

**SIMULASI *TELEMETRI* KETERSEDIAAN OKSIGEN PADA  
INSTALASI GAS MEDIK**

**Karya Tulis Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat dalam Menempuh  
Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik**



**Disusun Oleh :**

**YOAN NESI SELAN**

**NIM 14.04.072**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTROMEDIK**

**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN**

**WIDYA HUSADA SEMARANG**

**2018**



STIKE  
PEI

MARANG  
JLIS

JUDUL : Simulasi *Telemetri* Ketersediaan Oksigen Pada  
Instalasi Gas Medik

NAMA : Yoan Nesi Selan

NIM : 14.04.072

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari ..... tanggal ..... bulan ..... tahun 2018

Anggota 1

Anggota 2

Basuki Rahmat, M.T  
NIDN : 0622057504

Agus Supriyanto, S.T

KA. Prodi DIII Teknik Elektromedik

Ketua Penguji

Basuki Rahmat, M.T  
NIDN : 0622057504

Agung Satrio Nugroho, S.T  
NIDN : 0619058101

**STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG**

**PERNYATAAN PENULIS**

**JUDUL : Simulasi *Telemetri* Ketersediaan Oksigen Pada Instalasi Gas  
Medik**

**NAMA : YOAN NESI SELAN**

**NIM : 14.04.072**



Saya menyatakan dan bertanggung jawab atas kebenaran bahwa Karya Tulis ini adalah hasil karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Apabila terdapat 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 beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Semarang, September 2018

(YOAN NESI SELAN)

**STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN**

**JUDUL : Simulasi *Telemetry* Ketersediaan Oksigen Pada Instalasi Gas**

**Medik**

**NAMA : YOAN NESI SELAN**

**NIM : 14.04.072**

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.

**Menyetujui,  
Pembimbing**

**(Inayatus Solekhah, SST)**

### **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan rasa syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan segala rahmat dan kasih karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

Pada pembuatan Karya Tulis Ilmiah dan Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis untuk menyelesaikan ujian akhir pada program Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang. Pada kesempatan ini penulis membuat sebuah alat dengan judul "Simulasi *Telemetri* Ketersediaan Oksigen Pada Instalasi Gas Medik". Dalam proses penyusunan dan pembuatan modul ini tidak lepas dari bantuan dan motivasi berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan rasa

syukur yang tak terhingga kepada:

1. Allah Bapa, Tuhan Yesus Kristus dan Roh Kudus Yang Maha Pengasih yang telah memberikan segala berkat dan kasih kuasaNya kepada Penulis dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini menjadi berkat bagi Penulis dan semua yang terlibat didalamnya.
2. Keluarga tercinta (Bapa,Mama,ka Yesy dan orang-orang terdekat yang telah memberikan motivasi, kasih sayang, segala dukungan, cinta kasih dan doa.
3. Ibu Inayatus selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih karena selama menyusun tugas akhir ini selalu menasehati, membimbing, dan memberikan banyak masukan kepada penulis sehingga tugas akhir ini boleh selesai pada waktunya. Terima kasih juga untuk Bapak dan Ibu dosen akademik serta seluruh dosen pengajar jurusan DIII Teknik Elektromedik atas segala ilmu, didikan dan pengalaman yang sudah boleh diberikan kepada penulis selama ini.
4. Orang yang sangat spesial yang selalu menjadi inspirasi (Eby) dan orang-orang terbaik yang selalu mendukung penulis (Ka Yahya, ka Montes, o Irvan, o Ace dan teman-teman semua yang ada di semarang).
5. Squad TEM (To'o renold, Stenly, Raimond, Kenzo, Kae Man, Namo, Yordan, Egi, Isak ,David). Dan teman-teman semua yang tidak sempat saya sebutkan.
6. Teman-teman seperjuangan, terimakasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, dan semangat yang telah kalian berikan selama ini. Buat teman-teman sedaerah NTT yang selalu menemani saat suka maupun duka, selalu tertawa bersama. Terima kasih semuanya, bakal kangen dengan kalian semua.

Penulis



**ABSTRAK**

*Instalasi gas medik merupakan salah satu perangkat penunjang dalam pelayanan kesehatan di Rumah Sakit. Ketersediaan gas medik merupakan suatu hal yang sangat penting untuk menunjang peralatan tersebut. Demi menjamin ketersediaan oksigen dalam suatu instalasi gas medik, sistem monitoring dalam penggantian oksigen sangat diperlukan. Karna letak sentral gas medik yang kadang tidak terlalu dekat dengan ruangan operator gas medik dapat mengakibatkan terganggunya keterlambatan dalam mengganti tabung gas di ruang instalasi gas medik yang sudah hampir habis, terutama oksigen.*

*Berdasarkan hal tersebut, maka dibuatlah alat yang dapat membantu pemantauan serta pemberitahuan akan ketersediaan oksigen ( $O_2$ ) yang ada disentral gas medik. Box indikator yang ada disentral gas medik sebelumnya sudah dirancang dengan menggunakan indikator berupa beberapa lampu LED indikator, hijau berarti Blok sedang digunakan, sedangkan LED warna merah berarti Blok dalam keadaan hampir habis, dan LED warna kuning kondisi Siap pakai/standby. Maka penulis mengembangkan dengan menambahkan Alat Simulasi Telemetri Ketersediaan Oksigen Pada Instalasi gas medik. Komponen utama yang di gunakan adalah sensor LDR sebagai inputan untuk arduino, Lampu Led sebagai indikator, GSM SIM800L sebagai media untuk mengirim sms, Arduino sebagai program utama, LCD di gunakan untuk menampilkan proses kerja alat.*

*Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian bahwa alat Simulasi Telemetri Ketersediaan Oksigen Pada Instalasi gas medik dapat bekerja dengan baik pada saat led indikator warna merah menyala dan mampu mengirim SMS melalui GSM SIM800L menuju Handphone ketika LDR terkena cahaya LED indikator warna merah.*

**Kata kunci : Simulasi, Telemetri, GSM SIM800L, Arduino, Led, Gas Medik, Oksigen.**



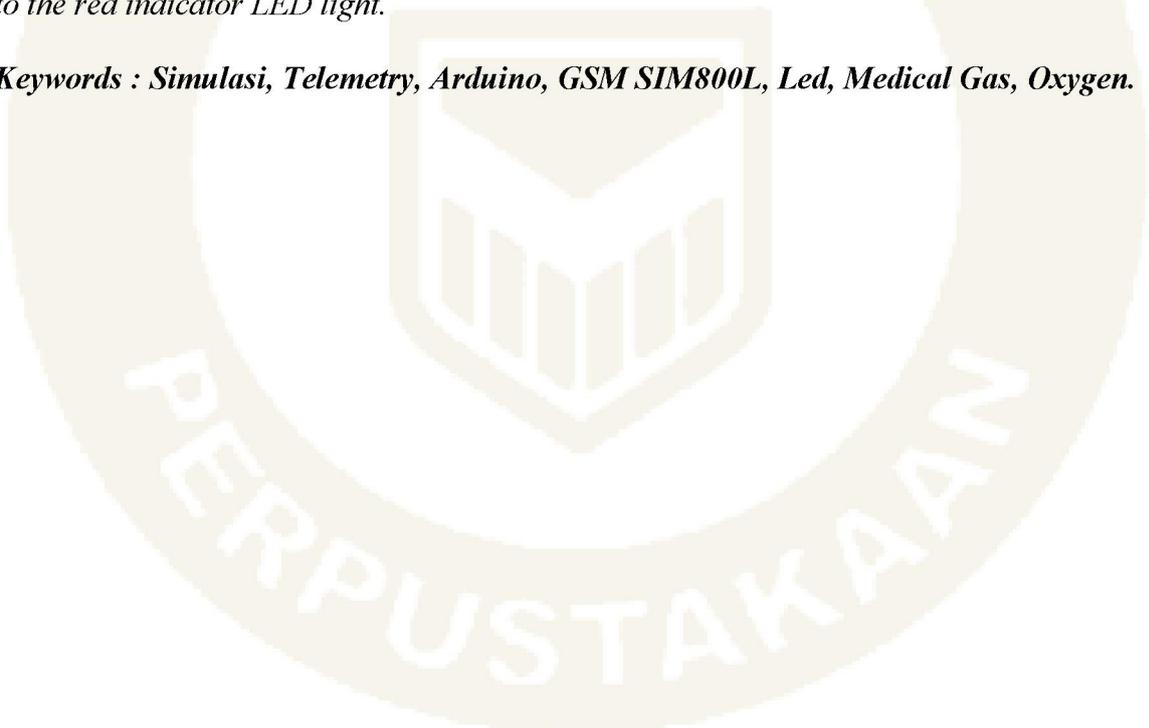
## ABSTRACT

*Medical gas installation is one of the supporting devices in health services at the hospital. The availability of medical gas is a very important thing to support the equipment. In order to ensure the availability of oxygen in a medical gas installation, a monitoring system in replacing oxygen is very necessary. Because the location of the central medical gas, which is sometimes not too close to the room of the medical gas operator, can cause disruption of delays in replacing gas cylinders in the depleted medical gas installation room, especially oxygen.*

*Based on this, a tool can be made that can help monitor and notify the availability of oxygen (O<sub>2</sub>) in the medical gas center. The existing indicator box in the medical gas center has been designed using an indicator in the form of several indicator LEDs, green means the Block is being used, while the red LED means the Block is low, and the yellow LED is ready for standby. Then the authors develop by adding Oxygen Supply Telemetry Simulation Tool to Medical gas installation. The main components used are the LDR sensor as input for Arduino, Led Light as an indicator, GSM SIM800L as a medium for sending SMS, Arduino as the main program, LCD is used to display the work process of the tool.*

*Based on the results of measurements and testing that the Telemetry Simulation Oxygen Supply tool on medical gas installations can work well when the red LED indicator lights up and is able to send SMS via GSM SIM800L to the mobile when the LDR is exposed to the red indicator LED light.*

**Keywords :** *Simulasi, Telemetry, Arduino, GSM SIM800L, Led, Medical Gas, Oxygen.*



## DAFTAR ISI

### Sampul

Lembar Pernyataan Penulis..... ii

Lembar Pernyataan Persetujuan ..... iii

Kata Pengantar ..... iv

Abstrak..... vi

Daftar Isi..... viii

Daftar Gambar .....x

Daftar Tabel ..... xii

### BAB I

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Tujuan ..... 2

1.3 Batasan Masalah ..... 3

### BAB II

2.1 Sistem Gas Medik di Rumah Sakit..... 4

2.2 Atmega328 (Arduino)..... 8

2.3 Modul LM2596 ..... 12

2.4 Modul GSM SIM800L..... 13

2.5 *Telemetry* ..... 16

2.6 Liquid Cristal Display (LCD)..... 17

2.7 Light Emitting Diode (LED)..... 18

2.8 Resistor ..... 20

2.9 Kapasitor..... 26

2.10 Dioda.....	29
2.11 LDR (Light Dependent Resistor).....	37
2.12 Trafo.....	39
<b>BAB III</b>	
3.1 Tahap Perencanaan .....	45
3.2 Perencanaan Komponen.....	45
3.3 Perencanaan Blog Diagram.....	47
3.4 Cara Kerja Blog Diagram .....	48
3.5 Perencanaan Wiring Diagram.....	48
3.6 Perencanaan Diagram Alir.....	52
<b>BAB IV</b>	
4.1 Persiapan Alat.....	54
4.2 Metode Pengukuran .....	54
4.3 Hasil Pengukuran.....	55
<b>BAB V</b>	
5.1 Rangkaian Keseluruhan Alat .....	58
5.2 Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan Alat.....	58
5.3 Analisa Hasil Pendataan .....	59
<b>BAB VI</b>	
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran .....	64

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jaringan Pipa.....	5
Gambar 2. Sentral oksigen.....	7
Gambar 3. Arduino Nano.....	8
Gambar 4. Arduino nano.....	10
Gambar 5. LM2596.....	12
Gambar 6. GSM SIM800L.....	13
Gambar 7. Data Sheet GSM SIM800L.....	14
Gambar 8. LCD (Liquid Cristal Display).....	18
Gambar 9. Simbol skematik LED.....	18
Gambar 10. Cara Melihat Polaritas LED.....	19
Gambar 11. Resistor.....	21
Gambar 12. Simbol Resistor.....	22
Gambar 13. Rangkaian Seri Resistor.....	24
Gambar 14. Rangkaian Paralel Resistor.....	24
Gambar 15. Kode Warna Resistor.....	25
Gambar 16. Rangkaian Paralel Kapasitor.....	28
Gambar 17. Rangkaian Seri Kapasitor.....	28
Gambar 18. Dioda.....	29
Gambar 19. Diode penyearah (rectifier).....	29
Gambar 20. Dioda zener.....	30
Gambar 21. LED.....	30
Gambar 22. Diode cahaya.....	31
Gambar 23. Diode veractor.....	31

Gambar 24. Simbol Karakteristik Dioda .....	32
Gambar 25. Penyearah Setengah Gelombang .....	34
Gambar 26. Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda .....	35
Gambar 27. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda .....	36
Gambar 28. LDR (Light Dependent Resistor) .....	37
Gambar 29. Karakteristik LDR ( <i>Light Dependent Resistor</i> ) .....	38
Gambar 30. Trafo Step-Up .....	40
Gambar 31. Trafo Step-Down .....	41
Gambar 32. Trafo adaptor .....	41
Gambar 33. Trafo Output/Input .....	42
Gambar 31. Blok Diagram .....	44
Gambar 35. Rangkaian Step-Down Power Supply Modul .....	49
Gambar 36. Rangkaian Mikrokontroler (Arduino) .....	49
Gambar 37. Rangkaian LCD .....	50
Gambar 38. Rangkaian Sensor LDR .....	51
Gambar 39. Rangkaian GSM SIM800L .....	51
Gambar 40. Perencanaan Diagram Alur .....	52
Gambar 41. Rangkaian Keseluruhan Alat .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. DC Karakteristik Umum.....	12
Tabel 2. Simbol Resistor.....	20
Tabel 3. Kode Warna Resistor .....	23
Tabel 4. Satuan Kapasitansi .....	26
Tabel 5. Daftar Komponen Mikrokontroller.....	46
Tabel 6. Daftar Komponen Modul LM259.....	46
Tabel 7. Daftar Komponen Rangkaian LCD .....	46
Tabel 8. Daftar Komponen Modul SIM800L .....	46
Tabel 9. Hasil Pengukuran.....	55
Tabel 10. Hasil Pengukuran LDR Kiri .....	56
Tabel 11. Hasil Pengukuran LDR Kanan .....	57
Tabel 12. Hasil Pendataan TP 1 .....	60
Tabel 13. Hasil Pendataan TP 2.....	60
Tabel 14. Hasil Pendataan TP 3 .....	61
Tabel 15. Hasil Pendataan TP 4.....	61

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Instalasi gas medik merupakan salah satu perangkat penunjang dalam pelayanan kesehatan dalam Rumah Sakit. Mesin anastesi, Ventilator, CPAP, dan beberapa alat kesehatan lainnya memanfaatkan gas medik dengan tekanan yang sesuai spesifikasi dan standar yang telah ditentukan. Ketersediaan gas medik merupakan suatu hal yang sangat penting untuk menunjang peralatan tersebut.

