

***GLUKOSATEST NON INVANSIVE***

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



Oleh :

**LALU WAWAN DAUD PUTRADI**

**1604038**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTROMEDIK  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN WIDYA HUSADA  
SEMARANG**

**2019**



## STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

### PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : *GLUKOSATEST NON INVANSIVE*

NAMA : LALU WAWAN DAUD PUTRADI

NIM : 16040038

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

Semarang, September 2019

Lalu Wawan Daud Putradi

Penulis





STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : *GLUKOSATEST NON INVANSIVE*

NAMA : LALU WAWAN DAUD PUTRADI

NIM : 16.04.038

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

Menyetujui:

Pembimbing

( Agung Satrio Nugroho,MT )



## STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

### PENGESAHAN KARYA TULIS

Judul : *GLUKOSATEST NON-INVANSIVE*  
Nama : LALU WAWAN DAUD PUTRADI  
NIM : 16.04.038

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Rabu tanggal 25 bulan September tahun 2019

Dewan Penguji :

Anggota I

Anggota II

Supriyanto, M.Kom  
NIDN: 0616037101

Agung Satrio Nugroho, MT  
NIDN: 0619058101

Ka Prodi DIII TEM

Ketua Penguji

Agung Satrio Nugroho, MT  
NIDN: 0619058101

Sugeng Santoso, MT  
NIDN: 8830011019

## ABSTRAK

Bagi pasien diabetes, pengontrolan gula darah merupakan hal penting yang harus selalu dilakukan. Saat ini praktek untuk pendagnosisan diabetes bergantung pada pemantauan glukosa darah. Pasien harus menusuk jari atau lengan mereka untuk mengambil sample darah. Banyak laporan tentang terjadinya infeksi yang diakibatkan oleh penyuntikan. Infeksi terjadi karena penderita Diabetes Militus tidak bisa memproduksi insulin dalam tubuhnya.

Dari masalah tersebut penulis tertarik untuk membuat alat ukur gula darah non-invasive. Pengukuran gula darah yang dilakukan dalam penelitian ini tidak langsung diukur dari darah penderita diabetes militus, namun dengan menggunakan cairan ekskresi berupa urine yang positif memiliki reduksi gula. Cara kerja alat ini yaitu saat urine pasien yang telah direaksikan dengan benedict dimasukkan ke alat maka alat akan membaca warna dari urine tersebut. Warna yang terbaca akan dibandingkan dengan nilai tetapan pasien diabetes.

Alat ini bekerja dengan mengindera tingkat kekeruhan dari spesimen urine yang telah direaksikan dengan larutan benedict. Kekeruhan spesimen urine akan menyebabkan intensitas sensor yang diterima oleh sensor warna berkurang. Penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh sistem sensor ini menyebabkan kenaikan tegangan keluaran sistem. Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran dapat dilihat bahwa alat ini dapat digunakan untuk mengukur kadar gula darah dengan presentase kesalahan sebesar 2% untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka hasil campuran urine dan benedict harus dipanaskan sampai suhu 80°C.

Kata kunci : urine, benedict, gula darah, diabetes millitus, non-invasive.

## ABSTRACT

*For diabetic patients, controlling blood sugar is an important thing to do. At present the practice of diagnosing diabetes depends on monitoring blood glucose. Patients must stab their fingers or arms to take blood samples. Many reports of infections caused by injections. Infection occurs because people with Diabetes Militus cannot produce insulin in their body.*

*From this problem the author is interested in making a non-invasive blood sugar measuring instrument. Blood sugar measurements carried out in this study were not directly measured from the blood of militant diabetics, but by using excretion fluid in the form of urine which has a positive reduction of sugar. The way this tool works is that when the patient's urine has been reacted with benedict inserted into the device, the tool will read the color from the urine. The color that is read will be compared with the value of the fixed diabetes patients*

*This tool works by sensing the turbidity level of urine specimens that have been reacted with benedict solution. Turbidity of urine specimens will cause the intensity of the sensor received by the color sensor to decrease. Decreasing the intensity of light received by the sensor system causes an increase in system output voltage. After testing and measurement, it can be seen that this tool can be used to measure blood sugar levels with an error percentage of 2% to get the maximum result if a mixture of urine and benedict must be heated to a temperature of 80°C.*

*Keywords: urine, benedict, blood sugar, diabetes millitus, non-invasive.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang merupakan syarat kelulusan Program Studi Diploma III Teknik Elektromedik, dengan judul:

*“GLUKOSATEST NON INVANSIVE”*

Atas bantuan dari berbagai pihak, pembuatan tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik. Dengan demikian penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Orang tua yang telah mendukung pendidikan saya selama berada di STIKES Widya Husada Semarang baik dari segi moral maupun material.
3. Ibu Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg. MM, Ketua STIKES Widya Husada Semarang.
4. Bapak Agung Satrio Nugroho, ST selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
5. Seluruh Dosen Prodi D3 TEM STIKES Widya Husada Semarang atas ilmu yang telah diberikan.



6. Teman-teman kontrakan jakwer, yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman TEM Widya Husada yang sedikit banyak memberikan ide, acuan, dan semangat dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini.

Dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini penulis menyadari adanya berbagai kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya

Semarang, September 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS .....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABLE .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Definisi Istilah.....	5
BAB II TEORI DASAR .....	6
2.1. Gula Darah .....	6
2.1.1. Teori Diabetes Melitus.....	7
2.1.2. Ginjal.....	8
2.1.3. Pengertian Urine .....	10
2.1.4. Proses Pembentukan Urine .....	11
2.1.5. Pengertian Benedict .....	12
2.2. Pengertian Resistor .....	15
2.2.1. Jenis – jenis Resistor.....	16
2.2.2. Pembacaan Nilai Resistor .....	17
2.3. Kapasitor .....	19
2.3.1 Jenis – Jenis Kapasitor .....	19
2.3.2 Fungsi Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika.....	23
2.4. Transistor .....	24
2.4.1. BJT ( <i>Bipolar Junction Transistor</i> ).....	24
2.4.2. Transistor Sebagai Saklar.....	26
2.5. Dioda .....	28

2.6.	Transfomator .....	32
2.7.	Buzzer.....	36
2.8.	Keypad.....	37
2.9.	Heater .....	38
2.10.	IC MOC 3020 .....	39
2.11.	TRIAC.....	40
2.12.	LCD ( <i>Liquid Cristal Display</i> ).....	41
2.12.1.	Material LCD (Liquid Cristal Display) .....	42
2.13.	Sensor TCS 3200.....	42
2.13.1.	Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS3200.....	43
2.13.2.	Karakteristik Sensor warna TCS3200.....	43
2.13.3.	Prinsip Kerja Sensor Warna TCS3200.....	44
2.14.	Sensor Suhu DS1820 .....	45
2.15.	Mikrokontroler ATmega 32.....	47
2.15.1.	Peta Memori Program .....	49
2.15.2.	Port I/O.....	50
2.16.	Motor .....	53
BAB III	PERENCANAAN .....	56
3.1	Spesifikasi Alat .....	57
3.2	Blok Diagram Alat Glukosa Non Invansive .....	58
3.3	Cara Kerja Blok Diagram.....	60
3.4	Perencanaan Komponen dan Rangkaian .....	60
3.4.1	Rangkaian Pawer Suplai .....	60
3.4.2	Rangkaian LCD.....	61
3.4.3	Rangkaian Sensor Warna.....	63
3.4.4	Rangkaian Sensor Suhu .....	65
3.4.5	Rangkaian Buzzer .....	67
3.4.6	Rangkaian Heater.....	68
3.4.7	Rangkaian Motor.....	70
3.4.8	Rangkaian ATmega 8535 .....	71
3.5	Perencanaan Pembuatan Modul .....	73
3.5.1	Persiapan Alat dan Bahan .....	73
3.5.2	Langkah-langkah pembuatan modul .....	73
3.5.3	Pembuatan Papan Rangkaian (PCB).....	74
3.6	Flow Chart .....	75

BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN.....	76
4.1    Pengertian.....	76
4.2    Persiapan Alat .....	76
4.3    Metode Pengukuran .....	77
4.4    Hasil Pengukuran .....	78
BAB V PEMBAHASAN .....	84
5.1    Rangkaian Keseluruhan .....	84
5.2    Cara Kerja .....	85
5.3    Analisa Data.....	85
BAB VI PENUTUP .....	89
6.1    Kesimpulan.....	89
6.2    Saran .....	90
DAFTAR PUSTAKA .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tingkat kadar monosakarida dan gula saat uji benedict .....	14
Gambar 2 Hasil Uji Benedict .....	15
Gambar 3 Perhitungan resistor dengan 4 gelang warna .....	18
Gambar 4 Perhitungan resistordengan 5 gelang warna .....	18
Gambar 5 Kapasitor Nilai Tetap .....	20
Gambar 6 Kapasitor Keramik .....	21
Gambar 7 Kapasitor Polyester .....	21
Gambar 8 Kapasitor Elektrolit .....	22
Gambar 9 Transistor NPN.....	25
Gambar 10 Transistor PNP .....	25
Gambar 11 Grafik Kurva Karakteristik Transistor .....	27
Gambar 12 Simbol dan Bentuk Dioda .....	28
Gambar 13 Penyearah Setengah Gelombang.....	30
Gambar 14 Penyearah Gelombang Penuh 2 dioda.....	31
Gambar 15 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda.....	32
Gambar 16 Bentuk dan Simbol Transformator .....	33
Gambar 17 Skema Rangkaian Percobaan Faraday .....	34
Gambar 18 Bentuk fisik Buzzer .....	37
Gambar 19 Bentuk Struktur Keypad.....	38
Gambar 20 Bentuk fisik keypad.....	38
Gambar 21 Bentuk Fisik Heater.....	39
Gambar 22 Bentuk Fisik MOC .....	40
Gambar 23 Bentuk Fisik TRIAC dan Grafik .....	41
Gambar 24 Bentuk fisik LCD .....	41
Gambar 25 Karekteristik LCD .....	42
Gambar 26 Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS 3200 .....	43
Gambar 27 Bentuk Fisik Sensor Suhu DS18B20 .....	46
Gambar 28 Bentuk Fisik Mikrokontroler.....	52
Gambar 29 Struktur Motor.....	54
Gambar 30 Bentuk Fisik Motor .....	55
Gambar 31 Blok Diagram Alat Glukosa Non Invansive .....	58
Gambar 32 Rangkaian Power Supply .....	61
Gambar 33 Rangkaian LCD.....	62
Gambar 34 Rankaian Sensor TCS 3200 .....	64
Gambar 35 Rangkaian Sensor Suhu.....	65
Gambar 36 Rangkaian Buzzer .....	68
Gambar 37 Rangkaian Heater .....	69
Gambar 38 Rangkaian Motor.....	70
Gambar 39 Rangkaian Mikrokontroler .....	72

Gambar 40. Flow Chart.....	75
Gambar 41 Rangkaian Keseluruhan.....	84





## DAFTAR TABLE

Tabel 1 Warna Resistor .....	17
Tabel 2 Deskripsi DS18B28 .....	46
Tabel 3 Daftar Komponen Power Supply .....	61
Tabel 4 Daftar Komponen LCD.....	63
Tabel 5 Daftar Komponen Sensor.....	65
Tabel 6 Komponen Sensor Suhu.....	67
Tabel 7 Komponen Buzzer .....	68
Tabel 8 Daftar Komponen Heater .....	70
Tabel 9 Daftar Komponen Motor.....	71
Tabel 10 Komponen Mikrokontroler .....	72
Tabel 11 Titik Pengukuran IC LM7812.....	78
Tabel 12 Titik Pengukuran IC LM7805.....	79
Tabel 13 Titik Pengukuran Buzzer .....	79
Tabel 14 Titik Pengukuran Sensor TCS pada Saat Warna Biru .....	80
Tabel 15 Titik Pengukuran Sensor TSC pada Saat Warna Merah .....	80
Tabel 16 Titik Pengukuran Sensor TSC pada Saat Warna Hijau.....	81
Tabel 17 Titik Pengukuran MOC3021 .....	81
Tabel 18 Titik Pengukuran Triac .....	82
Tabel 19 Titik Pengukuran IC L293 .....	82
Tabel 20 Titik Pengukuran Transistor.....	83



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bagi pasien diabetes, pengontrolan gula darah merupakan hal penting yang harus selalu dilakukan. Dibutuhkan alat yang dapat mendeteksi kadar gula darah dengan cepat. Diagnosa dini dan pengelolaan berkelanjutan sangat penting untuk menjamin kehidupan yang sehat dan menghindari masalah peredaran darah dan penyakit lain yang disebabkan oleh diabetes, seperti gagal ginjal, penyakit jantung, dan kebutaan<sup>[18]</sup>. Pengertian Glukosa adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga, glukosa termasuk dalam golongan monosakarida. Karbohidrat glukosa merupakan karbohidrat terpenting dalam kaitannya dengan penyediaan energi di dalam tubuh. Hal ini disebabkan karena semua jenis karbohidrat baik monosakarida, oligosakarida maupun polisakarida yang dikonsumsi oleh manusia akan terkonversi menjadi glukosa di dalam hati. *Glukosa* ini kemudian akan berperan sebagai molekul utama bagi pembentukan energi di dalam tubuh. *Glukosa* juga akan berperan sebagai sumber energi utama bagi kerja otak. *Glukosa* merupakan monosakarida yang paling dominan dalam tubuh manusia selain *fruktosa* dan *galaktosa*. *Glukosa* juga dibutuhkan sebagai bahan bakar tubuh. Selain itu, *glukosa* juga tergantung pada waktu pengukuran, jenis makanan, dan metode yang digunakan dalam pemeriksaan. *Glukosa* terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan di hati dan otot rangka. *Insulin* dan *glukagon*, dua hormon yang berasal dari pankreas, dapat mempengaruhi kadar *glukosa* darah. *Glukosa* sangat penting bagi

kehidupan manusia karena merupakan energi bagi tubuh. Karbohidrat dalam makanan setelah dicerna akan diserap oleh dinding usus sebagai *glukosa* dan dibawa oleh darah ke dalam hati. Oleh hati sebagai *glukosa* dikembalikan ke dalam darah untuk menjaga agar kadar *glukosa* darah tetap konstan yaitu 100 mg%. Jika kadar gula melebihi 120 mg% maka disebut hiperglikemia dan jika kurang dari 80 mg% disebut hipoglikemia.

Saat ini praktik untuk pendidagnosaan diabetes bergantung pada pemantauan *glukosa* darah. Pasien harus jari atau lengan mereka untuk mengambil sampel darah. Banyak laporan tentang terjadinya infeksi yang diakibatkan oleh penyuntikan. Infeksi terjadi karena penderita *Diabetes Melitus* tidak bisa memproduksi insulin dalam tubuhnya. Insulin sangat penting dalam penyerapan dan pengolahan *glukosa* dalam sel-sel tubuh untuk menghasilkan energi. Selain itu, hasil pengujian tersebut memerlukan waktu yang cukup lama ( $\pm$  2 jam).

Kekurangan energi pada bagian luka atau sel yang rusak akan menyebabkan penyembuhan yang lama bahkan infeksi<sup>[16]</sup> Sebagai alternatif, pendekatan untuk mengukur konsentrasi *glukosa* dalam cairan tubuh termasuk *urine*, air liur, dan cairan air mata, memiliki potensi besar untuk diagnosa *non-invasive* (pendidagnosaan penyakit tanpa melukai tubuh pasien) penyakit diabetes. Tes *urine* sebagai diagnosis untuk diabetes telah dilakukan selama lebih dari seabad.

