

GLUKOSATEST NON INVANSIVE

Karya Tulis Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat

dalam Menempuh Program Pendidikan

Diploma III Teknik Elektromedik



Oleh :

KANISIUS DOMINGGUS KILO

15.04.034

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

SEMARANG

2018



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : GLUKOSATEST NON INVANSIVE

NAMA : KANISIUS DOMINGGUS KILO

NIM 15040034

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, 6 September 2018

Kanisius Dominggus Kilo

Penulis



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : GLUKOSATEST NON INVANSIVE

NAMA : KANISIUS DOMINGGUS KILO

NIM 1504034

Karya Tulis ini telah di setuju untuk di pertahankan di hadapan pengujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang

Menyetujui:

Pembimbing

(BASUKI RAHMAT. MT)



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

Judul : GLUKOSATEST NON-INVANSIVE

Nama : KANISIUS DOMINGGUS KILO

NIM : 15.04.034

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 Kamis tanggal 6 bulan September tahun 2018

Dewan Penguji :

Anggota I

Anggota II

Agus Supriyanto, ST

Basuki Rahmat, M.T.

NIDN. -

NIDN.O622057504

Ka Prodi DIII TEM

Ketua Penguji

Basuki Rahmat, MT

Mulyono, M.Kom

NIDN.O622057504

NIDN.0609088103

ABSTRAK

Bagi pasien diabetes, pengontrolan gula darah merupakan hal penting yang harus selalu dilakukan. Saat ini praktek untuk pendiagnosaan 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.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan alat ukur gula darah non-invasive, yaitu alat yang dapat mengukur kadar gula darah tanpa harus menguji dan memeriksa darah secara langsung tetapi menggunakan urine sebagai spesimen berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan sistem sensor TCS 3200. Alat iniberkerja 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 pengjian dan pengukuran dapat dilihat bahwa alat ini dapat digunakan untuk mengukur kadar gula darah dengan presentase kesalahan sebesar 10 % untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka hasil campuran urine dan benedict harus dipanaskan selama 60 detik.

Kata kunci : urine, benedict, gula darah, sensor TCS 3200, non-invasive.

ABSTRACT

For diabetic patients, blood sugar control is an important thing that should always be done. Currently the practice for the diagnosis of diabetes depends on monitoring glucose on blood. Patients should stab their fingers or arms to take blood samples. Many reports of infections result from injection. Case of Infection because people with Diabetes Militus can't produce insulin in the body.

This research was conducted to produce non-invasive blood sugar measuring instrument, which is a instrument that can measure blood glucose level without measurement and direct use by using urine as ATmega 8535 microcontroller based specimen using TCS 3200 system sensor. This instrument works by sensing the turbidity level of the specimen urine that has been reacted with benedict solution. Turbidity of the urine specimen will lead to the sensor received by the reduced color sensor. One of the ways used by the sensor system.

After the examination and pengukuran can be done with a percentage of error of 10% to get maximum results mixed makahasil urine and benedict must be heated for 60 seconds.

Keywords: urine, benedict, blood sugar, TCS 3200 sensor, non-invasive

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan penyertaan-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. Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan berkatnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua Orang tua yang telah mendukung pendidikan saya selama berada di STIKES Widya Husada Semarang baik dari segi moral maupun material.
3. Ibu Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg. MM, Ketua STIKES Widya Husada Semarang.
4. Bapak Basuki Rahmat 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 perantauan NTT, khususnya Jurusan D3 Elektromedik angkatan 2015 yang selalu memberi motivasi dan selalu bersama sejak awal kuliah hingga akhir kuliah.
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, 6 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS.....	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABLE.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Definisi Istilah	3
BAB II.....	5
TEORI DASAR	5
2.1. Gula Darah	5
2.1.1. Teori Diabetes Melitus.....	6
2.1.2. Ginjal.....	7
2.1.3. Pengertian Urine.....	9
2.1.4. Proses Pembentukan Urine	10
2.1.5. Pengertian Benedict	11
2.2. Pengertian Resistor.....	14

2.2.1. Jenis – jenis Resistor.....	15
2.2.2. Pembacaan Nilai Resistor.....	16
2.3. Kapasitor.....	18
2.3.1 Jenis – Jenis Kapasitor.....	18
2.3.2 Fungsi Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika.....	22
2.4. Transistor.....	23
2.4.1. Jenis Transistor.....	23
2.4.2. Transistor Sebagai Saklar.....	25
2.5. Dioda.....	25
2.6. Transformator.....	30
2.7. Buzzer.....	34
2.8. Push Button.....	34
2.9. Baterai.....	35
2.10. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>).....	36
2.11. Sensor TCS 3200.....	37
2.11.1. Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS3200.....	38
2.11.2. Karakteristik Sensor warna TCS3200.....	38
2.11.1. Prinsip Kerja Sensor Warna TCS3200.....	39
2.12. Mikrokontroler ATmega 8535.....	40
2.12.1. Peta Memori Program.....	42
2.12.2. Port I/O.....	43
BAB III.....	47
PERENCANAAN.....	47
3.1 Spesifikasi Alat.....	48
3.2 Blok Diagram Alat Glukosa Non Intensive.....	48
3.3 Cara Kerja Blok Diagram.....	50

3.4	Perencanaan Komponen dan Rangkaian	50
3.4.1	Rangkaian Power Supply dan Baterai.....	51
3.4.2	Rangkaian LCD.....	54
3.4.3	Rangkaian Sensor.....	55
3.4.4	Rangkaian Buzzer	55
3.4.5	Rangkaian ATmega 8535	56
3.5	Perencanaan Pembuatan Modul	58
3.5.1	Persiapan Alat dan Bahan	58
3.5.2	Langkah-langkah pembuatan modul	58
3.5.3	Pembuatan Papan Rangkaian (PCB).....	59
3.6	Perencanaan Casing.....	60
3.7	Flow Chart.....	61
BAB IV		62
PENGUKURAN DAN PENDATAAN.....		62
4.1	Pengertian.....	62
4.2	Persiapan Alat.....	62
4.3	Metode Pengukuran.....	63
4.4	Hasil Pengukuran.....	64
BAB V.....		66
PEMBAHASAN		66
5.1	Rangkaian Keseluruhan.....	66
5.2	Cara Kerja.....	66
5.3	Analisa Data	67
BAB VI.....		70
PENUTUP.....		70