Demi menjamin ketersediaan gas medik dalam suatu instalasi gas medik, sistem monitoring tekanan outlet sangat diperlukan. Letak sentral gas medik yang kadang-kadang tidak terlalu dekat dengan ruangan operator gas medik dapat mengakibatkan terganggunya ketersediaan gas medik karena keterlambatan dalam mengganti tabung gas pada saat isi dari tabung gas medik dalam sentral gas telah habis, terutama oksigen. Berdasarkan hal tersebut, maka dibuatlah alat yang dapat membantu pemantauan serta pemberitahuan akan ketersediaan oksigen ( $O_2$ ) yang ada disentral gas medik. Di dalam instalasi gas medik terdapat dua buah bagian oksigen yaitu oksigen yang sedang dialirkan ke ruangan-ruangan yang menggunakan oksigen sentral dan bagian oksigen yang lagi standby (oksigen cadangan) yang secara otomatis kalau oksigen yang sedang dialirkan habis maka yang cadangan langsung menggantikan.

Ketersediaan oksigen dari yang terpakai ke bagian oksigen yang standby biasanya ditandakan dengan lampu led indikator. Ketersediaan oksigen sering sekali

tidak diketahui oleh petugas gas apalagi saat hari libur oksigen tidak ada yang memantau karena oksigen central tidak tahu kapan habisnya, karena semua tergantung dengan pemakaian oksigen diruang-ruangan. Maka karena itu penulis ingin mengembangkan rancang bangun Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik. Alat yang bisa memantau dan menginformasikan saat terjadinya Ketersediaan oksigen dari yang sudah kosong ke bagian standby.

Untuk tercapainya alat yang bisa memantau saat terjadinya ketersediaan oksigen dan menginformasikan kepada petugas sentral gas maka diperlukan sebuah Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik yang bisa memberikan pesan kepada petugas sentral gas, oleh sebab itu dibuat alat Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik. Arduino digunakan sebagai detektor yang memerintah MODUL GSM SIM800L untuk mengirim sebuah pesan singkat (SMS) ke petugas central gas yang berbasis mikrokontroler Atmega328 (Arduino).

Dengan latar belakang dan pertimbangan ini maka penulis tertarik menulis untuk memilih modul ini sesuai dengan judul, "Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik" Untuk ketersediaan oksigen disimulasikan dengan box indikator menggunakan lampu led warna merah yang menandakan oksigen habis dan led warna hijau menandakan oksigen sedang terpakai.

## **1.2 Tujuan**

Pembuatan tugas akhir dan karya tulis ilmiah dengan judul Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik dibuat dengan tujuan :

1. Untuk merancang bangun alat Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik.

2. Untuk memberikan kemudahan dalam informasi pelaporan ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik ketika petugas gas sedang tidak ada di ruangan.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan karya ilmiah yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

- Kondisi ketersediaan gas medis disimulasikan dengan menggunakan indikator lampu LED warna merah.
- Proses kontrol pada sistem *Telemetry* menggunakan Atmega328 (Arduino nano).
- Komunikasi dari sistem kontrol ke *mobile phone* menggunakan MODUL GSM SIM800L.
- Bahasa pemrograman pada mikroprosesor menggunakan bahasa BASKOM AVR.

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1 Sistem Gas Medik di Rumah Sakit**

Sistem gas medis merupakan instalasi untuk memenuhi kebutuhan gas medis di rumah sakit. Instalasi gas medis telah dikembangkan untuk mengeliminasi kesulitan-kesulitan penggunaan gas medik secara konvensional. Dalam sistem ini, silinder gas tekanan tinggi, *compressor* dan pompa *vacum* di sentralisasi di suatu tempat, kemudian gas medis tersebut dialirkan ke ruangan melalui jaringan pipa gas medis.

Gas medis yang digunakan di rumah sakit adalah elemen pendukung kehidupan yang berpengaruh langsung dalam mempertahankan hidup pasien. Oleh karena itu, pada bagian dimana gas medis digunakan, gas tersebut harus bersih, memiliki kemurnian tinggi dan tersedia dengan tekanan yang stabil.

Jenis jenis instalasi gas medik yang biasa dipasang untuk keperluan rumah sakit adalah :

- Oksigen (  $O_2$  )
- *Nitrous Oxide* ( $N_2O$ )
- Udara tekan ( *Compressed Air* )
- *Vacum (Suction)*

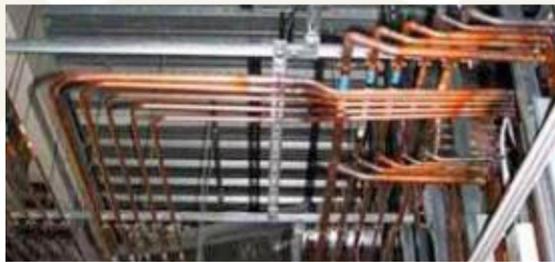
##### **2.1.1 Sentral Gas Medik**

Sentral gas medik di suatu rumah sakit, untuk memenuhi kebutuhan rumah sakit, tersebut, terutama ruang rawat inap, ruang ICU, ruang rawat intensif, dan juga ruang operasi. Karena yang dibutuhkan terdiri dari 4 jenis tersebut, maka sentral gas medik juga terdiri dari: sentral Oksigen, sentral  $N_2O$ , sentral Udara

tekan, dan central *vacum (suction)*.

### 2.1.2 Jaringan Pipa Gas Medis

Jaringan pipa gas medis ini adalah suatu jaringan perpipaan yang dipasang pada rumah sakit, untuk memenuhi kebutuhan *supply* gas medis ke ruangan-ruangan yang dibutuhkan. Jaringan perpipaan gas medis ini menggunakan pipa tembaga atau pipa *stainless steel* dengan ketebalan sesuai standart, dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 1. Jaringan Pipa

Pipa yang dipakai untuk jaringan gas ini menggunakan bahan pipa dari pipa tembaga. Ukuran pipa yang dipasang disesuaikan menurut kebutuhan namun harus sesuai dengan standart keamanan yang diijinkan. Seluruh distribusi sistem pemipaan gas medis menggunakan pipa tembaga yang memiliki standart khusus gas medis diantaranya ASTM – B 280, 819 Type “ L “Fitting: seluruh fitting terbuat dari tembaga dengan standart type “L“Sistem pengelasan semua sambungan pipa gas medis di sambung menggunakan pengelasan perak dengan Acetylin/Elpiji dan Oksigen dikerjakan oleh tenaga yang sudah berpengalaman dibidang pengelasan tembaga. Jika tahap pengelasan sudah selesai harus dilakukan pembersihan instalasi pipa dengan udara tekan dan nitrogen yang dialirkan keseluruhan instalasi pipa hingga kotoran dan sisa pengelasan tidak ada yang tertinggal di dalam instalasi. Diameter pipa berukuran 1 1/2 “1 1/4”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”. Jaringan pipa instalasi gas medis yang terpasang harus mampu menerima tekanan kerja yang dibutuhkan yaitu 1 1/2 (satu setengah x tekanan

kerja), dimana jaringan pipa ini bekerja pada tekanan lebih kurang 300 bar. Ketebalan dan kemampuan jaringan pipa juga harus sesuai standart pipa tembaga medikal (standart Amerika, Jepang dll).

Sistem pemasangan Jaringan Instalasi Gas Medis adalah sebagai berikut:

1. Pipa Instalasi Gas Medis dipasang diatas plafon
2. Pipa Instalasi Gas Medis dipasang dibawah plafon
3. Pipa Instalasi Gas Medis dipasang di dalam dinding (ditanam di diniding dengan paralon pelindung)
4. Pipa Instalasi Gas Medis dipasang di dalam wallduck (aluminium, kayu, dll)
5. Pipa Instalasi Gas Medis dipasang dalam keadaan digantung di langit - langit.

Dalam pemasangan jaringan pemipaan harus diperhatikan faktor kemudahan perawatan (maintenance) apabila terjadi kebocoran dalam system instalasi.

Tekanan yang dipakai dalam Instalasi Gas medis antara lain :

1. Tekanan dalam sistem perpipaan = 200 - 300 bar
2. Tekanan setting *safety valve* = 300 bar pada kondisi ini *safety valve* bekerja
3. Tekanan setting penggantian botol = 100 – 150 bar rentang waktu 30 menit penggantian botol
4. Tekanan maksimal outlet = 300 bar

### 2.1.3 Sentral Oksigen (O<sub>2</sub> )

Sentral oksigen menggunakan sistem sentral tabung gas dengan kapasitas 2x jumlah tabung yang bisa dipasang (contoh 1 sisi dengan 8 tabung ,maka dinyatakan berkapasitas 2x8 tabung), dengan sistem berangkai *double row* (dua sayap) dengan bekerja secara bergantian. Sayap kiri 8 tabung dan sayap

kanan 8 tabung dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sentral oksigen

Sentral gas medik ini diatur oleh piranti yang dinamakan dengan *Automatic Manifold Change over*, dan dilengkapi juga dengan perlengkapan lainnya, seperti: *Block valve c/w valve, High Pressure Tube, Plug Headers, Manifold Bracket, Shut down valve, Regulator*, dan jaringan pipa gas medis.

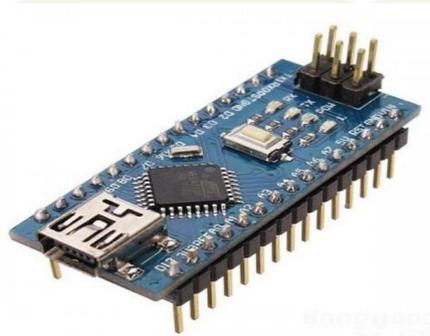
*Automatic Manifold Change Over* berfungsi sebagai:

- pengatur suplai oksigen secara otomatis,
- pengatur tekanan kerja sentral Instalasi
- Penunjuk tekanan kerja tabung gas.

Penggunaan gas medik ini kemudian disambungkan dengan instalasi ke ruangan rawat inap, rangan ICU, dan juga ruang tindakan. Dengan demikian fungsi dari *\*-automatic change over device* disamping menurunkan tekanan gas dari tabung ke tekanan gas yang konstan 2070 kPa (300 psig) dan juga menyediakan ke jalur distribusi. Tabung-tabung gas diletakkan pada kedua sisi alat. Satu sisi adalah sisi yang digunakan sedangkan sisi lainnya sebagai sisi cadangan. Saat sisi yang digunakan hampir kosong maka lampu yang tersedia dalam manifold akan menyala. Lampu akan terus menyala sampai saklar diarahkan kesisi cadangan sehingga sisi cadangan tersebut berubah menjadi sisi yang digunakan.

Kedua bagian sentral bekerja bergantian dilakukan secara otomatis, apabila bagian kanan dipakai atau sedang bekerja maka bagian kiri disiapkan tabung baru sebagai cadangan. Kontrol panel terdiri dari enam warna led, tiga untuk blok kiri dan tiga untuk blok kanan; hijau berarti blok sedang digunakan, suplai gas berarti dalam keadaan siap, led warna kuning kondisi manifold siap pakai / standby, sedangkan led warna merah berarti blok dalam keadaan kosong.

## 2.2 ATmega328 (Arduino)



Gambar 1. Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu produk yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Berarti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks.

Arduino Nano mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan osicillator 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.

### 2.2.1 Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino nano dapat digunakan sebagai input atau output dengan menggunakan fungsi pin Mode *digital Write* dan *digital Read*. Arduino nano beroperasi dengan tegangan sumber sebesar 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal yang (terputus secara default) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial terdiri dari dua pin: pin 0 (RX) dan 1 (TX) Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari FTDI USB-to-TTL Serial *Chip*.
- Interupsi eksternal: Pin 2 dan 3. Kedua Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, atau nilai *low*.
- PWM: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi *analog write*.
- SPI: Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) pin ini mendukung komunikasi SPI, yang, meskipun disediakan oleh *hardware*, saat ini tidak termasuk dalam bahasa arduino.
- LED: Pin 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin 13 bernilai TINGGI LED akan menyala, ketika pin RENDAH maka LED akan mati.
- I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL) Mendukung komunikasi I2C menggunakan "*wirelibrary*" (dokumen di website Wiring).

Ada beberapa pin lainnya di papan:

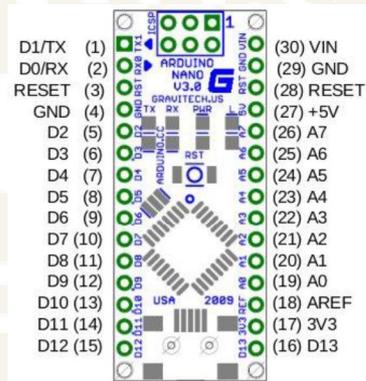
1. AREF

Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analog Reference*.

