



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : DIGITAL PRESSURE METER BERBASIS MIKROKONTROLLER

NAMA : HARBY SATRIA NOVRIANTO

NIM : 16.04.032

Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa karya tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan 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 Teknik Elektromedik saya berserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Semarang, tgl bulan 2019

HARBY SATRIA NOVRIANTO

Penulis



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : DIGITAL PRESSURE METER BERBASIS MIKROKONTROLLER

NAMA : HARBY SATRIA NOVRIANTO

NIM : 16.04.032

Karya Tulis ini telah di setujui untuk di pertahankan di hadapan penguji ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.

Menyetujui:
Pembimbing

(INAYATUS SOLEKHAH, S.ST)



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : DIGITAL PRESSURE METER BERBASIS MIKROKONTROLLER

NAMA : HARBY SATRIA NOVRIANTO

NIM : 16.04.032

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Sabtu tanggal 5 bulan Oktober tahun 2019.

Dewan Penguji :

Anggota I

Anggota II

(Supriyanto, M.Kom)

(Inayatus Solekhah, S. ST)

NIDN. 0616037101

KA Prodi

Ketua Penguji

(Agung Satrio Nugroho, S.T.)

(Basuki Rahmat, MT)

NIDN. 0622057504

NIDN. 0622057504

ABSTRAK

Tekanan darah terdiri dari sistolik dan diastolik, yang artinya adalah tenaga yang dikeluarkan oleh jantung pada darah untuk dapat mengalir melalui pembuluh darah. Tensi darah normal manusia dewasa adalah 100-120 mmHg untuk tekanan sistolik dan 60-90 mmHg untuk tekanan diastolik. Namun seringkali dalam pengukuran menghasilkan hasil ukur yang berbeda pada setiap alatnya hal ini dapat terjadi disebabkan beberapa faktor human error, posisi pasien, keadaan pasien atau pada fungsi alat itu sendiri yang akurasinya sudah melebihi batas ambang yang diperbolehkan (Standart error maksimal 3 mmhg).

Salah satu alat yang dapat mengukur tekanan darah adalah Sphygmomanometer. Alat ini bekerja secara manual maupun otomatis saat memompa maupun mengurangi tekanan pada manset dengan sistem non invasive, hal ini juga dapat beresiko mengalami kesalahan dalam pengukuran. Sehingga diperlukan untuk melakukan kalibrasi guna menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional salah satunya digunakan dalam pengukuran. Kalibrasi Sphygmomanometer dapat dilakukan dengan alat DPM (Digital Pressure Meter). Kalibrasi Sphygmomanometer dengan menggunakan DPM ialah dengan membandingkan nilai skala ukur pada Sphygmomanometer dengan skala ukur pada DPM.

Pengukuran tekanan darah dengan menggunakan MPX5100GP, sensor ini membaca tekanan dalam satuan Kpa sehingga perlu dikonversi lagi menjadi mmHg. Pada sensor ini didapat nilai error terkecil sebesar 0,066 % dan yang terbesar yaitu 0,56 %. Rata-rata error yang didapat sebesar 0,26%. Dilihat dari tingkat error tersebut modul ini sudah layak untuk digunakan.

Kata kunci : tekanan darah, kalibrasi, sphygmomanometer

ABSTRACT

Blood pressure consists of systolic and diastolic, which means energy exerted by the heart in the blood to be able to flow through blood vessels. Normal adult human blood pressure is 100-120 mmHg for systolic pressure and 60-90 mmHg for diastolic pressure. However, in determining the different results on each tool this can occur due to several factors human error, patient position, patient condition or to the function of the tool itself that has exceeded the expected limit (Standard error of a maximum of 3 mmHg).

One tool that can measure blood pressure is a Sphygmomanometer. This tool works manually or automatically when pumping and reduces pressure on the cuff with a non-invasive system, this can also be at risk of correcting errors in measurement. It is necessary to carry out a calibration to ensure that the measurement results are in accordance with national or international standards, one of which is used in measurements. Sphygmomanometer calibration can be done with a DPM (Digital Pressure Meter) tool. Sphygmomanometer calibration using DPM by comparing the value of the measuring scale on the Sphygmomanometer with the measuring scale on the DPM.

Measurement of blood pressure using MPX5100GP, this sensor reads pressure in units. In this sensor the error value of 0.066% is obtained and the largest is 0.56%. The average error obtained was 0.26%. Judging from the error level, this module is feasible to use.

Keywords: blood pressure, calibration, sphygmomanometer

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah Tuhan Seluruh Alam. Semoga sholawat dan keselamatan tercurahkan selalu kepada Nabi dan Rasul termulia, keluarga dan sahabat-sahabatnya. akhirnya Penulis mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan judul **“DIGITAL PRESSURE METER BERBASIS MIKROKONTROLLER”**

Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program Diploma III Teknik Elektromedik. Dalam penyusunan karya tulis ini, penulis banyak mengalami hambatan dan kesulitan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan. Penulis tidak dapat berjalan tanpa bantuan dari berbagai pihak baik berupa pengarahan, pemberian informasi, saran serta bimbingan yang sangat berarti bagi penulis. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas karunia dan berkatnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua yang telah mendukung pendidikan saya selama berada di STIKES Widya Husada Semarang baik dari segi moral maupun material.
3. Ibu Dr.Hargianti Dini Iswandari, dr.g, MM sebagai Ketua STIKES Widya Husada Semarang.
4. Bapak Agung Satrio Nugroho, S.T selaku Kaprodi DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.
5. Para dosen yang telah membimbing dan mendidik saya selama berada di STIKES Widya Husada Semarang.

6. Ibu Inayatus Solekhah, S. ST selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga karya tulis ini dapat selesai dengan baik.
7. Yeni Dwi Nurhidayanti, SKM yang telah membantu dalam proses pembuatan KTI ini.
8. Keluarga besar STIKES Widya Husada Semarang
9. Rekan-rekan TEKNIK ELEKTRO MEDIK angkatan 2016 yang telah berjuang bersama selama tiga tahun, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang membantu proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.

Semoga Karya Tulis Ilmiah berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari sepenuhnya sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekurangan, begitu juga dengan Karya Tulis Ilmiah ini yang masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun tentunya, sangat penulis harapkan.

Semarang, 5 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Tekanan Darah	4
2.2 <i>Sphygmomanometer</i>	4
2.2.1 Kalibrasi <i>Sphygmomanometer</i>	7
2.3 IC Mikrokontroler Atmega 8	10
2.4 LCD Karakter 2 x 16	14
2.5 Sensor MPX5100	17
2.6 Dioda	19
2.6.1 Dioda penyearah	20
2.6.2 Half Wave Rectifier (Penyearah Setengah Gelombang)	20
2.6.3 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)	21
2.7 Resistor	22
2.7.1 Rangkaian Resistor Seri	23
2.7.2 Rangkaian Resistor Paralel	24
2.7.3 Rangkaian sebagai pembagi tegangan	25
2.8 Kapasitor (Capasitor)	25
2.8.1 Fungsi Kapasitor	26
2.8.2 Jenis jenis kapasitor	27

2.8.3 Rangkaian Kapasitor Paralel.....	28
2.8.4 Kapasitor Seri	29
2.9 Transformator (Trafo)	29
2.9.1 Jenis-jenis transformator :.....	31
2.10 Transistor.....	32
2.10.1 Cara kerja Transistor.....	32
2.10.2 Struktur Dasar Transistor.....	33
2.10.3 Transistor sebagai saklar.....	34
2.11 Regulator Tegangan	35
2.12 Baterai	38
2.13 <i>Push Button</i>	39
BAB III PERENCANAAN.....	41
3.1 Tahapan Perencanaan	41
3.2 Perencanaan Blok Diagram	41
3.1.1 Keterangan	42
3.1.2 Cara Kerja Blok Diagram	43
3.2 Perencanaan Alat.....	44
3.3 Perencanaan <i>wiring diagram</i> per blok.....	44
3.3.1 Perencanaan Rangkaian <i>Power Supply</i>	44
3.3.2 Perencanaan Rangkaian Charger	45
3.3.3 Perencanaan Rangkaian Display.....	48
3.3.5 Perencanaan Mikrokontroller	49
3.4 Perencanaan Titik Pengukuran	50
3.5 Flow Chart Program	51
BAB IV PENDATAAN DAN PENGUKURAN.....	52
4.1 Rangkaian Keseluruhan.....	52
4.1.1 Cara Kerja <i>wiring diagram</i> :.....	52
4.2 Pengertian	54
4.3 Persiapan Alat.....	54
4.4 Metode Pengukuran.....	55
4.5 Hasil Pengukuran	56
4.6 Hasil Perbandingan.....	59

BAB V ANALISA PENDATAAN	60
5.1 Analisa Data	60
5.1.1 Analisa pada TP 1	60
5.1.2 Analisa pada TP 2	61
5.1.3 Analisa pada TP 3A	61
5.1.4 Analisa pada TP 3B	62
5.1.5 Analisa pada TP 3C	62
5.1.6 Analisa pada TP 3D	63
5.1.7 Analisa pada TP 3E.....	63
5.1.8 Analisa pada TP 3F.....	64
5.1.9 Analisa pada TP 4	65
5.1.10 Analisa perbandingan.	65
BAB VI PENUTUP	70
6.1 Kesimpulan.....	70
6.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71

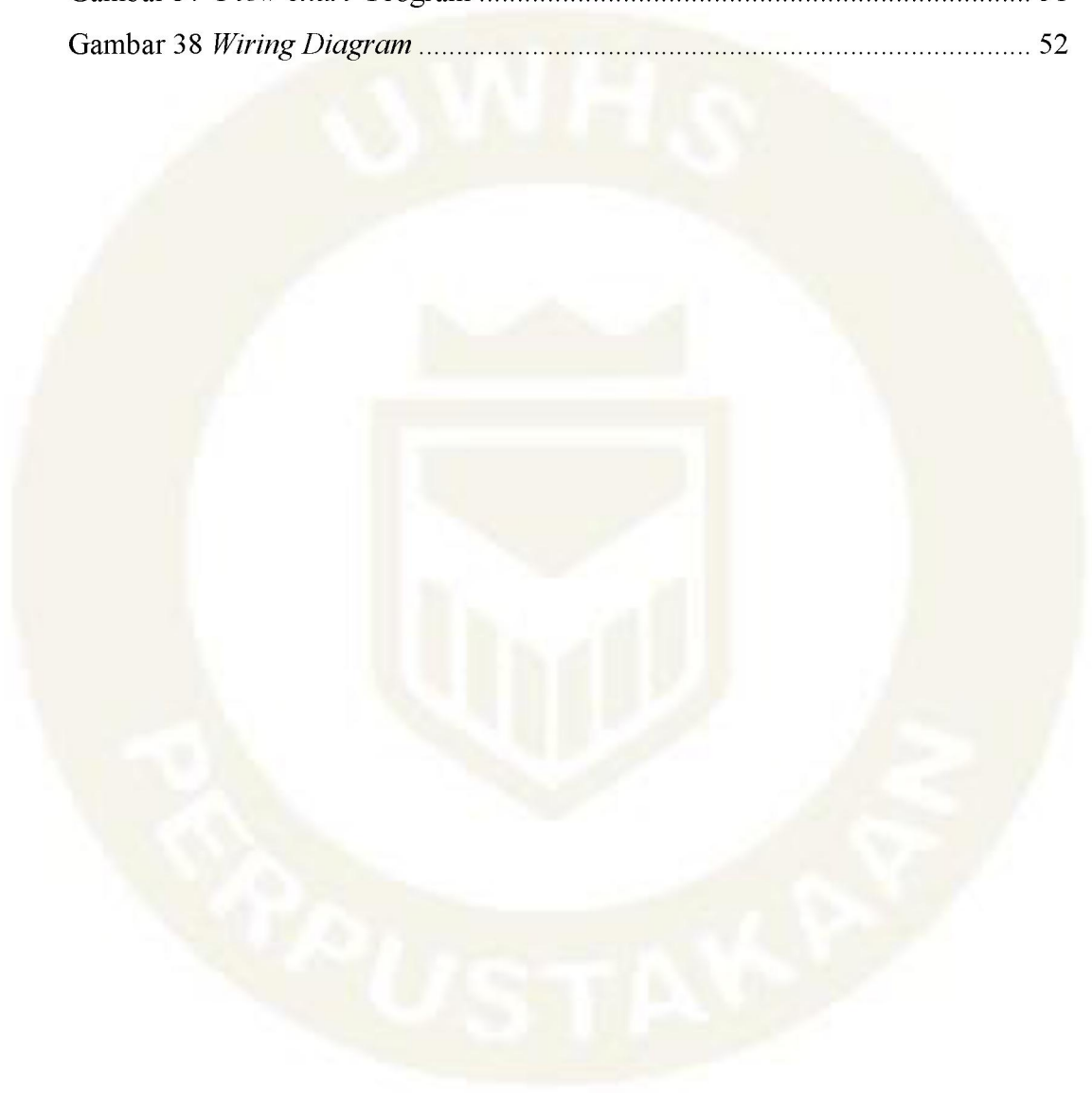
DAFTAR TABEL

Tabel 1 PIN dan Fungsi LCD	16
Tabel 2 Tabel Karakteristik Sensor MPX5100	18
Tabel 3 Kode warna Resistor	23
Tabel 4 Jenis-jenis kapasitor	27
Tabel 5 Komponen power supply	45
Tabel 6 Komponen Charger	47
Tabel 7 Komponen <i>Display</i>	49
Tabel 8 Komponen mikrokontroler	50
Tabel 9 Hasil Pengukuran TP	56
Tabel 10 Hasil Perbandingan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Posisi Pasien	6
Gambar 2 Posisi Stetoskop	6
Gambar 3 Proses Mendengarkan Denyut Nadi	7
Gambar 4 Pembacaan Pada <i>gauge</i>	7
Gambar 5 Konfigurasi Pin Atmega 8	12
Gambar 6 LCD 2 x 16	15
Gambar 7 Rangkaian LCD	15
Gambar 8 Sensor MPX5100	17
Gambar 9 Gambar Perbandingan	19
Gambar 10 Bentuk dan simbol dioda	19
Gambar 11 Penyearah gelombang	20
Gambar 12 Penyearah Setengah Gelombang	21
Gambar 13 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)	21
Gambar 14 Resistor	22
Gambar 15 Rangkaian Seri Resistor	23
Gambar 16 Rangkaian Resistor Paralel	24
Gambar 17 Rangkaian pembagi tegangan	25
Gambar 18 Simbol Kapasitor Polar	26
Gambar 19 Simbol Kapasitor Non Polar	27
Gambar 20 Rangkaian Kapasitor Paralel	29
Gambar 21 Rangkaian Kapasitor Seri	29
Gambar 22 bentuk Trafo dan simbol trafo	30
Gambar 23 Bentuk lilitan trafo step up	31
Gambar 24 Bentuk lilitan trafo step down	31
Gambar 25 Bentuk fisik transistor	32
Gambar 26 Transistor tipe PNP dan NPN	34
Gambar 27 Rangkaian Fix Voltage Regulator	37
Gambar 28 Rangkaian Adjustable Voltage Regulator	38
Gambar 29 Sirkuit Baterai Dengan Beban Internal	38
Gambar 30 Bentuk Fisik <i>Push Button</i>	39
Gambar 31 Blok Diagram Alat	42