6.1 Kesimpulan.....	70
6.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tingkat kadar monosakarida dan gula saat uji benedict.....	12
Gambar 2 Hasil Uji Benedict	14
Gambar 3 Perhitungan resistor dengan 4 gelang warna.....	17
Gambar 4 Perhitungan resistordengan 5 gelang warna.....	17
Gambar 5 Kapasitor Nilai Tetap	19
Gambar 6 Kapasitor Keramik	20
Gambar 7 Kapasitor Polyester	20
Gambar 8 Kapasitor Elektrolit	21
Gambar 9 Transistor NPN.....	23
Gambar 10 Transistor PNP	24
Gambar 11 Simbol dan Bentuk Dioda	26
Gambar 12 Penyearah Setengah Gelombang.....	27
Gambar 13 Penyearah Gelombang Penuh 2 dioda.....	28
Gambar 14 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda.....	29
Gambar 15 Bentuk dan Simbol Diode	30
Gambar 16 Skema Rangkaian Percobaan Faraday	31
Gambar 17 Bentuk fisik Buzzer.....	34
Gambar 18 Bentuk fisik Push Button	35
Gambar 19 Bentuk fisik Baterai Litium.....	36
Gambar 20 Bentuk fisik LCD	37
Gambar 21 Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS 3200.....	38
Gambar 22 Bentuk Fisik Mikrokontroler.....	45
Gambar 23 Blok Diagram Alat Glukosa Nn Invansive	48
Gambar 24 Rangkaian Power Supply	52
Gambar 25 Rangkaian LCD.....	54
Gambar 26 Rankaian Sensor TCS 3200.....	55
Gambar 27 Rangkaian Buzzer	55
Gambar 28 Rangkaian Mikrokontroler	57

Gambar 29 Casing Alat dari sisi Depan & Belakang.....	60
Gambar 30 Flow Chart.....	61
Gambar 31 Rangkaian Keseluruhan.....	66



DAFTAR TABLE

Tabel 1 Warna Resistor	16
Tabel 2 Mode pemilihan photo dioda pembaca warna	40
Tabel 3 Daftar Komponen Power Supply	53
Tabel 4 Daftar Komponen LCD.....	54
Tabel 5 Daftar Komponen Sensor.....	55
Tabel 6 Komponen Buzzer.....	56
Tabel 7 Komponen Mikrokontroler	57
Tabel 8 Ttiki Pengukuran pada Transformator	64
Tabel 9 Titik Pengukuran pada Diode	64
Tabel 10 Titik pengukuran pada IC LM317	65
Tabel 11 Titik Pengukuran Sensor TCS 3200.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang terutama di dunia kesehatan, hal tersebut sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dengan tersedianya berbagai macam fasilitas berteknologi untuk mempermudah dan mencapai hasil yang maksimal dalam pelayanan kesehatan yang ada dalam rumah sakit.

Banyaknya para penderita diabetes di seluruh dunia yang diderita bukan hanya oleh orang dewasa namun juga anak-anak kecil mengakibatkan dibutuhkan alat ukur kadar glukosa darah untuk memantau intensitas glukosa dalam darah. Kadar glukosa darah yang terdapat dalam tubuh ini akan dapat menyebabkan kematian jika kadarnya di dalam darah berjumlah sangat banyak yang dapat menyebabkan pembusukan.

Alat uji gula darah merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui kadar gula dalam darah seseorang. Alat gula darah ini biasanya digunakan sebagai self-monitoring kadar gula dalam darah oleh pasien nondiabetes atau diabetes. Diabetes merupakan salah satu penyakit tertua pada manusia dan dikenal dengan kencing manis. Nama lengkapnya adalah diabetes militus, berasal dari kata Yunani. Menurut WHO, definisi diabetes militus didasarkan pada pengukuran kadar glukosa dalam darah. Angka kejadian penderita diabetes militus (DM) di Indonesia menurut perkiraan diabetes internasional (WHO perspective) pada

tahun 2000 sekitar 8,4 juta (1,9%) penderita DM, angka ini akan meningkat terus dimana tahun 2030 diperkirakan mencapai 21,3 juta (2,8%) menderita diabetes militus. Pengujian kadar gula dalam darah saat ini masih menggunakan invansive darah pasien diambil dengan menggunakan jarum suntik.. Hal ini merupakan salah satu penyebab dari beberapa pasien enggan untuk melakukan gula darah. Selain itu, hasil pengujian tersebut memerlukan waktu yang cukup lama (± 2 jam). Analisa yang dilakukan pada suatu pengecekan secara dini bertujuan untuk menghindari kebutaan dan angka kematian akibat penyakit diabetes militus ini.

Dengan latar belakang tersebut diatas maka dilakukan penelitian untuk membuat, membahas, menganalisa kemudian menyusun sebagai karya tulis dengan judul “ **GLUKOSATEST NON-INVANSIVE**”

1.2. Tujuan

Tujuan penyusunan karya tulis ini antara lain :

- a) Terwujudnya karya tulis yang dapat menjadi tambahan wawasan secara khusus bagi mahasiswa Prodi DIII Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang dan secara umum bagi profesi teknik elektromedik.
- b) Membuat alat Glukosatest Non-invasive yang dapat mengukur kadar gula darah dengan menggunakan urine sebagai sample.
- c) Membuat alat Glukosa Non Invansive secara portable dengan menggunakan baterai litium.

- d) Membuat alat Glukosa Non Invasive dengan menggunakan lampu spiritus untuk pembakaran sampel urine.

1.3. 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.