Pada tahun 1941, Devisi Ames Miles Laboratories (seorang dokter bernama Walter Ames Compton), di Elkhart, Indiana, memperkenalkan tablet tes

standar untuk gula tertentu yang melibatkan sulfat tembaga, yang disebut Larutan *benedict*. Salah satunya-*CLINITEST*, tablet dapat ditambahkan ke beberapa tes *urine*, dan warna yang dihasilkan, dari biru terang sampai jingga yang mengindikasikan tingkat *glukosa* dalam *urine*. Penelitian-penelitian yang terkait dengan pengukuran kadar *glukosa* darah melalui cairan ekskresi terutama *urine* telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan memanfaatkan penelitian yang telah dilakukan dengan melarutkan *benedict* ke dalam *urine* yang mengandung *glukosa*. Syailendra telah melakukan penelitian yang terkait dengan hal ini dengan mereaksikan larutan *benedict* dengan *urine* kemudian menerjemahkan intensitas cahaya yang dapat diteruskan larutan dengan sensor warna. Reaksi antara larutan kimia ini dengan *urine* akan menghasilkan perubahan warna sesuai dengan tinggi kadar gula darah penderita *Diabetes Melitus*. Dari penelitiannya dapat disimpulkan bahwa tiap warna yang dibiaskan oleh *urine* memiliki daya serap cahaya yang berbeda-beda, semakin gelap warna yang dilewati sumber cahaya maka semakin besar tegangan yang dihasilkan, dan semakin cerah yang dihasilkan tegangan yang dihasilkan semakin rendah. Semakin tinggi tegangan yang dihasilkan maka semakin tinggi kadar gula yang terkandung, sebaliknya semakin rendah tegangan yang dihasilkan maka kadar gula yang terkandung semakin rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan yang berkesimpulan bahwa reaksi antara *glukosa* dan larutan *benedict* akan menyebabkan adanya gula pereduksi. Semakin banyak gula pereduksi maka larutan tersebut akan menyerap cahaya lebih banyak<sup>[17]</sup>.

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan serta teori yang mendukung yang telah dipaparkan maka dilakukan penelitian untuk membuat alat ukur gula darah *non-invasive*. Pengukuran gula darah yang dilakukan dalam penelitian ini tidak langsung diukur dari darah penderita Diabetes Melitus, namun dengan menggunakan *ekskresi* berupa *urine* yang positif memiliki reduksi gula. Pengujian tingkat *reduksi* gula dilakukan dengan melarutkan *urine* dengan *reduksi* gula positif yang nantinya menghasilkan perubahan warna yang mempengaruhi intensitas cahaya yang ditangkap sensor warna. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang permasalahan di atas maka dapat diambil rumusan masalah yaitu, bagaimana cara agar mengurangi infeksi akibat pengambilan darah yang di tusuk karena tubuh tidak bisa memproduksi insulin?

### **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan dari pembuatan karya tulis ilmiah ini yaitu untuk mewujudkan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kadar gula dalam darah tanpa harus melukai pasien melalui pembacaan perubahan warna *urine* yang di campur reagen *benedic* yang kemudian dipanaskan

### **1.4. Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi pelebaran masalah dalam pembahasan, pada tugas akhir ini penulis membatasi pembahasan pada Alat *Glukosatest Non-invasive* hanya pada:



- a) Komponen komponen yang digunakan dalam pembuatan alat *Glukosatest Non-invasive*.
- b) *Sample* yang digunakan dalam pengujian alat ini menggunakan *urine* yang dilarutkan dengan *benedict*.
- c) Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat *Glukosatest Non-invasive* adalah sensor TCS 3200.

### 1.5. Definisi Istilah

Dalam bagian ini akan di jelaskan tentang pengertian dari beberapa istilah yang di gunakan dalam karya tulis ilmiah ini.

Istilah-istilah tersebut diantaranya sebagai berikut :

- a. Diabetes Militus  
Berasal dari kata yunani. *Diabetes* berarti racun, *militus* berarti madu atau gula.
- b. *Reagen* adalah zat atau senyawa kimia yang ditambahkan dengan tujuan untuk melihat reaksi terjadi.
- c. *Non-Invansive* adalah suatu pengobatan konservatif yang tidak memerlukan pembedahan atau pengangkatan jaringan lunak.
- d. *Ureter* adalah suatu saluran muskuler 79103 berbentuk *slinder* yang menghantarkan *urine* dari ginjal menuju kandung kemih.
- e. ADC (*Analog Digital Converter*) adalah pengubah inputan analog menjadi kode-kode digital. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara sensor yang kebanyakan analog dengan system komputer.

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1. Gula Darah

*Glukosa* merupakan kelompok senyawa karbohidrat sederhana atau monosakaridasi. Dalam, *glukosa* terdapat dalam buah-buahan dan madu lebah. *Glukosa* berfungsi sebagai sumber energi untuk sel-sel otak, sel saraf, dan sel darah merah. Darah manusia normal mengandung glukosa dalam jumlah atau konsentrasi yang tetap, yaitu antara 70-100 mg tiap 100 ml darah. *Glukosa* darah ini dapat bertambah setelah kita makan makanan sumber karbohidrat, namun setelah kira-kira 2 jam setelah makan, jumlah darah akan kembali seperti semula. Pada orang yang menderita *diabetes militus*, jumlah *glukosa* darah lebih besar dari 130 mg/100 ml darah. Agar dapat berfungsi secara optimal, tubuh hendaknya dapat mempertahankan konsentrasi darah gula (dalam bentuk *glukosa*) dalam batas-batas tertentu, yaitu 70-120mg/ml dalam keadaan puasa. Bila gula darah naik di atas 170 mg/100ml, gula akan dikeluarkan melalui urine. Sebaliknya bila gula darah turun hingga 40-50 mg/ml, kita akan merasa gugup, pusing, lemas, dan lapar. Gula darah terlalu tinggi disebut hiperglikemia dan bila terlalu rendah disebut hipoglikemia. Hiperglikemia dalam jangka panjang dapat menyebabkan masalah-masalah kesehatan yang berkepanjangan pula yang berkaitan dengan diabetes, termasuk kerusakan pada mata, ginjal, dan saraf. Beberapa hormon terlibat dalam pengaturan darah ini, salah satunya hormon insulin. Tingkat gulah darah dalam tubuh diatur oleh pankreas dengan cara memproduksi hormon insulin. Insulin bertanggung jawab untuk mengontrol kadar gula dalam darah dan



juga untuk memproses karbohidrat, lemak, dan protein menjadi energi yang diperlukan tubuh manusia. *Diabetes* terjadi jika tubuh tidak menghasilkan insulin yang cukup untuk mempertahankan kadar gula darah yang normal atau jika sel tidak memberikan respon yang tepat terhadap insulin.

Pemeriksaan *glukosa* darah merupakan salah satu pemeriksaan yang paling sering dilakukan di instalasi kesehatan. Umumnya pemeriksaan ini dilakukan untuk memonitor kadar *glukosa* darah pada penderita diabetes. Pada kondisi-kondisi tertentu pemeriksaan *glukosa* darah menjadi sangat penting untuk dilakukan dengan segera. Misalnya saja pada pasien dengan kondisi kritis, dimana gula darah pasien dapat dengan cepat berubah akibat *stress* maupun medikasi. Pada pasien-pasien tersebut dibutuhkan analisa *glukosa* yang cepat untuk mempertahankan kontrol glikemik yang ketat<sup>[1]</sup>

### 2.1.1. Teori Diabetes Melitus

*Diabetes* merupakan salah satu penyakit tertua pada manusia dan dikenal dengan kencing manis. Nama lengkapnya adalah *Diabetes Melitus*, berasal dari kata yunani. *Diabetes* berarti pancuran, *melitus* berarti madu atau gula.

Jadi istilah *diabetes melitus* menggambarkan gejala diabetes yang tidak terkontrol, yakni banyak keluar air seni yang manis karena mengandung gula. Itulah sebabnya penyakit ini disebut “kencing manis”. Menurut WHO, definisi diabetes melitus didasarkan pada pengukuran kadar *glukosa* dalam darah.

*Diabetes militus* juga disebabkan oleh penurunan kecepatan insulin oleh sel-sel *beta pulau Langerhans*. Biasanya dibagi dalam dua jenis berbeda: diabetes *juvenilis*, yang biasanya tetapi tak selalu, dimulai mendadak pada awal kehidupan

dan *diabetes dengan awitan maturitas* yang dimulai di usia lanjut dan terutama pada orang kegemukan.

Sebagian besar patologi diabetes militus dapat dikaitkan dengan satu dari tiga efek utama kekurangan insulin sebagai berikut : (1) pengurangan penggunaan *glukosa* oleh sel-sel tubuh, dengan akibat peningkatan konsentrasi *glukosa* oleh sel-sel tubuh, dengan akibat peningkatan konsentrasi gula darah setinggi 300 sampai 1200mg/100 ml, (2) peningkatan nyata mobilisasi lemak dari daerah-daerah penyimpanan lemak, menyebabkan kelainan metabolisme lemak maupun pengendapan lipid pada dinding vaskular yang mengakibatkan *aterosklerosis*, dan (3) pengurangan protein dalam jaringan tubuh.

Akan tetapi, selain itu terjadi beberapa masalah patofisiologis pada *diabetes militus* yang tidak mudah tampak, yaitu kehilangan glukosa ke dalam urine penderita diabetes. Bila jumlah glukosa yang masuk tubulus ginjal dalam *filtrat glomerulus* meningkat kira-kira diatas 225 mg per menit, glukosa dalam jumlah bermakna akan dibuang ke dalam urina. Jika jumlah *filtrasi glomerulus* yang terbentuk tiap menit tetap, maka luapan glukosa terjadi bila kadar *glukosa* darah meningkat melebihi 180 mm persen. Akibatnya sering disebutkan bahwa “ambang” darah untuk timbulnya *glukosa* di dalam urine sekitar 180 mg persen.<sup>[2]</sup>

### 2.1.2. Ginjal

Ginjal suatu kelenjar yang terletak dibagian belakang kavum *abdominalis* di belakang *peritonium* pada kedua sisi *vertebra lumbalis* III, melekat langsung pada dinding belakang *abdomen*. Bentuk ginjal seperti biji kacang, jumlahnya ada

dua buah kiri dan kanan, ginjal kiri lebih besar dari ginjal kanan dan pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari ginjal wanita.

a. Fungsi ginjal:

1. Memegang peranan penting dalam mengeluarkan zat-zat toksin atau racun.
2. Mempertahankan suasana keseimbangan cairan.
3. Mempertahankan keseimbangan kadar asam dan basah dari cairan tubuh.
4. Mempertahankan keseimbangan garam-garam dan zat-zat lain dalam tubuh.
5. Mengeluarkan sisa-sisa metabolisme hasil akhir dari protein ureum, kreatin, dan amoniak.

b. Struktur ginjal

Setiap ginjal terbungkus oleh selaput tipis yang disebut kapsul renalis yang terdiri dari jaringan fibrus berwarna ungu tua. Lapisan luar terdapat lapisan *korteks* (substansia kortekalis), dan lapisan sebelah dalam bagian *medulla* (substansia medularis) berbentuk kerucut yang disebut renal piramid. Puncak kerucut tadi menghadap kaliks yang terdiri dari lubang-lubang kecil disebut papila renalis. Masing-masing piramid saling dilapisi oleh kolumna renalis, jumlah renalis 15-16 buah.

Garis-garis yang terlihat pada piramid disebut *tubulus nefron* yang merupakan bagian terkecil dari ginjal yang terdiri dari *glomerulus*, *tubulus proksimal* (tubulus kontorti satu), *ansa Henle*, *tubulus distal* (tubuli kontorti dua) dan *tubulus urinarius* (*papila vateri*).

Pada setiap ginjal ada 1.000.000 nefron, selama 24 jam dapat menyaring darah 170 liter. *Arteri renalis* membawa darah murni dari aorta ke ginjal, lubang-lubang yang terdapat pada piramid renal masing-masing membentuk simpul dan kapiler satu badan *malfigi* yang disebut glomerulus<sup>[3]</sup>.

### 2.1.3. Pengertian Urine

Sistem urinaria terdiri atas ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Sistem ini membantu mempertahankan homeostasis dengan menghasilkan urin yang merupakan hasil sisa metabolisme. Urine atau air seni atau air kencing adalah cairan sisa yang diekskresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses urinisasi. Pengeluaran urine diperlukan untuk membuang molekul- molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal dan untuk menjaga homeostasis cairan tubuh.

Urine terdiri dari air dengan bahan terlarut berupa sisa metabolisme (seperti urea), garam terlarut, dan materi organik. Cairan dan materi pembentuk urin berasal dari darah atau cairan interstisial. Komposisi urin berubah sepanjang proses reabsorpsi ketika molekul yang penting bagi tubuh, misal glukosa, diserap kembali ke dalam tubuh melalui molekul pembawa. Jumlah *urine* sekitar 900-1500 ml/ 24jam, dengan komposisi Air sekitar 96% dan bahan-bahan terlarut di dalamnya (Elektrolit terutama natrium dan sisa metabolisme terutama ureum, asam urat dan creatinin). Dalam urine sering didapatkan *leucocyte* dan *erythrocyte* 1-2 buah/lapangan pandang. Pada penderita icterus adanya bilirubin dan urobilin yang menyebabkan *urine* menjadi kuning. Berat jenis urine tergantung pada jumlah zat yang larut di dalam urine atau terbawa di dalam *urine*. Berat jenis



plasma adalah 1010. Bila ginjal mengencerkan urine, berat jenisnya kurang dari 1010. Bila ginjal memekatkan *urine*, berat jenis *urine* naik di atas 1010. Daya pemekatan ginjal diukur menurut berat jenis tertinggi yang dapat dihasilkan, yang seharusnya dapat lebih dari 1025. Ciri-ciri *urine* yang normal jumlah rata-rata 1-2 liter sehari, tetapi berbeda-beda sesuai jumlah cairan yang dimasukan. Banyaknya bertambah pula bila terlampau banyak protein dimakan, sehingga tersedia cukup cairan yang diperlukan untuk melarutkan ureanya. Warnanya bening oranye pucat tanpa endapan, tetapi adakalanya jojol lendir tipis tampak terapung di dalamnya.<sup>[4]</sup>

#### 2.1.4. Proses Pembentukan Urine

*Glomerulus* berfungsi sebagai *ultrafiltrasi* pada simpai *Bowman*, berfungsi untuk menampung hasil filtrasi dari *glomerulus*. Pada tubulus ginjal akan terjadi penyerapan kembali zat-zat yang sudah disaring pada *glomerulus*, sisa cairan akan diteruskan ke piala ginjal terus berlanjut ke ureter.

*Urine* berasal dari darah yang dibawah arteri renalis masuk kedalam ginjal, darah ini terdiri dari bagian yang padat yaitu sel darah dan bagian plasma darah.

Ada tiga tahap pembentukan urine:

##### a. Proses filtrasi

Terjadi di *glomerulus*, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh Simpai Bowman yang

terdiri dari *glukosa*, air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat dll, yang diteruskan ke tubulus ginjal.

b. Proses reabsorpsi

Pada proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal dengan obligator *reabsorpsi* terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali ke dalam tubulus bagian bawah. Penyerapannya terjadi secara aktif dikenal dengan *reabsorpsi fakultatif* dan sisanya dialirkan pada papila renalis.

c. Proses sekresi

Sisanya penyerapan *urine* kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria.<sup>[5]</sup>

#### 2.1.5. Pengertian Benedict

Pengertian reagen *benedict* adalah reagen kimia yang biasa digunakan untuk mendeteksi adanya gula pereduksi, tapi bahan pereduksi lainnya juga dapat memberikan hasil positif. Gula pereduksi mencakup monosakarida dan beberapa disakarida, termasuk laktosa dan maltosa. Larutan Benedict dapat digunakan untuk menguji adanya glukosa dalam urine. Beberapa gula seperti glukosa disebut gula pereduksi kerana mereka mampu mentransfer hidrogen (elektron) ke senyawa lain, proses yang disebut reduksi. Ketika gula pereduksi di campur dengan reagen benedicts dan dipanaskan maka akan menyebabkan reagen

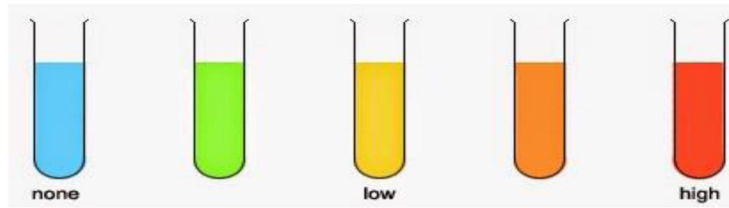


benedicts berubah warna. Warna ini bervariasi dari hijau sampai merah bata, tergantung pada jumlah dan jenis gula.