Gambar 32 Diagram Mekanis Alat	44
Gambar 33 Rangkaian Power Supply	45
Gambar 34 Rangkaian charger	46
Gambar 35 Rangkaian <i>display</i>	48
Gambar 36 Rangkaian Mikrokontroler	49
Gambar 37 <i>Flow chart</i> Program	51
Gambar 38 <i>Wiring Diagram</i>	52



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran suatu alat ukur / bahan ukur [1]. Tujuan kalibrasi yaitu untuk menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Salah satu alat medis yang perlu dilakukan kalibrasi adalah *Sphygmomanometer*, sedangkan alat untuk mengkalibrasi *Sphygmomanometer* (*Sphygmomanometer*) adalah *Digital Pressure Meter*. *Digital Pressure Meter* merupakan perangkat yang dirancang untuk mengukur tekanan dari perangkat medis dalam bentuk cair atau gas untuk membantu mengkalibrasi alat medis, dalam hal ini kalibrasi *Sphygmomanometer* [2]. *Sphygmomanometer* merupakan alat yang di gunakan untuk mengukur tekanan darah. Alat ini dapat bekerja secara manual ataupun otomatis saat memompa maupun mengurangi tekanan pada manset dengan sistem *non invasive*. Tekanan darah ada dua macam, yaitu sistolik dan diastolik. Yang dimaksud dengan tekanan darah di sini adalah tenaga yang dikeluarkan oleh jantung pada darah untuk dapat mengalir melalui pembuluh darah. Tensi darah normal manusia dewasa adalah 100-120 mmHg untuk tekanan sistolik dan 60-90 mmHg untuk tekanan diastolik [3].

Saat ini *Sphygmomanometer* sudah mengalami perkembangan mulai dari *Sphygmomanometer* air raksa, *Sphygmomanometer* jarum, dan yang terbaru adalah *Sphygmomanometer* digital. Menurut pengamatan penulis bahwa hasil ukur tekanan darah yang dilakukan dengan *Sphygmomanometer* air raksa dan *Sphygmomanometer* digital menghasilkan hasil ukur yang berbeda. Dengan adanya perbedaan hasil ukur tersebut maka perlu dilakukan identifikasi terhadap alat ukur tekanan darah. Kesalahan dalam pengukuran tekanan darah bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti human error, posisi pasien, keadaan pasien atau pada fungsi alat itu sendiri yang akurasi sudah melebihi batas ambang yang diperbolehkan (*Standart error* maksimal 3 mmhg). Hasil pengukuran tekanan darah tersebut harus dilakukan dengan tepat, hal ini dikarenakan menyangkut kesehatan dan keselamatan pasien.

Berdasarkan penjelasan diatas penulis tertarik untuk membuat Karya Tulis Ilmiah dengan judul : **Digital Pressure Meter Berbasis Mikrokontroler**. Alat yang akan dibuat ini akan menghitung berbagai indikator dalam proses kalibrasi *Sphygmomanometer*.

1.2 Tujuan

Tujuan penyusunan karya tulis ini antara lain :

- a. Membuat sensor mendeteksi tekanan saat memompa.
- b. Melakukan uji fungsi sensor.
- c. Membuat rangkaian display LCD 2x16.
- d. Membuat program untuk menampilkan hasil pengukuran tekanan.
- e. Membuat pewaktu 60s untuk tes kebocoran.

f. Melakukan uji fungsi alat

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya kerancuan dan pelebaran masalah dalam penyajian dan pembahasan karya tulis ilmiah ini, maka penulis akan memberikan pembatasan masalah sabagai berikut :

- a. Sensor yang digunakan dalam membuat alat *Digital Pressure Meter* berbasis Mikrokontroller adalah sensor tekanan MPX 5100GP.
- b. Untuk tekanan akan di tampilan dalam mmHg, dengan range 0-300 mmHg dan titik pengukuran 0,50,100,150,200,250 mmHg.
- c. Menggunakan LCD karakter 2x16.
- d. Alat yang dibuat menggunakan baterai.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan tekanan yang terjadi pada pembuluh darah arteri ketika darah kita di pompa oleh jantung untuk di alirkan ke seluruh anggota tubuh. Ada dua macam tekanan darah yaitu sistolik dan diastolik. Tekanan darah sistolik merupakan tekanan darah yang terjadi pada saat otot jantung berkontraksi (menggencang dan menekan). Tekanan sistolik disebut juga tekanan arterial maksimum saat terjadi kontraksi pada lobus ventrikular kiri jantung. Tekanan darah tekanan darah untuk jantung yang beristirahat antara 120 mmHg sebagai *systolic* dan 80 mmHg sebagai *diastolic* (yang ditulis seperti 120/80 mmHg), Ukuran tekanan darah ini tidaklah statis, tetapi mengalami variasi alami dari satu orang terhadap orang yang lain , tergantung faktor - faktor gizi, obat/racun, atau penyakit [4].

2.2 Sphygmomanometer

Sphygmomanometer adalah *instrument* yang digunakan untuk mengukur tekanan darah arteri secara tidak langsung (*Non Invasive*) dengan bantuan stetoskop.

Kata *sphygmus* berasal dari Yunani yang berarti denyut nadi, dengan istilah ilmiah manometer atau *pressure meter*. Ditemukan pertama kali oleh *Dr Samuel Karl Siegfried Ritter von Basch Scipione Riva-Rocci*, dari Italia, th 1896. Dan dipopulerkan oleh *Harvey Cushing* th 1901 [5].

Ada dua jenis *Sphygmomanometer* :

1) *Digital Sphygmomanometer*

Mudah untuk dioperasikan dan praktis dalam penggunaannya. Dalam penggunaannya apabila digunakan dalam jumlah pasien yang cukup banyak hasil pembacaannya tidak valid dan tidak akurat .

2) *Manual Sphygmomanometer*

Sphygmomanometer air raksa pada umumnya terdiri dari suatu *Inflatable Cuff* yang dapat di geembungkan, unit yang mengukur (*Mercury Manometer*), dan suatu tabung/container untuk menghubungkan keduanya, berikut *pump* yang dilengkapi dengan klep untuk mencegah kebocoran tekanan. Regulator tekanan digunakan sebagai pengatur dalam pembacaan.

Ketika sistem tidak diberi tekanan, level air raksa pada container dengan yang ada pada tabung gelas kaca/*plastic* menunjukkan posisi " 0" pada skala tabung. Penekanan pada pompa mengakibatkan tekanan pada manset dan container air raksa, kemudian memaksa air raksa naik pada skala tertentu (mmHg). Udara yang dipindahkan oleh peningkatan air raksa dibuang melalui ventilasi yang berisi suatu saringan yang berfungsi untuk menjaga penumpahan air raksa keluar dan menyaring udara yang masuk ke dalam tabung gelas kaca/*plastic*.

Untuk *aneroid Sphygmomanometer*, tekanan yang diberikan akan melenturkan diafragma melalui suatu hubungan mekanis, pergerakan ini menyebabkan berputarnya jarum penunjuk pada angka tertentu sesuai tekanan yang diberikan.

Pompa tensi, klep/regulator tekanan, manset dan tabung air raksa baik *aneroid Sphygmomanometer* maupun *Sphygmomanometer* air raksa mempunyai system pemeliharaan yang sama. Manometer mempunyai perbedaan yang mendasar dalam penggunaannya.

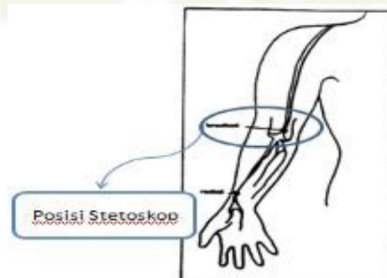
Pengoperasian *Sphygmomanometer* (*University of Malata Faculty of Medicine and Surgery Pharmacy Departement*):

1. Mengkondisikan pasien yang akan diperiksa (berbaring atau duduk).



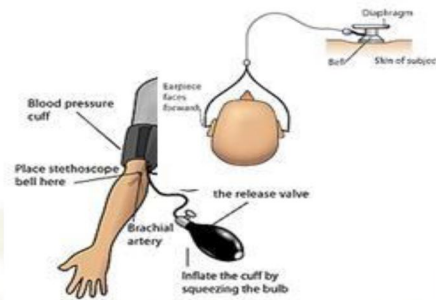
Gambar 1 Posisi Pasien

2. Pasang manset *Sphygmomanometer* pada lengan bagian atas (2 ruas jari dari siku bagian dalam).
3. Letakkan stetoskop pada *arteri brakhialis* yang terletak pada lipatan siku bagian dalam.



Gambar 2 Posisi Stetoskop

4. Dengarkan denyut nadi dengan seksama sambil naikkan tekanan *Sphygmomanometer* sampai suara denyutan tidak terdengar lagi.



Gambar 3 Proses Mendengarkan Denyut Nadi

5. Lepaskan tekanan *Sphygmomanometer* secara perlahan-lahan.
6. Ketika suara denyut nadi terdengar kembali, baca tekanan darah pada skala yang tertera di *gauge*, tekanan ini disebut sistolik.



Gambar 4 Pembacaan Pada *gauge*

7. Ketika proses penurunan, akan terdengar suara terakhir sebelum suara denyut nadi menghilang, baca tekanan darah pada skala yang tertera di *gauge*, tekanan ini disebut diastolik.

2.2.1 Kalibrasi *Sphygmomanometer*

Kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran suatu alat ukur / bahan ukur (PERMENKES RI NOMOR 54 TAHUN 2015).

Tujuan kalibrasi yaitu untuk menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Salah satu alat medis yang perlu dilakukan kalibrasi adalah *Sphygmomanometer*, sedangkan alat untuk mengkalibrasi *Sphygmomanometer* (*Sphygmomanometer*) adalah *Digital Pressure Meter*.

Menurut PERMENKES No 363/Menkes/PER/IV/1998 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan pada sarana Pelayanan Kesehatan, bahwa prosedur kalibrasi wajib dilakukan secara terjadwal guna menjaga keselamatan user atau operator dan pasien sebagai pemakai. Berkaitan dengan hal tersebut perlu dilakukan kalibrasi untuk menentukan nilai kebenaran suatu *Sphygmomanometer* dengan cara membandingkannya dengan standar ukur yang tertelusur. Untuk melakukan kalibrasi *Sphygmomanometer* dapat dilakukan menggunakan *Digital Pressure Meter* (DPM). Dengan adanya DPM ini diharapkan mendapatkan nilai pengukuran sesuai tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. Kondisi ini terkait dengan tuntutan global dalam meningkatkan mutu pelayanan kesehatan (ISO 9000 dan Undang - Undang Nomor 8/99 tentang perlindungan konsumen).

1. Proses Kalibrasi

a) Persiapan

Langkah-langkah yang dilakukan saat persiapan :

1. Lakukan pendataan administrasi meliputi: data alat yang akan dikalibrasi, data alat-alat kalibrator yang digunakan dan data pelaksana kalibrasi

2. Catat kondisi awal lingkungan yang meliputi suhu dan kelembaban pada lembar kerja
3. Lakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat yang akan dikalibrasi
4. Catat pada lembar kerja

b) Tes Kebocoran

Langkah dalam melakukan tes kebocoran :

1. Sebelum dipakai, *Sphygmomanometer* harus selalu tetap berada pada angka nol
2. Pompa manset sampai 200 mmHg kemudian tutup katup. Tunggu hingga 1 menit dan hitung penurunan tekanannya, pembacaan tidak boleh turun lebih dari 15 mmHg. (ECRI 424-2001-0301)
3. Catat hasil pada lembar kerja.

c) Pengukuran Tekanan

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran tekanan :

1. Titik pengukuran yang akan diambil data yaitu tekanan 0 mmHg, 50 mmHg, 100 mmHg, 150 mmHg, 200 mmHg, dan 250 mmHg.
2. Siapkan *Sphygmomanometer* pada titik setting awal tanpa tekanan (0 mmHg). Posisikan skala *gauge* pada titik 0 mmHg apabila perlu.
3. Catat nilai penunjukkan pada display digital pressure meter.
4. Naikkan tekanan sampai 50 mmHg pada *Sphygmomanometer*.

5. Tunggu beberapa saat sampai posisi air raksa stabil.
6. Catat nilai penunjukan pada *Sphygmomanometer* dan nilai yang terukur pada display digital pressure meter pada lembar kerja kalibrasi.
7. Ulangi langkah 4 – 6 untuk titik-titik setting lainnya sampai nilai 250 mmHg.
8. Beri tekanan pada sphygmomanometer sampai melewati 250 mmHg.
9. Turunkan tekanan sampai 250 mmHg pada *Sphygmomanometer*.
10. Catat nilai penunjukan pada *Sphygmomanometer* dan nilai yang terukur pada display digital pressure meter pada lembar kerja kalibrasi.
11. Ulangi langkah 8 – 10 untuk titik-titik setting lainnya sampai nilai 0 mmHg.
12. Ulangi kembali metode pengukuran di atas sampai diperoleh masing-masing 3 data pengukuran naik dan turun pada tiap titik setting tekanan.

2.3 IC Mikrokontroler Atmega 8

Microcontroller adalah sebuah alat pengendali (*controller*) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. *Microcontroller* data dijumpai dalam hampir semua alat elektronik yang kompleks. Dari alat rumah tangga seperti mesin cuci hingga robot-robot mainan cerdas. Sebuah *microcontroller* pada dasarnya bekerja seperti sebuah *microprocessor* pada komputer. Keduanya

memiliki sebuah CPU yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data.