## 2. Reset

Fungsi pin ini untuk me-reset/mengatur ulang mikrokontroler.

Terdapat tambahan tombol reset untuk melindungi salah satu blok.



Gambar 2. Arduino nano

### **2.2.2 Komunikasi**

Arduino nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah FTDI FT232RL pada saluran papan komunikasi ini serial melalui USB dan driver FTDI (termasuk dengan *software* arduino) menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* FTDI dan USB koneksi ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

### **2.2.3 Pemrograman**

Arduino nano dapat dengan mudah di program dengan menggunakan software arduino (sketc). Pada menu program, pilih tools-board kemudian pilih jenis board yang akan di program. Untuk memprogram board arduino dapat memilih tipe board arduino diecimila atau duemilanove atau langsung memilih Nano W/atmega168 atau Nano W/atmega328. Arduino nano sudah dilengkapi dengan program bootloader, sehingga programmer dapat mengupload kode program secara langsung ke board arduino nano tanpa melalui board perantara atau hardware lain.

### **2.2.4 Reset (Software) Otomatis**

Arduino nano didesain dengan cara yang memungkinkan untuk dapat me-reset melalui perangkat lunak pada computer yang terhubung. Salah satu jalur control hardware (DTR) mengalir dari FT232RL dan terhubung ke jalur reset dari atmega 168 atau atmega 328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur reset low cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak arduino

menggunakan kemampuan untuk me-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak arduino. Ini berarti bahwa bootloader memiliki rentan waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika arduino nano terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan arduino akan di reset setiap kali di hubungkan dengan software komputer (melalui USB). Kemudian bootloader akan berjalan pada papan arduino nano. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain me-upload kode baru) ,iya akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan terbuka. Jika sebuah sketsa di jalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali di jalankan, pastikan bahwa perangkat lunak di berikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu beberapa detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

### 2.2.5 Karakteristik Atmega 328 (Arduino)

Atmega 328 (arduino) mempunyai karakteristik untuk kondisi *low* dan kondisi *high* tersendiri yang dijelaskan pada tabel.1 dibawah ini.

Tabel 1. DC karakteristik umum

Simbol	Kondisi Vcc	Min	Max	Volt (V)
Vin Low	Vcc = 1.8V - 2.4V	-0,5	0,2 Vcc	V
	Vcc = 2.4V - 5.5V	-0,5	0,3 Vcc	
Vin High	Vcc = 1.8V - 2.4V	0,7 Vcc	+0,5 Vcc	V
	Vcc = 2.4V - 5.5V	0,6 Vcc	+0,5 Vcc	

### 2.3 MODUL LM2596



Gambar 5. Modul LM2596

LM2596 merupakan *Integrated Circuit* (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah / *Direct Current* (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. Tegangan masukan (*input voltage*) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC.

Pin out LM2596 memiliki 5 pin out dan 1 tab:

1. +VIN : tegangan masukan
2. Output : keluaran switching
3. GND
4. Feedback : umpan balik regulator
5. ON/OFF : regulator enable
6. Tab terkoneksi dengan GND

Cara Kerja:

Sesuai dengan namanya regulator switching bekerja dengan sistem switching / saklar yang artinya bekerja pada 2 kondisi, ON-OFF. Tegangan akan di-saklar sesuai dengan tegangan umpan balik ke pin Feedback. Di dalam LM2596 pin Feedback terhubung dengan penguat kemudian masuk ke komparator dibandingkan dengan yang suatu nilai tegangan. Keluaran komparator ini menentukan keadaan output switching. Tegangan pembanding pada komparator sama dengan tegangan output

untuk tipe fix output sedangkan untuk tipe adj (adjustable) tegangan pembandingnya 1.23V. Kecepatan penyaklaran (ON-OFF) LM2596 adalah 150kHz.

## 2.4 MODUL GSM SIM800L



Gambar 6. MODUL GSM SIM800L

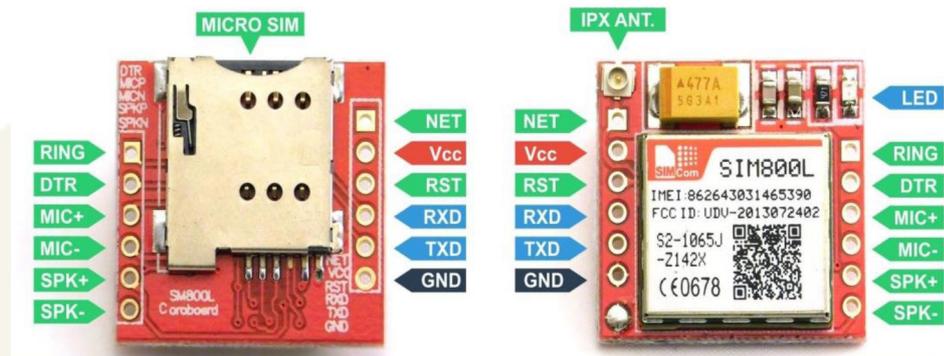
SIM800L adalah modul sim yang di gunakan pada penelitian ini. Modul SIM800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantua utama dengan handphone. ATCommand adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM800L GSM GPRS dikendalikan melalui perintah AT.

AT+Command adalah sebuah kumpulan perintah yang di gabungkan dengan karakter lain setelah karakter „AT’ yang biasanya digunakan pada komunikasi serial. Dalam penelitian ini ATCommand digunakan untuk mengatur atau memberi perintah modul GSM/CDMA. Perintah ATCommand di mulai dengan karakter “AT” atau “at” dan diakhiri dengan kode (0x0d).

Berikut ini spesifikasi dari modem ini:

1. Quad-band 850/900/1800/1900MHz.
2. Terhubung dengan jaringan GSM global menggunakan 2G SIM (Telkomsel, Indosat, Three).

3. Voice call dengan external 8 speaker dan electred microphone.
4. Kirim dan terima SMS.
5. Kirim dan terima GPRS data (TCP/IP, HTTP, etc).
6. GPIO ports, misalnya untuk buzzer vibrational motor.
7. AT command, interface dengan deteksi “auto baud”.



Gambar 7. Data Sheet SIM800L

Keterangan gambar :

Pin (sisi kanan bawah):

- NET – Antenna
- VCC - Supply voltage (tegangan suplai)
- RESET - Reset
- RXD - RX data serial
- TXD - TX data serial
- GND – Ground

Pin (sisi kiri bawah):

- RING - keadaan RENDAH saat menerima panggilan
- DTR - mode tidur (modul dalam mode tidur, komunikasi serial dinonaktifkan)
- MICP - Microphone +

- MICN - Microphone –
- SPKP - Speaker +
- SPKN - Speaker -

#### 2.4.1 SMS (Short Message Service)

*Short Message Service* (SMS) adalah sebuah layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*), yang memungkinkan kita untuk melakukan pengiriman pesan dalam bentuk alphanumeric antara terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti e-mail, paging, voice mail, dan lain-lain.

Mekanisme dalam sistem SMS adalah melakukan pengiriman *short message* dari terminal pelanggan ke terminal lain. Layanan SMS merupakan sebuah layanan yang bersifat *nonreal time* dimana sebuah *short message* dapat di-submit ke suatu tujuan, tidak peduli apakah tujuan tersebut aktif atau tidak. Bila dideteksi bahwa tujuan tidak aktif, maka sistem akan menunda pengiriman ke tujuan hingga tujuan aktif kembali.

Pengiriman SMS dengan mikrokontroler perlu dilakukan koneksi terlebih dahulu ke SMScenter. Koneksi mikrokontroler ke SMScenter adalah dengan menggunakan terminal berupa GSM modem maupun ponsel yang terhubung dengan mikrokontroler. Dengan menggunakan modem GSM, SMS yang mengalir dari atau ke SMScenter bisa berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O (kode). PDU sendiri ini dikirim ke mikrokontroler dalam bentuk teks (*string*) yang menunjukkan nilai heksadesimalnya.

#### 2.4.2. Sistem Kerja SMS

Di balik tampilan menu Message pada sebuah ponsel sebenarnya terdapat AT Command 2x yang bertugas mengirim/menerima data dan dari SMS-Center. AT Command tiap-tiap SMS device bisa berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama.

Perintah-perintah AT Command biasanya disediakan oleh vendor alat komunikasi yang kita beli. Jika tidak ada, kita dapat mendownload dari internet.

## 2.5 *Telemetry*

*Telemetry* adalah sebuah teknologi pengukuran dilakukan dari jarak jauh dan melaporkan informasi kepada perancang atau operator sistem. Kata *telemetry* berasal dari bahasa Yunani yaitu *tele* artinya jarak jauh sedangkan *metron* artinya pengukuran. Secara istilah *telemetry* diartikan sebagai suatu bidang keteknikan yang memanfaatkan instrumen untuk mengukur panas, radiasi, kecepatan atau property lainnya dan mengirimkan data hasil pengukuran ke penerima yang letaknya jauh secara fisik, berada diluar dari jangkauan pengamat atau user. *Telemetry* dalam keadaan bergerak berpengaruh pada saat pengukuran, pengukuran tersebut untuk mendapatkan nilai percepatan pada suatu benda bergerak. *Telemetry* bergerak sangat rentan terhadap noise. Noise yang sering terjadi adalah noise dari getaran, suhu, tekanan atmosfer, dan benda yang menjadi penghalang.

## 2.6 **Liquid Crystal Display (LCD)**

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). Pada tugas akhir ini penulis menggunakan LCD dot matrix dengan karakter 2 x 16, sehingga kaki-kakinya berjumlah 16 pin.

LCD yang penulis gunakan adalah M1632, yang mana digunakan untuk menampilkan hasil pengujian dari awal sampai dengan akhir proses penghitungan LCD ini hanya memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 V/DC. Panel TN LCD untuk pengaturan kekontrasan cahaya

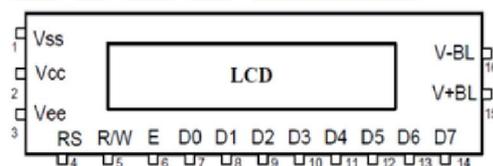
pada display dan CMOS LCD drive sudah terdapat di dalamnya. Semua fungsi display dapat dikontrol dengan memberikan instruksi dan dapat dengan mudah dipisahkan oleh *Microprocessor Unit* (MPU). Ini membuat LCD berguna untuk *range* yang luas dari terminal display unit untuk mikrokomputer dan display unit *measuring gages*.

### 2.6.1 Perangkat penampil (LCD)

Perangkat penampil yang digunakan adalah modul LCD 16x2 (16 kolom, 2 baris) dengan konsumsi daya rendah. Modul LCD yang digunakan memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16x2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80x8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Catu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis *reset* saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C.

Konfigurasi pin dari LCD ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 8. LCD (Liquid Cristal Display)

## 2.7 Light Emitting Diode (LED)

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



Gambar 9. Simbol Skematik LED

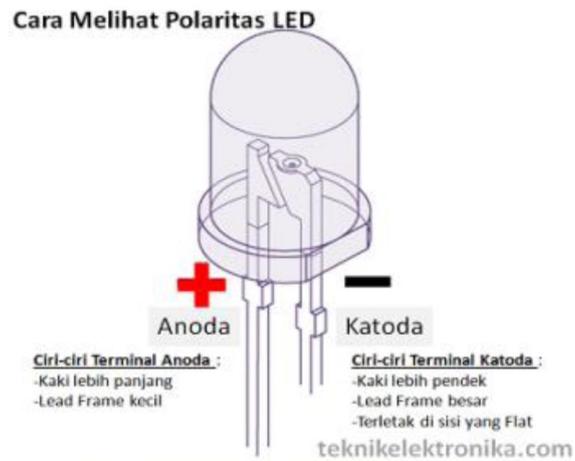
### 2.7.1 Cara Kerja LED

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

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidak murnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type

material). Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). LED atau *Light Emitting Diode* yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi cahaya.

### 2.7.2 Cara Mengetahui Polaritas LED



Gambar 10. Cara Melihat Polaritas LED

Untuk mengetahui polaritas terminal Anoda (+) dan Katoda (-) pada LED, kita dapat melihatnya secara fisik berdasarkan gambar diatas. Ciri-ciri terminal Anoda pada LED adalah kaki yang lebih panjang dan juga *Lead Frame* yang lebih kecil. Sedangkan ciri-ciri Terminal Katoda adalah kaki yang lebih pendek dengan *Lead Frame* yang besar serta terletak di sisi yang Flat.

## 2.8 Resistor

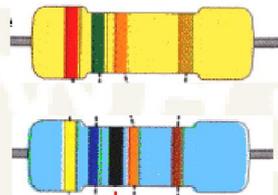
Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya. Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen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

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 resistansi dari suatu resistor disebut ohm atau dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega). Bentuk resistor yang umum adalah seperti tabung dengan dua kaki di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk cincin kode warna untuk mengetahui besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan ohm meter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh *EIA (Electronic Industries Association)* seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 2. Simbol Resistor

Simbol	
--------	--

Tipe	Komponen pasif
Fungsi	Menahan arus listrik
Kemasan	Dua kaki



Gambar 11. Resistor

Besarnya ukuran resistor sangat tergantung watt atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Umumnya di pasaran tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki daya maksimum 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk balok berwarna putih dan nilai resistansinya dicetak langsung dibadannya, misalnya 1K 5W.