Uji *benedict* atau tes *benedict* digunakan untuk menunjukkan adanya monosakarida dan gula pereduksi. Tembaga sulfat dalam reagen *benedict* akan bereaksi dengan monosakarida dan gula pereduksi membentuk endapan berwarna merah bata. Monosakarida dan gula pereduksi dapat bereaksi dengan reagen *benedict* karena keduanya mengandung *aldehida* ataupun keton bebas. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna larutan menjadi hijau, kuning, orange, atau merah bata dan muncul endapan hijau, kuning, orange atau merah bata.

Uji *benedict* pertama kali ditemukan oleh seorang ahli kimia Amerika bernama Stanley Rossiter Benedict. Semua jenis monosakarida akan menunjukkan hasil positif dengan uji *benedict*, disakarida pereduksi seperti maltosa dan laktosa juga menunjukkan hasil positif. Disakarida non pereduksi seperti sukrosa dan jenis-jenis polisakarida tidak bereaksi positif dengan uji ini.

Uji *benedict* dapat digunakan untuk mendeteksi adanya gula dalam urin. Apabila urin diuji dengan uji *benedict* menunjukkan hasil positif dapat menjadi pertanda adanya kelainan yang biasa disebut diabetes mellitus. Urin yang digunakan untuk uji *benedict* harus urin 24 jam, yaitu apabila kita bangun tidur, urin pertama kita buang sedangkan urin kedua hingga urin pertama pada keesokan harinya kita tampung untuk dilakukan uji *benedict*.<sup>[6]</sup>



Gambar 1 Tingkat kadar monosakarida dan gula saat uji benedict

#### Bahan dan pereaksi :

1. Reagen *Benedict*.
2. Bahan yang akan diuji.

#### Langkah Kerja :

1. Masukkan 10 ml reagen *benedict* ke dalam tabung reaksi.
2. Tambahkan dengan 5 ml bahan yang akan diuji.
3. Panaskan sampel sampai suhu 80°C.
4. Perhatikan perubahan warna dan muncul endapan.

#### Glukosa Urine

##### Interpretasi hasil tes

- a. - (negatif) : tetap biru atau sedikit kehijauan dan agak keruh.
- b. +1 (positif 1) : hijau kekuningan dan agak keruh.
- c. +2 (positif 2) : kuning keruh.
- d. +3 (positif 3) : jingga atau warna lumpur keruh..

#### Catatan :

Semakin banyak konsentrasi monosakarida atau gula pereduksi dalam suatu larutan, akan membuat warna larutan semakin merah bata. Jadi apabila setelah diuji benedict suatu larutan berwarna hijau, maka

konsentrasi monosakarida atau gula pereduksinya sedikit. Apabila berwarna kuning maka konsentrasinya lebih banyak, dan apabila berwarna merah bata maka konsentrasinya lebih banyak lagi. Namun apabila larutan tetap berwarna biru, hal itu menandakan bahwa tidak terdapat monosakarida atau gula pereduksi dalam larutan tersebut.



Gambar 2 Hasil Uji Benedict

## 2.2. Pengertian Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut

penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut. Nilai satuan yang digunakan untuk menentukan besar kecilnya nilai resistor adalah:

- a. 1 Kilo Ohm ( $K\Omega$ ) = 1.000  $\Omega$ .
- b. 1 Mega Ohm ( $M\Omega$ ) = 1.000.000  $\Omega$ .

### 2.2.1. Jenis – jenis Resistor

Berdasarkan penggunaannya, resistor dapat dibagi menjadi empat bagian sebagai berikut ;

- a. Resistor biasa (tetep nilainya) adalah sebuah resistor penghambat gerak arus yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan). Resistor ini biasanya dibuat dari nikelin atau karbon.
- b. Resistor berubah (variabel) adalah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah-ubah dengan jalan menggeser atau memutar *toggle*, sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Jenis resistor ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu potensiometer rheostat dan trimpot (trimmer potensiometer) yang biasanya menempel pada papan rangkaian (PCB).
- c. Resistor NTC dan PTS. Resistor NTC ( Negative Temperatur Coefficient) adalah resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Resistor PTS ( Positif Temperature Coefficient ) adalah resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin.

- d. LDR ( Light Dependent Resistor ) adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap, nilai tahanannya semakin besar, sedangkan bila cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil.

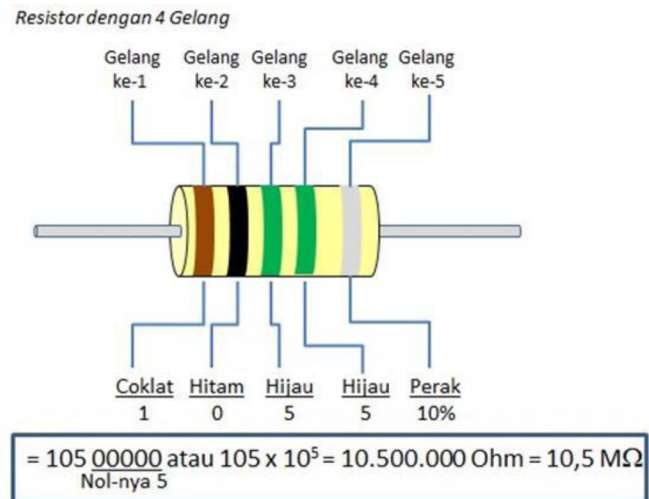
### 2.2.2. Pembacaan Nilai Resistor

Tabel 1 Warna Resistor

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4
HITAM	0	0	$10^0$	.
COKLAT	1	1	$10^1$	.
MERAH	2	2	$10^2$	.
ORANGE	3	3	$10^3$	.
KUNING	4	4	$10^4$	.
HIJAU	5	5	$10^5$	.
BIRU	6	6	$10^6$	.
UNGU	7	7	$10^7$	.
ABU-ABU	8	8	$10^8$	.
PUTIH	9	9	$10^9$	.
EMAS	.	.	$10^{-1}$	5 %
PERAK	.	.	$10^{-2}$	10 %
Tak Berwarna	.	.	.	20 %

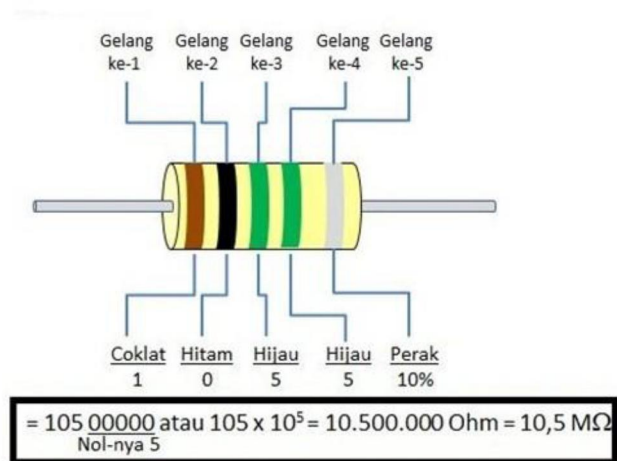


Perhitungan untuk resistor dengan 4 gelang warna :



Gambar 3 Perhitungan resistor dengan 4 gelang warna

Perhitungan untuk resistor dengan 5 gelang warna :



Gambar 4 Perhitungan resistordengan 5 gelang warna

### 2.3. Kapasitor

Kapasitor atau sering disebut sebagai kondensator adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor memiliki satuan yang disebut farad, ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867) yang berasal dari Inggris. Namun farad adalah satuan yang sangat besar, oleh karena itu pada umumnya kapasitor yang digunakan dalam peralatan elektronika adalah satuan Farad yang dikecilkan menjadi pikoFarad dan MicroFarad.

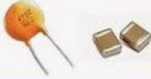
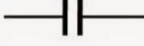




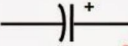
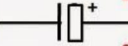


Konversi satuan Farad adalah sebagai berikut ;

1. 1 Farad = 1.000.000  $\mu$ F (mikro Farad).
2. 1  $\mu$ F = 1.000.000 pF (piko Farad).
3. 1  $\mu$ F = 1.000 nF (nano Farad).
4. 1 nF = 1.000 pF (piko Farad).
5. 1 pF = 1.000  $\mu$ F (mikro-mikro Farad).

Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah Isolator diantaranya sebagai pemisah. Dalam rangkaian elektronika, kapasitor disingkat dengan huruf “C” (Coloum).

#### 2.3.1 Jenis – Jenis Kapasitor

Berdasarkan bahan Isolator dan nilainya, kapasitor dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu kapasitor variabel. Berikut ini adalah penjelasan singkatnya untuk masing – masing jenis Kapasitor:

KAPASITOR NILAI TETAP (FIXED CAPACITOR)		
Nama Komponen	Gambar	Simbol
Kapasitor Keramik (Ceramic Capacitor)		
Kapasitor Polyester (Polyester Capacitor)		
Kapasitor Kertas (Paper Capacitor)		
Kapasitor Mika (Mica Capacitor)		
Kapasitor Elektrolit (Electrolyte Capacitor)		 atau  atau 
Kapasitor Tantalum (Tantalum Capacitor)		

Gambar 5 Kapasitor Nilai Tetap

a. Kapasitor Nilai Tetap (*Fixed Capacitor*)

Kapasitor nilai tetap atau *fixed capacitor* adalah Kapasitor yang nilainya konstan atau tidak berubah-ubah. Berikut ini adalah jenis-jenis kapasitor yang nilainya tetap :

1. Kapasitor Keramik

Adalah kapasitor dengan bahan dielektrikum keramik. Kapasitor jenis ini banyak digunakan pada aplikasi frekuensi tinggi seperti pada pemancar dan penerima radio. Kapasitor keramik yang ada dipasaran biasanya memiliki kisaran nilai antara 1 pikoFarad (1pF) samapai 100 nanoFarad (100nF). Bentuk kapasitor keramik yang umum adalah bulat pipih seperti cakram dengan warna didominasi oleh warna coklat atau hijau.



Gambar 6 Kapasitor Keramik

## 2. Kapasitor Polyester

Adalah kapasitor dengan bahan *dielektrikum polyester*. Kapasitor polyester banyak dipakai pada rangkaian audio. Kapasitor Polyester memiliki bentuk segi empat pipih seperti permen. Warna kapasitor polyester yang umum dijumpai adalah hijau, merah, dan putih. Kapasitor polyester yang ada dipasaran pada umumnya memiliki nilai antara 1 nanoFarad (nF) sampai 1 mikroFarad ( $\mu\text{F}$ ).



Gambar 7 Kapasitor Polyester

## 3. Kapasitor Elektrolit

Adalah kapasitor dengan bahan *dielektrikum* cairan elektrolit. Dalam peraktek sehar-hari, kapasitor sering disebut dengan elco. Bentuk kapasitor elektronika yang umum dijumpai dalam praktek sehari-hari adalah berbentuk bulat panjang seperti tabung dengan pemasangan kaki ada yang

dua kaki ditaruh pada satu sisi dan ada yang dibagi masing-masing kaki ditaruh pada kedua sisi. Kapasitor elektrolit memiliki nilai antara 0,1 mikroFarad ( $\mu\text{F}$ ) sampai 1 Farad



Gambar 8 Kapasitor Elektrolit

Kapasitor jenis ini banyak dipakai pada rangkaian *power supply* khususnya kapasitor elektrolit dengan polaritas yaitu digunakan sebagai filter tegangan DC hasil penyearahan dari tegangan AC. Kapasitor elektrolit juga banyak dijumpai pada rangkaian audio, yaitu berfungsi sebagai penghubung atau kopling antar penguat transistor atau op-amp.

#### b. Kapasitor Variabel

Kapasitor Variabel adalah kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diatur atau berubah-ubah. Secara fisik, kapasitor variabel ini terdiri dari 2 jenis yaitu :

##### a. VARCO (*Variabel Condensator*)

VARCO (*Variabel Condensator*) yang terbuat dari logam dengan ukuran yang lebih besar dan pada umumnya digunakan untuk memilih gelombang frekuensi pada rangkaian radio



(digabungkan dengan spul antena dan spul osilator). Nilai kapasitansi varco berkisar antara 100 pF sampai 500pF.

b. Trimmer

*Trimmer* adalah jenis kapasitor *variabel* yang memiliki bentuk lebih kecil sehingga memiliki alat seperti obeng untuk dapat memutar poros pengaturnya. *Trimmer* terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembat mika dan juga terdapat sebuah screw yang mengatur jarak kedua pelat logam tersebut sehingga nilai kapasitansinya menjadi berubah. *Trimmer* dalam rangkaian elektronika berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang Frekuensi (Fine Tune). Nilai kapasitansinya trimmer hanya maksimal sampai 100pF.

### 2.3.2 Fungsi Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika

Pada peralatan elektronika, kapasitor merupakan salah satu jenis komponen elektronika yang paling sering digunakan. Hal ini dikarenakan kapasitor memiliki banyak fungsi sehingga hampir setiap rangkaian elektronika memerlukannya.

Dibawah ini adalah beberapa fungsi dari pada kapasitor dalam rangkaian elektronika :

- a. Sebagai penyimpan arus atau tegangan listrik.
- b. Sebagai filter dalam rangkaian catu daya (power supply).
- c. Sebagai kopling.
- d. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian osilator.

- e. Sebagai pengeser fasa.
- f. Sebagai pemilih gelombang frekuensi (kapasitor variabel yang digabungkan dengan spul antenna dan osilator).

## **2.4. Transistor**

Transistor merupakan komponen aktif elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor yang terdiri dari tiga terminal yaitu basis, kolektor, dan emitor. Terminal basis berfungsi mengendalikan arus listrik yang mengalir dari kolektor ke emitor, terminal kolektor berfungsi sebagai pengumpul elektron, sedangkan terminal emitor berfungsi sebagai penghasil elektron.

### **2.4.1. BJT (*Bipolar Junction Transistor*)**

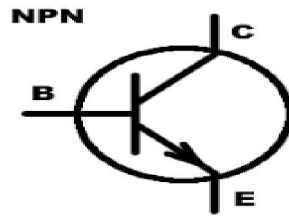
BJT memiliki dua diode yang kutub positif dan negatifnya berhimpitan, serta memiliki 3 buah terminal yaitu:

- Emitor (E)
- Kolektor (C), dan
- Basis (B).

BJT dapat dibagi lagi menjadi dua jenis, yaitu:

#### **a. Transistor NPN**

Transistor NPN (*Negative Positive Negative*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju keluar.

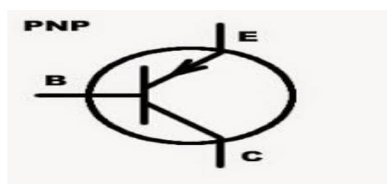


Gambar 9 Transistor NPN

Huruf n dan p pada transistor jenis ini menunjukkan pembawa muatan mayoritas pada daerah yang berbeda pada transistor. Apabila diberikan tegangan positif dari basis ke emitor, akan menyebabkan hubungan ke kolektor ke emitor terhubung sehingga menyebabkan transistor aktif (on), apabila diberikan tegangan negatif atau 0V dari basis ke emitor menyebabkan hubungan kolektor dan emitor ini akan membuat transistor mati (off). Arus kecil yang melalui basis pada emitor dikeluarkan kolektor. Dengan kata lain transistor aktif (on) ketika tegangan basis lebih tinggi dari tegangan emitor.

b. Transistor PNP

Transistor PNP (*Positive Negative Positive*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju kedalam yang diperlihatkan pada gambar 14. Apabila diberikan tegangan negatif dari basis ke emitor akan menyebabkan transistor hidup (on). Sebaliknya apabila diberikan tegangan positif atau 0V dari basis ke emitor ini akan membuat resistor mati (off).