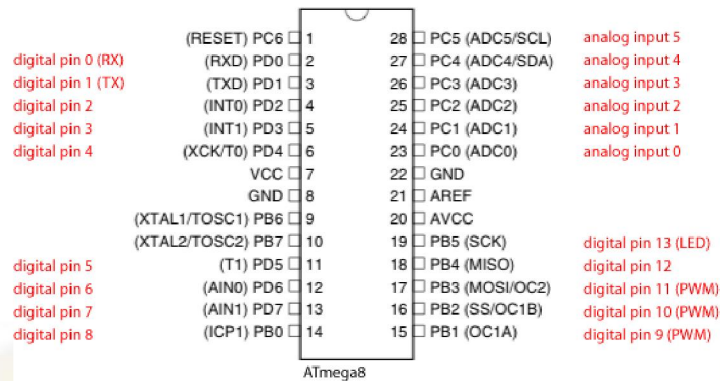
Namun agar dapat digunakan, sebuah *microprocessor* memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga *interface input-output* untuk berhubungan dengan dunia luar. Sebuah *microcontroller* telah memiliki memori dan *interface input- output* di dalamnya, bahkan beberapa *microcontroller* memiliki ADC yang dapat menerima masukan sinyal analog secara langsung. Karena berukuran kecil, murah, dan menyerap daya yang rendah, mikrocontroller merupakan alat kontrol yang paling tepat untuk “ditanamkan” dari berbagai peralatan.

Microcontroller AVR merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya yaitu murah, dukungan *software* dan dokumentasi yang memadai, dan memerlukan komponen yang sangat sedikit. Ada banyak jenis *microcontroller* lain seperti ATmega8535, ATmega32 dan ATmega8.

Penggunaan *microcontroller* ini disesuaikan dengan kebutuhan misalnya apabila hanya membutuhkan *input-output* yang sedikit maka sebaiknya menggunakan *microcontroller* ATmega8 karena lebih irit biaya. Namun apabila membutuhkan *input- output* yang jumlahnya banyak maka sebaiknya menggunakan ATmega32 atau ATmega8535.

Arduino Pin Mapping

www.arduino.cc



Gambar 5 Konfigurasi Pin Atmega 8

1. VCC

Merupakan supply tegangan digital.

2. GND

Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

3. Port B (PB7...PB0)

Di dalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari bit sampai dengan bit 7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8 bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus port B bit 6 dapat digunakan sebagai input Kristal (inverting oscillator amplifier) dan input ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk port B bit 7 dapat digunakan sebagai output Kristal

(output oscillator amplifier) bergantung pada pengaturan fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter2 maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

4. Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pinC.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (sink) ataupun mengeluarkan arus (source).

5. RESET/PC6

Jika RST DISBL Fuse di program, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RST DISBL Fuse tidak di program, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.

6. Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port- port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan- kegunaan yang lain. Pada port ini

hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

7. AVCC

Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja di sarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVCC harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.

8. AREF

Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC

9. ADC7

Berfungsi input analog ke A / D converter pin ini didukung dari pasokan analog dan berfungsi sebagai saluran ADC 10-bit.

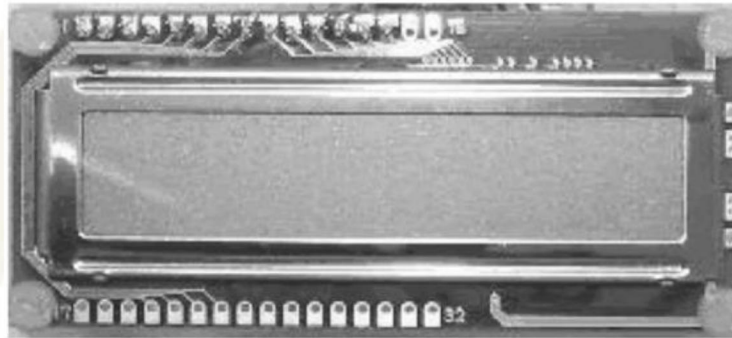
2.4 LCD Karakter 2 x 16

LCD adalah sebuah display dot matrix yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya).

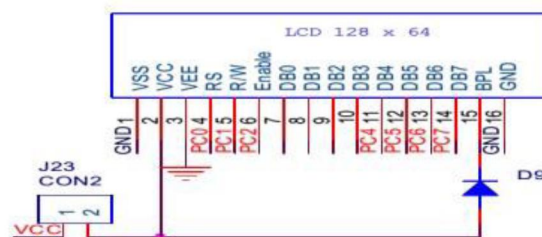
LCD sebagaimana output yang dapat menampilkan tulisan sehingga lebih mudah dimengerti, dibanding jika menggunakan LED saja. Dalam modul ini menggunakan LCD karakter untuk menampilkan tulisan atau karakter saja.

Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak “titik”. LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur „titik-titik“ LCD tadi menjadi huruf atau angka yang terbaca.

Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi „titik-titik“ LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanyalah mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan.



Gambar 6 LCD 2 x 16



Gambar 7 Rangkaian LCD

Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika *low* (0) dan diatur pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, mengatur EN dengan logika (1) dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *datasheet* dari LCD tersebut) dan berikutnya mengatur EN ke logika *low* (0) lagi.

Jalur RS adalah jalur *Register Select*. Ketika RS berlogika *low* (0), data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*,

posisi kursor dll). Ketika RS berlogika *high* (1), data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada tampilan LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus diatur pada logika *high* (1).

Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/ Write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* "0" [6].

Tabel 1 PIN dan Fungsi LCD

PIN	NAMA	FUNGSI
1	V _{SS}	<i>Ground Voltage</i>
2	V _{CC}	+5V
3	V _{EE}	<i>Contrast Voltage</i>
4	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	R/W	<i>Read / Write</i> 0 = <i>write mode</i> 1 = <i>read mode</i>
6	E	<i>Enable</i> 0 = <i>start to lacht data to</i> <i>LCD character</i> 1 = <i>disable</i>
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground Voltage</i>

2.5 Sensor MPX5100

Sensor MPX 5100 adalah sensor tekanan dengan kompensasi suhu, pengondisi sinyal, dan telah terkalibrasi. Sensor tekanan ini adalah *monolitik silicon* sensor tekanan yang dirancang untuk berbagai aplikasi, terutama mereka yang menggunakan sebuah mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input A / D. Bekerja pada tekanan 0 kPa sampai 100 kPa (0 psi sampai 14.5 psi) atau 15 kPa sampai 115 kPa (2.18 psi sampai 16.68 psi) dengan tegangan output 0.2 volt sampai 4.7 volt.



Gambar 8 Sensor MPX5100

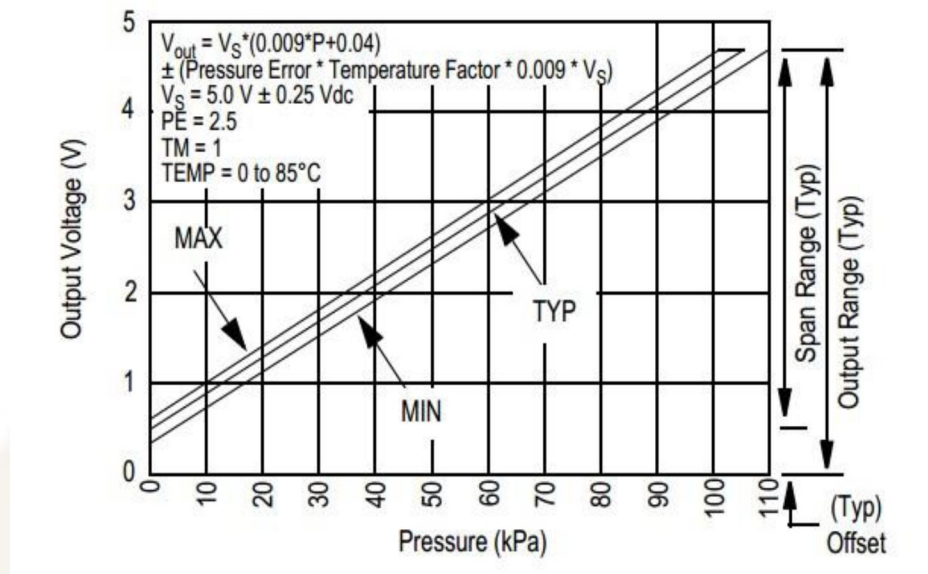
Sensor tekanan ini di desain untuk aplikasi *range* yang lebar, terutama bekerja pada *microcontroller* atau *mikroprosesor* dengan analog atau digital *input*, terbuat dari elemen transducer tunggal yang dikombinasikan menggunakan teknik *micromachining* dengan logam film tipis dan di proses secara *bipolar* untuk menghasilkan *output* sinyal analog level tinggi yang akurat dan proporsional untuk aplikasi tekanan.

Berikut ini merupakan tabel spesifikasi atau karakteristik dari sensor MPX5100 :

Tabel 2 Tabel Karakteristik Sensor MPX5100

Karakteristik	Simbol	Min	Type	Max	Unit
<i>Pressure range</i>	Pop	0	-	100	KPa
		15	-	115	
<i>Supply Voltage</i>	Vs	4.75	5.0	5.25	VDC
<i>Supply Current</i>	Io	-	7.0	10	mAdc
<i>Minimum Pressure Offset Vs = 5,0 V</i>	VOFF	0.088	0.20	0.313	VDC
<i>Full Scale Output</i>	VFSO	4.587	4.700	4.813	VDC
<i>Full Scale Span</i>	VFSS	-	4.500	-	VDC
<i>Accuracy</i>	-	-	-	±2.5	%VFSS
<i>Sensitivity</i>	V/P	-	45	-	mV/kPa
<i>Respon Time</i>	tR	-	1.0	-	Ms
<i>Output Source Current at Full Scale Output</i>	IO+	-	0.1	-	mAdc
<i>Warm-Up Time</i>	-	-	20	-	Ms
<i>Warm Stability</i>	-	-	±0.5	-	%VFSS

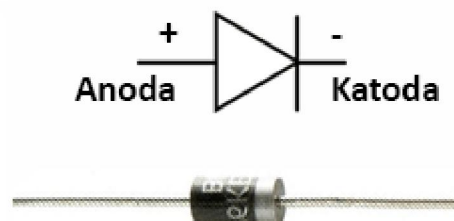
Kurva perbandingan tegangan dan tekanan :



Gambar 9 Gambar Perbandingan

2.6 Dioda

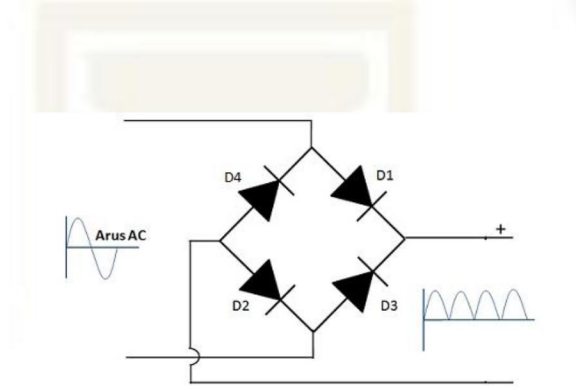
Dioda (Diode) adalah komponen elektronika aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai fungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah tetapi menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Oleh karena itu, Dioda sering dipergunakan sebagai penyearah dalam Rangkaian Elektronika. Dioda pada umumnya mempunyai 2 elektroda (terminal) yaitu Anoda (+) dan Katoda (-) dan memiliki prinsip kerja yang berdasarkan teknologi pertemuan p-n semikonduktor yaitu dapat mengalirkan arus dari sisi tipe-p (Anoda) menuju ke sisi tipe-n (Katoda) tetapi tidak dapat mengalirkan arus ke arah sebaliknya.



Gambar 10 Bentuk dan simbol dioda

2.6.1 Dioda penyearah

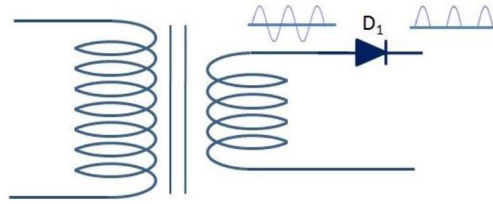
Rectifier atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Penyearah Gelombang adalah suatu bagian dari rangkaian catu daya atau power supply yang berfungsi sebagai pengubah sinyal AC (Alternating Current) menjadi sinyal DC (Direct Current). Rangkaian Rectifier atau penyearah gelombang ini pada umumnya menggunakan dioda sebagai komponen utamanya. Hal ini dikarenakan dioda memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Jika sebuah dioda dialiri arus bolak-balik (AC), maka dioda tersebut hanya akan melewatkan setengah gelombang, sedangkan setengah gelombangnya lagi diblokir.



Gambar 11 Penyearah gelombang

2.6.2 Half Wave Rectifier (Penyearah Setengah Gelombang)

Half Wave Rectifier atau Penyearah Setengah Gelombang merupakan Penyearah yang paling sederhana karena hanya menggunakan 1 buah Dioda untuk menghambat sisi sinyal negatif dari gelombang AC dari Power supply dan melewatkan sisi sinyal Positif-nya.

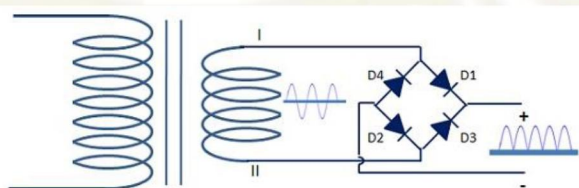


Gambar 12 Penyearah Setengah Gelombang

Pada prinsipnya, arus AC terdiri dari 2 sisi gelombang yakni sisi positif dan sisi negatif yang bolak-balik. Sisi Positif gelombang dari arus AC yang masuk ke Dioda akan menyebabkan Dioda menjadi bias maju (Forward Bias) sehingga melewatkannya, sedangkan sisi Negatif gelombang arus AC yang masuk akan menjadikan Dioda dalam posisi Reverse Bias (Bias Terbalik) sehingga menghambat sinyal negatif tersebut.

2.6.3 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)

Penyearah Gelombang Penuh dengan menggunakan 4 Dioda adalah jenis Rectifier yang paling sering digunakan dalam rangkaian Power Supply karena memberikan kinerja yang lebih baik dari jenis Penyearah lainnya. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda ini juga sering disebut dengan Bridge Rectifier atau Penyearah Jembatan.