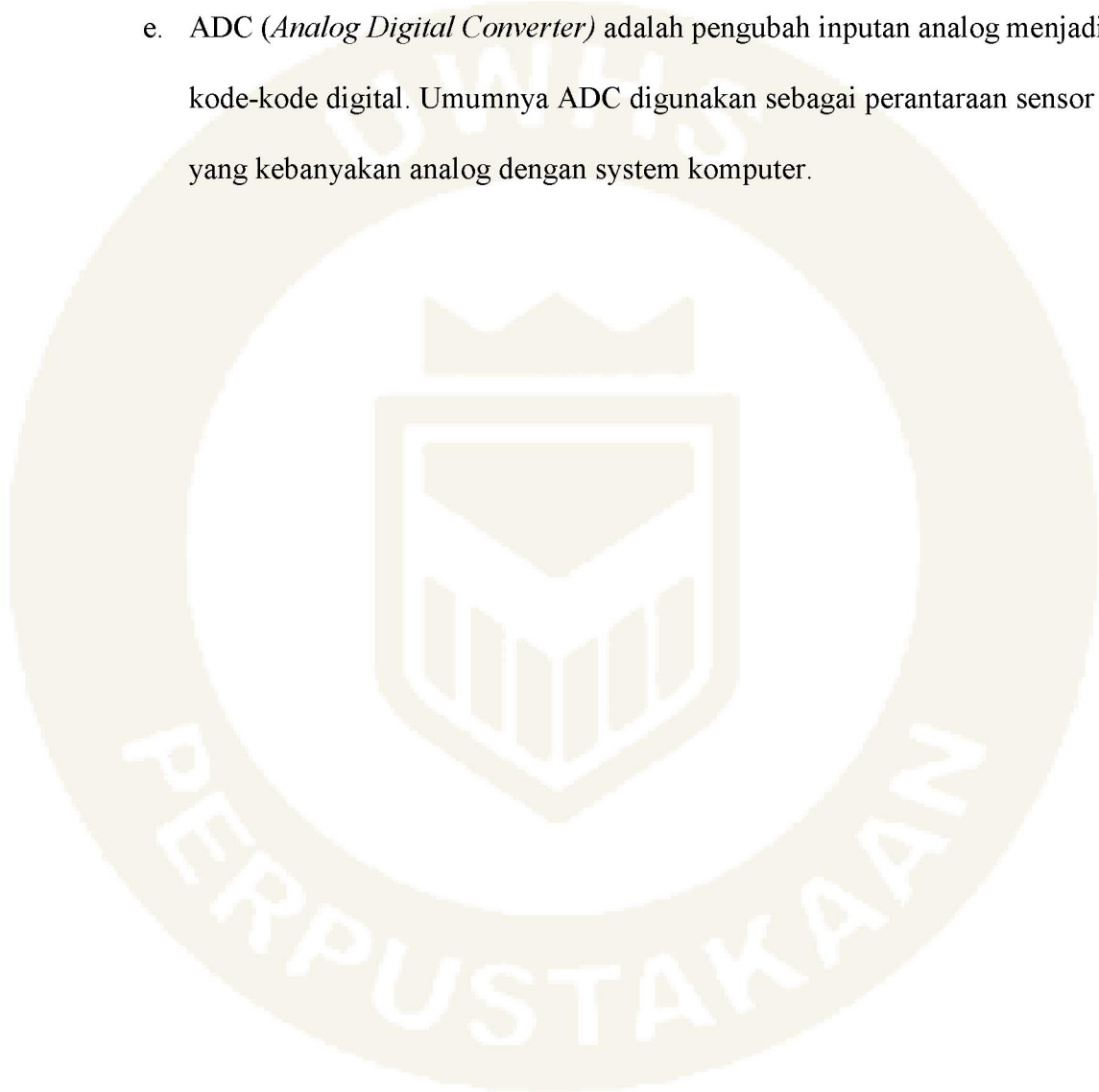
1.4. Definisi Istilah

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 energy 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 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^[1]

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 melitus 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 mg persen. Akibatnya sering disebutkan bahwa “ambang” darah untuk timbulnya glukosa di dalam urine sekitar 180 mg persen.^[2]

2.1.2. Ginjal

Ginjal suatu kelenjar yang terletak dibagian belakang kavum abdominalis di belakang peritonium pada kedua sisi vetebra 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 dan 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[3]

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 dimasukkan. Banyaknya bertambah pula bila terlampaui banyak protein dimakan, sehingga tersedia cukup cairan yang diperlukan untuk melarutkan ureanya. Warnanya bening oranye pucat tanpa endapan, tetapi adakalanya jujot lendir tipis tampak terapung di dalamnya.^[4]

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.^[5]

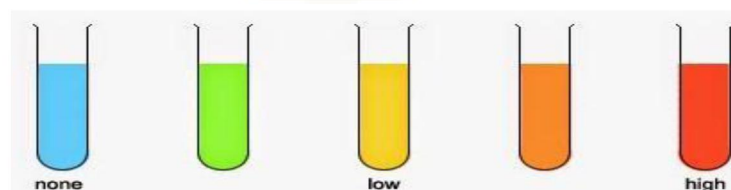
2.1.5. Pengertian Benedict

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 karena 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.^[6]



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 5 ml reagen benedict ke dalam tabung reaksi.
2. Tambahkan dengan 8 tetes bahan yang akan diuji.
3. Panaskan dalam air mendidih selama 5 menit atau diatas api dengan menggunakan lampu spiritus selama 2 menit.
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 (0,5-1% glukosa).
- c. +2 (positif 2) : kuning keruh (1-1,5%).
- d. +3 (positif 3) : jingga atau warna lumpur keruh (-3,5% glukosa.)
- e. +4 (positif 4) : merah keruh (lebih dari3,5% glukosa).

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 di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). 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 Ω .
- b. 1 Mega Ohm ($M\Omega$) = 1.000.000 Ω .

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.

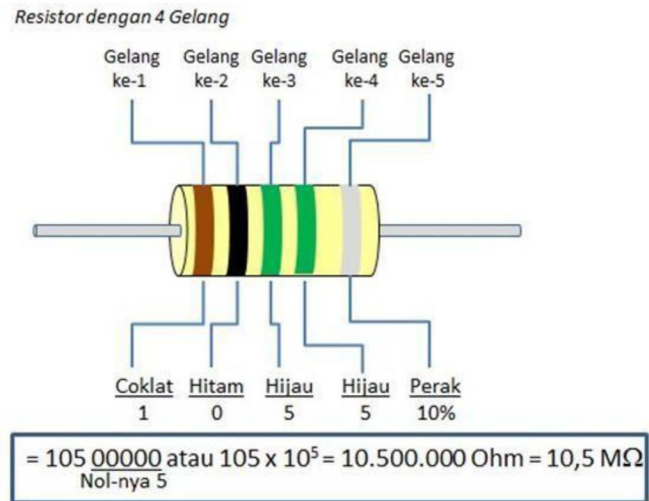
- d. LDR (Light Dependent Resistor) adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap, nilai tahanannya semakin besar, sedangkan bila cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil.

2.2.2. Pembacaan Nilai Resistor

Tabel 1 Warna Resistor

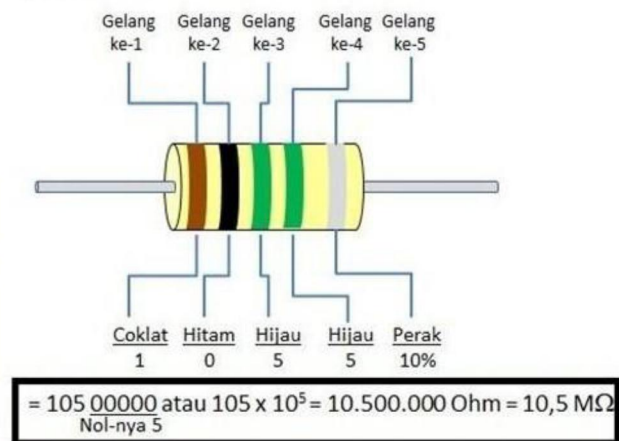
KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4
HITAM	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	10^1	-
MERAH	2	2	10^2	-
ORANGE	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	10^4	-
HIJAU	5	5	10^5	-
BIRU	6	6	10^6	-
UNGU	7	7	10^7	-
ABU-ABU	8	8	10^8	-
PUTIH	9	9	10^9	-
EMAS	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	10^{-2}	10 %
Tak Berwarna	-	-	-	20 %

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.






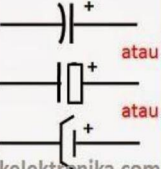


Konversi satuan Farad adalah sebagai berikut ;

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



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 (μF) 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 selebar 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

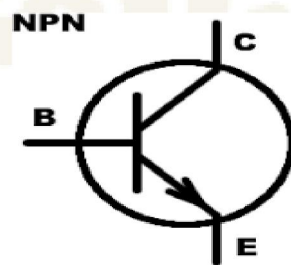
Transistor merupakan komponen aktif elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor yang terdiri dari tiga terminal yaitu basis, kolektor, dan emitor. Terminal basis berfungsi mengendalikan arus listrik yang mengalir dari kolektor ke emitor, terminal kolektor berfungsi sebagai pengumpul elektron,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

2.4.1. Jenis Transistor

Berdasarkan jenis transistor, transistor dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu NPN dan PNP :

a. Transistor NPN

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

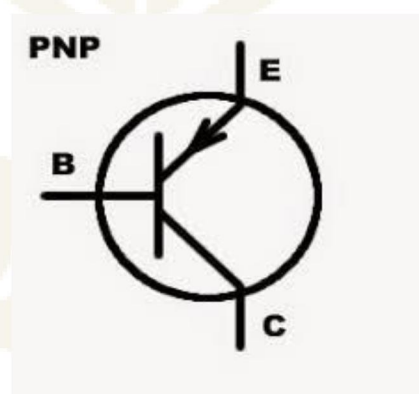


Gambar 9 Transistor NPN

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 ke dalam 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 dapat diaplikasikan sebagai saklar, jika beroperasi pada keadaan *cutt off* maka transistor identik dengan saklar terbuka, sedangkan transistor pada keadaan saturasi identik dengan saklar tertutup. Transistor sebagai saklar terbuka apabila basis mendapat tegangan $< 0,7$ Volt.