Gambar 10 Transistor PNP

#### 2.4.2. Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor adalah sebagai saklar yaitu bila berada pada dua daerah kerjanya yaitu daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (*cut off*). Transistor akan mengalami perubahan kondisi dari menyumbat ke jenuh dan sebaliknya. Transistor dalam keadaan menyumbat dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan terbuka, sedangkan dalam keadaan jenuh seperti saklar yang menutup. Berikut adalah titik kerja transistor:

##### 1. Daerah Jenuh Transistor

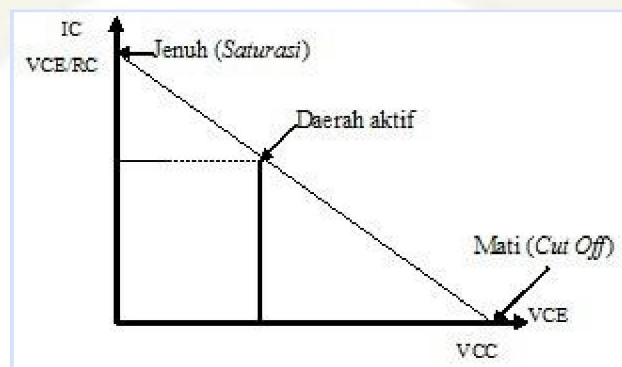
Daerah kerja transistor saat jenuh adalah keadaan dimana transistor mengalirkan arus secara maksimum dari kolektor ke emitor sehingga transistor tersebut seolah – olah *short* pada hubungan kolektor – emitor. Pada daerah ini transistor dikatakan menghantar maksimum (sambungan CE terhubung maksimum).

##### 2. Daerah Aktif Transistor

Pada daerah kerja ini transistor biasanya digunakan sebagai penguat sinyal. Transistor dikatakan bekerja pada daerah aktif karena transistor selalu mengalirkan arus dari kolektor ke emitor walaupun tidak dalam proses penguatan sinyal, hal ini ditujukan untuk menghasilkan sinyal keluaran yang tidak cacat. Daerah aktif terletak antara daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (*cut off*).

### 3. Daerah Mati Transistor

Daerah *cut off* merupakan daerah kerja transistor dimana keadaan transistor menyumbat pada hubungan kolektor – emitor. Daerah *cut off* sering dinamakan sebagai daerah mati karena pada daerah kerja ini transistor tidak dapat mengalirkan arus dari kolektor ke emitor. Pada daerah *cut off* transistor dapat dianalogikan sebagai saklar terbuka pada hubungan kolektor – emitor.



Gambar 11 Grafik Kurva Karakteristik Transistor

Untuk membuat transistor menghantar, pada masukan basis perlu diberi tegangan. Besarnya tegangan harus lebih besar dari  $V_{be}$  (0,3 untuk *germanium* dan 0,7 untuk *silicon*). Dengan mengatur  $I_b > I_c/\beta$  kondisi transistor akan menjadi jenuh seakan kolektor dan emitor *short circuit*. Arus mengalir dari kolektor ke emitor tanpa hambatan dan  $V_{ce} \approx 0$ . Besar arus yang mengalir dari kolektor ke emitor sama dengan  $V_{cc}/R_c$ . Keadaan seperti ini menyerupai saklar dalam kondisi tertutup (*NO*).

Dengan mengatur  $I_B = 0$  atau tidak memberi tegangan pada bias basis atau basis diberi tegangan mundur terhadap emitor maka transistor akan dalam kondisi



















mati (*cut off*), sehingga tidak ada arus mengalir dari kolektor ke emitor ( $I_c \approx 0$ ) dan  $V_{ce} \approx V_{cc}$ .

## 2.5. Dioda

Dioda (Diode) adalah Komponen Elektronika Aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai fungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah tetapi menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Oleh karena itu, Dioda sering dipergunakan sebagai penyearah dalam rangkaian elektronika. Dioda pada umumnya mempunyai 2 Elektroda (terminal) yaitu Anoda (+) dan Katoda (-) dan memiliki prinsip kerja yang berdasarkan teknologi pertemuan p-n semikonduktor yaitu dapat mengalirkan arus dari sisi tipe-p (Anoda) menuju ke sisi tipe-n (Katoda) tetapi tidak dapat mengalirkan arus ke arah sebaliknya.<sup>[7]</sup>

Berikut ini adalah simbol dan bentuk diode :

Jenis-Jenis Dioda							
Dioda Sinyal	Dioda Zener	Dioda Schottky	LED	Dioda Varaktor	Dioda Tunnel	Photo Dioda	Laser Dioda
							
Simbol							
							

Gambar 12 Simbol dan Bentuk Dioda

Berdasarkan fungsi Dioda, Dioda dapat dibagi menjadi beberapa jenis diantaranya adalah :

1. Dioda Penyearah (Dioda biasa atau *Dioda Bridge*) yang berfungsi sebagai penyearah arus AC ke arus DC.
2. Dioda Zener yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian dan juga sebagai pengstabil tegangan.
3. Dioda LED yang berfungsi sebagai lampu Indikator ataupun lampu penerangan.
4. Dioda Photo yang berfungsi sebagai sensor cahaya.
5. Dioda Schottky yang berfungsi sebagai pengendali.

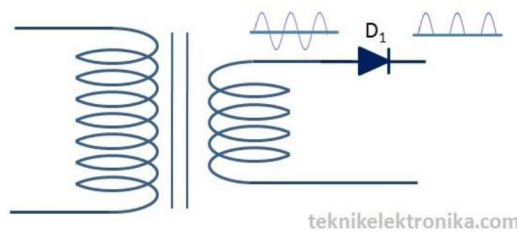
*Rectifier* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Penyearah Gelombang adalah suatu bagian dari Rangkaian Catu Daya atau *Power Supply* yang berfungsi sebagai pengubah sinyal AC (*Alternating Current*) menjadi sinyal DC (*Direct Current*). Rangkaian *Rectifier* atau Penyearah Gelombang ini pada umumnya 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. Untuk lebih jelas, silakan lihat gambar dibawah ini :

#### 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.

#### Penyearah Setengah Gelombang (Half Wave Rectifier)

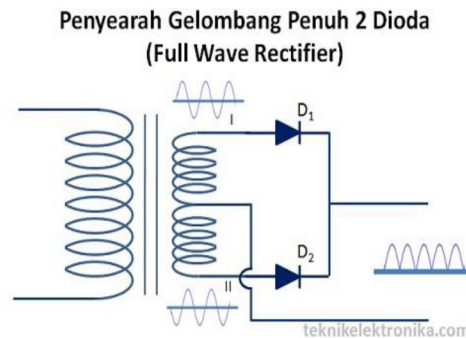


Gambar 13 Penyearah Setengah Gelombang

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

#### 2. *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 14 Penyearah Gelombang Penuh 2 dioda

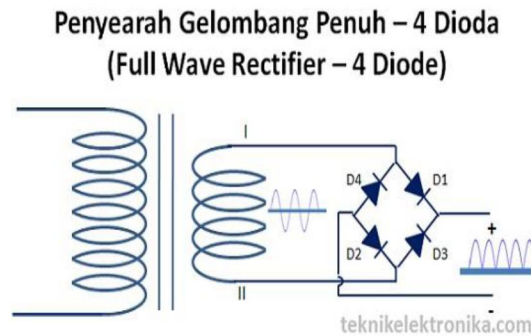
Di saat *Output Transformer* CT pada Terminal Pertama memberikan sinyal Positif pada D1, maka Terminal kedua pada *Transformer* CT akan memberikan sinyal Negatif (-) yang berbeda fasa  $180^\circ$  dengan Terminal Pertama. D1 yang mendapatkan sinyal Positif (+) akan berada dalam kondisi *Forward Bias* (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  $180^\circ$  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 15 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda

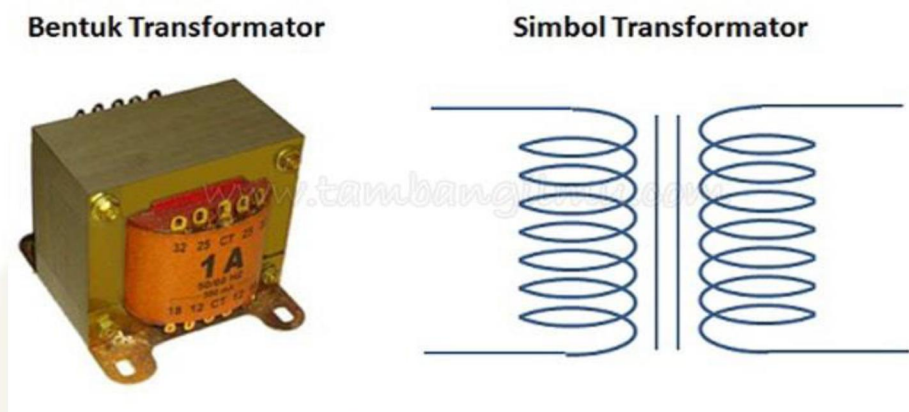
Berdasarkan gambar diatas, jika *Transformer* mengeluarkan *output* sisi sinyal Positif (+) maka *Output* maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewati sinyal Positif tersebut sedangkan D3 dan D4 akan menghambat sinyal sisi Negatifnya. Kemudian pada saat *Output Transformer* berubah menjadi sisi sinyal Negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewati sinyal sisi Positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal Negatifnya.<sup>[8]</sup>

## 2.6. Transfomator

Tansformator atau sering disingkat dengan istilah trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari pengubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC.



*Transformator* atau trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak-balik (AC).



Gambar 16 Bentuk dan Simbol Transformator

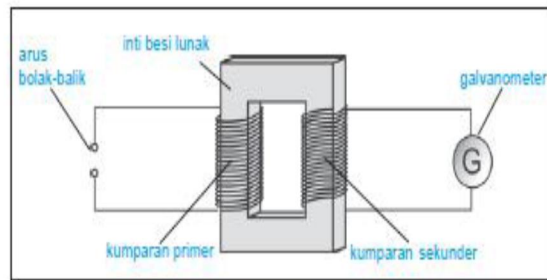
Berikut adalah jenis-jenis *transformator* :

a. *Transformator Step Up*

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

b. *Transformator Step Down*

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



Gambar 17 Skema Rangkaian Percobaan Faraday

Pada gambar di atas, dapat diamati bahwa rangkaian primer terdiri atas kumparan primer yang dililitkan di sebelah kiri inti besi dan dihubungkan dengan sebuah aki. Rangkaian sekunder terdiri atas kumparan sekunder yang dililitkan di sebelah kanan inti besi dan dihubungkan dengan sebuah galvanometer.

Ketika arus mengalir melalui kumparan primer, arus listrik yang mengalir pada kumparan primer berubah dari nol ke nilai tetapnya. Arus listrik tersebut menghasilkan garis-garis ini akan menghasilkan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder. Karena arus listrik dalam rangkaian primer selalu berubah-ubah dari nol ke nilai tetapnya, garis-garis gaya magnetik gaya magnetik. Sesuai dengan kaidah tangan kanan, arus listrik yang memotong kumparan sekunder pun berubah-ubah dari nol ke nilai tetapnya. Perubahan garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder akan membangkitkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan sekunder. Dengan adanya arus listrik induksi yang mengalir melalui galvanometer, jarum galvanometer akan menyimpang, misalnya ke kanan. Setelah beberapa saat, garis gaya magnetik sudah tetap sehingga ggl induksi pada ujung-ujung kumparan kembali menjadi nol.

Ketika arus yang mengalir melalui kumparan primer diputuskan, arus listrik yang mengalir pada kumparan sekunder akan berkurang dari nilai tetapnya menuju ke nol. Hal ini menyebabkan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder juga berkurang dari nilai tetapnya menuju nol. Perubahan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder ini menyebabkan timbulnya ggl induksi di ujung-ujung kumparan dengan polaritas yang berlawanan dengan ggl induksi yang dihasilkan sebelumnya. Hal ini menimbulkan arus induksi dengan arah yang berlawanan dengan arah arus induksi sebelumnya sehingga jarum galvanometer juga menyimpang ke arah kiri.

Transformator biasanya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik arus AC. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membedakan jumlah lilitan dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Bagaimana hubungan antara jumlah lilitan, kuat arus dan besar tegangan dalam transformator? Pada transformator, perbandingan tegangan sama dengan perbandingan banyaknya lilitan. Secara matematis hubungan antara tegangan dan banyaknya lilitan dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots \dots \dots (1)$$

Ketrangan :

$V_p$  : Tegangan Primer (Volt)

$V_s$  : Tegangan Sekunder (Volt)

$n_p$  : Jumlah Gulungan Primer

$n_s$  : Jumlah Gulungan Sekunder

$I_s$  : Kuat Arus Sekunder (Ampere)

$I_p$  : Kuat Arus Primer (Ampere)

Dari Persamaan di atas dapat dikatakan bahwa besarnya tegangan berbanding lurus dengan banyaknya lilitan. Jika besarnya tegangan dan kuat arus listrik pada kumparan primer dinyatakan dengan  $V_p$  dan  $I_p$ , maka besar daya listrik pada kumparan primer ( $P_p$ ) adalah sebagai berikut.

$$P_p = V_p \cdot I_p \dots \dots \dots (2)$$

Jika besarnya tegangan dan kuat arus listrik pada kumparan sekunder dinyatakan dengan  $V_s$  dan  $I_s$ , maka besar daya listrik pada kumparan sekunder ( $P_s$ ) adalah sebagai berikut.<sup>[9]</sup>

$$P_s = V_s \cdot I_s \dots \dots \dots (3)$$

## 2.7. Buzzer

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan

menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).<sup>[10]</sup>



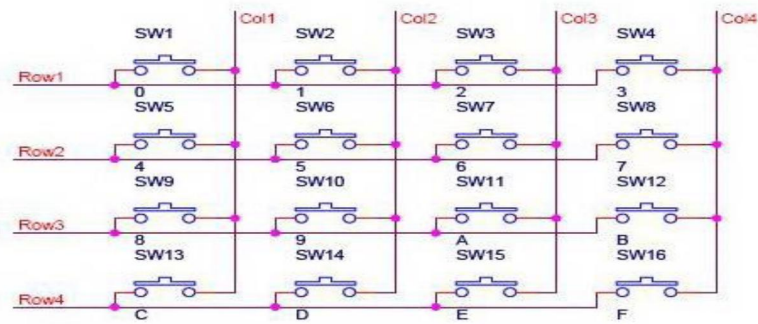
Gambar 18 Bentuk fisik Buzzer

## 2.8. Keypad

*Keypad* termasuk alat *interface* yang sering dan cukup mudah digunakan. Karena *keypad* salah satu sarana inputan yang banyak digunakan dalam aplikasi *machine interface* misalnya:

- ✓ Pada system pengaturan suhu, *keypad* bisa digunakan operator untuk menentukan set point suhu yang diinginkan.
- ✓ Pada system absensi pegawai, *keypad* bisa digunakan bagi pegawai untuk memasukkan ID-nya, dll





Gambar 19 Bentuk Struktur Keypad

Pada umumnya di pasaran *keypad* yang tersedia yaitu 4x3 dan 4x4. Fungsi utama *keypad* yaitu untuk menghemat penggunaan port *input*, misalnya pada *keypad* 4x4 dapat digunakan sebagai *input* sebanyak 16 tombol dan hanya menggunakan 8 port<sup>[11]</sup>.



Gambar 20 Bentuk fisik keypad

## 2.9. Heater

Energi listrik dapat dikonversikan menjadi beberapa bentuk energi lain, salah satu energi yang merupakan hasil konversi energi listrik tersebut adalah energi kalor atau panas. Sistem pemanasan *heater* adalah dengan pemanfaatan lilitan kawat nikelin yang kemudian dihubungkan dengan tegangan AC 220V.

Dalam pembahasan tentang pemanas maka akan berhubungan juga dengan energi *thermal* (kalor) dan kalor jenis zat<sup>[11]</sup>.