Resistor merupakan komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya, berdasarkan hukum ohm :

$$V = IR \dots\dots\dots(2.1)$$

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$V$  = Beda potensial /tegangan listrik (Volt)

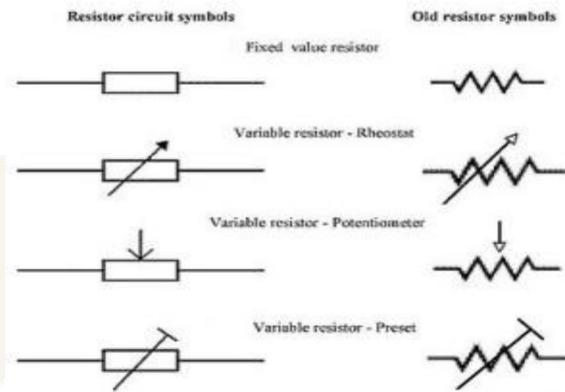
$I$  = Kuat arus listrik (Ampere)

$R$  = Hambatan kawat (Ohm/  $\Omega$ )

Resistor digunakan sebagai bagian dri jejaring elektrtronik dan sirkuit elektronik serta merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam komponen dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistifitas tinggi seperti nikel kromium).

### 2.8.1 Simbol Resistor

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.



Gambar 12. Simbol Resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”

### 2.8.2 Kapasitas Daya Resistor

Kapasitas daya pada resistor merupakan nilai daya maksimum yang mampu dilewatkan oleh resistor tersebut. Nilai kapasitas daya resistor ini dapat dikenali dari ukuran fisik resistor dan tulisan kapasitas daya dalam satuan Watt untuk resistor dengan kemasan fisik besar. Menentukan kapasitas daya resistor ini penting dilakukan untuk menghindari resistor rusak karena terjadi kelebihan daya yang mengalir sehingga resistor terbakar dan sebagai bentuk efisiensi biaya dan tempat dalam pembuatan rangkaian elektronika.

### 2.8.3 Nilai Toleransi Resistor

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

Tabel 3. Kode warna Resistor

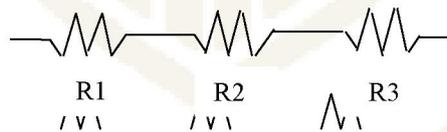
Warna	Nilai	Faktor pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	10 <sup>6</sup>	

Violet	7	$10^7$	
Abu-abu	8	$10^8$	
Putih	9	$10^9$	
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpawarna	-	-	20%

Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada gelang ke 4 warna emas atau dengan kode huruf J pada resistor dengan fisik kemasan besar. Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

#### 2.8.4 Menghitung Nilai Resistor

Nilai resistor dapat diketahui dengan kode warna dan kode huruf pada resistor. Resistor dengan nilai resistansi ditentukan dengan kode warna dapat ditemukan pada resistor tetap dengan kapasitas daya rendah, sedangkan nilai resistor yang ditentukan dengan kode huruf dapat ditemui pada resistor tetap daya besar dan resistor variable.



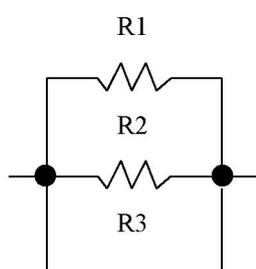
Gambar 13. Rangkaian Seri Resistor

Besarnya hambatan pengganti ( $R_s$ )

Dirumuskan :

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots(2.3)$$

Hambatan (R) yang disusun paralel (sejajar) dapat digambarkan sebagai berikut :





Gambar 14. Rangkaian Paralel Resistor

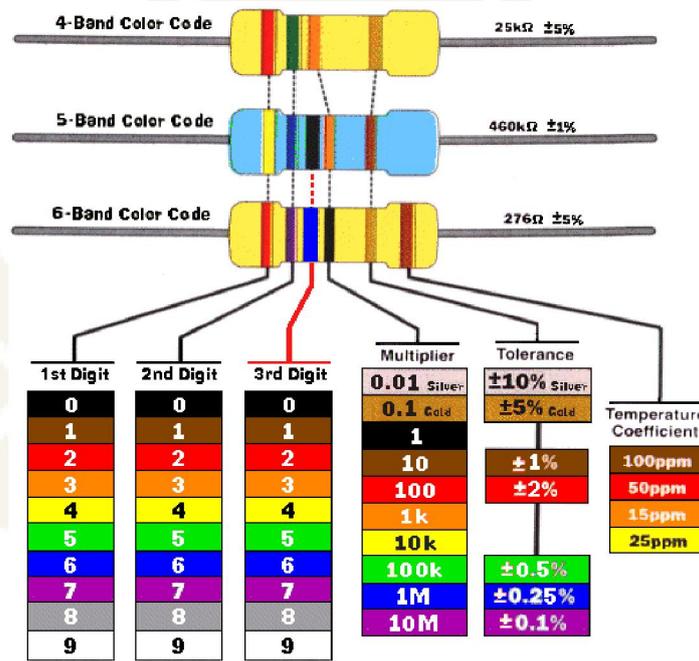
Besarnya hambatan pengganti ( $R_p$ )

Dirumuskan :

$$\left(\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}\right) \dots \dots \dots (2.4)$$

### 2.8.5 Kode Warna Resistor

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



Gambar 15. Kode Warna Resistor

- **Resistor dengan 4 gelang kode warna**

Warna gelang ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan gelang kode warna ke 3

merupakan faktor pengali kemudian gelang kode warna ke 4 menunjukkan nilai toleransi resistor.

- **Resistor dengan 5 gelang kode warna**

Warna gelang ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan gelang kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian gelang kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

- **Resistor dengan 6 gelang warna**

Resistor dengan 6 gelang warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 gelang warna dalam menentukan nilai resistansinya. Gelang ke 6 menentukan koefisien temperatur yaitu temperatur maksimum yang dimiliki resistor.

## 2.9 Kapasitor

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 dikalikan menjadi pikoFarad, NanoFarad dan MicroFarad.

Tabel 4. Satuan Kapasitansi

2.9.1

	Nilai Satuan	Epsilon	Simbol	Penerangan
Fu ngs i Ka pas itor	Tera	$10^{12}$	T	1 THz = 1.000.000.000.000 Hz
	Giga	$10^9$	G	1 GHz = 1.000.000.000 Hz
	Mega	$10^6$	M	1 MV = 1.000.000 V
	Kilo	$10^3$	K	1 kV = 1.000 V
	Mili	$10^{-3}$	m	1 mA = 0,001 A
	Mikro	$10^{-6}$	$\mu$	1 $\mu$ A = 0,000001 A
	Nano	$10^{-9}$	n	1 nF = 0,000000001 F
	Piko	$10^{-12}$	p	1 pF = 0,000000000001 F
	Fepto	$10^{-15}$	f	1 fF = 0,000000000000001 F

Fun

gsi kapasitor dalam komponen elektronika adalah sebagai penyimpan muatan listrik, selain berfungsi sebagai penyimpan listrik, kapasitor juga dapat digunakan sebagai penyaring frekuensi. Dalam muatan listrik terdapat kapasitas penyimpanan kemampuan kapasitor yang dinamakan Farad dengan simbol “F”. Simbol dari kapasitor sendiri adalah C (kapasitor).

Pada umumnya, kapasitor banyak dibuat dari dua buah lempengan logam yang saling sejajar antara satu dengan lainnya. Dan diantara kedua lempengan tadi terdapat

bahan isolator yang biasa kita sebut dengan dielektrik. Yang di maksud Dielektrik adalah bahan yang dapat mempengaruhi nilai dari kapasitansi kapasitor. Bahan dielektrik yang banyak digunakan adalah keramik, kertas, udara, metal film, gelas, vakum dan masih terdapat lagi bahan lainnya. Beberapa ilmuan menyatakan bahwa jika sebuah kapasitor yang diberi tegangan 1 volt dapat memuat elektron sebanyak 1 coloumb maka dikatakan bahwa kapasitor tersebut memiliki kapasitansi 1 Farad.

Berikut secara matematis, jika dinyatakan secara rumus:

$$C = Q/V \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

C = Nilai kapasitas kondensator, dalam F (Fared)

Q = Jumlah muatan listrik, dalam C (Coloumb)

V = Besar tegangan listrik, dalam V (Volt)

### 2.9.2 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. Rumus dari Rangkaian Paralel Kapasitor (Kondensator) adalah :

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n \dots\dots\dots(2.6)$$

**Keterangan :**

$C_{total}$  = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor

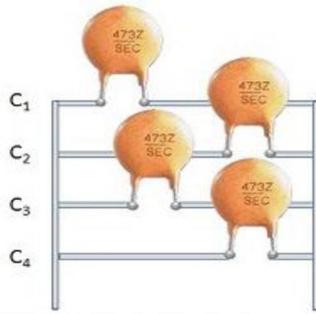
$C_1$  = Kapasitor ke-1

$C_2$  = Kapasitor ke-2

$C_3$  = Kapasitor ke-3

$C_4$  = Kapasitor ke-4

$C_n$  = Kapasitor ke-n



Gambar 16. Rangkaian Paralel Kapasitor

### 2.9.3 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. Hanya saja, perhitungan Rangkaian Seri untuk Kapasitor ini lebih rumit dan sulit dibandingkan dengan Rangkaian Paralel Kapasitor. **Rumus dari Rangkaian Paralel Kapasitor (Kondensator) adalah :**

$$1/C_{total} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 + \dots + 1/C_n \dots\dots\dots(2.7)$$

**Keterangan :**

$C_{total}$  = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor

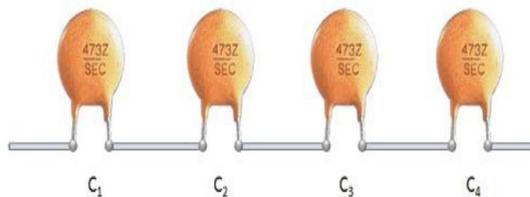
$C_1$  = Kapasitor ke-1

$C_2$  = Kapasitor ke-2

$C_3$  = Kapasitor ke-3

$C_4$  = Kapasitor ke-4

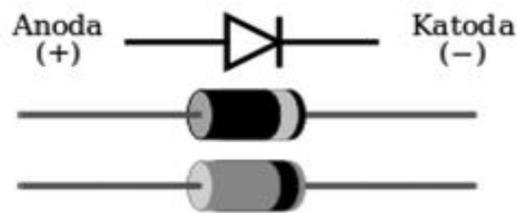
$C_n$  = Kapasitor ke-n



Gambar 17. Rangkaian Seri Kapasitor

## 2.10 Dioda

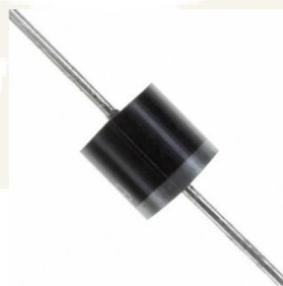
Dioda adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur). Dioda dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika. Dioda sebenarnya tidak menunjukkan karakteristik kesearahan yang sempurna, melainkan mempunyai karakteristik hubungan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi atau material yang digunakan serta parameter penggunaan. Beberapa jenis dioda juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan. Gambar dan simbol dioda dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 18. Dioda

### 2.10.1 Macam-macam dioda :

#### a. Dioda penyearah (rectifier)

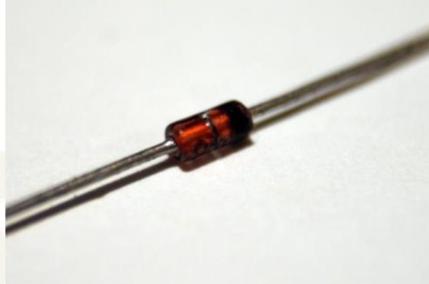


Gambar 19. Diode penyearah (rectifier)

Dioda jenis ini merupakan dioda penyearah arus atau tegangan yang diberikan, contohnya seperti arus berlawanan (AC) disearahkan sehingga

menghasilkan arus searah (DC). Dioda jenis ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitas tegangan yang dimiliki.

**b. Dioda zener**



Gambar 20. Dioda zener

Dioda jenis ini merupakan dioda yang memiliki kegunaan sebagai penyalaras tegangan baik yang diterima maupun yang dikeluarkan, sesuai dengan kapasitas dari dioda tersebut, contohnya jika dioda tersebut memiliki kapasitas 5,1 V, maka jika tegangan yang diterima lebih besar dari kapasitasnya, maka tegangan yang dihasilkan akan tetap 5,1 tetapi jika tegangan yang diterima lebih kecil dari kapasitasnya yaitu 5,1, dioda ini tetap mengeluarkan tegangan sesuai dengan inputnya.

**c. Dioda emisi cahaya (LED)**



Gambar 21. LED

Dioda yang sering disingkat LED ini merupakan salah satu piranti elektronik yang menggabungkan dua unsur yaitu optik dan elektronik yang disebut juga sebagai Opteolotronic.dengan masing-masing elektrodanya berupa anoda (+) dan katroda (-), dioda jenis ini dikategorikan berdasarkan arah bias dan diameter cahaya yang dihasilkan, dan warna nya

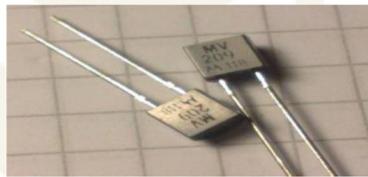
**d. Dioda cahaya**



Gambar 22. Diode cahaya

Dioda jenis ini merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, yang bekerja pada pada daerah-daerah reverse tertentu sehingga arus cahaya tertentu saja yang dapat melewatinya, dioda ini biasa dibuat dengan menggunakan bahan dasar silikon dan geranium. Dioda cahaya saat ini banyak digunakan untuk alarm, pita data berlubang yang berguna sebagai sensor, dan alat pengukur cahaya (Lux Meter).

**e. Dioda varactor**

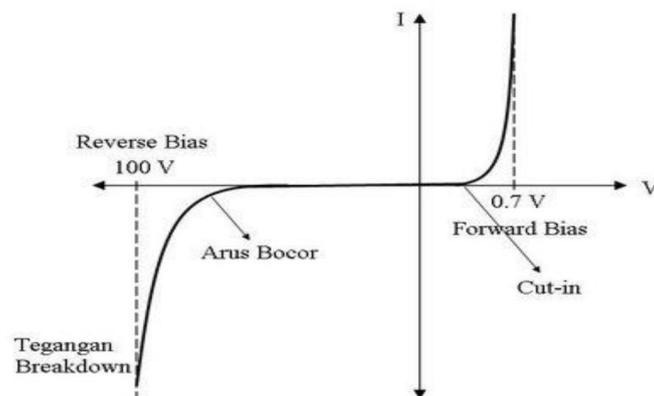


Gambar 23. Diode veractor

Dioda jenis ini merupakan dioda yang unik, karena dioda ini memiliki kapasitas yang dapat berubah-ubah sesuai dengan besar kecilnya tegangan yang diberikan kepada dioda ini, contohnya jika tegangan yang diberikan besar, maka kapasitasnya akan menurun, berbanding terbalik jika diberikan tegangan yang rendah akan semakin besar kapasitasnya, pembiasan dioda ini secara reverse. Dioda jenis ini banyak digunakan sebagai pengaturan suara pada televisi, dan pesawat penerima radio.