1. Operasi transistor NPN pada kondisi *Cutt off*

Operasi pada transistor jenis NPN, apabila basis lebih negatif dari emiter maka arus tidak akan mengalir dari kolektor menuju ke emiter. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah *cutt off* dan dapat dianggap sebagai saklar terbuka.

2. Operasi pada transistor NPN pada kondisi saturasi









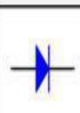

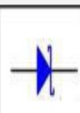

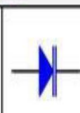
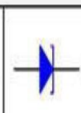
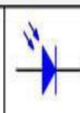
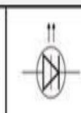
Operasi pada transistor jenis NPN, apa bila dioda basis, emitor dan dioda basis kolektor mendapat bias maju, maka arus dapat mengalir dari kolektor ke emitor. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah saturasi dan tegangan antara kolektor dengan emitor (V_{cc}) dapat dianggap nol. Dalam kondisi ini, transistor dianggap sebuah saklar tertutup.

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.^[7]

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 11 Simbol dan Bentuk Dioda

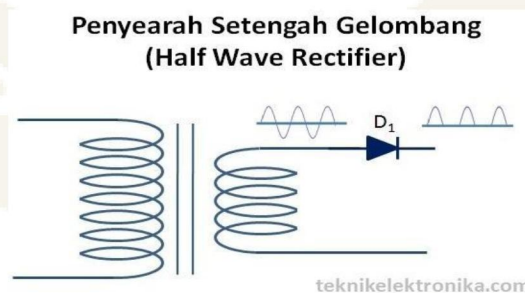
Berdasarkan fungsi Dioda, Dioda dapat dibagi menjadi beberapa jenis diantaranya adalah :

1. Dioda Penyearah (Dioda biasa atau Dioda Bridge) yang berfungsi sebagai penyearah arus AC ke arus DC.
2. Dioda Zener yang berfungsi sebagai pengamanan 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.

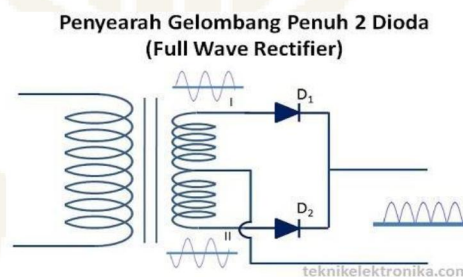


Gambar 12 Penyearah Setengah Gelombang

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

2. 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 13 Penyearah Gelombang Penuh 2 dioda

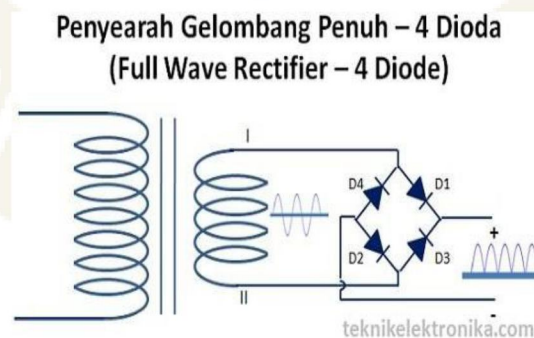
Di saat Output Transformer CT pada Terminal Pertama memberikan sinyal Positif pada D1, maka Terminal kedua pada Transformer CT akan memberikan sinyal Negatif (-) yang berbeda fasa 180° dengan Terminal Pertama. D1 yang mendapatkan sinyal Positif (+) akan berada dalam kondisi Forward Bias

(Bias Maju) dan melewati sisi sinyal Positif (+) tersebut sedangkan D2 yang mendapatkan sinyal Negatif (-) akan berada dalam kondisi Reverse Bias (Bias Terbalik) sehingga menghambat sisi sinyal Negatifnya.

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

3. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)

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



Gambar 14 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.^[8]

2.6. Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. Transformator atau trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak-balik (AC).



Gambar 15 Bentuk dan Simbol Diode

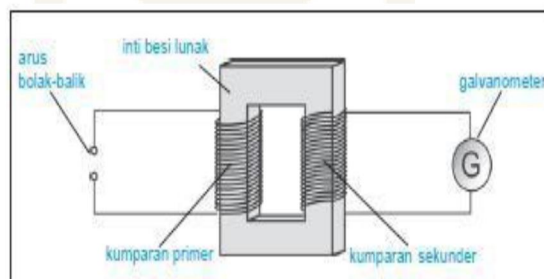
Berikut adalah jenis-jenis transformator :

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 16 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

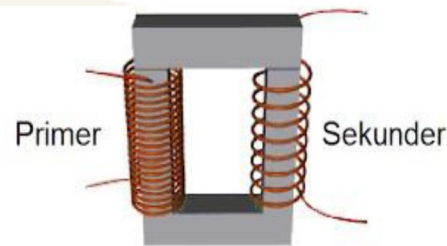
menghasilkan garis-garis ini akan menghasilkan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder. Karena arus listrik dalam rangkaian primer selalu berubah-ubah dari nol ke nilai tetapnya, garis-garis gaya magnetik gaya magnetik. Sesuai dengan kaidah tangan kanan, arus listrik yang memotong kumparan 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.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$$



keterangan :

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.

$$P_p = V_p \cdot I_p$$

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.^[9]

$$P_s = V_s \cdot I_s$$

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).^[10]



Gambar 17 Bentuk fisik Buzzer

2.8. Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik

saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 18 Bentuk fisik Push Button

2.9. Baterai

Baterai ion litium (biasa disebut Baterai Li-ion atau LIB) adalah salah satu anggota keluarga baterai isi ulang. Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang. Baterai ion litium umumnya dijumpai pada barang-barang elektronik konsumen. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik konsumen, LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara.[6] Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik. Karakteristik kimiawi, kinerja, biaya,

dan keselamatan jenis-jenis LIB cenderung bervariasi. Barang elektronik genggam biasanya memakai LIB berbasis litium kobalt oksida (LCO) yang memiliki kepadatan energi tinggi, namun juga memiliki bahaya keselamatan yang cukup terkenal, terutama ketika rusak. Litium besi fosfat (LFP), litium mangan oksida (LMO), dan litium nikel mangan kobalt oksida (NMC) memiliki kepadatan energi yang lebih rendah, tetapi hidup lebih lama dan keselamatannya lebih kuat. Bahan kimia ini banyak dipakai oleh peralatan listrik, perlengkapan medis, dan lain-lain. NMC adalah pesaing utama di industri otomotif. Litium nikel kobalt alumunium oksida (NCA) dan litium titanat (LTO) adalah desain khusus yang ditunjukkan pada kegunaan-kegunaan tertentu.^[11]



Gambar 19 Bentuk fisik Baterai Litium

2.10. 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 20 Bentuk fisik LCD

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.^[12]

2.11. Sensor TCS 3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu object benda atau warna sari

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 photodiode 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 2.1 menunjukkan bentuk fisik sensor warna TCS3200, dan skema pin sensor tersebut.