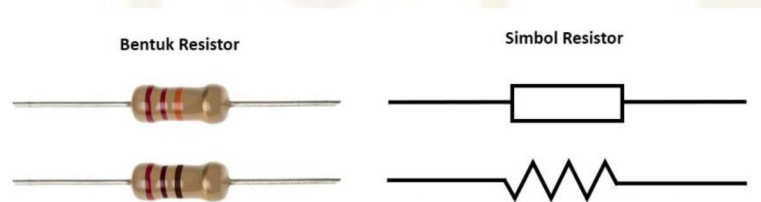
Gambar 13 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)

Berdasarkan gambar diatas, jika Transformer mengeluarkan output sisi sinyal Positif (+) maka Output maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewatkan sinyal Positif tersebut sedangkan D3 dan

D4 akan menghambat sinyal sisi Negatifnya. Kemudian pada saat Output Transformer berubah menjadi sisi sinyal Negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewatkan sinyal sisi Positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal Negatifnya.

2.7 Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya. Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium).



Gambar 14 Resistor

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat diboroskan . Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu, satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω).

Sesuai hokum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Seperti rumus dibawah ini:

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (1)$$

R = Resistor (Ω)

V = Tegangan (V)

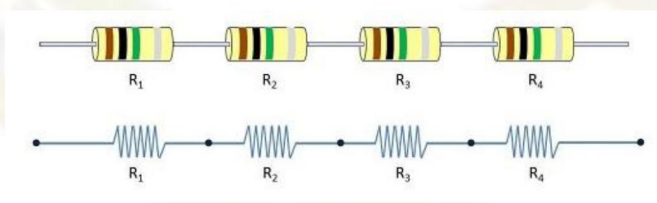
I = Arus (A)

Tabel 3 Kode warna Resistor

Warna	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi
Hitam	0	1	-
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	-
Kuning	4	10.000	-
Hijau	5	100.000	0.5%
Biru	6	10^6	0.25%
Violet	7	10^7	0.1%
Abu-Abu	8	10^8	0.05%
Putih	9	10^9	-
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa Warna	-	-	20%

2.7.1 Rangkaian Resistor Seri

Rangkaian Seri Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Resistor yang disusun secara sejajar atau berbentuk Seri. Rumus dari Rangkaian Seri seperti dibawah ini.



Gambar 15 Rangkaian Seri Resistor

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n \dots \dots \dots (2)$$

R_{total} = Total Nilai Resistor (Ω)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

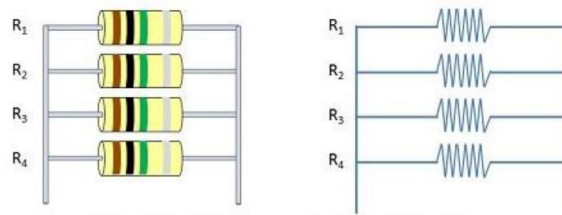
R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

R_n = Resistor ke-n (Ω)

2.7.2 Rangkaian Resistor Paralel

Rangkaian Paralel Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih resistor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Sama seperti dengan rangkaian seri, rangkaian paralel juga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan pengganti. rumus dari rangkaian paralel seperti dibawah ini:



Gambar 16 Rangkaian Resistor Paralel

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots + \frac{1}{R_n} \dots \dots \dots (3)$$

R_{total} = Total Nilai Resistor (Ω)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

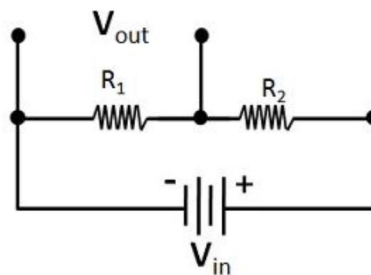
R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

R_4 = Resistor ke-4 (Ω)

R_n = Resistor ke-n (Ω)

2.7.3 Ragkaian sebagai pembagi tegangan

Voltage divider atau pembagi Tegangan adalah suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari Pembagi Tegangan ini di rangkaian elektronika adalah untuk membagi tegangan input menjadi satu atau beberapa tegangan output yang diperlukan oleh komponen lainnya didalam rangkaian. Hanya dengan menggunakan dua buah resistor atau lebih dan tegangan input. Di bawah ini merupakan contoh rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 17 Rangkaian pembagi tegangan

$$V_{out} = V_{in} \times (R_2 / (R_1 + R_2)) \dots \dots \dots (4)$$

V_{out} = Tegangan keluaran (V)

V_{in} = Tegangan masukan (V)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

2.8 Kapasitor (Capasitor)

Kapasitor (Capacitor) atau disebut juga dengan Kondensator (Condensator) adalah Komponen Elektronika Pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan Kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791 ~ 1867) yang

berasal dari Inggris. Namun Farad adalah satuan yang sangat besar, oleh karena itu pada umumnya Kapasitor yang digunakan dalam peralatan Elektronika adalah satuan Farad yang dikecilkan menjadi pikoFarad, NanoFarad dan MicroFarad.

Konversi Satuan Farad adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000\mu\text{F (mikro Farad)}$$

$$1\mu\text{F} = 1.000\text{nF (nano Farad)}$$

$$1\mu\text{F} = 1.000.000\text{pF (piko Farad)}$$

$$1\text{nF} = 1.000\text{pF (piko Farad)}$$

2.8.1 Fungsi Kapasitor

- a) Penghemat daya listrik.
- b) Penyaring atau filter dalam rangkaian catu daya (power supply).
- c) Meredam nois atau ripple.
- d) Menghindari loncatan api saat saklar beban listrik di hubungkan.

Pembuatan kapasitor atau kondensator disusun menggunakan dua pelat logam. Kedua pelat logam itu dipisahkan dengan isolator yang di sebut dielektrikum. Jenis – jenis dielektrikum antara lain mika, kertas, plastic, keramik, tantalum dan elektrolit.

Kapasitor polar diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



Gambar 18 Simbol Kapasitor Polar

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitansnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan


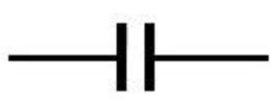



berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju yang sering disebut kapasitor non polar.


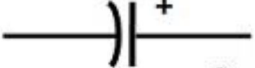

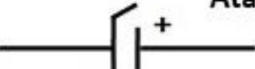

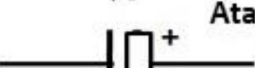
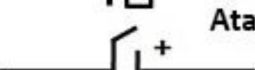



Gambar 19 Simbol Kapasitor Non Polar

2.8.2 Jenis jenis kapasitor

Tabel 4 Jenis-jenis kapasitor

NO	Nama Kapasitor	Gambar	Simbol
1	Kapasitor Kramik (Ceramic Capacitor)		
2	Kapasitor Polyester (polyester Capacitor)		
3	Kapasitor Kertas (Paper Capacitor)		
4	Kapasitor Mika (Mika Apasitor)		

5	Kapasitor Elektrolit (Electrolyte Capacitor)		  
6	Kapasitor Tantalum (Tantalum Capacitor)		  

Kapasitor disingkat dengan huruf “C” dan menggunakan satuan farad (F). Satu farad didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang dapat disimpan (dalam satuan Coulomb) persatu volt tegangan.

$$\text{Kapasitansi (C)} = \frac{\text{Muatan (Q)}}{\text{Tegangan (V)}} \dots\dots\dots(5)$$

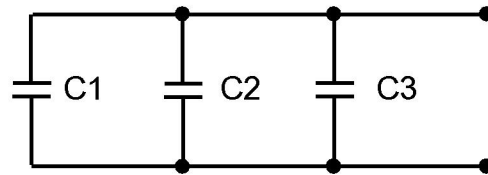
C= Kapasitansi (Farad)

Q= Muatan Listrik (Coulomb)

V= Beda Potensial (Volt)

2.8.3 Rangkaian Kapasitor Paralel

Rangkaian Paralel Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Kapasitor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Dengan menggunakan Rangkaian Paralel Kapasitor ini, kita dapat menemukan nilai Kapasitansi pengganti yang diinginkan.



Gambar 20 Rangkaian Kapasitor Paralel

$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \dots \dots \dots (6)$$

C_{total} = Total Nilai Kapasitor (F)

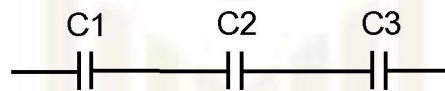
C_1 = Kapasitor ke-1 (F)

C_2 = Kapasitor ke-2 (F)

C_3 = Kapasitor ke-3 (F)

2.8.4 Kapasitor Seri

Rangkaian Seri Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah dan lebih, kapasitor yang disusun sejajar atau berbentuk Seri. Seperti halnya dengan Rangkaian Paralel, Rangkaian Seri Kapasitor ini juga dapat digunakan untuk mendapat nilai Kapasitansi Kapasitor pengganti yang diinginkan.



Gambar 21 Rangkaian Kapasitor Seri

$$\frac{1}{C_{\text{total}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \dots \dots (7)$$

C_{total} = Total Nilai Kapasitor (F)

C_1 = Kapasitor ke-1 (F)

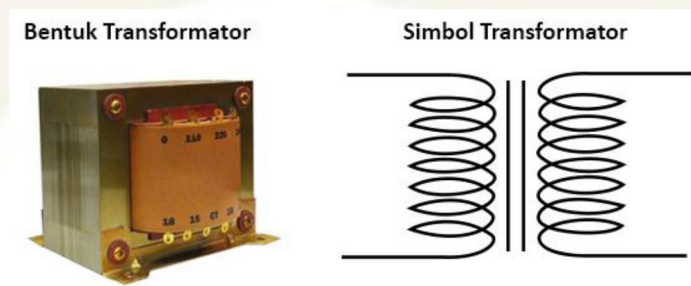
C_2 = Kapasitor ke-2 (F)

C_3 = Kapasitor ke-3 (F)

2.9 Transformator (Trafo)

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari pengubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan Tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC

ataupun menaikkan Tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Transformator menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik PLN hingga ratusan kilo Volt untuk di distribusikan, dan kemudian Transformator lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan Tegangan AC 220Volt.



Gambar 22 bentuk Trafo dan simbol trafo.

Hubungan antara jumlah lilitan dan tegangan pada sisi primer dan sisi sekunder ini dapat dituliskan dalam rumus sebagai berikut:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} \dots\dots\dots(8)$$

Hubungan antara jumlah lilitan dan kuat arus pada sisi primer dan sisi sekunder ini dapat dituliskan dalam rumus sebagai berikut:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

N_p = Jumlah Lilitan Primer (Lilitan)

N_s = Jumlah Lilitan Sekunder (Lilitan)

V_p = Tegangan Primer (Volt)

V_s = Tegangan Sekunder (Volt)

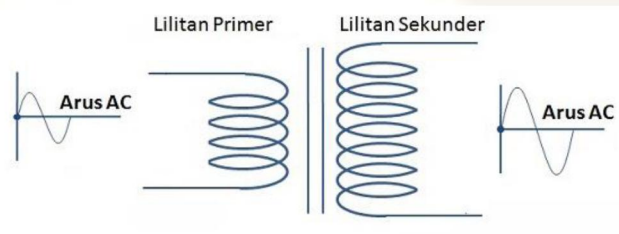
I_s = Arus Sekunder (Ampere)

I_p = Arus Primer (Ampere)

2.9.1 Jenis-jenis transformator :

a. Transformator Step Up

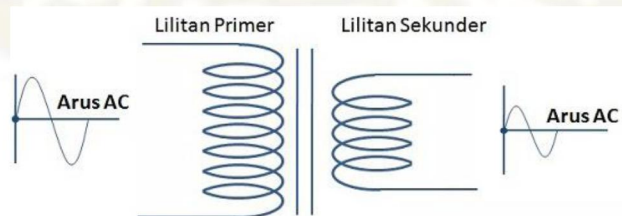
Transformator step up adalah transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan bolak balik (AC). Pada transformator ini, jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak dari pada jumlah lilitan kumparan primer.



Gambar 23 Bentuk lilitan trafo step up

b. Transformator Step Down

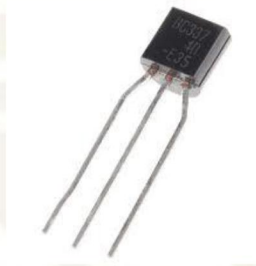
Transformator step down adalah transformator yang digunakan untuk menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Pada transformator ini, jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak dari pada jumlah lilitan kumparan sekunder^[9]



Gambar 24 Bentuk lilitan trafo step down

2.10 Transistor

Transistor adalah komponen semikonduktor yang memiliki berbagai macam fungsi seperti sebagai penguat, pengendali, penyearah, osilator, modulator dan lain sebagainya. Transistor merupakan salah satu komponen semikonduktor yang paling banyak ditemukan dalam rangkaian-rangkaian elektronika. Boleh dikatakan bahwa hampir semua perangkat elektronik menggunakan Transistor untuk berbagai kebutuhan dalam rangkaianannya. Perangkat-perangkat elektronik yang dimaksud tersebut seperti Televisi, Komputer, Ponsel, Audio Amplifier, Audio Player, Video Player, konsol Game, Power Supply dan lain-lainnya.



Gambar 25 Bentuk fisik transistor

2.10.1 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.

Disebut Transistor bipolar 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.

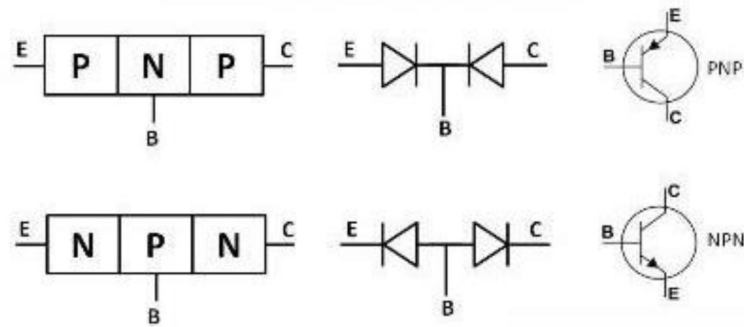
FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar di mana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut. Lihat artikel untuk masing-masing tipe untuk penjelasan yang lebih lanjut.

2.10.2 Struktur Dasar Transistor

Pada dasarnya, Transistor adalah Komponen Elektronika yang terdiri dari 3 Lapisan Semikonduktor dan memiliki 3 Terminal (kaki) yaitu Terminal Emitor yang disingkat dengan huruf "E", Terminal Base (Basis) yang disingkat dengan huruf "B" serta Terminal Collector/Kolektor yang disingkat dengan huruf "C". Berdasarkan strukturnya, Transistor sebenarnya merupakan gabungan dari sambungan 2 dioda. Dari gabungan tersebut, Transistor kemudian dibagi menjadi 2 tipe yaitu Transistor tipe NPN dan Transistor tipe PNP yang disebut juga dengan Transistor Bipolar. Dikatakan Bipolar karena memiliki 2 polaritas dalam membawa arus listrik.