### 2.10.2 Karakteristik dioda

Karakteristik dioda dapat diketahui dengan cara memasang dioda seri dengan sebuah catu daya dc dan sebuah resistor. Dengan menggunakan rangkaian tersebut maka akan dapat diketahui tegangan dioda dengan variasi sumber tegangan yang diberikan. Seperti yang telah kita ketahui bahwa dioda adalah komponen aktif dari dua elektroda (katoda dan anoda) yang sifatnya semikonduktor, jadi dengan sifatnya tersebut dioda tidak hanya memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah, tetapi juga menghambat arus dari arah sebaliknya. Dioda dapat dibuat dari Germanium (Ge) dan Silikon atau Silsilum (Si). Komponen aktif ini mempunyai fungsi sebagai; pengaman, penyearah, voltage regulator, modulator, pengendali frekuensi, indikator, dan switch.



Gambar 24. Simbol Karakteristik Dioda

- Bila dioda diberi tegangan maju, maka dengan tegangan kecil saja (minimal 0,7 volt untuk dioda silikon dan 0,3 volt untuk dioda germanium) arus akan mengalir dari anoda ke katoda.
- Bila dioda diberi tegangan balik maka untuk tegangan yang masih dibawah tegangan *break down*, arus tidak akan mengalir dari anoda ke katoda sampai tegangan yang diberikan mencapai tegangan *break down*, yaitu dimana dioda tidak dapat lagi menahan aliran elektron yang terbentuk di lapisan deplesi.

Karakteristik dioda adalah sebagai berikut :

- a. Bila dioda diberi tegangan maju, maka dengan tegangan kecil saja (umumnya kira-kira  $0,7 \text{ volt}$ ) arus akan mengalir dari anoda ke katoda.
- b. Bila dioda diberi tegangan balik maka untuk tegangan yang masih dibawah tegangan *break down*, arus tidak akan mengalir dari anoda ke katoda sampai tegangan yang diberikan mencapai tegangan *breakdown*.

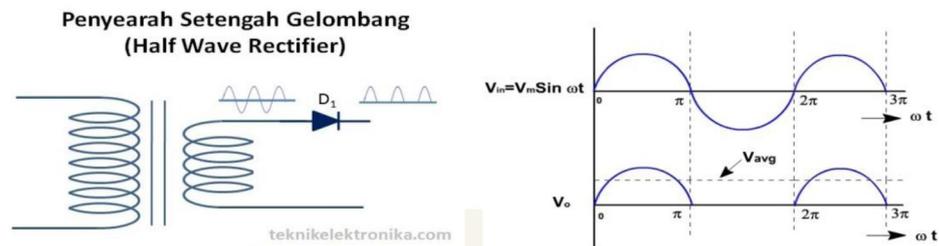
Peralatan elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (direct current) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (alternating current) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC yaitu rangkaian 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.

#### 1. 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 25. Penyearah Setengah Gelombang

Rumus penyearah setengah gelombang :

$$VDC = \frac{V_{max}}{3,14} \dots\dots\dots(2.8)$$

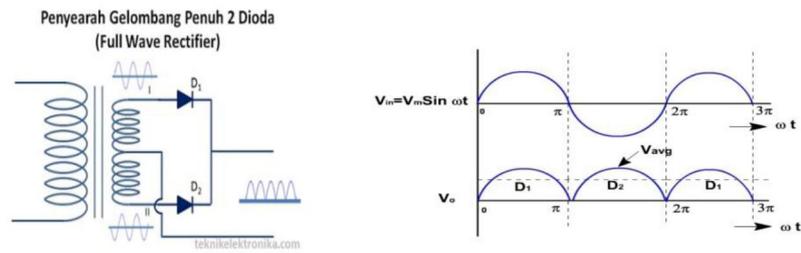
Keterangan :

V max = Nilai maksimum dari puncak tegangan

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. Full Wave Rectifier (Penyearah Gelombang Penuh)

Terdapat 2 cara untuk membentuk Full Wave Rectifier atau Penyearah Gelombang Penuh. Kedua cara tersebut tetap menggunakan Dioda sebagai Penyearahnya namun dengan jumlah Dioda yang berbeda yaitu dengan menggunakan 2 Dioda dan 4 Dioda. Penyearah Gelombang Penuh dengan 2 Dioda harus menggunakan Transformer CT sedangkan Penyearah 4 Dioda tidak perlu menggunakan Transformer CT, Penyearah 4 Dioda sering disebut juga dengan Full Wave Bridge Rectifier.



Gambar 26. Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda

Rumus penyearah gelombang penuh 2 dioda :

$$V_{DC} = \frac{V_p - V_r}{2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

Vdc = Volt DC

Vr = Tegangan

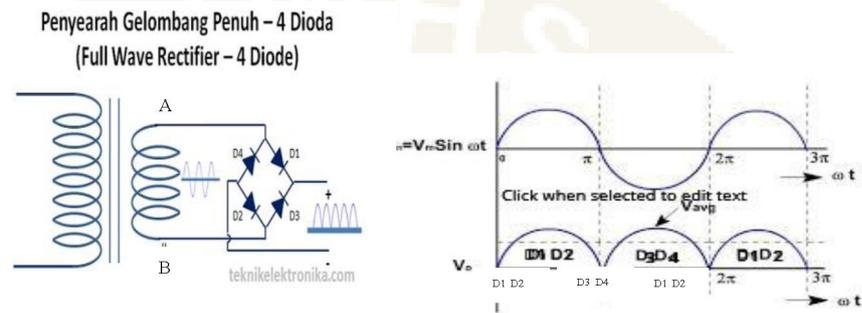
RippleVp = Nilai puncak tegangan

Di saat Output Transformer CT pada Terminal Pertama memberikan sinyal Positif pada D1, maka Terminal kedua pada Transformer CT akan memberikan sinyal Negatif (-) yang berbeda fasa 180° dengan Terminal Pertama. D1 yang mendapatkan sinyal Positif (+) akan berada dalam kondisi Forward Bias (Bias Maju) dan melewati sisi sinyal Positif (+) tersebut sedangkan D2 yang mendapatkan sinyal Negatif (-) akan berada dalam kondisi Reverse Bias (Bias Terbalik) sehingga menghambat sisi sinyal Negatifnya.

Sebaliknya, pada saat gelombang AC pada Terminal Pertama berubah menjadi sinyal Negatif maka D1 akan berada dalam kondisi Reverse Bias dan menghambatnya. Terminal Kedua yang berbeda fasa 180° akan berubah menjadi sinyal Positif sehingga D2 berubah menjadi kondisi Forward Bias yang melewati sisi sinyal Positif tersebut.

### 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 27. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda

Rumus penyearah gelombang penuh 4 dioda :

$$V_{DC} = \frac{V_p - V_r}{4} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

$V_{dc}$  = Volt DC

$V_r$  = Tegangan Ripple

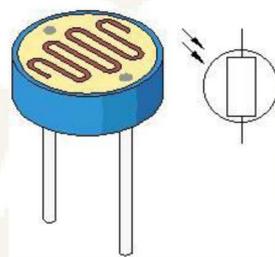
$V_p$  = Nilai puncak tegangan

Berdasarkan gambar diatas, Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda dimulai pada saat output transformator mengeluarkan sinyal tegangan sisi positif pada titik A dan negative pada titik B, maka D1, D2 pada posisi forward bias dan D3, D4 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 dan D2. Kemudian pada saat output transformator mengeluarkan sinyal tegangan negative pada titik A dan positif pada

titik B, maka D3, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga arus dialirkan melalui D3 dan D4.

## 2.11 Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar  $10\text{ M}\Omega$ , dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar  $150\ \Omega$ . Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 28. LDR (Light Dependent Resistor)

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) dapat digunakan sebagai :

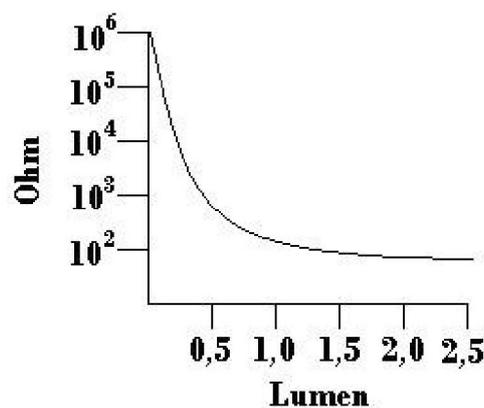
- Sensor pada rangkaian saklar cahaya
- Sensor pada lampu otomatis
- Sensor pada alarm brankas

- Sensor pada tracker cahaya matahari
- Sensor pada kontrol arah solar cell
- Sensor pada robot line follower

Dan masih banyak lagi aplikasi rangkaian elektronika yang menggunakan LDR (Light Dependent Resistor) sebagai sensor cahaya.

### 2.11.1 Karakteristik Sensor Cahaya LDR

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral



Gambar 29. Karakteristik LDR (*Light Dependent Resistor*)

Pada karakteristik diatas dapat dilihat bila cahaya mengenai sensor itu maka harga tahanan akan berkurang. Perubahan yang dihasilkan ini tergantung dari bahan yang digunakan serta dari cahaya yang mengenainya.

### 2.11.2 Laju Recovery Sensor Cahaya LDR

Bila sebuah “Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)” dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan

bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik(selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

### **2.11.3 Respon Spektral Sensor Cahaya LDR**

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

### **2.12 Trafo**

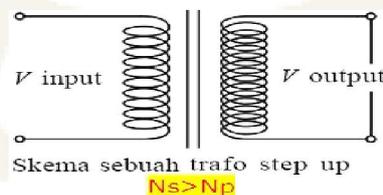
Pengertian transformator atau yang biasa kita kenal dengan trafo adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik. Dengan demikian fungsi transformator ini sangat diperlukan sekali dalam sebuah sistem/rangkaian elektronika. Di sini transformator berperan dalam menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan yang rendah atau sebaliknya, namun dengan frekuensi yang sama. Oleh karena itu pula transformator merupakan piranti listrik yang termasuk ke dalam golongan mesin listrik statis.

Pada pengertian transformator ini, biasanya alat ini terdiri dari 2 kabel yang melilit di sekeliling inti yang sama untuk menciptakan efek arus listrik yang sangat kuat dari ke 2 kabel tersebut. Inti tersebut biasanya di lapiasi dengan besi. Gulungan

yang menerima aliran arus listrik merujuk pada untaian primer, sedangkan gulungan hasil disebut dengan untaian kedua. Sebuah arus listrik di salurkan melalui untaian primer transformer yang menghasilkan medan elektromagnetik di sekelilingnya dan bermacam perubahan magnetik pada inti dari transformer tersebut.

Dengan induksi elektromagnetik, perubahan magnetik tersebut menghasilkan bermacam daya elektromagnetik pada untaian kedua, menghasilkan arus listrik sepanjang sambungan hasil. Jika ada banyak impedansi yang tersambung sepanjang untaian kedua, aliran yang melewati untaian tersebut menyerap tenaga dari untaian primer dan sumber tenaganya. Sedikit penjelasan tentang cara pengaplikasiannya pada pengertian transformator kali ini, fungsi transformer berdasarkan 2 prinsip hukum induksi elektromagnetik, yaitu sebuah arus elektrik yang melewati konduktor, seperti kabel, dapat menghasilkan sebuah medan elektrik yang mengelilingi kabel tersebut, dan sebuah perubahan medan magnetik di sekitar kabel dapat memberikan tegangan sepanjang ujung dari kabel tersebut. Di dalam perkembangannya terdapat bermacam-macam jenis transformator atau trafo dan mempunyai berbagai fungsi, diantaranya :

### 2.12.1 Trafo Step-up

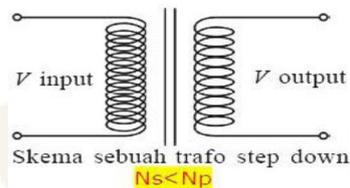


Gambar 30. Trafo Step-Up

Trafo Step-Up adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan bolak-balik (AC). Trafo Step-Up disebut juga dengan trafo penaik tegangan. Pada trafo Step-Up, jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada lilitan kumparan primer. Trafo Step-Up dapat dijumpai di jaringan-jaringan pembangkit

listrik. Di elektronika sendiri, trafo step-up banyak dijumpai pada rangkaian inverter, televisi, dan rangkaian yang memerlukan tegangan tinggi lainnya.

## 2.12.2 Trafo Step-Down



Gambar 31. Trafo Step-Down

Trafo Step-Down adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Kebalikan dari trafo step-up, trafo step-down disebut juga dengan trafo penurun tegangan. Pada trafo step-down ini, jumlah lilitan primer lebih banyak daripada lilitan sekunder. Trafo ini banyak digunakan pada rangkaian-rangkaian elektronika terutama yang membutuhkan tegangan catu rendah.

## 2.12.3 Trafo Frekuensi Rendah

Trafo frekuensi rendah merupakan trafo yang bekerja pada frekuensi audio (20Hz-20kHz) dan frekuensi di atasnya selama masih dalam cakupan frekuensi rendah. Ciri-ciri trafo yang bekerja pada frekuensi rendah biasanya menggunakan inti besi lunak, terutama untuk range frekuensi audio.