2.11.1. Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS3200



Gambar 21 Bentuk Fisik dan Skema Pin TCS 3200

2.11.2. 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 :

- a. Dengan mode supply tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS3200.

- b. 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.

2.11.1. 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.

Tabel 2 Mode pemilihan photo diode pembaca warna

S2	S3	Photo diode
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear(no filter)
1	1	Hijau

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).^[13]

2.12. Mikrokontroler ATmega 8535

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 mikrokontroler ATmega 8535 dengan sistem audio. Dengan adanya mikrokontroler 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 ATmega8535 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.

2.12.1. Peta Memori Program

Mikrokontroler AVR Atmega8535 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 Atmega8535 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 Purpose Register-GPR biasa disebut *register file* di dalam teknologi RISC)
- b. Terdapat 64 register untuk keperluan Input/Output (I/O Register)
- c. Terdapat 512 byte SRAM Internal. Selain itu terdapat pula EEPROM 512 byte sebagai memori data yang dapat di program saat beroperasi.

2.12.2. 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 sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, keadaan pin port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog 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 memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register Port B (DDRB) harus disetting Terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit Bit DDRB di isi 0 jika ingin Memfungsikan port B yang bersesuaian sebagi 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 sebagi 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 sebagi input, atau diisi 1 jika sebagai output.

Berbagai seri mikrokontroler AVR telah diproduksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat low cost dan high performance. Di Indonesia, mikrokontroler AVR banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk didapatkan, dan harganya yang relatif terjangkau. Antar seri mikrokontroler AVR memiliki beragam tipe dan fasilitas, namun kesemuanya memiliki arsitektur yang sama dan juga set instruksi yang relatif tidak berbeda

Mikrokontroler AVR sudah menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori dan bus untuk data dan program, serta sudah menerapkan single level pipelining. Selain itu mikrokontroler 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 22 Bentuk Fisik Mikrokontroler

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

- a. Pin 1 – pin 8 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog, dan SPI.
- b. Pin 9 merupakan pin yang digunakan untuk merest mikrokontroler.
- c. 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 Oscilator.
- 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.^[14]

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 Invasive

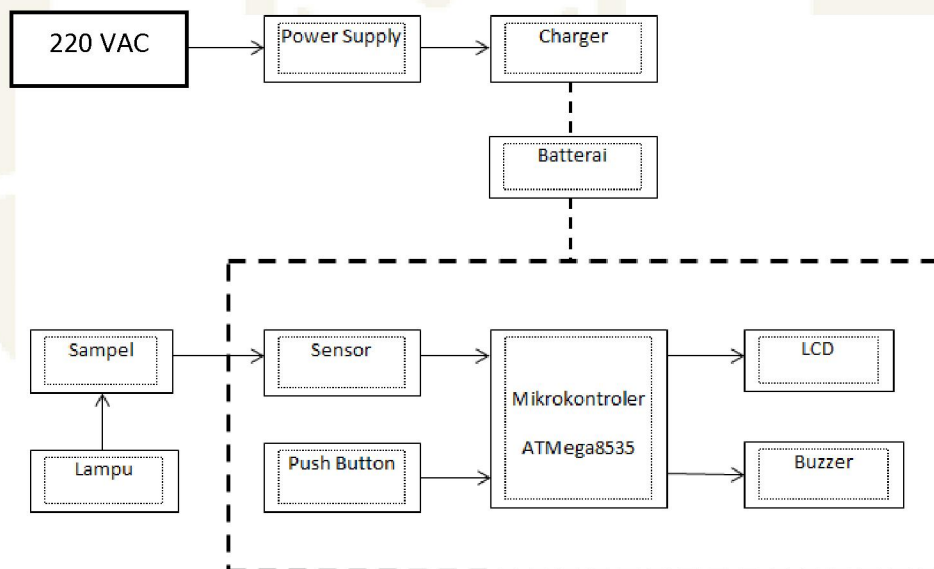
Catu Daya : 220 V AC

Ukuran : Panjang 22 cm x Lebar 16,5 cm x Tinggi 31cm

Display : 16 x 2 Karakter

Tombol : Push Button dan ON/OFF

3.2 Blok Diagram Alat Glukosa Non Intensive



Gambar 23 Blok Diagram Alat Glukosa Nn Invasive

Keterangan :

1. 220 VAC

Rangkaian ini berfungsi untuk menyupply tegangan ke rangkaian power supply.

2. Power Supply

Berfungsi untuk mengisi tegangan pada baterai.

3. Baterai

Berfungsi untuk menyupply tegangan keseluruhan blok rangkaian, dan juga untuk pemakaian alat pada tempat tertentu yang belum mendapat supply listrik.

4. Lampu Spritus

Berfungsi untuk membakar sampel urine yang sudah di campur dengan reagen benedict.

5. Sampel

Cairan urine yang sudah di campur benedict berfungsi sebagai objek yang akan di baca oleh sensor.

6. Sensor

Berfungsi untuk membaca hasil sampel urine.

7. Push Button

Berfungsi sebagai tombol start untuk memulai proses pembacaan urine oleh sensor.

8. Mikrokontroler

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

9. LCD

Berfungsi serbagai tampilan hasil dari pembacaan pada sensor dan mikrokontroler.

10. Buzzer

Berfungsi sebagai indikator bahwa alat telah selesai bekerja.

3.3 Cara Kerja Blok Diagram

Power supply akan mengisi tegangan pada baterai yang akan mensupply tegangan ke seluruh rangkaian. Lampu spiritus akan membakar sampel yang telah disiapkan, kemudian setelah selesai dibakar tekan tombol push button untuk sensor warna TCS 3200 mulai bekerja mendeteksi sampel urine tersebut. Kemudian hasil dari sensor warna TCS 3200 yang telah dideteksi akan diolah mikrokontroler ATmega8535 untuk ditampilkan pada LCD dan buzzer akan berbunyi ketika alat telah selesai bekerja.

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 Supply dan Baterai

Pada rangkaian catu daya menggunakan baterai sebagai sumber catu daya tegangan, jika baterai tersebut habis maka akan di *charge* menggunakan rangkaian power supply yang berfungsi sebagai pengisi daya baterai. Pada rangkaian power supply tegangan 220 VAC melewati fuse yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian ketika arus berlebih. Transformator yang digunakan adalah transformator step down 12V. Tegangan output penyearah dioda akan masuk ke kapasitor untuk difilter, terdapat resistor dan LED pada rangkaian power supply yang berfungsi sebagai indikator.