Gambar 21 Bentuk Fisik Heater

## 2.10. IC MOC 3020

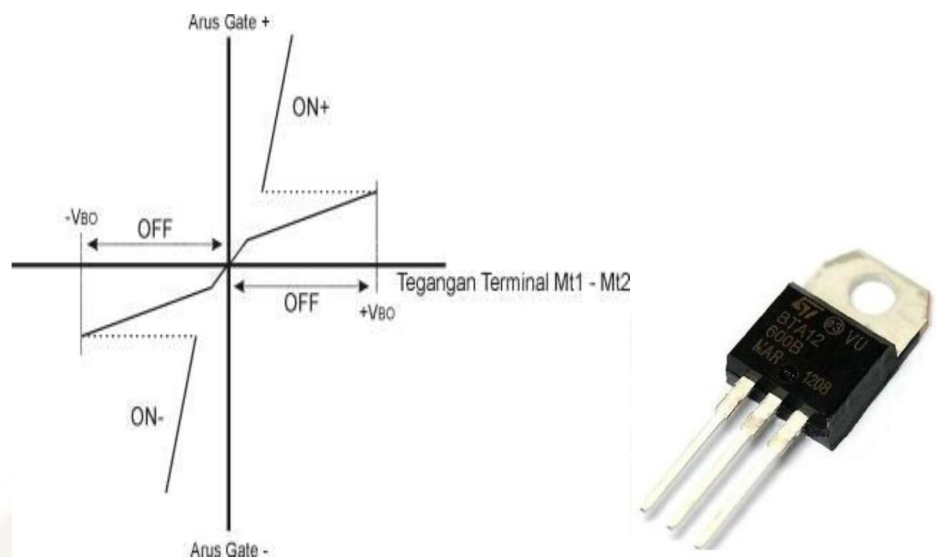
IC MOC 3020 merupakan komponen yang berfungsi sebagai *photo triac*. *Photo triac* adalah sebuah komponen penghubung yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic. *Photo triac* terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* dan *recervier*. *Transmitter* biasanya dibangun dari sebuah *led infrared*, dan *receiver* dibangun dengan komponen *photo triac*, *getenya* akan mendapat bias maju bila mendapat sinar dari LED sehingga triac terhubung. Photo triac digunakan sebagai optoisolator antara rangkaian input dan output. IC MOC ini dapat digunakan penggerak tegangan AC.



Gambar 22 Bentuk Fisik MOC

### 2.11. TRIAC

TRIAC (*Triode for Alternating Current*) merupakan komponen tiga elektroda yang berfungsi sebagai saklar. Triac mempunyai elektroda kendali (gerbang) terpisah guna memungkinkan pemberian *level* tegangan yang akan memulai triac untuk berkonduksi. Triac banyak digunakan pada rangkaian pengendali, penyaklaran ataupun pemacu. Prinsip kerja triac sama seperti SCR (*Silicon Control Rectifier*), dan triac sendiri dapat digunakan sebagai penggabungan dua buah SCR yang dipasang anti *parallel* dan diberi satu elektroda pintu. Triac banyak digunakan pada beban yang mempunyai daya besar. Daerah kerja triac meliputi jangkauan yang lebar dari 0,5A sampai dengan 40A, dan bekerja pada tegangan sampai dengan 600V. Terminal utamanya adalah terminal satu dan dua yaitu untuk keluaran dan terminal Bersama gerbang atau *gate* merupakan terminal masukan atau terminal kendali



Gambar 23 Bentuk Fisik TRIAC dan Grafik

## 2.12. LCD (*Liquid Cristal Display*)

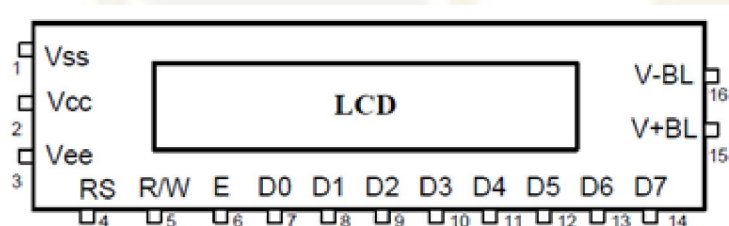
Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 24 Bentuk fisik LCD

### 2.12.1. Material LCD (Liquid Cristal Display)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.<sup>[12]</sup>



Gambar 25 Karakteristik LCD

### 2.13. Sensor TCS 3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu object benda atau warna dari object yang dimonitor. Sensor warna TCS3200 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor. Pada dasarnya sensor warna TCS3200 adalah rangkaian photo dioda yang disusun secara matrik array 8x8 dengan 16 buah konfigurasi photodioda yang berfungsi sebagai filter warna



merah, 16 photodiode sebagai filter warna biru dan 16 photodiode lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang dikemas dalam chip DIP 8 pin dengan bagian muka transparan sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna. Gambar 2.6 menunjukkan bentuk fisik sensor warna TCS3200, dan skema pin sensor tersebut.

#### 2.13.1. Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS3200



Gambar 26 Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS 3200

#### 2.13.2. Karakteristik Sensor warna TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan supply tegangan pada  $V_{dd}$  berkisar antara 2,7Volt – 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara :

- Dengan mode supply tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS3200.
- Mode supply tegangan minimum , yaitu dengan menyuplai tegangan 0 sampai 0,8.

Sensor warna TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing – masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya

pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca, photodiode yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photo diode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas yang berubah terhadap panjang gelombang yang diukur.

### 2.13.3. Prinsip Kerja Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led super *bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photo diode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led menuju photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna.

Panjang gelombang dan sinar led yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok photodiode pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok photodiode yang digunakan telah aktif, S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi.

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok photo diode membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor.

Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS3200, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan maksimum dan output enable sebagai pembangkit osilator pada mode tegangan minimum (*power down*).<sup>[13]</sup>

#### 2.14. Sensor Suhu DS1820

Banyak sensor suhu yang dipakai dalam implementasi sistem instrument, salah satu contohnya adalah DS18B20. Sensor suhu DS18B20 ini telah memiliki keluaran digital meskipun bentuknya kecil (TO-90), cara untuk mengaksesnya adalah dengan metode serial 1 *wire*. Sensor ini sangat menghemat pin port *mikrokontroler*, karena dengan satu pin port *mikrokontroler* dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan beberapa divais lainnya. Sensor ini juga memiliki tingkat akurasi cukup tinggi, yaitu 0,5 °C pada rentang suhu -10°C hingga +85°C, sehingga banyak dipakai untuk aplikasi system pemantauan suhu. Aplikasi – aplikasi yang berhubungan dengan sensor seringkali membutuhkan *ADC* dan beberapa pin port *mikrokontroler* namun pada DS18B20 ini tidak dibutuhkan *ADC* agar dapat berkomunikasi *mikrokontroler*.

Spesifikasi teknis:

- DC supply voltage : 3 – 5.5 Volt
- Tingkat keakuratan : 0.5 °C
- Batas temperatur : -55 °C s/d +125 °C

- Output : Digital 1-wire
- Resolusi ADC : 9-bit
- Waktu konversi maks : 750 ms



Gambar 27 Bentuk Fisik Sensor Suhu DS18B20

Tabel 2 Deskripsi DS18B28

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	<i>Ground</i>
2	DQ	<i>Data input / output</i>
3	Vdd	Vdd (cadangan) saat menggunakan mode <i>parasite power</i> Vdd harus dihubungkan dengan <i>ground</i>

Pensuplain pada DS18B20 terdapat 2 jenis mode yaitu pensuplaian dari luar dan mude pensuplaian secara parasit (*parasite power*). Pada mode pensuplaian dari luar maka supplai harus dihubungkan pada pin Vdd, sedangkan jika menggunakan *parasite power* DS18B20 tidak memerlukan supplai dari luar.



Pada mode *parasite power* hanya mengambil daya dari jalur 1 *wire* melalui pin DQ saat jalur dalam keadaan *high*. Sebagian power akan disimpan di Cpp untuk memberikan power saat jalur dalam keadaan *low*. Saat menggunakan mode *parasite power* maka Vdd harus disambungkan dengan pin *ground*. Dalam mode *parasite power*, jalur 1 *wire* dan Cpp akan memberikan arus yang cukup untuk waktu operasi yang lama.

Dengan menggunakan mode *parasite power* saat DS18B20 dalam proses pengkonversian temperatur atau menyalin data dari memori *scratchpad* ke *EEPROM*, arus yang beroperasi mencapai 1,5mA. Untuk memastikan bahwa DS18B20 mendapatkan arus yang cukup, maka diperlukan *pull up* yang kuat pada jalur 1 *wire*nya. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan *MOSFET* untuk menarik jalur secara langsung.

DS18B20 dapat juga diberikan power dengan metode konvensional dengan menghubungkan *power supply* luar dengan pin. Dengan menggunakan mode *parasite power* tidak direkomendasikan untuk pengukuran temperatur di atas 100°C, karena DS18B20 tidak mampu menahan komunikasi yang disebabkan kebocoran arus yang tinggi. Untuk aplikasi pada temperatur tinggi tersebut sangat disarankan untuk menggunakan *power supply* dari luar<sup>[14]</sup>.

## 2.15. Mikrokontroler ATmega 32

Mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikrokontroler dan mikrokomputer menjadi kebutuhan pasar dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang kecil serta dapat diproduksi secara



massal (dalam jumlah yang banyak) sehingga harga menjadi murah (dibandingkan mikroprosesor).

Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan kebutuhan pada alat-alat bantu yang lebih canggih. Sebagai contoh pada modul yang penulis buat yaitu timbangan bayi digital berbasis mikrokontroller ATmega32 dengan sistem audio. Dengan adanya mikrokontroller pada modul ini dapat mengurangi penggunaan komponen-komponen dalam jumlah banyak.

Mikrokontroler adalah suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (ROM) serta memori serbaguna (RAM), bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PPL, EEPROM dalam suatu kemasan. Penggunaan mikrokontroler dalam bidang kontrol sangat luas dan populer. Ada beberapa vendor yang membuat mikrokontroler diantaranya Intel, Microchip, Winbond, Atmel, Philips, Xemics dan lain-lain buatan Atmel.

Mikrokontroler ATmega32 merupakan generasi AVR (*Alf and Vegard's Risk processor*). Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. AVR menjalankan sebuah instruksi komponen eksternal dapat dikurangi

. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur Harvard, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan single-level pipelining, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksinya akan di-prefetch dari memori program.

### 2.15.1. Peta Memori Program

Mikrokontroler AVR Atmega32 memiliki 2 jenis memori yaitu Memori data (SRAM) dan Memori Program (Memori Flash) disamping itu juga dilengkapi memori EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) untuk penyimpanan data tambahan yang bersifat nonvolatile. Memori EEPROM ini mempunyai lokasi yang terpisah dengan sistem register alamat, register data dan register kontrol yang dibuat khusus untuk EEPROM.

#### a. Memori Program

Mikrokontroler Atmega32 memiliki on-chip in-system Reprogrammable Flash Memory untuk menyimpan program. Untuk alasan keamanan memori program dibagi menjadi dua bagian yaitu : Boot Flash Section dan Application Flash section. Boot Flash Section digunakan untuk menyimpan program boot loader, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR reset atau pertama kali diaktifkan. Application Flash Section digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat pengguna. Mikrokontroler AVR tidak dapat menjalankan aplikasi ini sebelum menjalankan program boot loader. Besarnya memori Boot Flash Section dapat diprogram dari 128 word sampai 1024 word tergantung setting pada konfigurasi bit di-register BOOTSZ. Jika boot loader di proteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman.

#### b. Memori Data

Memori Data dibagi menjadi 3 yaitu :

- a. Terdapat 32 register keperluan umum (General Propouse Register-GPR biasa disebut *register file* di dalam teknologi RISC)
- b. Terdapat 64 register untuk keperluan Input/Output (I/O Register)
- c. Terdapat 2000 byte SRAM Internal. Selain itu terdapat pula EEPROM 1000 byte sebagai memori data yang dapat di program saat beroperasi.

### 2.15.2. Port I/O

- a. Merupakan port I/O 8-bit dua arah (*bidirectional*).setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up resistor* ( dapat diatur per bit). *Output buffer port A* dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register Port A* (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum port A digunakan. Bit Bit DDRA di isi 0 jika ingin Memfungsikan port A yang bersesuaian sebagi input, atau diisi 1 jika sebagai output.Selain itu, keadaan pin port A juga digunakan untuk masukan sinyal analag bagi A/D converter.

- b. Port B

Merupakan port I/O 8 bit *bidirectional*. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up resistor* ( dapat di atur per bit). Output buffer port B dapat memeberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Regisrer Port B (DDRB) harus disetting Terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit Bit

DDRB di isi 0 jika ingin Memfungsikan port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output.

c. Port C

Merupakan port I/O 8-bit bidirectional. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register Port C (DDRC) harus disetting Terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit Bit DDRC di isi 0 jika ingin Memfungsikan port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, dua pin port C (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai oscillator untuk Timer/Counter 2.

d. Port D

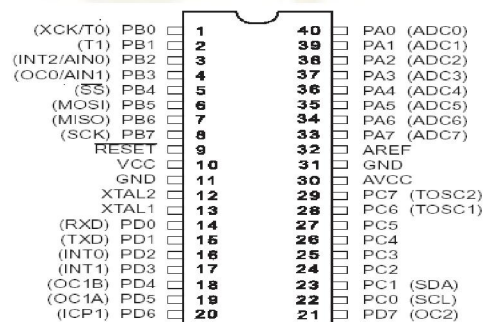
Merupakan port I/O 8-bit bidirectional. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register Port D (DDRD) harus disetting Terlebih dahulu sebelum Port D digunakan. Bit Bit DDRD di isi 0 jika ingin Memfungsikan port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output.

Berbagai seri mikrokontroller AVR telah diproduksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroller yang bersifat low cost dan



high performance. Di Indonesia, mikrokontroller AVR banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk didapatkan, dan harganya yang relatif terjangkau. Antar seri mikrokontroller AVR memiliki beragam tipe dan fasilitas, namun kesemuanya memiliki arsitektur yang sama dan juga set instruksi yang relatif tidak berbeda

Mikrokontroller AVR sudah menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori dan bus untuk data dan program, serta sudah menerapkan single level pipelining. Selain itu mikrokontroller AVR juga mengimplementasikan RISC (Reduced Instruction Set Computing) sehingga eksekusi instruksi dapat berlangsung sangat cepat dan efisien.



(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 28 Bentuk Fisik Mikrokontroler

Dari gambar 2.3 tersebut dapat jelaskan masing-masing pin memiliki fungsi atau keterangan sebagai berikut:

- Pin 1 – pin 8 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog, dan SPI.
- Pin 9 merupakan pin yang digunakan untuk merest mikrokontroler.
- Pin 10 merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.



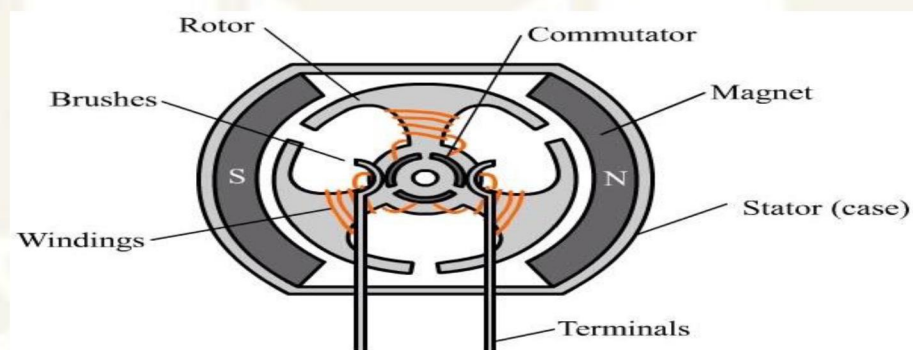
- d. Pin 11 merupakan pin ground.
- e. Pin 12 dan pin 13 merupakan pin masukan clock eksternal.
- f. Pin 14 – pin 21 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- g. Pin 22 – pin 29 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan Timer Oscillator.
- h. Pin 30 merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- i. Pin 31 merupakan pin ground.
- j. Pin 32 merupakan pin masukan tegangan referensi ADC
- k. Pin 33 – pin 40 merupakan masukan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.<sup>[15]</sup>

## 2.16. Motor

Motor stepper adalah motor yang digunakan sebagai penggerak/pemutar. Prinsip kerja motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila motor DC memiliki magnet tetap pada stator, motor stepper mempunyai magnet tetap pada rotor. Motor stepper dinyatakan dengan spesifikasi : “berapa fasa “, “berapa derajat perstep”, “berapa volt tegangan catu untuk tiap lilitan” dan ”berapa ampere/miliampere arus yang dibutuhkan untuk tiap lilitan”. Motor stepper tidak dapat bergerak sendirinya, tetapi bergerak secara per-step sesuai dengan spesifikasinya, dan bergerak dari satu step ke step berikutnya memerlukan waktu, serta menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Motor stepper

juga memiliki karakteristik yang lain yaitu torsi penahan, yang memungkinkan menahan posisinya. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi dimana suatu sistem memerlukan keadaan start dan stop.