NPN merupakan singkatan dari *Negatif-Positif-Negatif* sedangkan PNP adalah singkatan dari *Positif-Negatif-Positif*.

Berikut ini adalah gambar tipe transistor berdasarkan lapisan semikonduktor yang membentuknya beserta simbol transistor PNP dan NPN.



Gambar 26 Transistor tipe PNP dan NPN

2.10.3 Transistor sebagai saklar

Pada dasarnya prinsip kerja transistor sebagai saklar adalah memanfaatkan kondisi jenuh dan cut-off suatu transistor, dimana kedua kondisi ini bisa diperoleh dengan pengaturan besarnya arus yang melalui basis transistor. Kondisi jenuh atau saturasi akan diperoleh jika basis transistor diberi arus cukup besar sehingga transistor mengalami jenuh dan berfungsi seperti saklar yang tertutup. Sedangkan kondisi cut-off diperoleh jika arus basis dilalui oleh arus yang sangat kecil atau mendekati nol ampere, sehingga transistor bekerja seperti saklar yang terbuka.

a. Kondisi jenuh (saturasi)

Transistor berada dalam kondisi jenuh jika tegangan masukan lebih besar atau sama V_{BE} dengan (0,7 Volt) dan mencapai titik tertentu. Basis transistor akan terdapat arus dan menyebabkan mengalirnya arus kolektor, saat transistor saturasi tegangan antara kolektor ke emitor mendekati nol.

Besarnya arus transistor pada saat saturasi :

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

I_c = Arus kolektor

V_{CC} = Tegangan sumber

V_{CE} = Tegangan kolektor emitor

R_C = Beban kolektor

Karena tegangan kolektor mendekati nol (dianggap 0 Volt) maka :

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \dots \dots \dots (11)$$

b. Kondisi tersumbat (*Cut off*)

Transistor dalam kondisi tersumbat (*Cut off*) bila tegangan dalam masukan kurang dari 0,7 Volt atau bernilai mendekati 0 Volt, maka basis tidak cukup mendapatkan picu, sehingga mengakibatkan tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke emitor. Dalam keadaan ini transistor berfungsi sebagai penghambat yang memiliki hambatan lebih besar dan transistor sebagai saklar terbuka.

Bila basis transistor dalam keadaan tersumbat (*Cut off*), maka arus basis sama dengan nol dan arus kolektor sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Karena $V_{BE}=0$, maka pada keadaan ini transistor kehilangan kerja normalnya tegangan kolektor emitor dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$V_{BE} = V_{CC} - I_C - I_C \cdot R_C \dots \dots \dots (12)$$

Karena $I_C = 0$, maka tegangan kolektor emitor dapat dituliskan $V_{BE} = V_{CC}$.

2.11 Regulator Tegangan

Regulator tegangan adalah bagian power supply yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu power supply. Output tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada power supply. Pada sebagian

peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Jenis-Jenis IC Regulator Tegangan [8]

a) Fixed Voltage Regulator (Pengatur Tegangan Tetap)

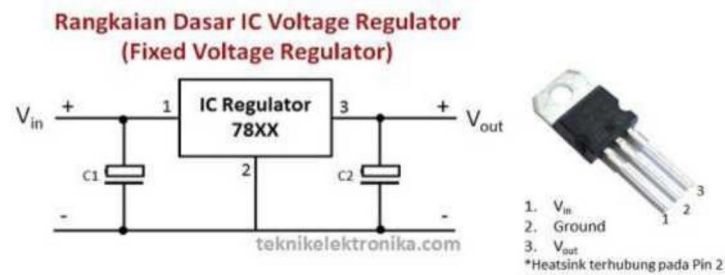
IC jenis pengatur tegangan tetap (*Fixed Voltage Regulator*) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (di-adjust) sesuai dengan keinginan rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga tegangan DC yang diatur juga tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC voltage 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.

Gambar 16 adalah rangkaian dasar untuk IC LM78XX beserta bentuk Komponennya (Fixed Voltage Regulator).

b) *Adjustable Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan yang



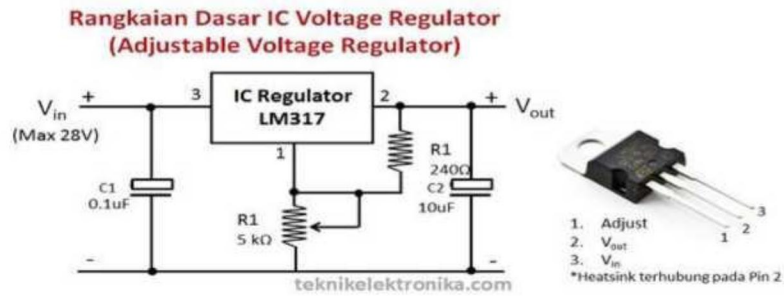
Gambar 27 Rangkaian Fix Voltage Regulator

dapat diatur)

IC jenis *adjustable* voltage regulator adalah jenis IC pengatur tegangan DC yang memiliki range tegangan output tertentu sehingga dapat disesuaikan kebutuhan rangkaiannya. IC *adjustable* voltage regulator ini juga memiliki 2 jenis yaitu *positive adjustable* voltage regulator dan *negative adjustable* voltage regulator. Contoh IC jenis *positive adjustable* voltage regulator diantaranya adalah LM317 yang memiliki range atau rentang tegangan dari 1.2 Volt DC sampai pada 37 Volt DC. Sedangkan contoh IC jenis negative adjustable voltage regulator adalah LM337 yang memiliki range atau jangkauan tegangan yang sama dengan LM317. Pada dasarnya desain, konstruksi dan cara kerja pada kedua jenis IC adjustable voltage regulator adalah sama. yang membedakannya adalah polaritas pada output tegangan DC-nya. Untuk mendapatkan hasil keluaran tegangan didapatkan rumus $V_{out} = 1,25 \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$ dengan syarat

$$V_{in} - V_{out} \geq 2V.$$

Gambar 2.18 adalah rangkaian dasar IC LM317 beserta bentuk komponennya (*Adjustable Voltage Regulator*).

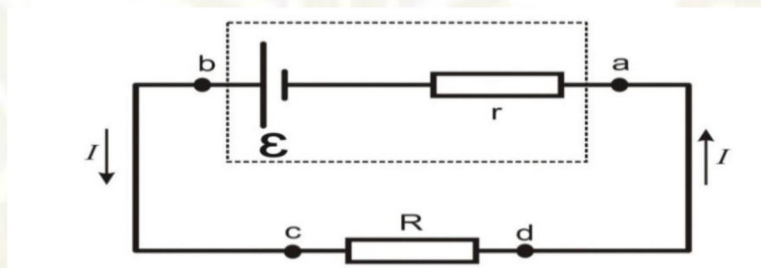


Gambar 28 Rangkaian Adjustable Voltage Regulator

2.12 Baterai

Baterai pertama kali diciptakan oleh Allessandro Volta (1800). Sebuah baterai memiliki resistansi internal yang kecil dengan dua elektrode, satu elektrode pembangkit muatan positif dan satu elektrode pembangkit muatan negatif dan di antara elektrode tersebut terdapat elektrolit, biasanya digunakan seng, perak, dan sebagai elektrolit adalah larutan air garam untuk membangkitkan tegangan.

Karena baterai memiliki nilai tahanan yang kecil (r) sehingga tegangan pada terminal baterai (V_{ab}) atau tegangan efektif baterai (V_{eff}) akan lebih kecil dari nilai *EMF* (*Electro Motive Force*).



Gambar 29 Sirkuit Baterai Dengan Beban Internal

$$V_{ab} = \varepsilon - iR \dots \dots \dots (13)$$

Dengan nilai arus i :

$$i = \frac{\varepsilon}{R+r} \dots \dots \dots (14)$$

maka,

$$V_{ab} = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{R+r} R$$

$$= \frac{\varepsilon r}{1+r/R} \dots \dots \dots (15)$$

Nilai tegangan di terminal baterai sama dengan nilai tegangan beban R atau tegangan efektif baterai : $V_{ab}=V_{dc}=V_{eff}=iR$.

$$V_{ab} = \frac{\varepsilon}{R+r} R \dots \dots \dots (16)$$

Atau

$$V_{eff} = \frac{\varepsilon r}{1+r/R} \dots \dots \dots (17)$$

2.13 Push Button

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain. Berikut adalah bentuk fisik dari *push button*.



Gambar 30 Bentuk Fisik *Push Button*

Push button berdasarkan bentuk kontakny dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

- a. *Normally Open* (NO)

Untuk *push button* NO pada saat tidak ditekan, kedua kaki/ pinnya bersifat hubung-terbuka, selama ditekan kedua kaki/ pinnya menjadi hubung-singkat, dan ketika dilepaskan maka kedua kaki/ pinnya kembali bersifat hubung-terbuka.

b. *Normally Close* (NC).

Untuk *push button* NC, pada saat tidak ditekan kedua kaki/ pinnya bersifat hubung-tertutup, selama ditekan kedua kaki/ pinnya menjadi hubung-terbuka, dan ketika dilepaskan maka kedua kaki/pinnya kembali bersifat hubung-tertutup.



BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahapan Perencanaan

Dalam bab perencanaan pembuatan modul serta karya tulis, penulis melakukan langkah – langkah dalam pelaksanaan dan penyelesaian pembuatan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penulis saat pembuatan modul serta karya tulis nantinya dan juga agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang penulis harapkan.

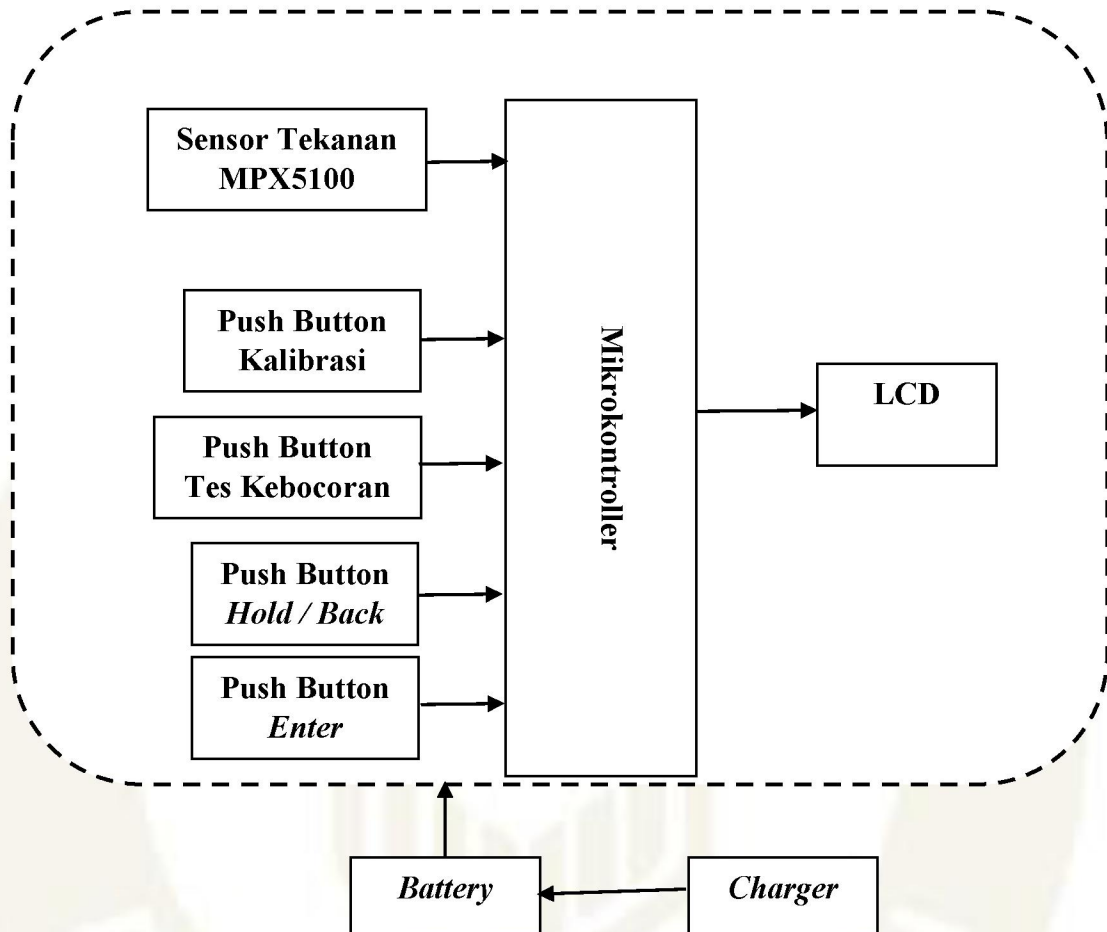
Adapun tahapan – tahapan yang penulis lakukan selama tahapan perencanaan adalah sebagai berikut :

- a. Merancang blok diagram dari modul yang akan penulis buat secara keseluruhan berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
- b. Menentukan komponen utama dan komponen pendukung yang diperlukan dalam pembuatan modul supaya modul dapat bekerja dengan baik sesuai harapan.
- c. Merancang gambar rangkaian secara keseluruhan.
- d. Pembuatan modul sesuai dengan gambar yang telah penulis buat.
- e. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
- f. Menentukan titik – titik pengukuran (*test point*) untuk pendataan dan analisa rangkaian.

3.2 Perencanaan Blok Diagram

Untuk memudahkan pengertian sistem secara keseluruhan maka penulis membagi rangkaian menjadi beberapa blok rangkaian, masing-masing blok

memiliki fungsi yang berbeda. Pada gambar di bawah ini memperlihatkan blok rangkaian alat Digital Pressure Meter (DPM) Berbasis Mikrokontroler.