Rangkaian charger ini berfungsi untuk mengisi baterai secara otomatis. Rangkaian ini mendapatkan input 12 Volt dari catu daya. Untuk mengatur tegangan yang keluar digunakan IC regulator LM317 yang output diatur oleh tegangan yang keluar sebesar 9,20 Volt. Rangkaian charger ini juga terdapat LED merah yang berfungsi sebagai indikator baterai lagi di cas dan akan mati jika penuh.

Perencanaan tegangan yang keluar dari LM317 dengan nilai minimal 1,25 V dan Nilai maksimal 37 V . rumus dari IC adjustable LM317 sebagai berikut :

$$V_{out} = V_{ref} (1 + R2 / R1)$$

$$R2 = R1 \times (V_{out} / 1,25) - 1$$

$$= 470 \times (9,2 / 1,25) - 1$$

$$= 470 \times 6,36 - 1 \text{ hasilnya } = 2.989,2$$

Sehingga jika dihitung menggunakan rumus Adjustable IC LM 317 keluaran Voutnya sbb :

$$V_{out} = V_{ref} (1 + R_2/R_1)$$

$$V_{out} = 1,25(1 + 2.989,2/470)$$

$$= 1,25 \times 7,36$$

$$= 9,2 \text{ Volt}$$

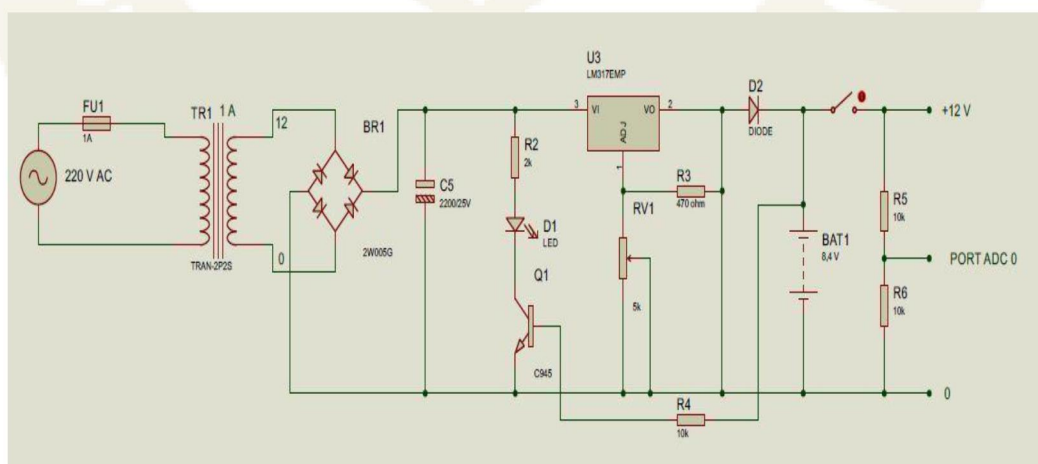
Perencanaan tegangan yang keluar pada sensor batrei dengan menggunakan rumus pembagi tegangan untuk masuk ke port ADC sebagai berikut :

$$V_{out} = V_{in} (R_1/R_1 + R_2)$$

$$V_{out} = 8,4 (10.000 / 10.000 + 10.000)$$

$$= 8,4 \times 1/2$$

$$= 4,2 \text{ V}$$



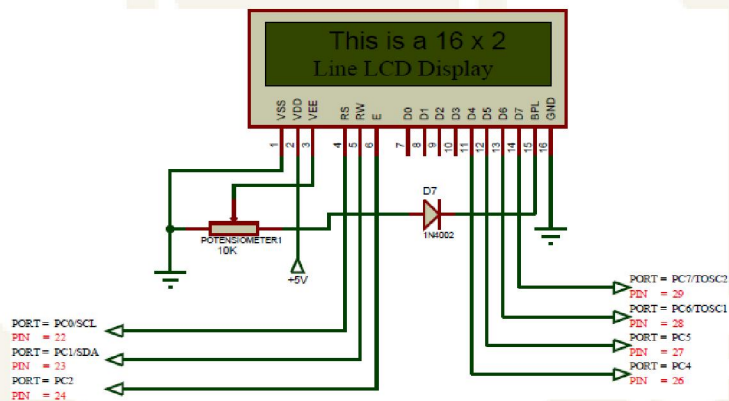
Gambar 24 Rangkaian Power Supply

Tabel 3 Daftar Komponen Power Supply

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Transformator	1A	1
2	Fuse	1A	1
3	Dioda	1N4007	5
4	Switch	SPST	1
5	IC Regulator	LM317	1
6	Kapasitor	2200 μ F/25V	1
7	Resistor	470 Ω	1
		1 K Ω	1
		2 K Ω	1
		10 K Ω	3
		1 Ω	1
		RV 5 K Ω	1
8	Transistor	C 945	1
9	LED		2
10	Batterai	8,4 V	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 suplay sebesar 5V pada port 2 dan 15, pemberian ground pada port 1 dan 16, dan pengaturan kontras atau kecerahan LCD pada port 3 yang diatur oleh potensiometer, dan terdapat dioda bridge 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.