### 1. Trafo Adaptor



Gambar 32. Trafo adaptor

Trafo adaptor disebut juga dengan trafo step-down yang ditambahkan dengan rangkaian penyearah untuk menghasilkan tegangan DC. Biasanya didalam sebuah adaptor yang bagus sudah dilengkapi dengan rangkaian regulator tegangan

agar arus DC yang keluar lebih bersih (tidak menimbulkan dengung akibat arus AC yang bocor).

## 2. Trafo Output/Input



Gambar 33. Trafo Output/Input

Trafo output dan input disebut juga dengan trafo OT/IT. Trafo jenis ini digunakan untuk keperluan kopling audio pada rangkaian amplifier yang masih menggunakan sistem push-pull. Trafo OT/IT saat ini masih dipakai pada amplifier merk TOA untuk keperluan gedung-gedung, tempat ibadah dan tempat-tempat lain yang dikhususkan untuk keperluan khalayak ramai. Biasanya amplifier jenis push-pull yang menggunakan trafo OT/IT akan dominan pada suara medium. Contoh trafo Output/Input adalah tipe OT240, IT240, OT426, IT426.

### 2.12.4 Prinsip Kerja Transformator (Trafo)

Sebuah Transformator yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan Transformator, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan Inti Besi (Core). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan magnet (densitas Fluks Magnet) tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan

pertama (primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah perubahan taraf tegangan listrik baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah.

Sedangkan Inti besi pada Transformator atau Trafo pada umumnya adalah kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel berlapis-lapis dengan kegunaanya untuk mempermudah jalannya Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan serta untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan.

### 2.12.5 Menghitung Lilitan Primer dan Lilitan Sekunder Pada Trafo

Jika sebuah trafo ideal memiliki lilitan yang banyak, maka secara tidak langsung besarnya tenaga yang dihasilkan juga besar sebanding dengan besarnya lilitan. Dengan menggunakan konsep dasar trafo ini dapat disimpulkan jika hubungan antara lilitan primer dengan lilitan sekunder pada tegangan primer dan sekunder bisa dirumuskan menjadi.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \dots \dots \dots (2.6)$$

Pada trafo ideal, daya yang masuk akan sama dengan daya listrik yang keluar atau jumlah daya listrik yang masuk pada kumparan primer akan sama dengan jumlah daya listrik yang keluar pada kumparan sekunder. Dimana daya listrik dirumuskan dengan :

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (2.7)$$

Maka :  $P_p = P_s$

$$V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s$$

atau

$$V_p / V_s = I_s \cdot I_p$$

dari rumus di atas bisa disimpulkan jika hubungan antara jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan sekunder dengan kuatnya arus primer dan arus sekunder bisa

dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan begitu, dalam menghitung lilitan primer dan sekunder pada sebuah transformator ideal kita bisa menggunakan rumus seperti pada gambar di bawah ini.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- N<sub>p</sub> : Lilitan Primer
- N<sub>s</sub> : Lilitan Sekunder
- V<sub>p</sub> : Tegangan Input
- V<sub>s</sub> : Tegangan Output
- I<sub>p</sub> : Arus Primer
- I<sub>s</sub> : Arus Sekunder

### **BAB III**

#### **TAHAPAN PERENCANAAN**

#### **3.1 Tahapan Perencanaan**

Sebelum pembuatan modul serta karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul serta karya tulis dan agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

Tahapan-tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut:

1. Merancang blok diagram dan *wiring diagram* dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Merancang *flowchart* program dari alat yang akan dibuat.

3. Menentukan titik-titik pengukuran (*test point*) untuk pendataan dan analisa
4. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul agar modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
5. Membuat modul sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat.
6. Membuat program sesuai dengan *flowchart* dan men-*download* program kemikrokontroller.
7. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
8. Pembuatan *casing* sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
9. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

### 3.2 Perencanaan Komponen

Komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam alat ini, ditentukan sesuai dengan fungsi dan karakteristik komponen serta tujuan pemanfaatan komponen.

Daftar komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan modul tertera pada tabel-tabel di bawah ini:

Tabel 5. Daftar Komponen Mikrokontroller

No	Nama Komponen	Type / Nilai	Jumlah
1	Mikrokontroler	Atmega 328	1
2	Osilator Crystal	16 MHz	1
3	Regulator	5Volt	1
4	Pin	A0-A5	5
5	SRAM	2KB	1
6	Flash Memory	32KB	1

Tabel 6. Daftar Komponen Modul LM2596

No	Nama Komponen	Type / Nilai	Jumlah
1	Switch	159KHz	1
2	Load Regulator	0,5%	1
3	Work Temperatur	-40? To +85?	4

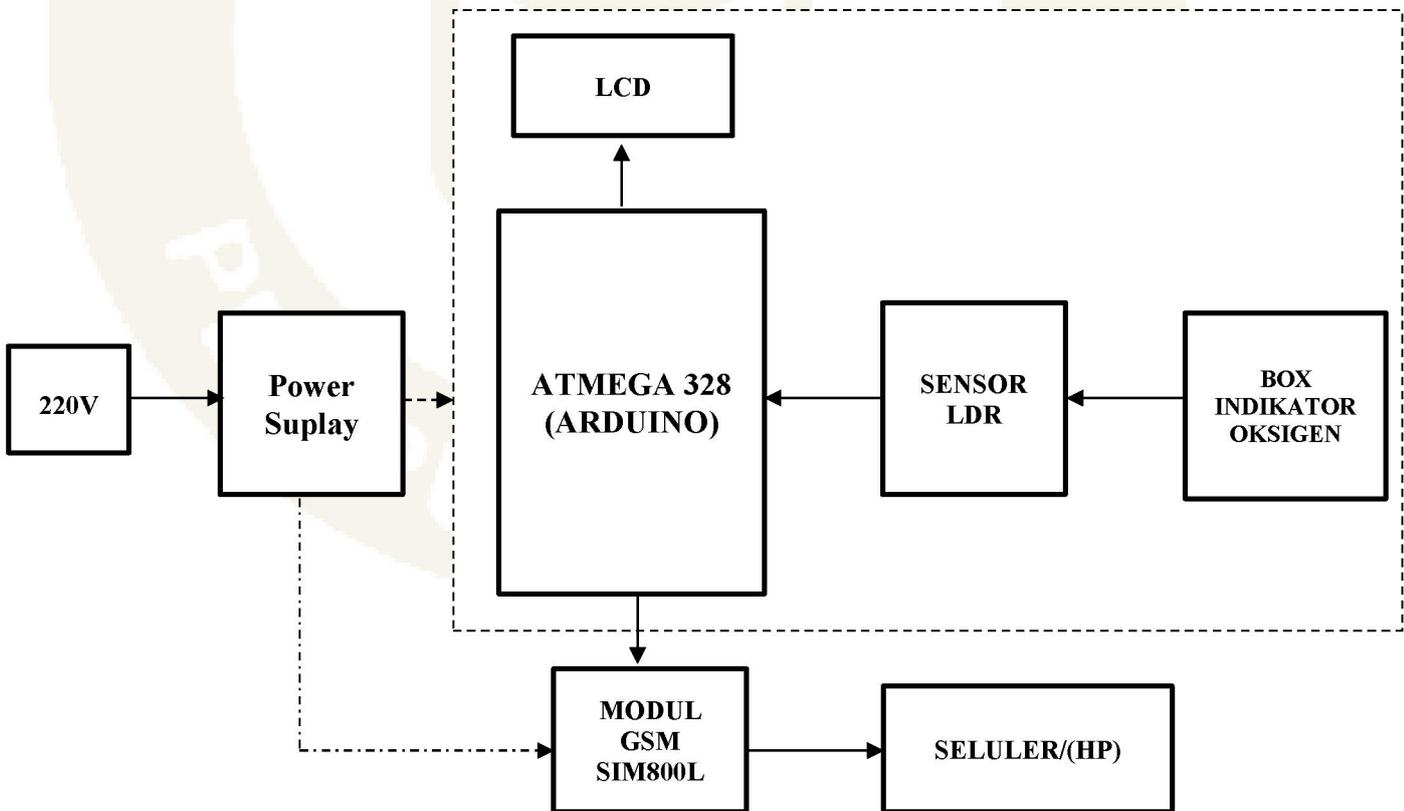
Tabel 7. Daftar Komponen Rangkaian LCD

No	NamaKomponen	Type/Nilai	Jumlah
1	LCD	M1632	1
2	TRIMPOT	10 K	1

Tabel 8. Daftar komponen Modul GSM SIM800L

No	NamaKomponen	Type	Jumlah
1	IC CHIP	SIM800L	1
2	LED		1
3	ANTENA		1

### 3.3 Perencanaan Blok Diagram



Keterangan : -.-.-> 5 VDC  
 .....> 3,7 VDC

Gambar 34. Blok Diagram

Fungsi dari masing-masing blok:

1. Tegangan 220V: Sebagai sumber tegangan untuk power supply
2. Power Supply : Sebagai Sumber tegangan DC yang Menyuplai daya 5 volt ke seluruh rangkaian
3. Sensor LDR: Digunakan untuk Mendeteksi Ketersediaan oksigen yang terdapat pada Central Gas Medik
4. Box Indikator Oksigen: Sebagai inputan Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketersediaan oksigen yang terdapat di Central Gas Medik
5. Mikrokontroler ATMEGA 328: Sebagai Pengendali semua rangkaian dan sebagai sensor yang nantinya menangkap sinyal berupa tegangan dari LED indicator
6. LCD (Liquid Cristal Display): Untuk menampilkan keadaan oksigen ketika oksigen aman dan oksigen akan habis.
7. GSM SIM800L: Sebagai media untuk Mengirim pesan
8. Seluler (HP): Sebagai penerima pesan yang akan dikirim dari GSM SIM800L.

### 3.4 Cara Kerja Blok Diagram

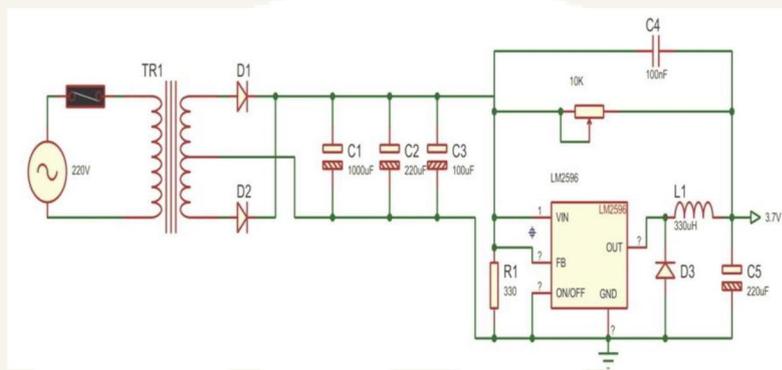
Tegangan 220V masuk ke rangkaian power supply, setelah saklar on maka power *supply* akan menyuplai daya ke seluruh rangkaian, yaitu mikrokontroler ATMEGA 328, modul GSM SIM800L, sensor LDR dan LCD. Sensor LDR digunakan sebagai sensor pendeteksi inputan cahaya dari LED indikator yang terdapat di sentral gas medik. Ketika LED indikator yang berwarna merah menyala, maka LDR terkena cahaya yang membuat nilai resistansi pada LDR menurun. Penurunan nilai resistansi pada LDR tersebut kemudian dijadikan masukan untuk arduino. Pada

saat arduino mendapatkan masukan dari LDR, maka arduino mengirim sebuah perintah ke GSM SIM800L untuk mengirim pesan ke dua no seluler (petugas gas medik). LCD digunakan untuk menampilkan display tulisan pemberitahuan melalui pesan singkat bahwa kondisi oksigen telah habis, dan harus segera diganti.

### 3.5 Perencanaan Wiring Diagram

Perencanaan wiring diagram dari Simulasi *Telemetry* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik dibagi dalam lima bagian sebagai berikut:

#### 3.5.1 Perencanaan Rangkaian Step-Down Power Supply Modul

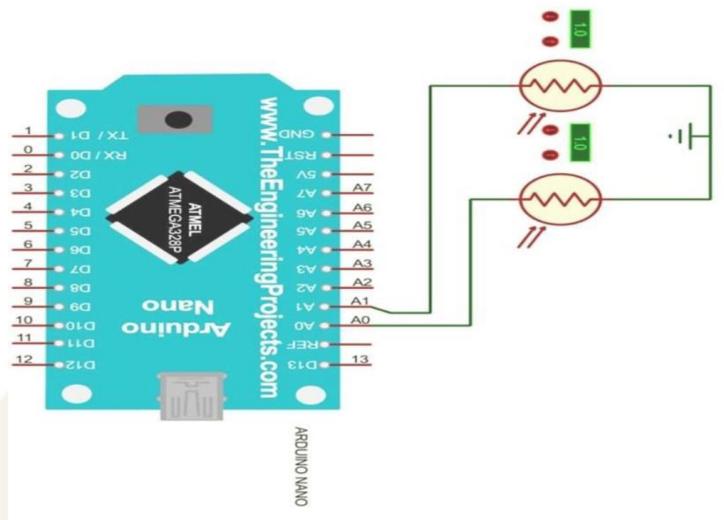


Gambar 35. Rangkaian Step-Down Power Supply Modul

#### Cara kerja step-down power supply modul:

Tegangan AC dari PLN 220VAC masuk ke transformator untuk di turunkan menjadi 12VAC, lalu tegangan yang keluar dari transformator disearahkan oleh dioda untuk diubah menjadi tegangan +12V DC dan di filter untuk mengurangi *ripple* dengan kapasitor agar tercapai DC murni, setelah itu tegangan positif diregulasi oleh modul LM2596 sehingga menstabilkan keluaran dari power supply menjadi +12 Volt DC dan diturunkan kembali ke tegangan 3,7 Volt DC dan 5 Volt DC untuk menyuplai ke Arduino Nano dan GSM SIM800L.