Gambar 31 Blok Diagram Alat

3.1.1 Keterangan

- Sensor MPX5100 : berfungsi sebagai sensor pembacaan tekanan yang masuk.
- Push Button Kalibrasi : berfungsi untuk memilih mode kalibrasi pada alat.
- Push Button tes kebocoran : berfungsi untuk memilih mode Tes Kebocoran

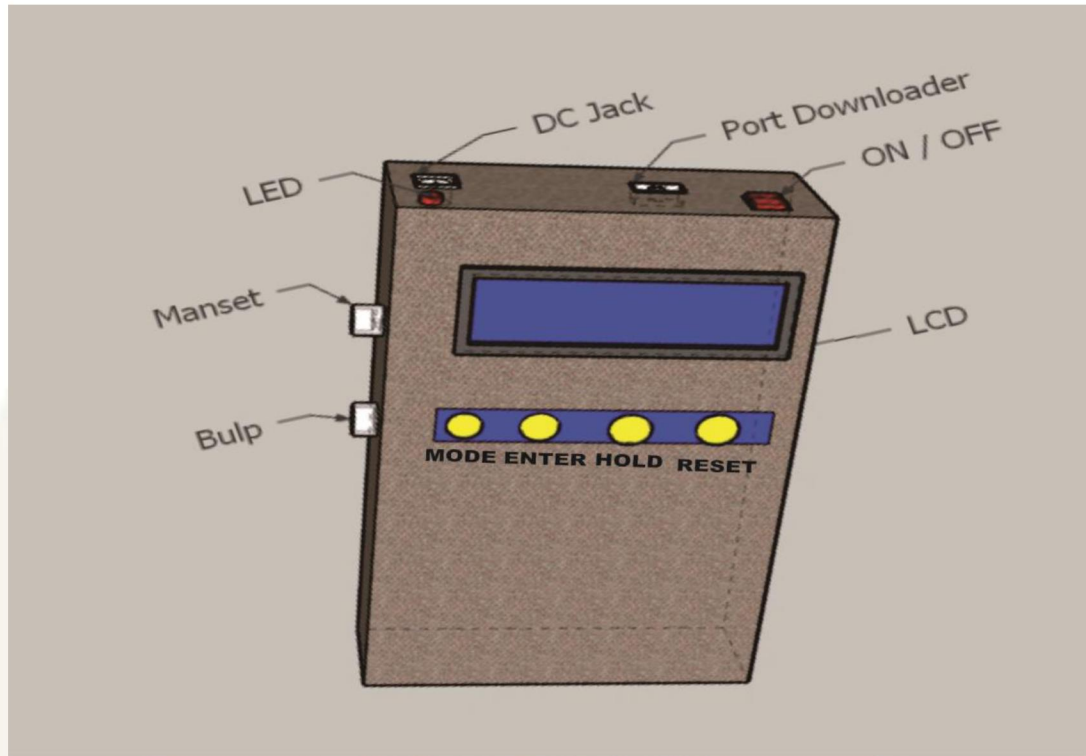
- Mikrokontroller : berfungsi sebagai pengendali utama atau otak proses kerja alat secara keseluruhan
- LCD : Digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor pada setiap mode.
- Baterai : Berfungsi untuk supply tegangan keseluruhan rangkaian
- Charger : Digunakan untuk mengisi energi ke dalam baterai (isi ulang).

3.1.2 Cara Kerja Blok Diagram

Saat alat dinyalakan, tegangan dari baterai menyuplai rangkaian mikrokontroller, termasuk sensor tekanan sehingga alat dalam keadaan *ready* dan siap untuk beroperasi. Kemudian dilakukan pemilihan kalibrasi dengan menekan tombol kalibrasi. Untuk memulai proses tes kebocoran pada *Sphygmomanometer*, tekan tombol tes kebocoran. Setelah itu tekan *enter*. Sebelum ada tekanan display menunjukkan nilai 0 mmHg. Pemompaan dilakukan secara manual. Tekanan yang masuk akan diterima oleh sensor tekanan, kemudian dikonversi menjadi tegangan analog. Tegangan tersebut kemudian masuk ke ADC internal yang telah tersedia dalam IC Mikrokontroler. Setelah tegangan masuk ADC, tegangan analog akan dikonversi menjadi tegangan digital untuk diproses oleh mikrokontroler. Data hasil dari pengolahan tersebut akan diproses melalui Mikrokontroler, kemudian ditampilkan melalui LCD. Untuk kalibrasi tekanan, Pada saat display menunjukkan tekanan 200 mmHg tekan tombol *enter* untuk memulai timer. Ketika timer sudah mencapai 60s maka akan langsung terhitung berapa mmHg

kebocorannya, lalu dapat diketahui *Sphygmomanometer* tersebut laik atau tidak laik.

3.2 Perencanaan Alat



Gambar 32 Diagram Mekanis Alat

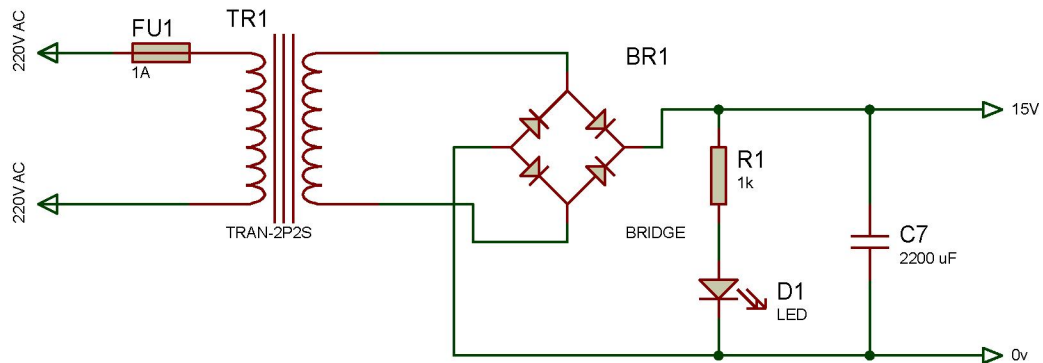
3.3 Perencanaan *wiring diagram* per blok

Perencanaan *wiring diagram* dari alat ini dibagi dalam lima bagian sebagai berikut:

3.3.1 Perencanaan Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai sumber daya ke rangkaian *charger* sebesar 15 V DC. Komponen yang digunakan antara lain trafo stepdown 1 ampere, *diode bridge*, kapasitor, resistor dan dioda led. Tegangan *powersupply* memberikan masukan ke lilitan primer *transformator* dan kemudian akan diturunkan melalui lilitan sekunder pada *transformator* dan keluarannya akan dirubah menjadi

tegangan DC melalui dioda. Setelah disearahkan keluaran tersebut akan di *filter* oleh kapasitor dan menyalakan led.



Gambar 33 Rangkaian Power Supply

Dari 220 VAC masuk ke *fuse* sebagai pengaman rangkaian kemudian ke *transformator step down* tenggangan menjadi 15VAC kemudian masuk ke komponen dioda *bridge* berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh keluaran menjadi tegangan 15VDC. Kapasitor sebagai filter atau menghilangkan sinyal *noise*.

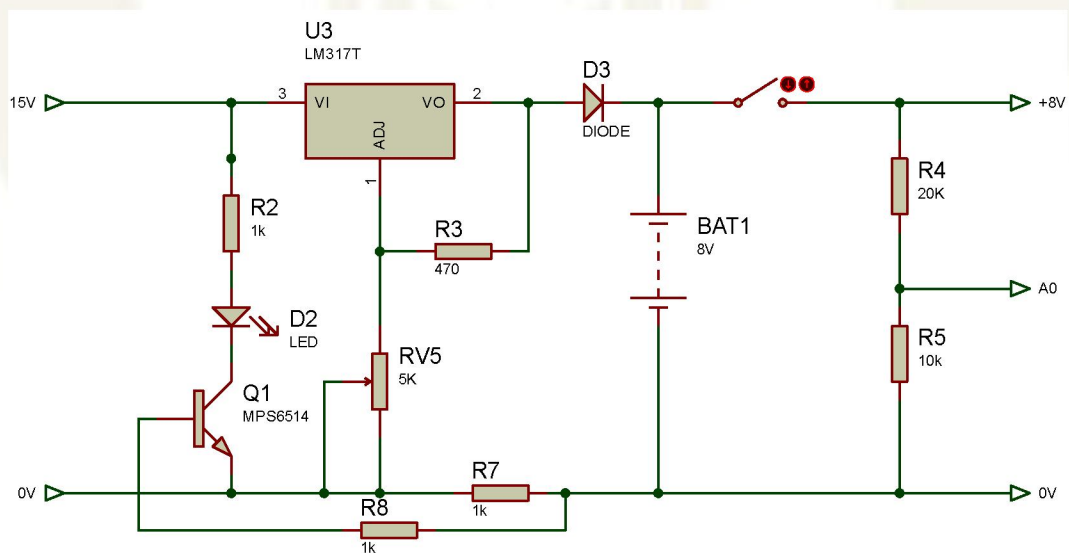
Tabel 5 Komponen power supply

NO	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Transformator	1A	1
2	Diode	IN4007	4
3	Kapasitor	2200 μ F/25V	1
4	Resistor	1k Ω	1
5	LED		1
6	Fuse	1A	1

3.3.2 Perencanaan Rangkaian Charger

Rangkaian battery charger berfungsi untuk pengisian baterai di mana rangkaian ini menggunakan regulator IC LM317 yang meregulasi tegangan dari 15

V menjadi 13,3 V yang di atur menggunakan satu buah resistor variabel 5k Ω , dan satu buah resistor yang bernilai 470 Ω , fungsi dari satu buah dioda pada rangkaian ini agar arah arus dari tegangan regulator ke baterai, untuk menghindari arus balik dari baterai ke regulator disaat saklar dimatikan. Penulis menyeting keluaran regulator sebesar 8.8 V DC karena tegangan pada saat full baterai memiliki tegangan sebesar 8 V DC dimana dioda juga memiliki nilai tegangan 0,7 V DC. Proses pengisian baterai ini memanfaatkan beda tegangan juga sebagai sensor low baterai. Pada saat tegangan baterai lebih rendah dari tegangan *charger*, maka terjadi proses pengisian(*charging*). Pada saat yang bersamaan transistor Q1 berfungsi sebagai saklar on sehingga LED D2 menyala. Kemudian saat tegangan baterai mencapai 8V(sama dengan besarnya tegangan *charger*) maka proses pengisian berhenti, dan saat yang bersamaan transistor Q1 mengalami *cut OFF* sehingga LED D2 mati.



Gambar 34 Rangkaian charger

Fungsi Resistor pembagi tagangan untuk menurunkan tegangan *batrrey* 8V agar sesuai level inputan ADC mikrokontroller 0-5V .

Rumus LM317 :

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{RV}{R3} \right) \dots \dots \dots (10)$$

$$V_{out} = 1,25 \left(1 + \frac{5000}{470} \right)$$

$$V_{out} = 14,54 V$$

Keterangan:

$$V_{ref} = 1,25$$

$$RV = \text{Nilai Resistor Variabel}$$

$$R3 = \text{resistor } 470\Omega$$

Rumus Pembagi tegangan :

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R4}{R4+R5} \right) \dots \dots \dots (11)$$

$$V_{out} = 8 \left(\frac{10K}{10K + 20K} \right)$$

$$V_{out} = 8 \times 0,3$$

$$V_{out} = 2,4 V$$

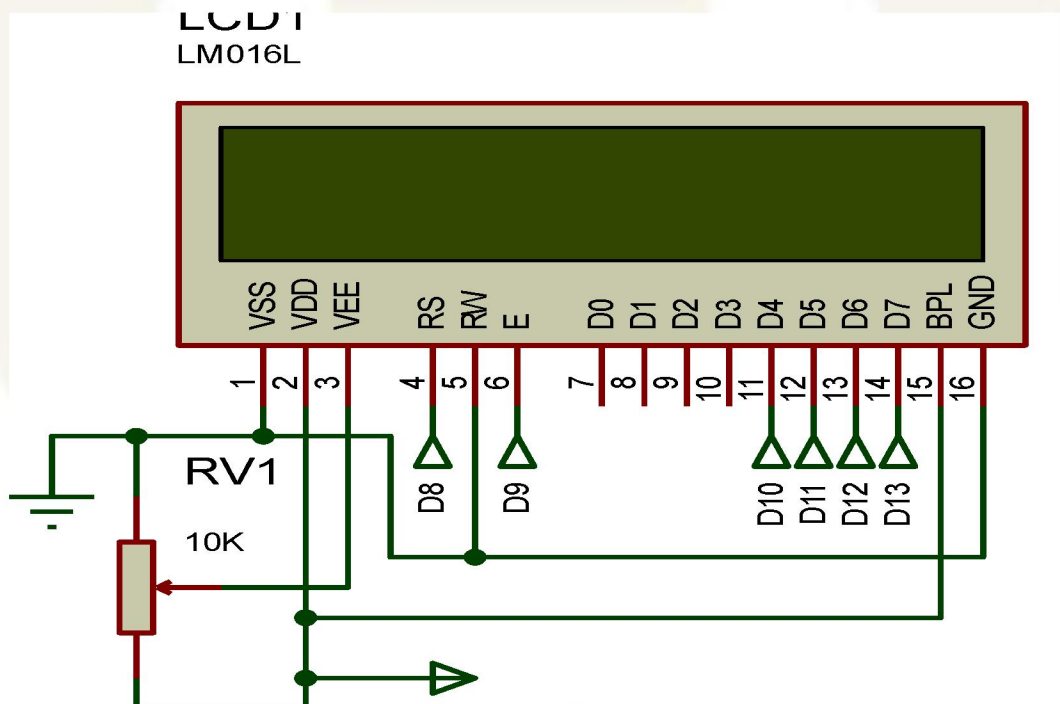
Tabel 6 Komponen Charger

NO	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Transistor	C945	1
2	Resistor	1 Ω	1
3	Resistor Variable	5k Ω	1
4	Resistor	1k Ω	1

5	Resistor	10k Ω	2
6	Resistor	20k Ω	1
7	LED		1
8	Saklar	On/Off	1
9	Baterai	5V	1
10	Diode	IN4007	1

3.3.3 Perencanaan Rangkaian Display

Untuk menampilkan data dari mikrokontroler menggunakan LCD 2x16, LCD ini terdiri dari 2 bagian. Bagian pertama merupakan panel LCD sebagai penampil informasi dalam bentuk karakter sebanyak 2 baris masing-masing 16 karakter.