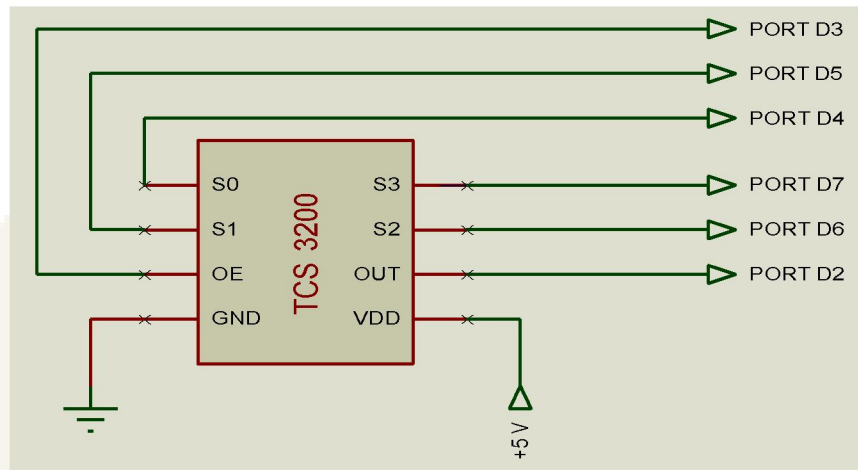
Gambar 25 Rangkaian LCD

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

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



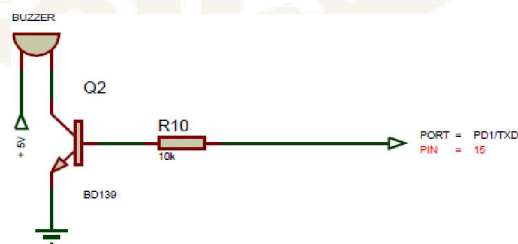
Gambar 26 Rangkaian Sensor TCS 3200

Tabel 5 Daftar Komponen Sensor

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

3.4.4 Rangkaian Buzzer

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



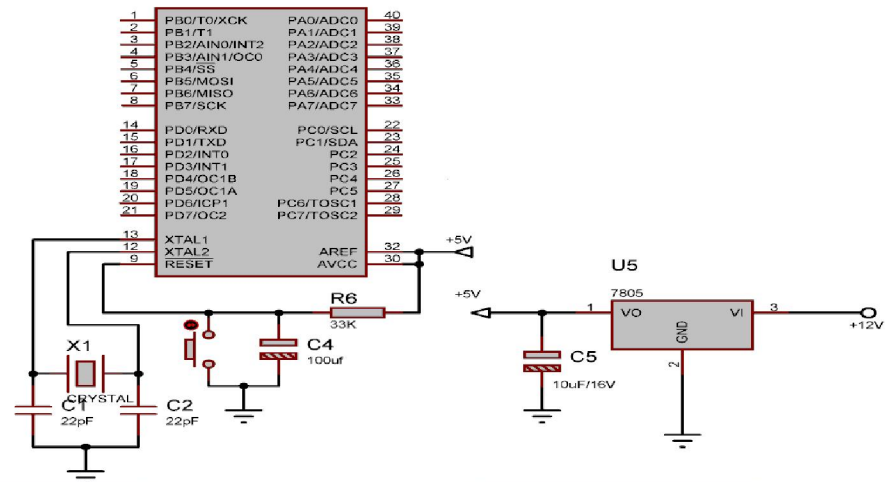
Gambar 27 Rangkaian Buzzer

Tabel 6 Komponen Buzzer

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

3.4.5 Rangkaian ATmega 8535

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 28 Rangkaian Mikrokontroler

Tabel 7 Komponen Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Mikrokontroler ATMega 8535	-	1
2	Kapasitor	22pF	2
		100 μ F	1
		10 μ F	1
3	Cristal Extar	-	1
4	Resistor	33 K Ω	1
5	Regulator	7805	1
6	Saklar	-	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. Hasi *layout* kemudian dicetak di atas kertas kemudian dibuat ke dalam film sablon.
- e. Setelah hasil sablon telah jadi, kemudian mengebor/melubangi PCB tersebut dengan bor PCB sesuai dengan letak *pin* komponen yang telah dibuat.
- f. Melarutkan PCB yang telah *dilayout* dengan bantuan FeCl_3 dan air panas.
- g. Selanjutnya memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan PCB.

3.6 Perencanaan Casing



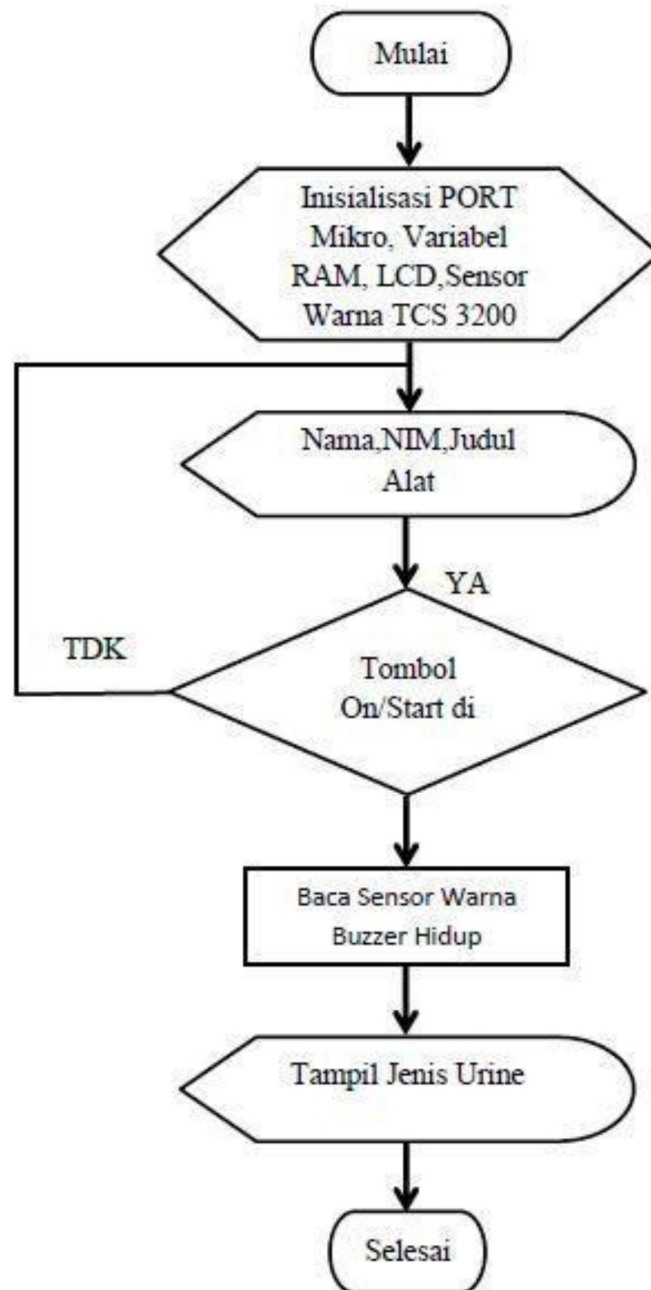
Tampilan Alat dari Depan



Tampilan Alat dari Samping

Gambar 29 Casing Alat dari sisi Depan & Belakang

3.7 Flow Chart



Gambar 30 Flow Chart

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengertian

Pendataan adalah suatu pencatatan hasil dari pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pembuatan alat. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran.

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

4.2 Persiapan Alat

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

a. Multimeter Digital

Merek : FLUKE

Model : 179

Buatan : USA

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-Invansive ini adalah sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran 1a (TP 1a)

Yaitu untuk mengetahui besaran tegangan keluaran dari Transformator.

2. Titik Pengukuran 1b (TP 1b)

Yaitu untuk mengetahui besarnya tegangan keluaran dioda bridge.

3. Titik Pengukuran 1c (TP 1c)

Yaitu untuk mengetahui besaran keluaran dari IC LM317.