Motor stepper tidak merespon sinyal clock dan mempunyai beberapa lilitan dimana lilitan-lilitan tersebut harus dicatu (tegangan) dahulu dengan suatu urutan tertentu agar dapat berotasi. Membalik urutan pemberian tegangan tersebut akan menyebabkan putaran motor stepper yang berbalik arah. Jika sinyal kontrol tidak terkirim sesuai dengan perintah maka motor stepper tidak akan berputar secara tepat, mungkin hanya akan bergetar dan tidak bergerak. Untuk mengontrol motor stepper digunakan suatu rangkaian driver yang menangani kebutuhan arus dan tegangan. Karakteristik dari motor stepper menurut Trianto adalah sebagai berikut:



Gambar 29 Struktur Motor

## 1. Tegangan

Tiap motor stepper mempunyai tegangan rata-rata yang tertulis pada tiap unitnya atau tercantum pada datasheet masing-masing motor stepper. Tegangan rata-rata ini harus diperhatikan dengan seksama karena bila melebihi dari tegangan rata-rata ini akan menimbulkan panas yang menyebabkan kinerja putarannya tidak maksimal atau bahkan motor stepper akan rusak dengan sendirinya.

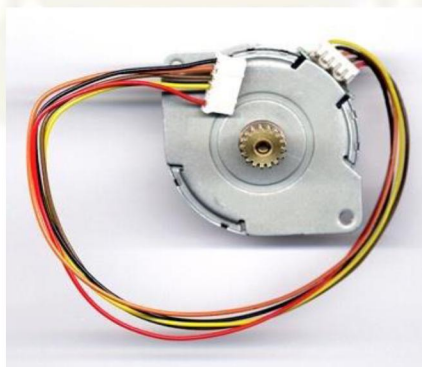
## 2. Resistansi

Resistansi per lilitan adalah karakteristik yang lain dari motor stepper. Resistansi ini akan menentukan arus yang mengalir, selain itu juga akan mempengaruhi torsi dan kecepatan maksimum dari motor stepper.

## 3. Derajat per step

Derajat per step adalah faktor terpenting dalam pemilihan motor stepper sesuai dengan aplikasinya. Tiap-tiap motor stepper mempunyai spesifikasi masing-masing, antara lain:  $0.72^\circ$  per step,  $1.8^\circ$  per step,  $3.6^\circ$  per step,  $7.5^\circ$  per step,  $15^\circ$  per step, dan bahkan ada yang  $90^\circ$  per step. Dalam pengoperasiannya kita dapat menggunakan 2 prinsip yaitu full step atau half step. Dengan full step berarti motor stepper berputar sesuai dengan spesifikasi derajat per stepnya, sedangkan half step berarti motor stepper berputar setengah derajat per step dari spesifikasi motor stepper tersebut.

Motor stepper dibedakan menjadi dua kategori besar yaitu: magnet permanen dan reluktansi variabel. Tipe magnet permanen terbagi menjadi dua motor stepper yaitu motor stepper unipolar dan bipolar.



Gambar 30 Bentuk Fisik Motor

### **BAB III**

#### **PERENCANAAN**

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

Adapun tahap – tahap yang penulis lakukan selama tahapan perencanaan 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 untuk pendapatan dan analisa rangkaian.
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 ke mikrokontroler.
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 modul.

### 3.1 Spesifikasi Alat

Nama Alat : Glukosa Non Invansive

Catu Daya : 220 V AC

Display : 16 x 2 Karakter

Tombol : Saklar dan Keypad

Daya : 100 Watt

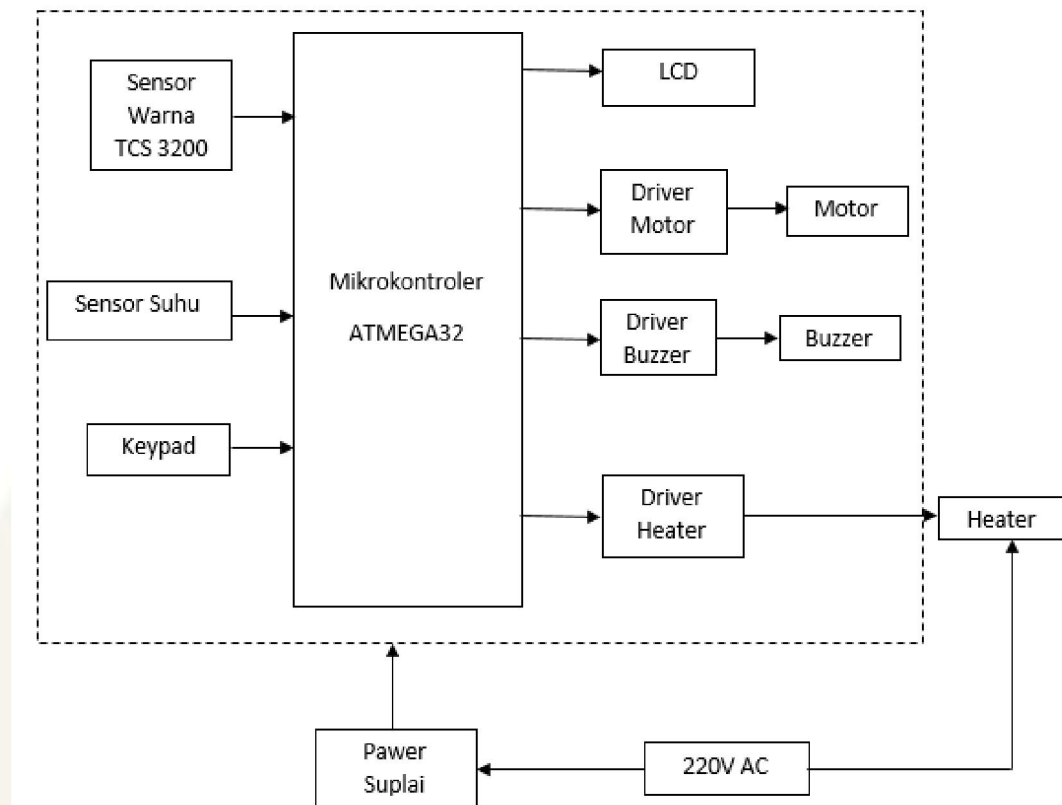
Sensor : TSC230 dan DS1820

Indikator : Buzzer

Pemanas : Heater 80 Watt



### 3.2 Blok Diagram Alat Glukosa Non Invansive



Gambar 31 Blok Diagram Alat Glukosa Non Invansive

Keterangan :

1. 220 VAC

Rangkaian ini berfungsi untuk menyuply tegangan ke rangkaian power suplai dan rangkaian *heater*.

2. Power Suplai

Berfungsi untuk mensuplai seluruh rangkaian yang ada kecuali rangkaian *heater*.

3. Heater

Rangkaian pemanas yang digunakan untuk memanaskan sampel agar berubah warna.

4. Sensor Suhu

Membaca suhu yang ada pada sampel ketika dipanaskan.

5. Sensor Warna

Berfungsi untuk membaca hasil sampel *urine*.

6. Keypad

Berfungsi sebagai pengatur suhu pada saat sampel dipanaskan.

7. Mikrokontroler

Berfungsi sebagai pengontrol utama pada sistem kerja alat. Juga berfungsi sebagai pengolah data hasil pembacaan sensor yang outputnya akan di tampilkan pada LCD.

8. LCD

Berfungsi serbagai tampilan hasil dari pembacaan pada sensor dan mikrokontroler.

9. Motor

Berfungsi sebagai penggerak pada sensor warna pada saat pemanasan sudah selesai.

10. Buzzer

Berfungsi sebagai indikator bahwa alat telah selesai bekerja.

### 3.3 Cara Kerja Blok Diagram

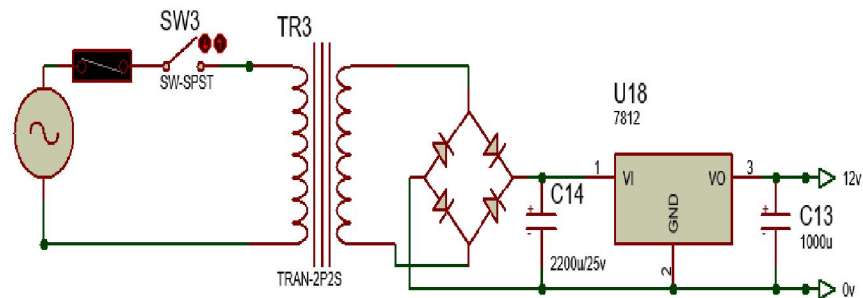
Power suplai akan menyuply tegangan pada setiap rangkaian, kecuali *heater* yang disuplai langsung dari 220V AC. Siapkan sampel yang sudah dicampur dengan larutan *benedict*. Kemudian masukkan sampel kedalam tempat sampel. Kemudian *setting* suhu dan waktu untuk proses pembacaan warna. Jika suhu *setting* sudah tercapai maka heater akan berhenti bekerja dan *buzzer* akan berbunyi dan motor akan bergerak kearah sampel agar sensor bisa membaca perubahan warna. yang akan diolah oleh IC mikrokontroller ATmega 32 untuk ditampilkan pada LCD.

### 3.4 Perencanaan Komponen dan Rangkaian

Setelah blok diagram dibuat berdasarkan teori-teori yang ada, langkah selanjutnya adalah menentukan komponen-komponen elektronika yang diperlukan. Pemilihan ini harus sesuai dengan fungsi dan karakteristiknya komponen serta tujuan pemanfaatan komponen itu sendiri.

#### 3.4.1 Rangkaian Power Suplai

Pada rangkaian power suplai tegangan 220V AC melewati *fuse* yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian ketika arus berlebih. *Transformer* yang digunakan adalah *transformator step down* 12V. Tegangan *output* penyearah dioda akan masuk ke kapasitor untuk *filter*.



Gambar 32 Rangkaian Power Supply

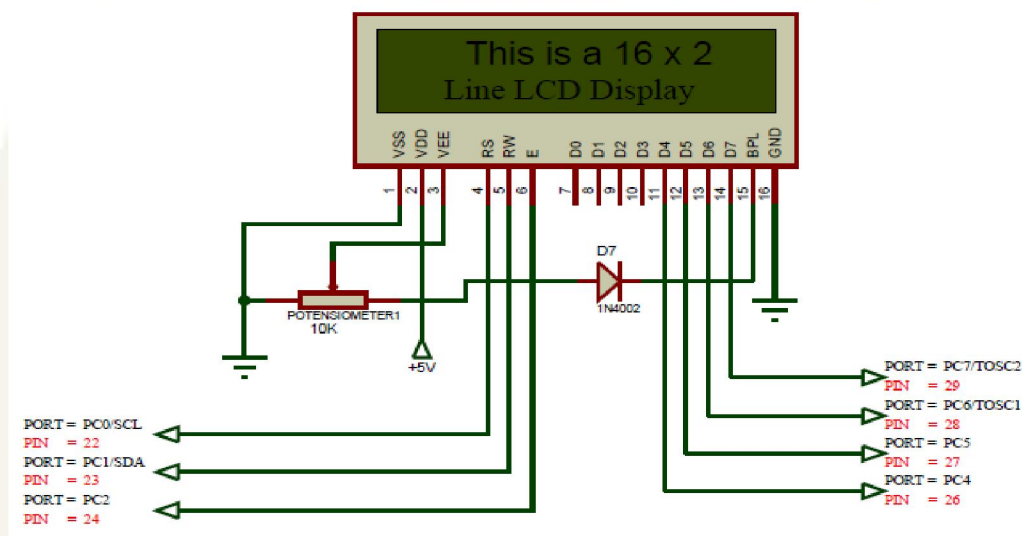
Tabel 3 Daftar Komponen Power Supply

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Transformator	1A	1
2	Fuse	1A	1
3	Dioda	1N4007	4
4	Switch	SPST	1
5	IC 7812r	12V	1
6	Kapasitor	2200µF/25V	1
7	Kapasitor	1000µF/16V	1

### 3.4.2 Rangkaian LCD

Pada perencanaan rangkaian ini, penulis menggunakan LCD 16x2 sebagai *display*. LCD 16x2 mempunyai 2 baris dan 16 kolom. LCD ini berfungsi untuk menampilkan hasil tes *urine*. Untuk mengaktifkan rangkaian LCD maka akan

diberi tegangan suplai sebesar 5V pada pin 2 dan 15, pemberian *ground* pada pin 1 dan 16, dan pengaturan kontras atau kecerahan LCD pada pin 3 yang diatur oleh potensiometer, dan terdapat dioda yang berfungsi sebagai penstabil tegangan agar tidak terjadi arus balik. Sedangkan pada pin 4,5,6,11,12,13,14 yang dihubungkan dengan *port C4* dan *port C7* pada mikrokontroler sebagai jalur datanya.



Gambar 33 Rangkaian LCD

Listing Program:

```

lcd_clear();

lcd_putsf("  Glukosa  ");

lcd_gotoxy(0,1);

lcd_putsf(" Non-Invasive ");

delay_ms(1500);

lcd_clear();

lcd_putsf("  Berbasis  ");

lcd_gotoxy(0,1);

```



```

lcd_putsf(" Mikrokontroler ");

delay_ms(1500);

lcd_gotoxy(0,1);

lcd_putsf(" ATMEGA 32A ");

delay_ms(1500);


lcd_clear();

lcd_putsf(" Lalu Wawan D.P ");

lcd_gotoxy(0,1);

lcd_putsf("NIM : 16.04.038 ");

delay_ms(1500);

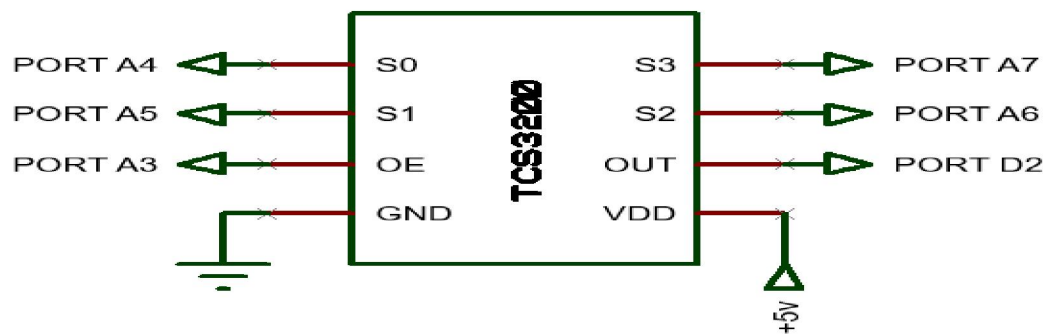
```

Tabel 4 Daftar Komponen LCD

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	LCD	2x16	1
2	Dioda	1N4002	1
2	Potensiometer	10 K	1

### 3.4.3 Rangkaian Sensor Warna

Rangkaian sensor warna berfungsi sebagai pendeteksi warna *urine* yang sudah diberikan *reagen benedict* setelah itu baru diproses oleh ATmega 8535.