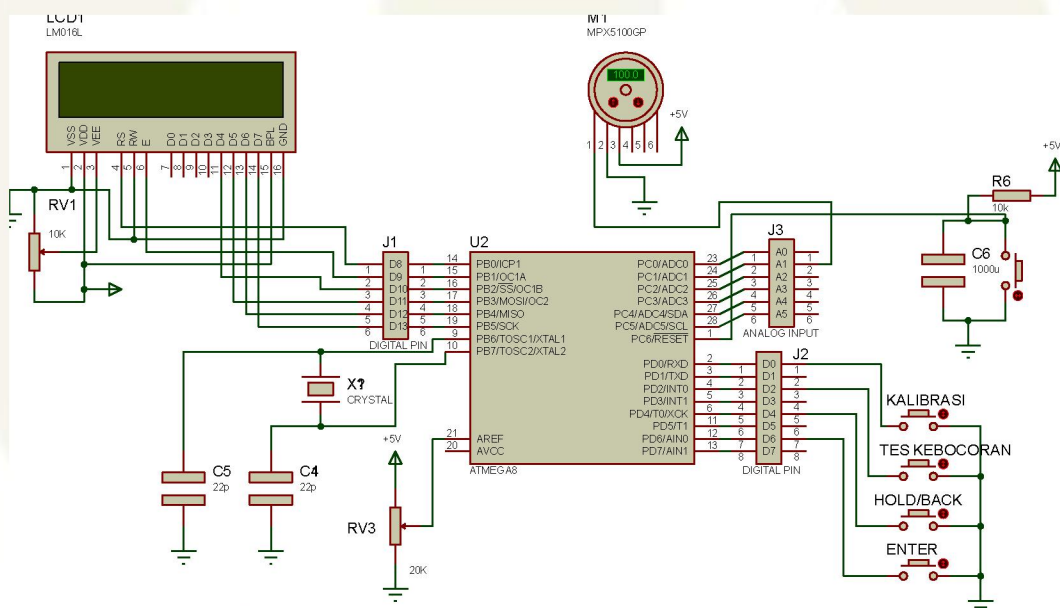
Gambar 35 Rangkaian *display*

Tabel 7 Komponen *Display*

NO	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	LCD	16X2	1
2	Resistor Variabel	10k Ω	1

3.3.5 Perencanaan Mikrokontroler

Pada rangkaian mikrokontroler menggunakan atmega8, terdapat bagian reset yang berfungsi untuk pembacaan program kembali program kembali oleh mikro apabila terjadi *error*, rangkaian kristal *oscillator* berfungsi sebagai referensi kecepatan akses mikrokontroler karena diperlukan referensi *clock* yang tinggi.



Gambar 36 Rangkaian Mikrokontroler

Pada rangkaian mikrokontroler disini, output dari sensor MPX5100 akan masuk ke pin *analog Input* 1 atau A1 yang terdapat di mikro, sensor baterai atau indikator level baterai outputnya pada pin *analog Input* 0 atau A0, lalu yang terakhir LCD 16x2 sebagai display pada pin Digital 8,9,10,11,12 dan 13.

Tabel 8 Komponen mikrokontroller

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	Mikrokontroler	ATMega8	1
2.	Resistor	10 k Ω	1
3.	Kapasitor	22 pF	2
4.	Kapasitor	10 μ F	1
5.	Osilator Kristal	4 MHz	1
6.	Push Button	Push to ON	4
7.	Soket IC	40 pin	1
8.	Resistor <i>Variable</i>	20 k Ω	2
9.	Resistor <i>Variable</i>	10 k Ω	1

3.4 Perencanaan Titik Pengukuran

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik pengukuran 1 (TP1) terletak pada *output* IC LM317.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik pengukuran 2 (TP2) yaitu pada *output* baterai.

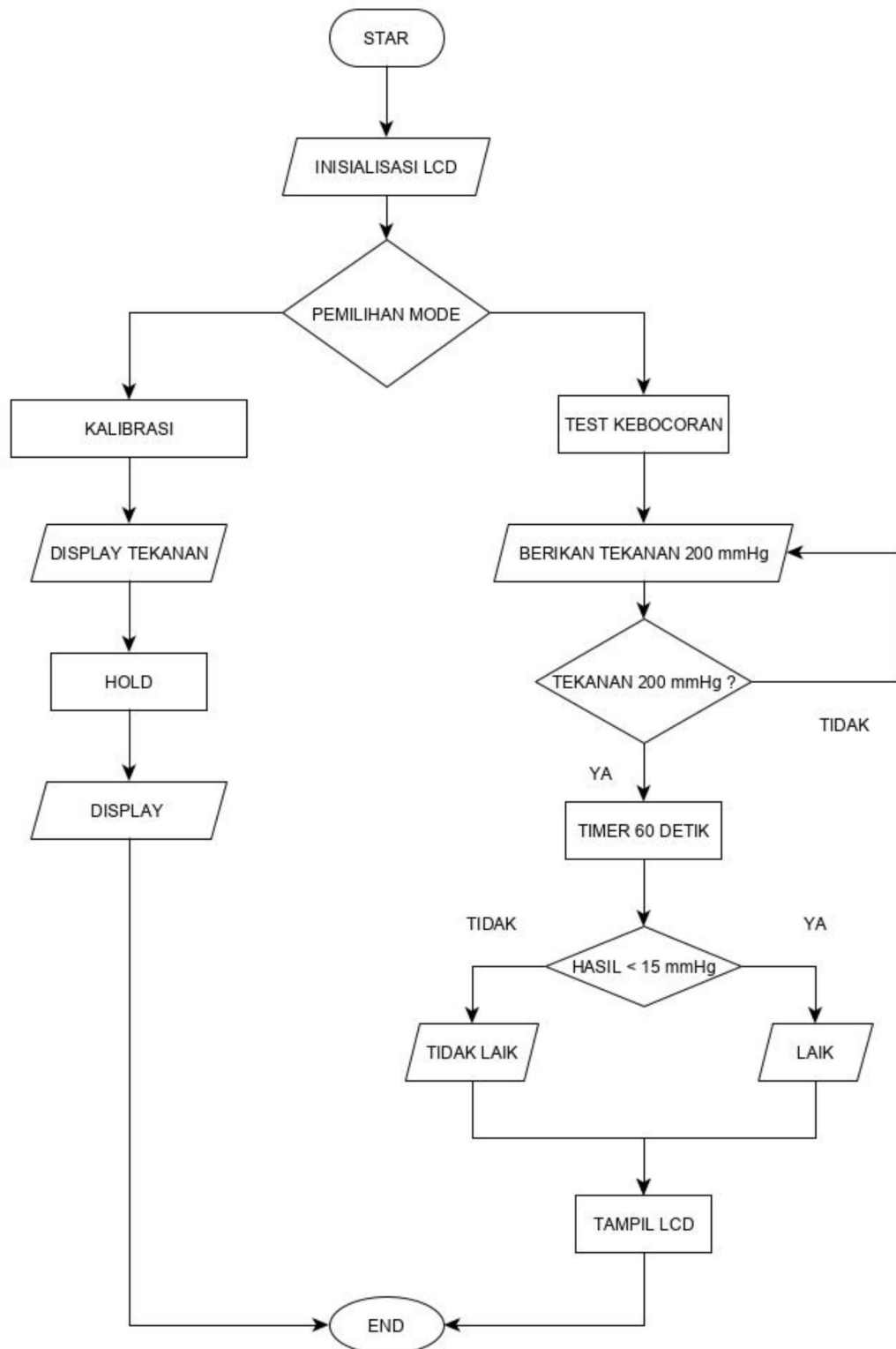
3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu pada keluaran sensor MPX5100GP pada tekanan 0, 50, 100, 150, 200 dan 250 mmHg.

4. Titik Pengukuran 4 (TP4)

Titik pengukuran 4 (TP4) yaitu tegangan masuk ke LCD.

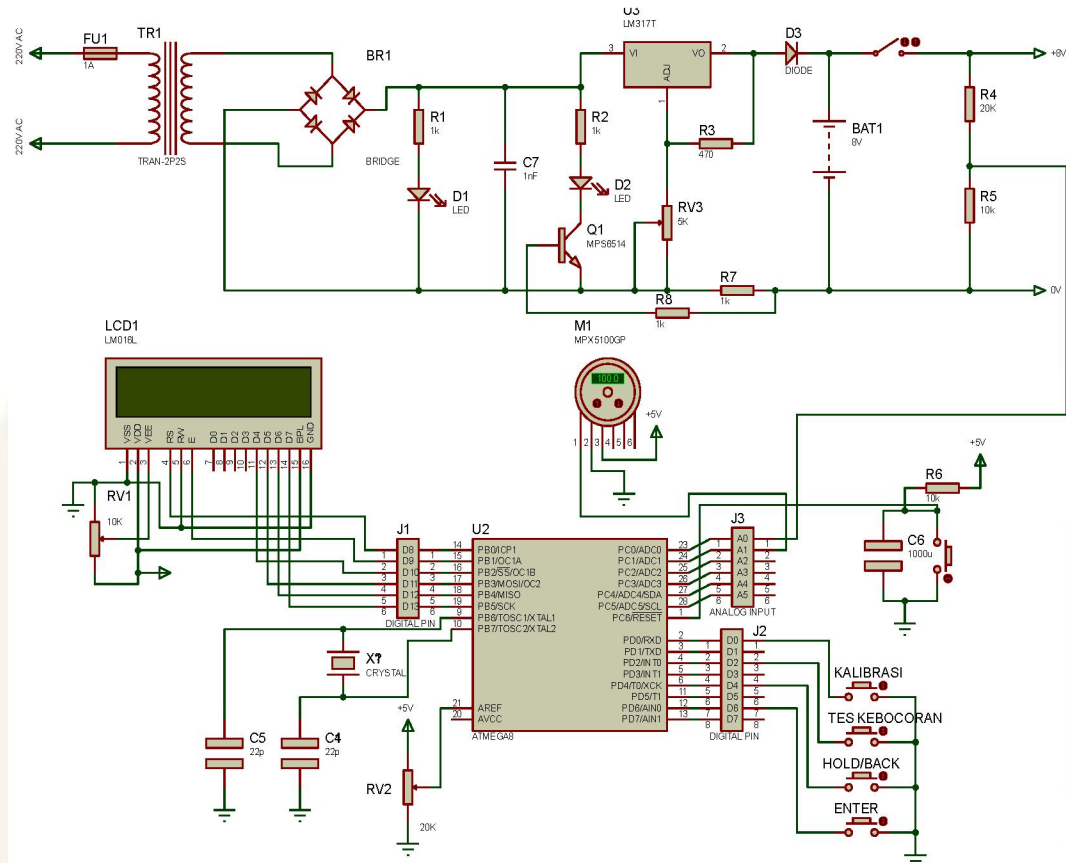
3.5 Flow Chart Program



Gambar 37 Flow chart Program

BAB IV PENDATAAN DAN PENGUKURAN

4.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 38 Wiring Diagram

4.1.1 Cara Kerja wiring diagram :

Dari tegangan AC 220 VAC akan melalui fuse yang berfungsi sebagai pengaman apabila terjadi lonjakan arus kemudian melewati trafo dari lilitan primer transformator kemudian akan di turunkan melalui lilitan sekunder dari tegangan 220VAC menjadi 12AC. kemudian melewati dioda bridge yang berfungsi sebagai penyearah dan melewati R1, dimana R1 ini berfungsi sebagai pengaman atau pembatas tegangan menuju LED 1 agar tidak melebihi daya yang di butuhkan LED 1, LED 1 di sini berfungsi sebagai penanda bahwa charger

telah terhubung dengan catu daya, kemudian di teruskan menuju kapasitor sebagai penstabil tegangan atau sebagai filter, kemudian kita masuk ke rangkaian baterai, tegangan yg di hasilkan dari rangkaian charger tadi akan masuk ke rangkaian baterai dimulai dari R2 berfungsi sebagai penahan tegangan indikator arus pengisian baterai, pada rangkaian ini juga dipakai IC LM317 sebagai regulator dimana IC ini menurunkan tegangan dari 12 V menjadi 8,8V kemudian menuju ke dioda, dioda disini agar bisa berjalan membutuhkan tegangan 0,7 V, kemudian menuju ke baterai sebagai penyimpan daya, apabila baterai masih mengisi LED 2 akan terus menyala dan begitu pula sebaliknya apabila baterai sudah dalam keadaan penuh LED 2 akan padam secara perlahan kemudian menuju ke transistor sebagai pengaman, apabila alat ingin di jalankan, user tinggal membuka katub switch on/off kemudian tegangannya menuju ke VCC mikrokontroller, apabila mikrokontroller sudah mendapatkan suplay, mikrokontroller akan membagi suplaynya ke beberapa rangkaian seteah menyalakannya dengan menekan switch on/off, rangkaian yang diberi *supply* seperti rangkaian LCD, rangkaian LCD di sini akan langsung menyala, lalu sensor juga akan mendapatkan *supply* tegangan

Apabila user ingin melakukan kalibrasi maka user tinggal menekan push button kalibrasi, maka alat akan bekerja pada mode kalibrasi. hasil keluaran sensor akan masuk ke pin.C mikrokontroller. Push button enter berfungsi ketika akan mulai melakukan tes kebocoran. Hasil dari pembacaan sensor akan ditampilkan pada *display* LCD.

4.2 Pengertian

Pendataan adalah suatu proses pengukuran dan pengumpulan hasil dari proses pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pembuat alat. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran langsung terhadap titik-titik pengukuran (praktek).

Data yang diambil dari semua titik pengukuran adalah pengukuran yang dilakukan dengan membandingkan antara titik pengukuran terhadap *ground*. Hasil-hasil pengukuran disajikan secara sistem tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

4.3 Persiapan Alat

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

a. Multimeter Digital

Merk : Sanwa
Model : CD800a
Buatan : Jepang

b. Digital Pressure Meter

Merk : Fluke
Model : DPM-4
Buatan : Jerman

4.4 Metode Pengukuran

Metode pengambilan data ini ditentukan terlebih dahulu agar didapatkan hasil pendataan yang sesuai, sehingga dapat diketahui terlebih dahulu gambarannya secara praktek terhadap teori dasar seperti yang telah dikemukakan sebelumnya.

Pendataan Nilai Tegangan, pada pendataan nilai tegangan ini ditentukan untuk mengetahui besarnya tegangan output dari alat. Pengambilan data menggunakan multimeter.

Pendataan perbandingan, pada pendataan ini ditentukan untuk mengetahui besarnya *error* yang didapat. Pengambilan data menggunakan alat DPM-4 sebagai perbandingan.

Adapun titik-titik pengukuran pada alat Digital Pressure Meter berbasis Mikrokontroler ini adalah sebagai berikut :

1) Titik Pengukuran 1 (TP 1)

TP1 yaitu untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh IC LM317.

2) Titik Pengukuran 2 (TP 2)

TP2 yaitu untuk mengetahui keluaran dari baterai yang akan masuk ke Mikrokontroler.