4. Titik Pengukuran 2 (TP 2)

Yaitu untuk mengetahui disaat sensor TCS 3200 membaca sampel pada nilai positif dan negatif


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 1a

Tabel 8 Titik Pengukuran pada Transformator

Gambar	Hasil	Keterangan
 A digital multimeter (Fluke 179) displaying 12 V AC on its LCD screen. The screen also shows 'HOLD' and 'Manual Range 1000'.	12 Volt AC	Output Transformstor


b. Pengukuran TP 1b

Tabel 9 Titik Pengukuran pada Diode

Gambar	Hasil	Keterangan
 A digital multimeter (Fluke 179) displaying 14.2 V DC on its LCD screen. The screen also shows 'Manual Range 6 00'.	14 Volt DC	Output Diode Bridge


c. Pengukuran TP 1c

Tabel 10 Titik pengukuran pada IC LM317


Gambar	Hasil	Keterangan
	9,20 Volt DC	Output IC LM317

d. Pengukuran TP 2

Tabel 11 Titik Pengukuran Sensor TCS 3200

Gambar	Hasil	Keterangan
	4,9 Volt DC	Output Sensor TCS3200 saat Pembacaan Urine Negatif dan Positif

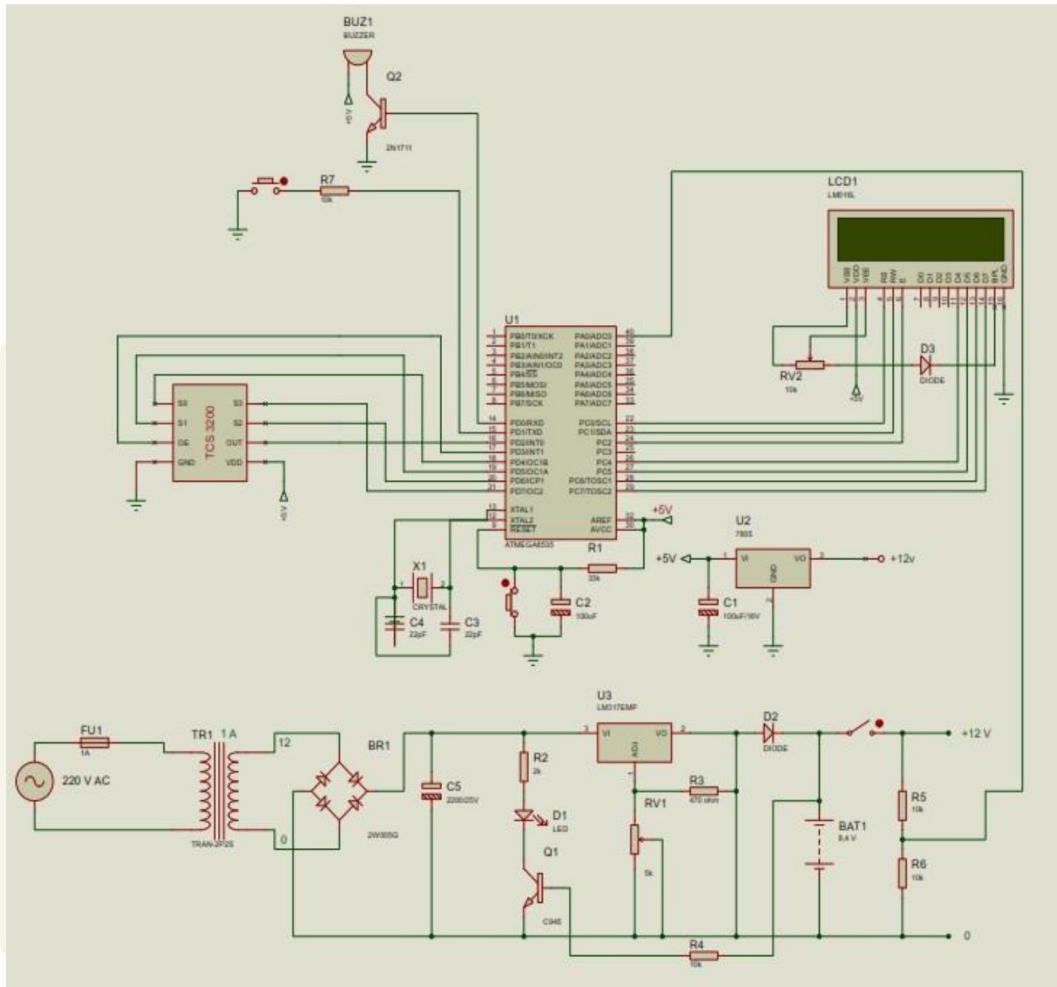
e. Pengukuran Keluaran Power Supply

Gambar	Hasil	Keterangan
	8.53 DC V	Keluaran Power Supply

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 31 Rangkaian Keseluruhan

5.2 Cara Kerja

Pada rangkaian ini bekerja dengan supply tegangan berupa baterai dan bisa menggunakan tegangan AC 12V yang digunakan untuk mensupply tegangan kesemua rangkaian, kemudian pada rangkaian ini akan dilakukan pembakaran secara manual dengan menggunakan lampu spiritus. Setelah selesai pembakaran

cairan urine yang telah dicampur oleh zat benedict dilakukan pembacaan oleh sensor warna TCS 3200 yang keluarannya berupa data warna yang sesuai dengan warna urine yang telah di bakar. Kemudian tekan tombol push button untuk memulai proses pembacaan, setelah itu buzzer akan berbunyi sebagai tanda atau indikator bahwa alat telah selesai melakukan pembacaan. Kemudian outputan pada sensor warna memberi masukan pada mikrokontroler berupa data yang akan di kelola oleh mikrokontroler sehingga hasil dari pembacaan urine tersebut ditampilkan pada LCD sesuai dengan warna yang telah dihasilkan dan LCD juga berfungsi untuk menampilkan jumlah persen baterai.

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.

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

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

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

1. Titik Pengukuran 1a (TP1a)

TP 1a ini diambil pada output pada rangkaian Catu Daya

Hasil Ukur : 12V AC

Hasil Teori : 12V AC

Setelah diketahui hasil teori dan hasil ukurnya maka prosentase kesalahannya adalah :

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

$$PK = \left| \frac{12V - 12V}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0 \%$$

2. Titik Pengukuran 1b (TP1b)

TP 1b merupakan keluaran dari diode .

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

$$PK = \left| \frac{14,8V - 14,2V}{14,8} \right| \times 100\%$$

$$PK = 4\%$$

3. Titik Pengukuran 1c (TP1c)

TP 1c merupakan keluaran dari IC LM 317

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

$$PK = \left| \frac{9,2 - 9,2}{9,2} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0 \%$$

Rumus untuk mencari RV atau R2 :

$$R2 = R1 (V_{out}/V_{ref}) - 1$$

$$= 470 \times 6,36$$

$$= 2.989,2$$

4. Titik Pengukuran 2 (TP2)

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

$$PK = \left| \frac{5 - 4,9}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = 2 \%$$

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. Pembuatan alat Glukosa Non Invasive ini bekerja dengan baik dengan kesalahan 5 %.
2. Kelebihan alat ini adalah alat bisa digunakan pada saat listrik mati dan pada tempat yang supply listrik kurang..
3. Pembakaran menggunakan lampu spiritus menghasilkan perubahan pada sampel urine dan memakan waktu selama 60 detik%.

6.2 Saran

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

1. Alat ini dapat dikembangkan menggunakan heater agar pembakarannya lebih cepat.
2. Alat ini dapat dikembangkan menggunakan audio sebagai via suara.
3. Alat ini bisa di tambah tampilan warna dengan nilai persentasi gula darah sesuai warna urine

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://indrarharja.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/>. 6 Juli 2018
- [11] https://id.wikipedia.org/wiki/Baterai_ion_litium. 7 Juli 2018
- [12] www.leselektronika.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] Budiharto, Mikrokontroler AVR, Media Komputindo, 2008. 17 Juli 2018



LAMPIRAN