Gambar 34 Rangkaian Sensor TCS 3200

Listing Program:

```
// Place your code here

pulse++;

}

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer1 value
    TCNT1H=0x3CB0 >> 8;
    TCNT1L=0x3CB0 & 0xff;

    // Place your code here

    time++;

    freq=(freq+pulse)/2;//moving average

    pulse=0;

    //update every 100 ms

    if(time>=5)
```

```

{

if(baca==1){warna=freq;}

}

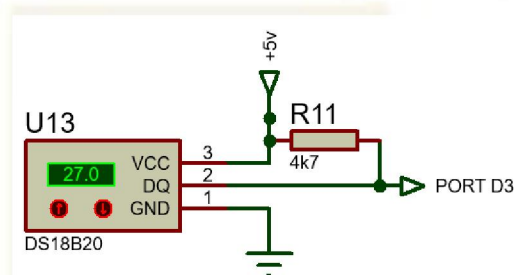
```

Tabel 5 Daftar Komponen Sensor

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Sensor	TCS 3200	1

#### 3.4.4 Rangkaian Sensor Suhu

Rangkaian sensor suhu ini berfungsi sebagai pembaca suhu yang ada pada sampel yang sedang dipanaskan.



Gambar 35 Rangkaian Sensor Suhu

Listing Program:

```

lcd_init(16);

set_cgram();

lamphu=0;

/* display the ROM codes for each device */

TCCR2=0x00;OCR2=0;

if (ds1820_devices)

{

```

```

for (i=0;i<ds1820_devices;i++)

{

    sprintf(lcd_buffer,"Device #%u ROM\nCode is:",i+1);

    lcd_clear();

    lcd_puts(lcd_buffer);

    puts(lcd_buffer);

    delay_ms(1000);

    lcd_clear();

    for (j=0;j<8;j++)

    {

        sprintf(lcd_buffer,"%02X ",ds1820_rom_codes[i][j]);

        lcd_puts(lcd_buffer);

        puts(lcd_buffer);

        if (j==3) lcd_gotoxy(0,1);

    };

    delay_ms(2000);

    lcd_clear();

};

}

else

{

    lcd_clear();

    lcd_putsf(" Sensor Errorr ");

    while (1); /* stop here if no devices were found */

```

```

}

delay_ms(200);

itoa(ds1820_devices,lcd_buffer);

lcd_clear();

lcd_puts(lcd_buffer);

lcd_putsf(" DS 1820 Ready");

delay_ms(1000);

lcd_clear();

suhu=ds1820_temperature_10(&ds1820_rom_codes[0][0]);

suhu=abs(suhu);//hilangkan negatif

```

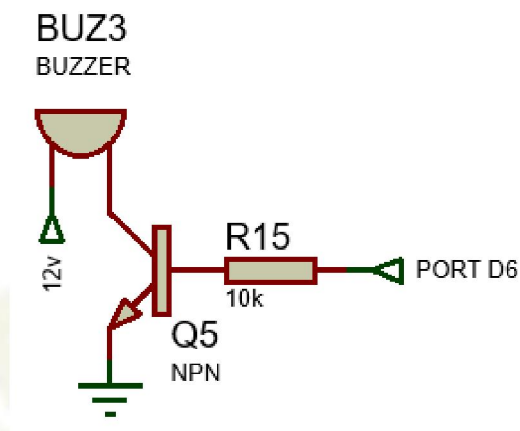
Tabel 6 Komponen Sensor Suhu

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Sensor	DS18B20	1
2	Resistor	4k7	1

### 3.4.5 Rangkaian Buzzer

Rangkaian ini berfungsi sebagai indikator bahwa proses pembacaan yang dilakukan oleh alat telah selesai.





Gambar 36 Rangkaian Buzzer

Listing Program:

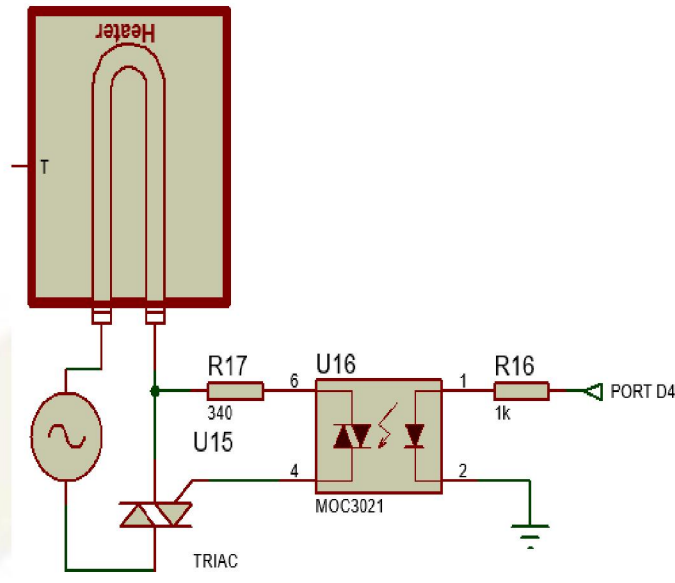
```
buzzOn;delay_ms(1000);buzzOff;delay_ms(500);
buzzOn;delay_ms(1000);buzzOff;delay_ms(500);
```

Tabel 7 Komponen Buzzer

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Resistor	10 K $\Omega$	1
2	Transistor	C945	1
3	Buzzer	-	1

### 3.4.6 Rangkaian Heater

Rangkain *heater* ini digunakan sebagai pemanas buat sampel yang sudah di campur larutab benedic agar warna bisa berubah sehingga dapat dibaca oleh sensor warna.



Gambar 37 Rangkaian Heater

Listing Program:

```

ceksuhu();

er=suhuset-suhu;

erl=er+erSl;

erSl=erl;

erD=er-erSD;

erSD=erD;

outPID=kp*er+(ki*erl)+(kd*erD);

if(outPID<0){TCCR2=0x00;OCR2=0;fanOn;}else

if(outPID>255){TCCR2=0x6F;OCR2=255;fanOn;}

else{TCCR2=0x6F;OCR2=(unsigned int)outPID;fanOn;}

}

}

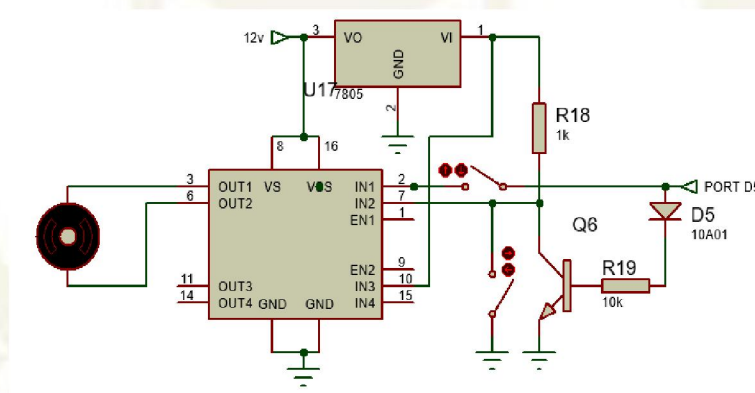
```

Tabel 8 Daftar Komponen Heater

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Heater	80W	1
2	Resistor	1K $\Omega$	1
3	Resistor	100 $\Omega$	1
4	Triac	BTA12A	1
5	Optocoupler	MOC3020	1

### 3.4.7 Rangkaian Motor

Rangkaian ini berfungsi sebagai penggerak sensor warna untuk membaca sampel yang sudah dipanaskan.



Gambar 38 Rangkaian Motor

Listing Program:

else

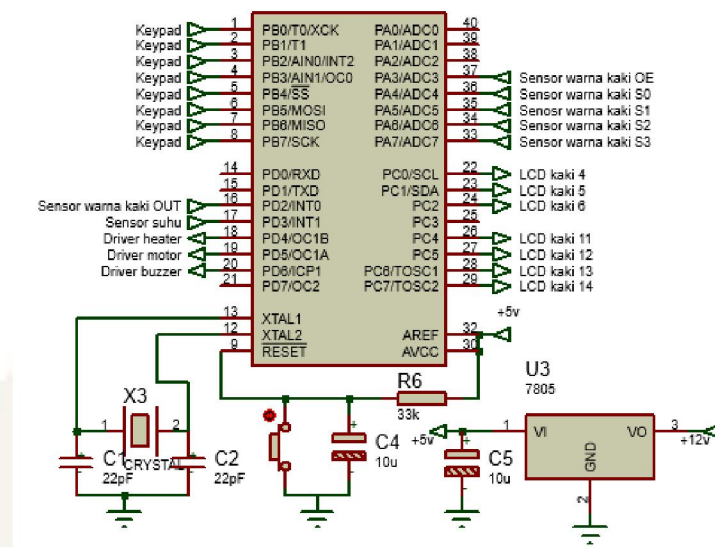
```
if(suhu>=suhuset){status=1;MotorOn;lcd_gotoxy(7,1);lcd_putchar('
```

Tabel 9 Daftar Komponen Motor

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Motor	100RPM	1
2	Transistor	C945	1
3	Resistor	5k6 $\Omega$	1
4	Resistor	10k	1
5	IC	L293	1
6	Limit swit		2

#### 3.4.8 Rangkaian ATmega 32

Perencanaan rangkaian mikrokontroler pada alat ini berfungsi sebagai komponen utama yang dapat menyimpan program di dalamnya karena komponen inilah yang mengatur keseluruhan system agar dapat bekerja dengan baik. Mikrokontroler akan memproses masukan dan keluaran yang ada pada alat. Pengontrolan dilakukan melalui pengaktifan pada masing-masing pin mikrokontroler. Untuk menjalankan atau mengaktifkan pin atau port pada mikrokontroler maka akan dijalankan dengan menggunakan perangkat lunak (software). Sebelum tegangan suplay diberikan kepada mikrokontroler, maka tegangan suplay 12V akan di regulasikan melalui regulator 7805 menjadi 5V. Untuk mengaktifkan rangkaian mikrokontroler tersebut perlu diberikan tegangan suplay sebesar +5V. Pemberian ground, dan rangkaian krystal osilator pin 12-13 yang berfungsi untuk menghasilkan sinyal dengan tingkat kestabilan frekuensi yang sangat tinggi yang terdiri dari krystal 16Mhz dan 2 kapasitor yang bernilai 22pF yang disusun secara seri



Gambar 39 Rangkaian Mikrokontroler

Tabel 10 Komponen Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Mikrokontroler ATMega 32	-	1
2	Kapasitor	22pF	2
		100μF	1
		10μF	1
3	Cristal Extar	-	1
4	Resistor	33 KΩ	1
5	Regulator	7805	1
6	Push button	-	1



### **3.5 Perencanaan Pembuatan Modul**

Pada pembuatan modul ini penulis melalui serangkaian tahapan, yaitu dengan diawali merancang rangkaian dari gabungan per blok, kemudian dirancang gambar rangkaian keseluruhan, kemudian dilanjutkan dengan mencoba untuk merangkai gabungan antara per bloknya dan diamati hasilnya setelah yakin berhasil baru dibuat pada papan PCB. Pada pembuatan rangkaian tersebut, ada beberapatahapan yang harus dilalui penulis, antara lain.

#### **3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan**

Sebelum memulai pada pembuatan modul, terlebih dahulu penulis mempersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan. Adapun alat penunjang yang diperlukan adalah :

- a. Project Board
- b. Tool Set
- c. Alat ukur, seperti multimeter
- d. Bor PCB
- e. Larutan  $FeCl$
- f. PCB polos
- g. Solder dan timah

#### **3.5.2 Langkah-langkah pembuatan modul**

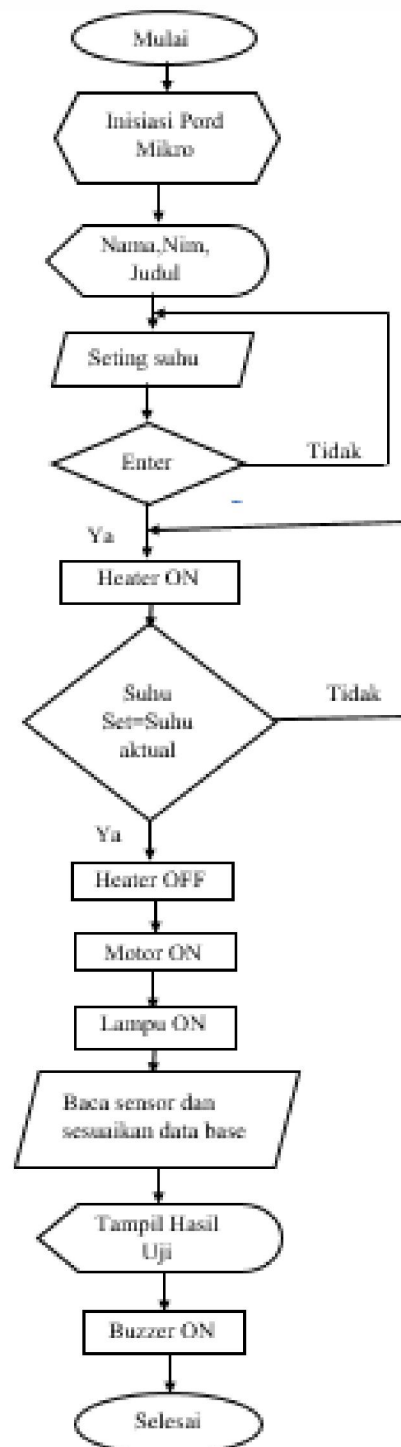
- a. Mempersiapkan gambar skematiknya.

- b. Menentukan komponen elektronik yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang pada bagian luar casing, seperti display, tombol push button, dan tempat titik pengukuran (TP).
- d. Memastikan tiap titik memiliki hubungan tersendiri untuk dilakukan penyolderan komponen.
- e. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.

### 3.5.3 Pembuatan Papan Rangkaian (PCB)

- a. Mempersiapkan papan skematik.
- b. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubung singkat.
- c. Merancang *layout* rangkaian yang akan digunakan, dalam hal ini dibantu oleh komputer melalui program PCB Designer.
- d. Hasil *layout* kemudian dicetak di atas kertas kemudian dibuat ke dalam film sablon.
- e. Setelah hasil sablon telah jadi, kemudian melubangi PCB tersebut dengan bor PCB sesuai dengan letak *pin* komponen yang telah dibuat.
- f. Melarutkan PCB yang telah di *layout* dengan bantuan  $\text{FeCl}_3$  dan air panas.
- g. Selanjutnya memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan PCB

### 3.6 Flow Chart



Gambar 40. Flow Chart

## **BAB IV**

### **PENGUKURAN DAN PENDATAAN**

#### **4.1 Pengertian**

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara perkiraan nilai menurut teori dan hasil pengukuran langsung pada titik – titik pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel untuk mempermudah analisa data.

#### **4.2 Persiapan Alat**

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

a. **Multimeter Digital**

Merek : SANWA

Model : CD 800a

Buatan : China

### 4.3 Metode Pengukuran

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

Pendataan nilai tegangan ini ditentukan untuk mengetahui besarnya tegangan output dari alat. Pengambilan data menggunakan multimeter.

Adapun titik-titik pengukuran pada Alat Glukosa Non-Invasive ini adalah sebagai berikut :

1. Titik pengukuran 1 (TP1) yaitu untuk mengetahui besaran tegangan keluaran dari IC regulator LM7812 yang ada pada rangkaian power supply.
2. Titik pengukuran 2 (TP2) yaitu untuk mengetahui besarnya tegangan keluaran dari IC regulator LM7805 yang ada pada rangkaian power supply dimikro.
3. Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu untuk mengetahui besaran keluaran dari kaki kolektor yang ada pada rangkaian buzzer.
4. Titik pengukuran 4 (TP4) yaitu untuk mengetahui keluaran sensor TCS 3200.
5. Titik pengukuran 5 (TP5) yaitu untuk mengetahui keluaran dari MOC3021 pada rangkaian heater.
6. Titik pengukuran 6 (TP 6) yaitu untuk mengetahui keluaran dari triac BTA 12A pada rangkaian heater.