3) Titik Pengukuran 3 (TP 3A)

TP 3A yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 0 mmHg.

4) Titik Pengukuran 3 (TP 3B)

TP 3B yaitu untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 50 mmHg.

5) Titik Pengukuran 3 (TP 3C)

TP 3C yaitu untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 100 mmHg

6) Titik Pengukuran 3 (TP 3D)

TP 3D yaitu untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 150 mmHg.

7) Titik Pengukuran 3 (TP 3E)

TP 3E yaitu untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 200 mmHg.

8) Titik Pengukuran 3 (TP 3F)

TP 3F yaitu untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 250 mmHg.



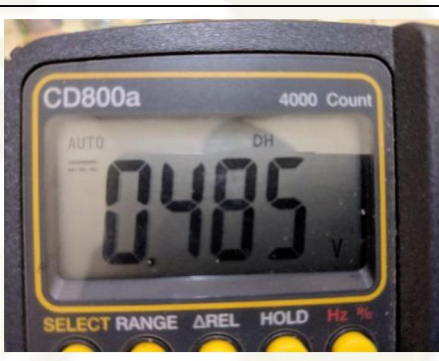

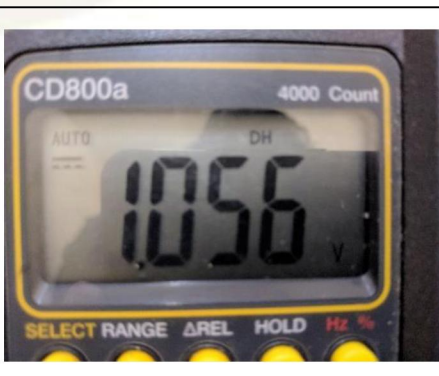
9) Titik Pengukuran 4 (TP 4)

TP4 yaitu untuk mengukur tegangan masuk ke LCD.

4.5 Hasil Pengukuran

Tabel 9 Hasil Pengukuran TP

NO	TP	HASIL	Keterangan	Gambar
1	TP 1	8,87 V	Tegangan keluaran dari IC LM317	

2	TP 2	7,89 V	Tegangan keluaran dari baterai yang masuk ke mikrokontroler	
3	TP 3A	0,19 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 0 mmHg	
4	TP 3B	0,485 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 50 mmHg	
5	TP 3C	0,780 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 100 mmHg	
6	TP 3D	1,056 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 150 mmHg	

7	TP 3E	1.345 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 200 mmHg	
8	TP 3F	1,643 V	Tegangan keluaran dari sensor saat tekanan 250 mmHg	
9	TP 4	5 V	Tegangan yang masuk ke LCD	

4.6 Hasil Perbandingan

Tabel 10 Hasil Perbandingan

NO	Alat Ukur	Titik Pengukuran	DPM Modul		
			X1	X2	X3
1	DPM Modul	0	0	0	0
2	DPM Modul	50	50 50,6	51 50,8	50 50,4
3	DPM Modul	100	101 100,7	99 100	100 100,4
4	DPM Modul	150	150 150,5	150 150,3	151 150,9
5	DPM Modul	200	201 200,7	201 200,6	201 200,9
6	DPM Modul	250	252 250,8	251 250,5	251 250,7

BAB V
ANALISA PENDATAAN

5.1 Analisa Data

Analisa pendataan dilakukan agar dapat melakukan perbandingan antara teori dan praktek. Data yang diperoleh secara teori dan diperhitungkan secara matematis menggunakan rumus-rumus yang relevan dan juga dari komponen-komponen yang dianalisa, sedangkan untuk prakteknya berupa data yang diperoleh dengan pengukuran pada test point Bab IV.

Analisa data ini diperlukan untuk membandingkan antara hasil dari perhitungan secara teori dengan hasil pengukuran secara praktek, sehingga dapat diketahui Persentase Kesalahan (PK) dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persentase (PK)} = \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \times 100\% \dots \dots \dots (12)$$

5.1.1 Analisa pada TP 1

Test point 1 yaitu untuk mengetahui tegangan power suplai sesudah melewati regulator LM317 dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

$$\text{Hasil Teori (HT)} = 8,92 \text{ VDC}$$

$$\text{Hasil Ukur (HU)} = 8,87 \text{ VDC}$$

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

$$\text{PK} = \left| \frac{8,92 - 8,87}{8,92} \right| \times 100\%$$

$$\text{PK} = 0,56 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP1 B sebesar 0,56% .

5.1.2 Analisa pada TP 2

Test point 2 yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran baterai yang akan masuk ke mikrokontroller dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 8 VDC

Hasil Ukur (HU) = 7,89 VDC

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

$$PK = \left| \frac{8 - 7,89}{8} \right| \times 100\%$$

$$PK = 1,37 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 2 sebesar 1,37 % .

5.1.3 Analisa pada TP 3A

Test point 3A yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 0 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 0,2 VDC

Hasil Ukur (HU) = 0,194 VDC

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

$$PK = \left| \frac{0,2 - 0,194}{0,2} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3A sebesar 3 % . Sensor masih dapat digunakan karena tegangan keluaran sensor saat tekanan 0 mmHg

sama dengan tekanan *offset*, yang mana tekanan offset memiliki voltase minimum 0,088 V dan maksimum 0,313 V.

5.1.4 Analisa pada TP 3B

Test point 3B yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 50 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 0,494 VDC

Hasil Ukur (HU) = 0,485 VDC

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

$$PK = \left| \frac{0,494 - 0,485}{0,494} \right| \times 100\%$$

$$PK = 1,8 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3B sebesar 1,8 % . Sensor masih layak digunakan karena sensor MPX5100GP memiliki batas *error* sebesar $\pm 0,1125$ V

5.1.5 Analisa pada TP 3C

Test point 3C yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 100 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 0,794 VDC

Hasil Ukur (HU) = 0,780 VDC

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

$$PK = \left| \frac{0,794 - 0,780}{0,794} \right| \times 100\%$$

$$PK = 1,76 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3C sebesar 1,76 % . Sensor masih layak digunakan karena sensor MPX5100GP memiliki batas *error* sebesar $\pm 0,1125$ V

5.1.6 Analisa pada TP 3D

Test point 3D yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 150 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

$$\text{Hasil Teori (HT)} = 1,095 \text{ VDC}$$

$$\text{Hasil Ukur (HU)} = 1,056 \text{ VDC}$$

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

$$PK = \left| \frac{1,095 - 1,056}{1,095} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3,56 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3D sebesar 3,56 % . Sensor masih layak digunakan karena sensor MPX5100GP memiliki batas *error* sebesar $\pm 0,1125$ V

5.1.7 Analisa pada TP 3E

Test point 3E yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 200 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 1,394 VDC

Hasil Ukur (HU) = 1,345 VDC

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

$$PK = \left| \frac{1,394 - 1,345}{1,394} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3,5 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3E sebesar 3,5 % . Sensor masih layak digunakan karena sensor MPX5100GP memiliki batas *error* sebesar $\pm 0,1125$ V

5.1.8 Analisa pada TP 3F

Test point 3F yaitu untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor pada saat alat menunjukkan tekanan 250 mmHg dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 1,694 VDC

Hasil Ukur (HU) = 1,643 VDC

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

$$PK = \left| \frac{1,694 - 1,643}{1,694} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 3F sebesar 3 % . Sensor masih layak digunakan karena sensor MPX5100GP memiliki batas *error* sebesar $\pm 0,1125$ V

5.1.9 Analisa pada TP 4

Test point 4 yaitu untuk mengetahui tegangan masukan ke LCD dengan hasil sebagai berikut.

Diketahui:

Hasil Teori (HT) = 5 VDC

Hasil Ukur (HU) = 5 VDC

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

$$PK = \left| \frac{5 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0 \%$$

Jadi persentasi kesalahan TP 4 sebesar 0 % .

5.1.10 Analisa perbandingan.

Analisa perbandingan yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan antara alat yang dibuat dengan DPM pembanding dengan hasil sebagai berikut

1) Tekanan 50 mmHg

$$\begin{aligned} \text{- Rata-rata DPM} &: \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\ &: \frac{50,6 + 50,8 + 50,4}{3} \\ &: 50,6 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Rata-rata pengukuran} &: \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\ &: \frac{50 + 51 + 50}{3} \\ &: 50,3 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

- Persentase Kesalahan :

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil DPM}) - (\text{Rata - rata pengukuran})}{(\text{Hasil DPM})} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{50,6 - 50,3}{50,6} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,59 \%$$

Jadi persentase kesalahan pada perbandingan antara DPM pembanding dengan DPM tugas akhir pada titik ukur 50 mmHg adalah 0,59 %.

2) Tekanan 100 mmHg

- Rata-rata DPM : $\frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$

$$: \frac{100,7 + 100 + 100,4}{3}$$

$$: 100,37 \text{ mmHg}$$

- Rata-rata pengukuran : $\frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$

$$: \frac{101 + 99 + 100}{3}$$

$$: 100 \text{ mmHg}$$

- Persentase Kesalahan :

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil DPM}) - (\text{Rata - rata pengukuran})}{(\text{Hasil DPM})} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{100,37 - 100}{100,37} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,36 \%$$

Jadi persentase kesalahan pada perbandingan antara DPM pembanding dengan DPM tugas akhir pada titik ukur 100 mmHg adalah 0,36 %.

3) Tekanan 150 mmHg

$$\begin{aligned}
 - \text{ Rata-rata DPM} & : \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\
 & : \frac{150,5 + 150,3 + 150,9}{3} \\
 & : 150,56 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Rata-rata pengukuran} & : \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\
 & : \frac{150 + 150 + 152}{3} \\
 & : 150,66 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

- Persentase Kesalahan :

$$\text{PK} = \left| \frac{(\text{Hasil DPM}) - (\text{Rata - rata pengukuran})}{(\text{Hasil DPM})} \right| \times 100\%$$

$$\text{PK} = \left| \frac{150,56 - 150,66}{150,56} \right| \times 100\%$$

$$\text{PK} = 0,066 \%$$

Jadi persentase kesalahan pada perbandingan antara DPM pembanding dengan DPM tugas akhir pada titik ukur 150 mmHg adalah 0,066 %.

4) Tekanan 200 mmHg

$$\begin{aligned}
 - \text{ Rata-rata DPM} & : \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\
 & : \frac{200,7 + 200,6 + 200,9}{3} \\
 & : 200,73 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Rata-rata pengukuran} & : \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\
 & : \frac{201 + 201 + 201}{3}
 \end{aligned}$$

: 201 mmHg

- Persentase Kesalahan :

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil DPM}) - (\text{Rata - rata pengukuran})}{(\text{Hasil DPM})} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{200,73 - 201}{200,73} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,13 \%$$

Jadi persentase kesalahan pada perbandingan antara DPM pembanding dengan DPM tugas akhir pada titik ukur 200 mmHg adalah 0,13 %.

- 5) Tekanan 250 mmHg

- Rata-rata DPM : $\frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$

$$: \frac{250,8 + 250,5 + 250,7}{3}$$

$$: 250,66 \text{ mmHg}$$

- Rata-rata pengukuran : $\frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$

$$: \frac{252 + 251 + 251}{3}$$

$$: 251,33 \text{ mmHg}$$

- Persentase Kesalahan :

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil DPM}) - (\text{Rata - rata pengukuran})}{(\text{Hasil DPM})} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{250,66 - 251,33}{250,66} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,13 \%$$

Jadi persentase kesalahan pada perbandingan antara DPM pembanding dengan DPM tugas akhir pada titik ukur 50 mmHg adalah 0,13 %.

$$\begin{aligned} - \text{ Rata-rata error} & : \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}} \\ & : \frac{0,59+0,36+0,066+0,13+0,13}{5} \\ & : 0,26 \% \end{aligned}$$



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan seluruh tahap mulai dari perancangan, pembuatan modul, pengukuran serta analisis, hingga terwujudnya *alat Digital Pressure Meter Berbasis Mikrokontroler* maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tekanan yang dapat dibaca oleh alat sebesar 0 – 300 mmHg.
2. Sensor yang digunakan merupakan sensor tekanan MPX5100GP, yang mana sensor ini membaca tekanan dalam satuan Kpa sehingga perlu dikonversi lagi menjadi mmHg.
3. Telah dapat dibuat pewaktu selama 60s untuk mode tes kebocoran.
4. Dari pengambilan data dan ujicoba alat, maka alat ini bisa berjalan dengan baik.

6.2 Saran

Secara umum, alat ini sudah bekerja dengan baik. Namun perlu dilakukan pengembangan untuk memaksimalkan fungsi alat yaitu dengan menggunakan komponen-komponen yang lebih baik dan berkualitas agar pengukuran yang dapat dilakukan lebih akurat dan presisi.

1. Meminimalkan persentasi error agar hasil lebih akurat.
2. Memberikan resolusi pembacaan satu atau dua angka dibelakang koma agar alat memiliki akurasi tinggi terhadap pembacaan.
3. Dapat dikembangkan lagi dengan menambah pembacaan suhu dan kelembaban, agar saat pendataan kondisi lingkungan sebelum melakukan kalibrasi bisa langsung diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. RI, "PERMENKES RI NOMOR 54 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan," 2015.
- [2] F. Cooperation, "DPM2 Plus Universal Pressure Meter," [Online]. Available: <http://www.flukebiomedical.com/biomedical/usen/pressure-meters/dpm2plus-universal-pressure-meter.htm?pid=55944>. [Accessed 21 Oktober 2018].
- [3] A. V, "SEVENTH REPORT OF THE JOINT NATIONAL COMMITTEE ON PREVENTION, DETECTION, EVALUATION, AND TREATMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE," *JNC 7 - COMPLETE VERSION*, p. 1206, Desember 2003.
- [4] A. Muhlisin, "Tekanan Darah," 2013. [Online]. Available: <https://mediskus.com/penyakit/tekanan-darah>. [Accessed 22 Oktober 2018].
- [5] J. Booth, "A short history of blood pressure measurement," *Section of the History of Medicine*, vol. 70, p. 793, November 1977.
- [6] R. H. Zain, "SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DILENGKAPI KONTROL PENERANGAN PADA RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DAN REAL TIME CLOCK DS1307," *JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & PENDIDIKAN*, vol. 6, no. 1, p. 152, Maret 2013.
- [7] 2019. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com>.
- [8] D. Kho, "Teknik Elektronika," 13 Oktober 2015. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/jenis-ic-voltage-regulator-pengatur-tegangan/>. [Accessed 28 September 2019].