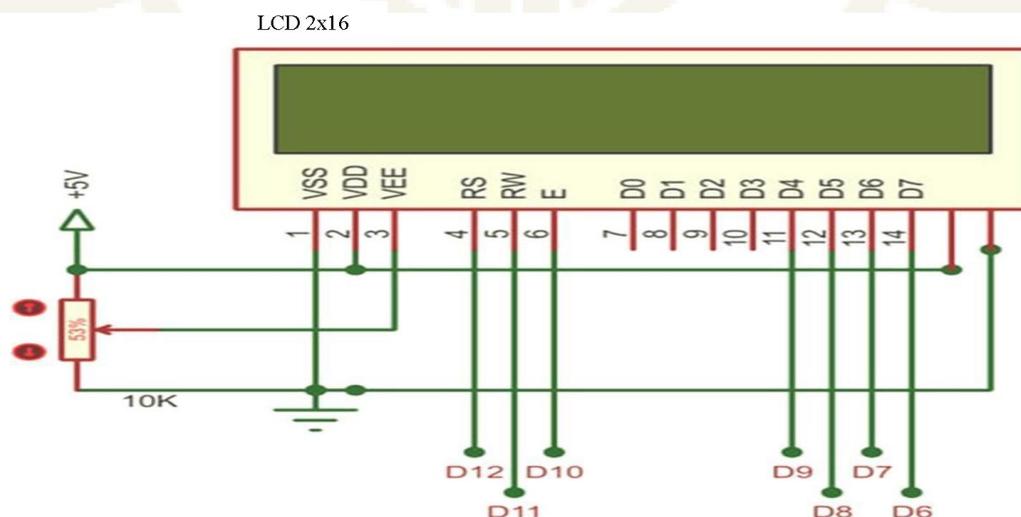
### 3.5.2 Perencanaan Rangkaian Sistem Mikrokontroler AT mega 328



Gambar 36. Rangkaian Mikrokontroler (Arduino)

Pada perancangan rangkaian mikrokontroler ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan rangkaian *hardware* dan rangkaian *software* pada perancangan *hardware* mikrokontroler akan bekerja tergantung frekwensi kerja kristal yang digunakan, sedangkan *software* berdasarkan input data yang dimasukkan pada IC mikrokontroler Atmega 328 itu sendiri.

### 3.5.3 Perencanaan Rangkaian LCD

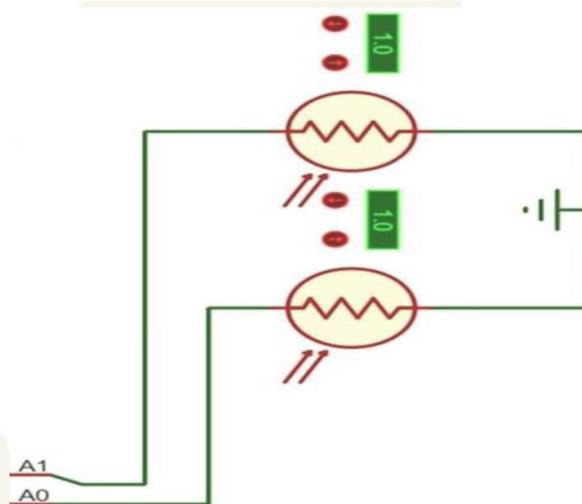


Gambar 37. Rangkaian LCD

Dalam perancangan LCD yang penulis gunakan adalah M1632 karakter sebagai display, yang mana digunakan untuk menampilkan hasil pengujian dari awal

sampai dengan akhir, untuk proses tampilan LCD ini hanya memerlukan daya yang sangat kecil, yaitu +5 V/DC, dan R-Pack 10k digunakan untuk mengatur kontras keterangan layar LCD yang diharapkan aktif ketika mendapat supply tegangan sehingga LCD aktif pada keadaan *high*.

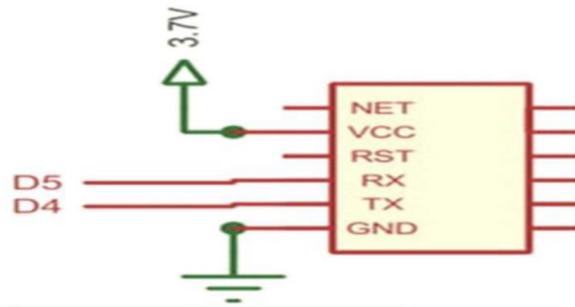
#### 3.5.4 Perencanaan Rangkaian Sensor LDR



Gambar 38. Rangkaian Sensor LDR

Dalam rangkaian ini yang digunakan sebagai simulasi indikator yang terdapat pada instalasi gas medik, dimana dirangkaian ini berfungsi sebagai inputan untuk arduino. Prinsip kerja rangkaian ini adalah ketika LED indikator yang warna merah menyala maka LDR terkena cahaya yang membuat nilai resistasi pada LDR menurun sehingga tegangan pada LDR berubah yang dijadikan inputan untuk arduino.

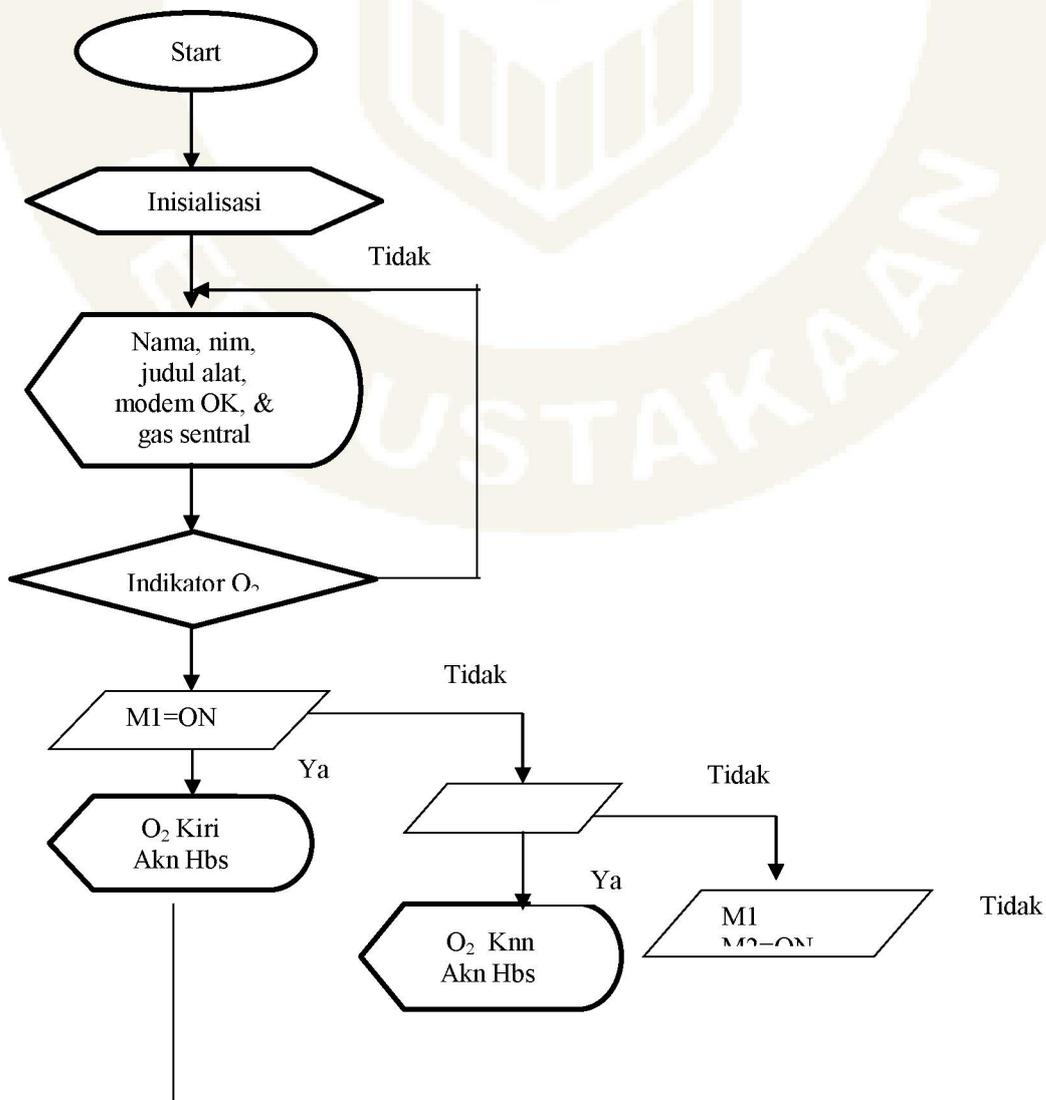
### 3.5.5 Perencanaan Rangkaian GSM SIM800L

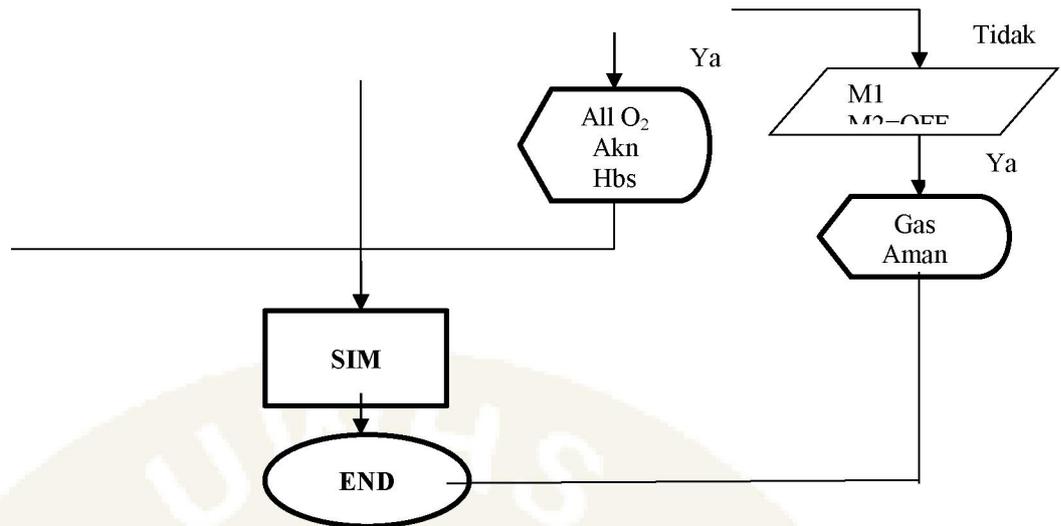


Gambar 39. Rangkaian GSM SIM800L

Rangkaian GSM SIM800L adalah rangkaian yang digunakan sebagai media untuk mengirim program sms ke arduino. Melalui komunikasi serial pin RX/TX, arduino memerintahkan sebuah perintah dengan bahasa AT command ke pada SIM800L untuk selanjutnya di kirim ke nomor HP tujuan.

### 3.6 Perencanaan Diagram Alur





Gambar 40. Perencanaan Diagram Alur

### Keterangan Diagram Alir

Start	:	Alat on & mulai di operasikan
Inisialisasi port mikro	:	Pengenalan port mikro
Nama, Nim,& judul	:	Perintah menampilkan nama, nim,& judul
Gas central aman	:	Hasil pemeriksaan modem
LDR=0terkena cahaya	:	Sensor ldr terkena cahaya led indikator
Ketersediaan Oksigen	:	Tampilan LCD pemberitahuan ketersediaan O <sub>2</sub>
Modul SIM mengirim SMS	:	Perintah / modul SIM mengirim SMS
END	:	Selesai

## BAB IV PENDATAAN

### 4.1 Persiapan Alat

Untuk mendapatkan data yang diinginkan, maka penulis menggunakan beberapa peralatan dan perlengkapan sebagai berikut :

- Multimeter dengan data teknik sebagai berikut:

Merk : SANWA

Model : CD800a

- b. Seperangkat Toolset

## 4.2 Metode Pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran dengan Multimeter pada setiap titik pengukuran terhadap ground. Titik pengukuran tersebut ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk memudahkan pengambilan data dan menganalisa data.

Titik pengukuran yang penulis tentukan sebagai berikut:

- 1 TP1, yaitu untuk mengetahui nilai keluaran kapasitor C1 dan C6 dari power supply.
- 2 TP2, yaitu untuk mengetahui tegangan output pada modul IC LM2596.
- 3 TP3, yaitu untuk mengetahui tegangan output ke arduino pada modul IC LM2596.
- 4 TP4, yaitu untuk mengetahui tegangan output pada SIM800L.
- 5 TP5, yaitu untuk mengetahui nilai resistansi pada LDR 1 kiri.
- 6 TP6, yaitu untuk mengetahui nilai resistansi pada LDR 2 kanan.

## 4.3 Hasil Pengukuran

Sebelum dilakukan pengukuran, penulis terlebih dahulu mengadakan persiapan bahan yang akan di gunakan, serta melakukan pengkalibrasian alat ukur sesuai dengan pengukuran yang akan dibutuhkan pada modul rangkaian. Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah penulis tentukan di atas.

