Mei 2020.
- [9] Basuki Rahmat, "Pemodelan aliran pembuluh darah carotid: aplikasi perangkat lunak FreeFem++, jurnal ilmu dan teknologi kesehatan,," 12 Juli 2017.. [Online]. [Accessed minggu 08 2020].
- [10] B. R. A. S. N. Prima W W, "Rancang Bangun alat penghitung indeks massa tubuh otomatis,," 01 Jan 2017. [Online]. Available: <http://ebook.itenas.ac.id/index.php?p=fstream&fid=28&bid=22>. [Accessed minggu 08 2020].





```

#define relaypompa 3
#define relaybuang 4

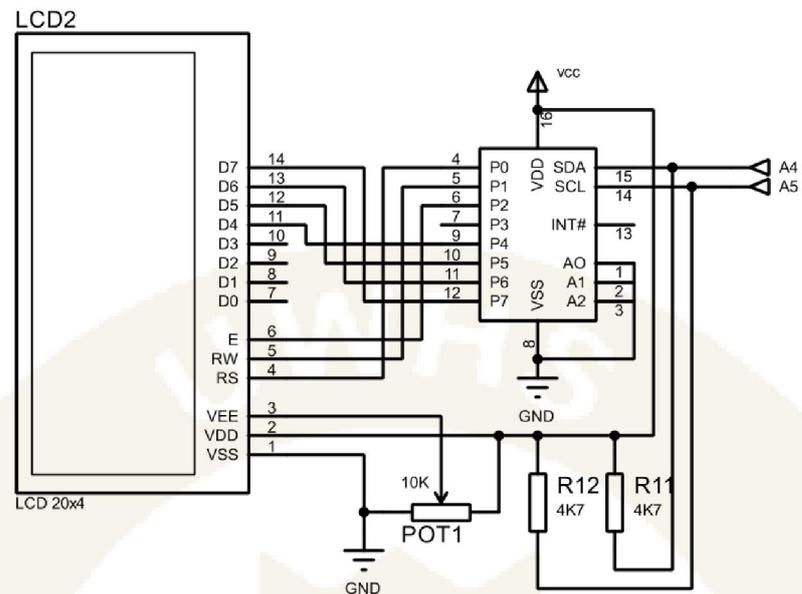
pinMode(relaybuang, OUTPUT);
pinMode(relaypompa, OUTPUT);
digitalWrite(relaypompa, HIGH);
digitalWrite(relaybuang, HIGH);
}
if (tekananbar <= minbar && kondisi == 0)
{
digitalWrite(relaypompa, LOW);
}
if (tekananbar <= minbar && kondisi == 1)
{
digitalWrite(relaypompa, HIGH);
}
if (tekananbar >= minbar && kondisi == 1)
{

```

```

digitalWrite(relaypompa, HIGH);
}
if (tekananbar >= maxbar )
{
digitalWrite(relaypompa, HIGH);
}
if (millissekarang - millisbuang >= 180000)
{
digitalWrite(relaybuang, LOW);
}
if (millissekarang - millisbuang >= 182000)
{
digitalWrite(relaybuang, HIGH);
millisbuang = millissekarang;
}
}

```



```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

lcd.begin();

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("M Kurniawan Muntaha ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" 1704053 ");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" MEDICAL COMPRESOR ");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print(" UNIT ");

delay(4000);

lcd.clear();

```

```

lcd.print("COMPRESOR UNIT ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Press TANK : ");
lcd.print(tekananbar, 1);
lcd.print("Bar ");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Press OUT : ");
lcd.print(tekananbar2, 1);
lcd.print("Bar ");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Temperature: ");
lcd.print(suhu);
lcd.print("C ");

```