7. Titik pengukuran 7 (TP 7) yaitu untuk mengetahui keluaran dari IC L293 yang ada pada rangkaian driver motor.
8. Titik pengukuran 8 (TP 8) yaitu untuk mengetahui keluaran dari kaki transistor pada rangkaian driver motor.


#### 4.4 Hasil Pengukuran

Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah penulis tentukan di atas. Hasil pengukuran ini penulis menggunakan multimeter digital pada masing-masing titik yang telah ditentukan sebagai berikut ini:

Setelah dilakukan pengukuran pada TP1, didapatkan hasil sebagai berikut:


##### a. Pengukuran TP 1

Tabel 11 Titik Pengukuran IC LM7812

Gambar	Hasil	Keterangan
	11,94 Volt	Output LM7812


## b. Pengukuran TP 2

Tabel 12 Titik Pengukuran IC LM7805

Gambar	Hasil	Keterangan
 A digital multimeter with a black face and yellow buttons. The LCD screen displays '05.06' with a 'V' symbol at the bottom right. Above the display, 'CD800a' and '4000 Count' are visible. Below the display, there are five yellow buttons labeled 'SELECT RANGE', 'ΔREL', 'HOLD', and two partially visible buttons. A rotary switch at the bottom is set to 'V=V'.	5,06Volt	Output LM7805


## c. Pengukuran TP 3

Tabel 13 Titik Pengukuran Buzzer

Gambar	Hasil	Keterangan
 A digital multimeter with a black face and yellow buttons. The LCD screen displays '0.684' with a 'V' symbol at the bottom right. Above the display, 'CD800a' and '4000 Count' are visible. Below the display, there are five yellow buttons labeled 'SELECT RANGE', 'ΔREL', 'HOLD', and two partially visible buttons. A rotary switch at the bottom is set to 'V=V'.	0,684V	Output bizzzer pada saat on


## d. Pengukuran TP 4

Tabel 14 Titik Pengukuran Sensor TCS pada Saat Warna Biru

Gambar	Hasil	Keterangan
	0,586 KHZ	Output sensor TCS 3200 pada saat warna Biru


## e. Pengukuran TP 4.1

Tabel 15 Titik Pengukuran Sensor TSC pada Saat Warna Merah

Gambar	Hasil	Keterangan
	0,672 KHZ	Output sensor warna TSC3200 pada saat warna merah


## f. Pengukuran TP 4.2

Tabel 16 Titik Pengukuran Sensor TSC pada Saat Warna Hijau

Gambar	Hasil	Keterangan
	0,567 KHZ	Output sensor warna TSC3200 pada saat warna hijau


## g. Pengukuran TP 5

Tabel 17 Titik Pengukuran MOC3021

Gambar	Hasil	Keterangan
	4,93 V	Output MOC3021 pada rangkaian heater saat posisi on


## h. Pengukuran TP 6

Tabel 18 Titik Pengukuran Triac

Gambar	Hasil	Keterangan
	0,628V AC	Output Triac pada rangkaian heater saat posisi on

## i. Pengukuran TP 7


Tabel 19 Titik Pengukuran IC L293

Gambar	Hasil	Keterangan
	5,02 V	Output IC L293



## j. Pengukuran TP 8

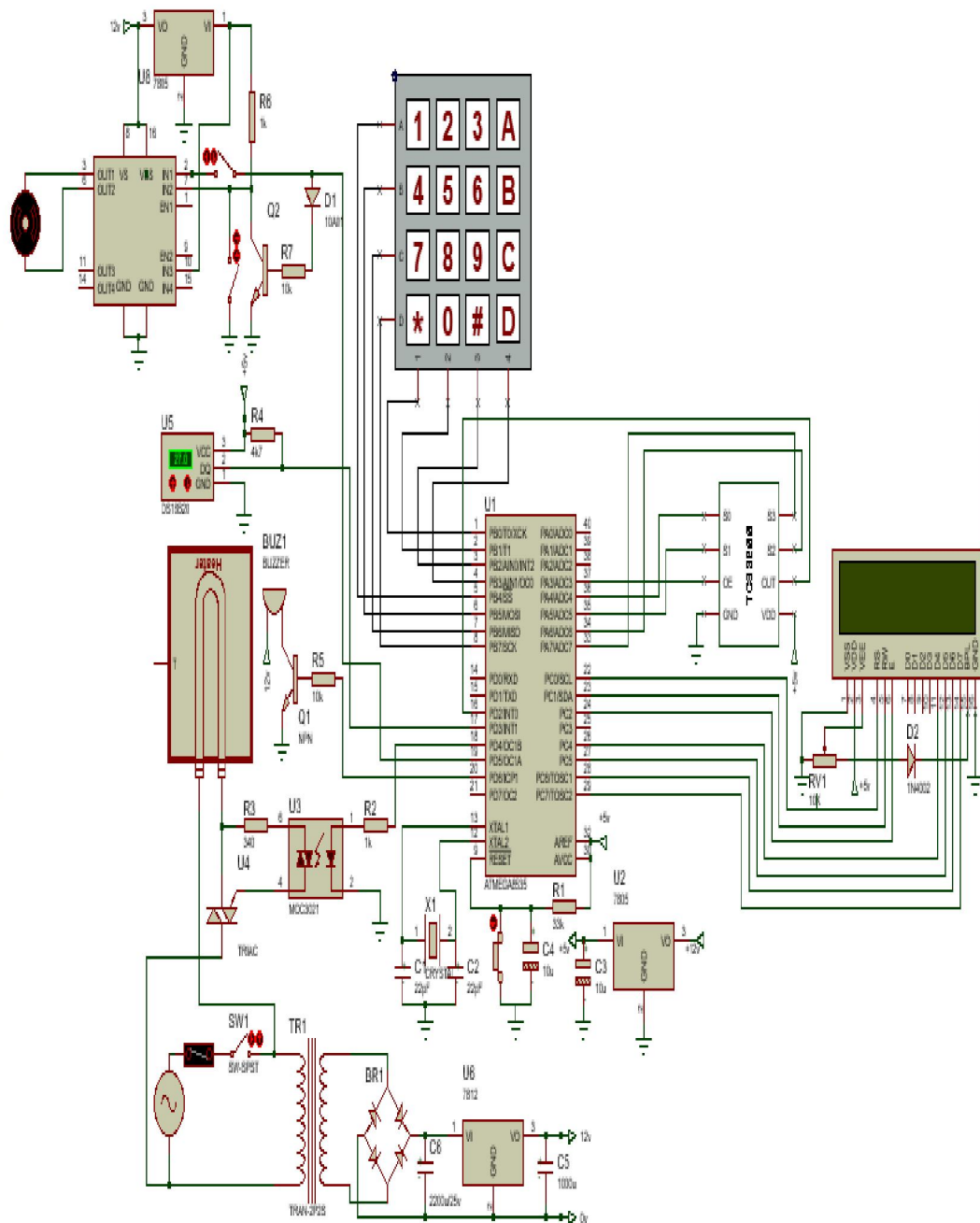
Tabel 20 Titik Pengukuran Transistor

Gambar	Hasil	Keterangan
	0,684 V	Output kaki transistor pada rangkaian motor pada posisi sensor diatas gelas

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 41 Rangkaian Keseluruhan

## 5.2 Cara Kerja

Power saplai akan menyaplai tegangan pada setiap rangkaian, kecuali *heater* yang disaplai langsung dari jala-jala PLN. Siapkan sampel yang sudah dicampur dengan larutan *benedict*. Kemudian tekan tombol *ON/OFF* untuk menghidupkan alat. Lalu masukkan sampel kedalam tempat sampel dan *setting* suhu kemudian *enter*. Jika sudah mencapai suhu *setting* maka *heater* akan berhenti bekerja, dan sensor warna TCS 3200 bisa mendeteksi warna dari sampel yang berupa frekuensi yang akan diolah oleh IC mikrokontroller ATmega 32 untuk ditampilkan pada LCD.

## 5.3 Analisa Data

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

Adapun analisa data untuk masing-masing TP adalah sebagai berikut:

### 1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

TP1 adalah output dari IC regulator 7812 pada rangkaian power supply yang digunakan sebagai sumber tegangan. Secara teori keluaran IC regulator 7812 adalah tegangan DC dengan minimal keluaran sebesar 11,5 Volt, nilai tipikal 12 Volt, dan nilai maksimal sebesar 12,5 Volt. Diketahui hasil pengukuran TP1 adalah sebesar 11,94 Volt, maka hasil pengukuran masih

sesuai jika dilihat dari *datasheet* yang memiliki *range* dari 11,5 Volt – 12,5 Volt.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

TP2 adalah output dari IC regulator 7805 pada rangkaian power supply yang digunakan sebagai sumber tegangan yang masuk ke mikrokontroler. Secara teori keluaran IC regulator 7805 adalah tegangan DC dengan minimal keluaran sebesar 4,8 Volt, nilai tipikal 5 Volt dan nilai maksimal sebesar 5,2 Volt. Diketahui hasil pengukuran TP2 adalah sebesar 5,06 Volt, maka hasil pengukuran masih sesuai, jika dilihat dari *datasheet* yang memiliki *range* dari 4,8 Volt – 5,2 Volt. karena belum melebihi batas maksimal kesalahan yaitu 5%.

3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

TP3 adalah output dari kaki basis yang ada pada rangkaian buzzer. Diketahui hasil pengukuran TP3 adalah sebesar 0,684 Volt, maka hasil pengukuran masih sesuai jika dilihat dari *datasheet* yaitu sebesar 0,7Volt sampai 1 Volt.

4. Titik Pengukuran 4 (TP4)

TP4. adalah output dari sensor TSC3200 pada saat sensor berada diatas sampel dan membaca warna biru. Diketahui hasil pengukuran TP4. adalah sebesar 0,586 KHz, maka hasil pengukuran masih sesuai jika dilihat dari *datasheet* yaitu minimal 3 Hz dan maksimal 12 KHz.

5. Titik Pengukuran 4 (TP4.1)

TP4.1 adalah output dari sensor TSC3200 pada saat sensor berada diatas sampel dan membaca warna merah. Diketahui hasil pengukuran TP4.1 adalah sebesar 0,672 KHz, maka hasil pengukuran masig sesuai jika dilihat dari *datasheet* yaitu minimal 3 KHz dan maksimal 10 KHz.

6. Titik Pengukuran 4 (TP4.2)

TP4.1 adalah output dari sensor TSC3200 pada saat sensor berada diatas sampel dan membaca warna hijau. Diketahui hasil pengukuran TP4.2 adalah sebesar 0,567 KHz, maka hasil pengukuran masig sesuai jika dilihat dari *datasheet* yaitu minimal 3 KHz dan maksimal 10 KHz.

7. Titik pengukuran5 (TP5)

TP5 adalah output dari MOC yang ada pada rangkaian driver heater. Diketahui hasil pengukuran TP5 adalah sebesar 4,93 Volt, maka hasil pengukuran masig sesuai jika dilihat dari *datasheet* yang memiliki *range* 1,4 Volt sampai 3 Volt. Presentasi kesalahanya sebesar -0,64%.

8. Titik Pengukuran6 (TP6)

TP6 adalah output dari triac BTA 12A yang ada pada rangkaian heater. Diketahui hasil pengukuran TP6 adalah sebesar 0,628 Volt AC, maka hasil pengukuran masig sesuai jika dilihat dari *datasheet* yang memiliki *range* 0,2Volt AC sampai 1,3 Volt AC.

9. Titik Pengukuran7 (TP7)



TP7 adalah output dari IC L293 yang ada pada rangkaian driver motor. Secara teori keluaran IC L293 adalah 5,75 Volt. Diketahui hasil pengukuran TP7 adalah sebesar 5,02 Volt, maka hasil pengukuran masih sesuai jika dilihat dari *datasheet* yaitu sebesar 7 Volt.

10. Titik Pengukuran 8 (TP8)

TP8 adalah output dari kaki transistor yang ada pada rangkaian driver motor. Diketahui hasil pengukuran TP8 adalah sebesar 0,684 Volt, maka hasil pengukuran masih sesuai jika dilihat dari *datasheet* yang memiliki *range* 0,7 Volt sampai 1 Volt.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan seluruh tahap mulai dari perancangan, pembuatan modul, pengukuran serta analisis, hingga terwujudnya alat *Glukosatest Non-invasive* maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat *Glukosatest Non-invasive* dapat dibuat dengan baik oleh penulis.
2. *Glukosatest Non-invasive* merupakan suatu alat untuk mengetahui kadar gula dalam darah melalui warna urine.
3. Pemanasan menggunakan *heater* dan dilengkapi dengan *setting* suhu.
4. Setelah suhu sesuai dengan *setting* maka *heater* akan berhenti dan sensor warna akan langsung membaca warna sampel.
5. *Range* diabetes militus dari hasil pembacaan warna sampel ini anatara lain:

Hasil	Warna	Range Guladarah
Negatif(-)	Biru	Rendah 50 – 79 mg/dl
Positif 1 (+1)	Hijau kekuningan dan agak keruh	Normal sebelum makan 80 – 100 mg/dl
Positif 2 (+2)	Kuning	Normal setelah makan 101-179 mg/dl

Positif 3 (+3)	Jingga	Diabetes 180 – 27 mg/dl
----------------	--------	----------------------------

### Saran

Secara umum, alat ini sudah bekerja dengan baik. Namun perlu dilakukan pengembangan untuk memaksimalkan fungsi alat yaitu dengan menambahkan :

1. Alat ini dapat ditambahkan aksesoris berupa audio sebagai via suara.
2. Alat ini bisa di tambah tampilan warna dengan nilai persentasi gula darah sesuai warna urine
3. Penambahan *fan* agar suhu pada saat selesai pembacaan bisa cepat turun

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.scribd.com/document/341352671/DASAR-TEORI-Glukosa-Darah>. 27 April 2018
- [2] <https://doktersehat.com/diabetes/>. Anatomi dan Fisiologi manusia, Setiadi 2007 GRAHA ILMU. 8 Mei 2018
- [3] Anatomi Fisiologi untuk mahasiswa Keperawatan Edisi 3. Drs.H.Syaifuddin.Amk. 2006 EGC. 12 Mei 2018
- [4] Anatomi dan Fisiologi manusia, Setiadi 2007 GRAHA ILMU. 12 Mei 2018
- [5] Anatomi Fisiologi untuk mahasiswa Keperawatan Edisi 3. Drs.H.Syaifuddin.Amk. 2006 EGC. 12 Mei 2018
- [6] <http://medlab.id/reagen-benedict/> 22 Mei 2018
- [7] R. Blocher,Dasar Ekektronika, Yogyakarta:ANDI,2003. 3 Juni 2018
- [8] <https://id.wikipedia.org/wiki/Penyearah>. 15 Juni 2018
- [9] Trafo Jago Elektronika Rangkaian Sistem otomatis, Penulis: Franky Chandra & Arifianto. Penerbit PT Kawan Pusaka,2010. 30 Juni 2018
- [10] <https://indrahajra.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/>. 6 Juli 2018
- [11] Robert L. Shrader, 1991. Komunikasi Elektronika Edisi kelima Jilid 1, Jakarta Erlangga.
- [12] [www.lselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html](http://www.lselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html). 13 Juli 2018
- [13] <http://eprints.polsri.ac.id/175/3/BAB%20II.pdf>. TCS3200. 15 Juli 2018

- [14] Utomo, Bayu, dan Himma Firdaus. 2013. *Karakteristik Sensor Suhu Digital DS18B20 : Kenaikan Suhu dan Target Suhu*. Jakarta. LIPI Press.
- [15] Budiharto, Mikrokontroler AVR, Media Komputindo, 2008. 17 Juli 2018
- [16] John, 2011
- [17] Reza (2011)
- [18] (World Health Organization, 2011)
- [19] Walter Ames Compton (larutan *benedict*) dan Ernest Adam (*urine strip*)





A large, faint, circular watermark is centered on the page. It features a shield-like emblem in the center with a crown on top and vertical lines below. The text "UWHS" is arched across the top of the circle, and "PERPUSTAKAAN" is arched across the bottom.

# **LAMPIRAN**