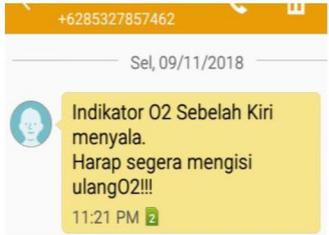
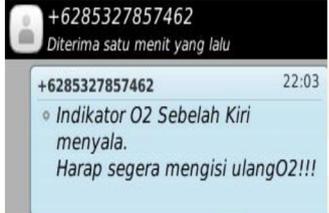
Adapun dalam pengukuran ini, penulis menggunakan Multimeter digital pada masing - masing titik pengukuran yang telah ditentukan sebagai berikut ini:

Tabel 9. Hasil Pengukuran

Titik Pengukuran	Selektor	Hasil Pengukuran Multimeter	Keterangan
------------------	----------	-----------------------------	------------

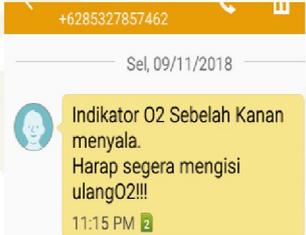
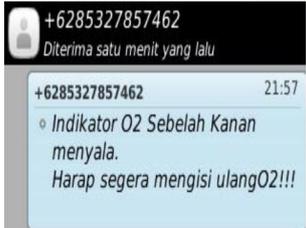
TP 1	Volt DC	 12,18 V	Tegangan output dari kapasitor 12 V
TP 2	Volt DC	 3,7 V	Tegangan output pada modul IC LM2596 3,7 V
TP 3	Volt DC	 5 V	Tegangan output ke Arduino pada modul IC LM2596 5 V
TP 4	Volt DC	 3,7 V	Tegangan output pada SIM800L 3,7 V

Titik Pengukuran LDR kiri TP 5	Handphone 1	Display LCD	Hasil Pengukuran Multimeter
Saat LDR kiri Gelap/Tidak terkena Cahaya LED			 4,91V

<p>Saat LDR kiri Terang/Saat terkena Cahaya LED</p>	 	<p>Handphone 1</p>  <p>Handphone 2</p> 	 <p>0,04 V</p>
---	---	---	---

Tabel 10. Hasil Pengukuran LDR Kiri

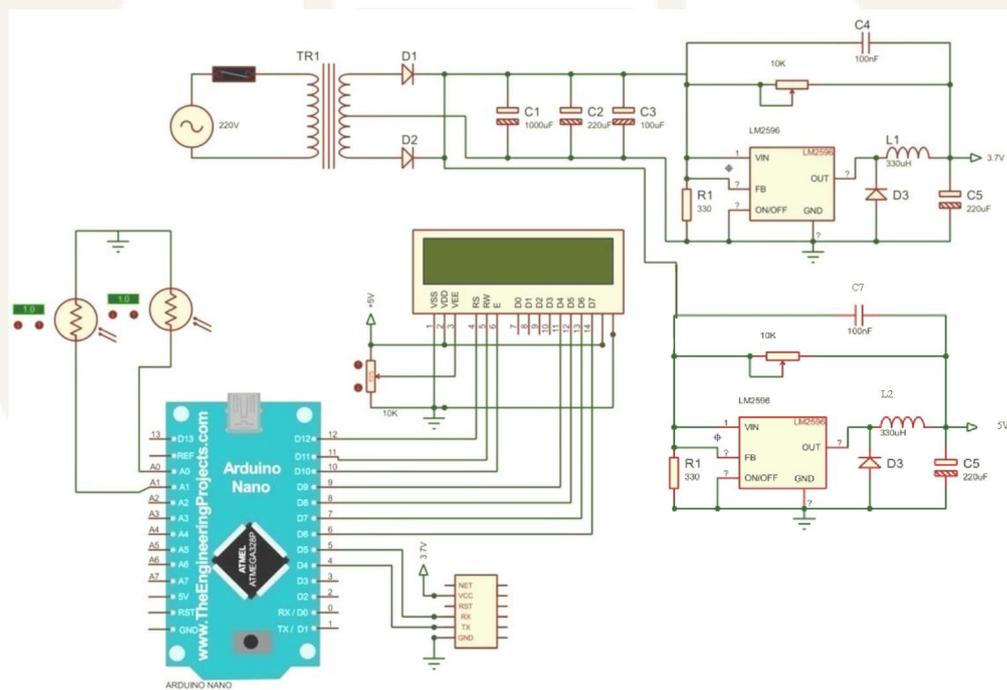
Tabel 11. Hasil Pengukuran LDR Kanan

Titik Pengukuran LDR Kanan TP 6	Handphone 2	Display LCD	Hasil Pengukuran Multimeter
<p>Saat LDR kanan Gelap/Tidak terkena Cahaya LED</p>			 <p>4,56 V</p>
<p>Saat LDR kanan Terang/Saat terkena Cahaya LED</p>	 	<p>Handphone 1</p>  <p>Handphone 2</p> 	 <p>0,01 V</p>

## BAB V

### PEMBAHASAN DAN ANALISA

#### 5.1 Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 41. Rangkaian Keseluruhan Alat

#### 5.2 Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan Alat

Dari tegangan 220VAC masuk ke trafo CT untuk di turunkan menjadi 12VAC, lalu akan disearahkan oleh dioda untuk diubah menjadi tegangan DC, dan di hubungkan ke kapasitor untuk mengurangi tegangan *rippel*. Setelah itu tegangan

positif diregulasi oleh IC LM 2596 sehingga dapat menstabilkan keluaran dari power supply menjadi keluaran 5 VDC dan 3,7 VDC. Output power supply akan menyuply tegangan ke GSM SIM800L, Mikrokontroler Atmega 328, LCD dan sensor LDR.

Mikrokontroler atmega 328 mengelola dan memprogram kinerja LCD, GSM SIM800L dan Sensor LDR. Sensor LDR bekerja setelah LED indikator hidup karena nilai resistansi pada LDR menurun. Input data dari mikrokontroler atmega 328 masuk ke LCD pada port VEE yang dihubungkan dengan potensio 10k untuk mengatur kontras LCD. LCD diharapkan aktif ketika mendapat supply tegangan, sehingga LCD aktif pada keadaan high. Sensor LDR diprogram menjadi inputan kemikrokontroler atmega 328 melalui port VDD untuk mengirim sinyal *high* dan *low*. GSM SIM800L di program melalui Pin RX & TX yang telah deprogram oleh mikrokontroler atmega 328, yang memerintahkan GSM SIM800L untuk mengirim SMS ke *user*, karena oksigen di sentral gas medik telah habis.

### 5.3 Analisa Hasil Pendataan

Analisa pendataan dilakukan agar dapat melakukan perbandingan antara teori dan praktek. Data yang didapatkan secara teori dan diperhitungkan secara matematis menggunakan rumus-rumus yang relevan dan juga dari komponen yang dianalisa, sedangkan untuk prakteknya berupa data yang diperoleh dengan pengukuran pada *test point*. Analisa data ini diperlukan untuk membandingkan antara hasil perhitungan secara teori dengan hasil pengukuran secara praktek sehingga dapat diketahui presentase kesalahan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

#### 1. TP 1

TP 1 merupakan titik pengukuran keluaran tegangan kapasitor C1 dan C6 pada trafo CT yang direncanakan sebesar 12 Volt, sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai tegangan 12,18 Volt

$$PK = \left[ \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil ukur}}{\text{Hasil Teori}} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{12 - 12,18}{12} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{0,018}{12} \right] \times 100\%$$

$$PK = 0,015 \times 100\%$$

$$PK = 1,5 \%$$

Tabel 12. Hasil Pendataan TP 1

Perhitungan	Pengukuran	Presentase Kesalahan
12 Volt	12,18 Volt	1,5%

## 2. TP 2

TP 2 merupakan titik pengukuran output pada modul LM2596 tegangan yang direncanakan sebesar 3,7 Volt, sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai tegangan 3,7 Volt.

$$PK = \left[ \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil ukur}}{\text{Hasil Teori}} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{3,7 - 3,7}{3,7} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{0}{3,7} \right] \times 100\%$$

$$PK = 0 \times 100\%$$

$$PK = 0 \%$$

Tabel 13. Hasil Pendataan TP 2

<b>Perhitungan</b>	<b>Pengukuran</b>	<b>Presentase Kesalahan</b>
3,7 Volt	3,7 Volt	0%

### 3. TP 3

TP 3 merupakan titik pengukuran output ke arduino pada modul LM2596 dengan tegangan yang direncanakan sebesar 5 Volt, sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai tegangan 5 Volt.

$$PK = \left[ \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil ukur}}{\text{Hasil Teori}} \right] \times 100\%$$

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

$$PK = \left[ \frac{0}{5} \right] \times 100\%$$

$$PK = 0 \times 100\%$$

$$PK = 0\%$$

Tabel 14. Hasil Pendataan TP 3

<b>Perhitungan</b>	<b>Pengukuran</b>	<b>Presentase Kesalahan</b>
5 Volt	5 Volt	0%

### 4. TP 4

TP 4 merupakan titik pengukuran tegangan output pada GSM SIM800L dengan tegangan yang direncanakan sebesar 3,7 Volt, sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai tegangan 3,7 Volt.

$$PK = \left[ \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil ukur}}{\text{Hasil Teori}} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{3,7 - 3,7}{3,7} \right] \times 100\%$$

$$PK = \left[ \frac{0}{3,7} \right] \times 100\%$$

$$PK = 0 \times 100\%$$

$$PK = 0\%$$

Tabel 15. Hasil Pendataan TP 4

Perhitungan	Pengukuran	Presentase Kesalahan
3,7 Volt	3,7 Volt	0%

#### 5. TP 5

TP 5 merupakan titik pengukuran nilai resistansi pada LDR kiri.

- a. Pengukuran saat LDR gelap/tidak terkena cahaya LED dengan nilai perencanaan 5 Volt sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai 4,91 Volt.
- b. Pengukuran saat LDR terang/ terkena cahaya LED dengan nilai perencanaan 5 Volt sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai 0,04 Volt.

LDR mengalami perubahan resistansinya bila terjadi perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin menurun, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin besar. Sehingga ketika LDR gelap/tidak terkena cahaya, nilai resistansi LDR akan mengalami perubahan namun nilai perubahannya hampir sama dengan nilai perencanaan. Sedangkan ketika LDR terang/terkena cahaya, nilai resistansi LDR akan mengalami penurunan.

#### 6. TP 6

TP 6 merupakan titik pengukuran nilai resistansi pada LDR kanan.

- a. Pengukuran saat LDR gelap/tidak terkena cahaya LED dengan nilai perencanaan 5 Volt sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai 4,56 Volt.
- b. Pengukuran saat LDR terang/ terkena cahaya LED dengan nilai perencanaan 5 Volt sedangkan hasil pengukuran didapatkan nilai 0,01 Volt.

LDR mengalami perubahan resistansinya bila terjadi perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin kecil, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin besar. Sehingga ketika LDR gelap/tidak terkena cahaya, nilai resistansi LDR akan mengalami perubahan namun nilai perubahannya kecil atau hampir sama dengan nilai perencanaan. Sedangkan ketika LDR terang/terkena cahaya, nilai resistansi LDR akan mengalami penurunan.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat penulis ambil dari penyajian isi karya tulis *Telemetri* ketersediaan oksigen pada sentral gas medik antara lain :

1. *Telemetri* ketersediaan oksigen pada sentral gas medik dapat berkerja dengan baik pada saat simulasi karena mampu mendeteksi saat perpindahan gas terjadi dan mampu mengirim SMS melalui GSM SIM800L menuju *Handphone* ketika LDR terkena cahaya LED indikator.
2. *Telemetri* ketersediaan oksigen pada sentral gas medik dengan sensor LDR berbasis Mikrokontroller dapat di gunakan untuk mengetahui saat terjadinya perpindahan oksigen dari yang kosong kebagian yang *standby* dan dapat memberikan laporan ke petugas gas melalui via sms karena di lengkapi dengan GSM SIM800L jadi sangat praktis dalam fungsinya.

#### **6.2 Saran**

Pada akhir bab ini, penulis hanya bisa memberi sedikit saran yang ditujukan pada teman-teman atau pembaca antara lain:

1. Pengembangan bisa menambahkan sensor LDR pada setiap indicator yang terdapat pada sentral gas medik, seperti di indicator aman, dan indicator *standby* yang terdapat pada instalasi gas medik.
2. Untuk pengembangan selanjutnya GSM SIM800L dan arduino dapat di kombinasikan dengan memanfaatkan sensor tekanan gas, sehingga dapat diketahui besarnya tekanan gas oksigen dalam instalasi gas medik dalam waktu tertentu dan bisa mengaplikasikan *Telemetri* ketersediaan oksigen pada instalasi gas medik ini dengan sistem SMS timbal balik atau SMS dua arah supaya lebih mudah dalam pemantauan oksigen disentral gas medik.

3. Pengembangan juga dapat dilakukan dalam sistem pengamanan pada modul, seperti pengamanan pada sinyal dari GSM SIM800L dan juga pengecekan isi pulsa pada kartu SIM.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Lukman, 16 Mei 2016. [Online]. Available: <http://agenacemaxsjateng.blogspot.co.id/2014/03/sistem-intalasi-gas-medis.html>. [Accessed 14 Maret 2018].
- [2] Pujiyanto, Oktober 2013. [Online]. Available: [www.sandal.tw/upload/arduino\\_nano\\_30\\_ds.pdf](http://www.sandal.tw/upload/arduino_nano_30_ds.pdf). [Accessed 20 April 2018].
- [3] A. Kadir, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino, Ed.I ed., H. P, Ed., Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET, 2013.
- [4] N. P, 30 Maret 2016. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display-dot-matrix-2x16-m1632>. [Accessed 22 April 2018].
- [5] S. J, "Pengertian LED dan Cara Kerja LED," Kamis Maret 2016. [Online]. Available: <http://disperindgi.jakarta.go.id/pengertian-led-light-emitting-diode-dan-cara-kerjanya/>. [Accessed 18 Juni 2018].
- [6] O. Bishop, Dasar-dasar Elektronika Dasar, Sari, Ed., Jakarta: Erlangga, 2002.
- [7] M. A.P, "Prinsip Dasar Elekrtronika," Jakarta, Erlangga, 2011, pp. 5-30.
- [8] B. Richard, Rabu Maret 2016. [Online]. Available: <http://komponenelektronika.biz/jenis-jenis-dioda-dan-fungsinya.html>. [Accessed 26 Juni 2018].
- [9] I. Saepul, Rabu Maret 2016. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/>. [Accessed 06 Agustus 2018].
- [10] G. J.F, Kamis Maret 2016. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/pengertian-tranformator-prinsip-kerja-trafo/>. [Accessed 27 Maret 2018].
- [11] S. D, Kamis Maret 2016. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display-dot-matrix-2x16-m1632/>. [Accessed 18 Juni 2018].

[12] A. Heri, Pemograman Mikrokontroler AVR ATmega 16, Edisi 2 ed., Bandung: Informatika, 2008.

