



ALAT PENGUJI GOLONGAN DARAH BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16 DENGAN TAMPILAN LCD

Slamet Widodo

Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer
slametwidodo@nikelektronikahan.akmil.ac.id

Maskatim

Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer
maskatim@nikelektronikahan.akmil.ac.id

Abied Firmanda

Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer
Abied.firmanda2015ok@gmail.com

I Nyoman Gede Widiarsa

Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer
nyomanbaliwidiarsa2025@gmail.com

ABSTRAK

Prajurit TNI sering mendapat tugas bertempur untuk mengamankan NKRI dari ancaman musuh, dalam pelaksanaan tugasnya sering terjadi korban tempur yang menimbulkan pendarahan yang besar sehingga perlu pertolongan pertama, untuk dapat memberikan pertolongan pertama akibat pendarahan tersebut perlu segera mengetahui golongan darah prajurit yang bersangkutan dengan harapan secepat mungkin bisa mendapatkan darah yang sesuai dengan darah korban. Dengan kemajuan teknologi maka diharapkan hal tersebut dapat diatasi melalui perancangan alat pengguji gol darah berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD. Dengan pengujian golongan darah secara elektronik dapat mempercepat penentuan golongan darah dan korban dapat melaksanakan transfusi darah secepatnya, sehingga akan memperkecil kerugian personel. Dalam merancang alat pengguji golongan darah berbasis mikrokontroler Atmega16 dengan tampilan LCD, dibutuhkan Mikrokontroler Atmega16, Optocoupler dan LCD sebagai komponen utama dari alat dengan perangkat lunak berupa software BASCOMAVR.

Cara kerja alat tersebut ialah setelah darah di ambil dan dibagi menjadi tiga kemudian masing diberi anti serum sesuai dengan sensor Optocoupler dimana pada alat terdapat 3 sensor. 1 sensor untuk rhesus, 1 sensor untuk serum alfa, 1 Sensor untuk serum betha. Sensor bernilai 1 jika mengumpal dan sensor bernilai 0 jika tidak mengumpal. Pada sensor dimisalkan dengan nama rh(Sensor rhesus), A (sensor serum alfa), B (sensor serum betha). Kemudian proses pembacaan data oleh sensor untuk mengetahui mengumpal atau tidak

darah tersebut dan diteruskan ke mikrokontroler Atmega16 yang memproses data, setelah itu hasil akan ditampilkan pada LCD.

Kata kunci: Mikrokontroler Atmega16, Optocoupler, LCD.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Darah merupakan cairan yang bersirkulasi dalam tubuh manusia dan berfungsi untuk mengirimkan zat-zat serta oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh serta mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme tubuh. Selain itu darah juga berfungsi untuk pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri oleh karena fungsinya tersebut, kekurangan darah akan mengakibatkan gangguan pada kerja organ tubuh manusia bahkan menyebabkan kematian. Seseorang mengalami kekurangan darah biasa terjadi karena pendarahan yang disebabkan oleh luka benda tajam dan sebagainya sehingga dibutuhkan donor darah. Untuk melaksanakan donor darah tidak dapat sembarang darah bisa digunakan. Seseorang harus menerima darah dari golongan darah yang sama dengan darah pendonor.

Dalam dunia kedokteran golongan darah manusia dibagi menjadi empat, yaitu, A, B, AB, dan O. Pembagian dilakukan karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah. Selama, untuk pengujian golongan darah sering digunakan metode ABO. pada metode, sample darah diletakkan pada 2 preparat. Preparat pertama diberi cairan antisera A dan preparat kedua diberi

antisera B, setelah beberapa lama terjadi aglutinasi pada sample tersebut. Bentuk aglutinasi dibandingkan dengan standar yang ada untuk di tentukan golongan darahnya. Proses masih dilakukan dengan pertolongan laboran yang memerlukan ketelitian dan waktu yang relatif lama. Di lain hal penentuan golongan darah harus segera diketahui untuk segera diambil tindakan terhadap korban karena mengalami pendarahan yang berlebihan.

Prajurit TNI sering mendapat tugas bertempur untuk mengamankan NKRI dari ancaman musuh. Dalam pelaksanaan tugasnya sering terjadi korban tempur yang menimbulkan pendarahan yang besar sehingga perlu pertolongan pertama, untuk dapat memberikan pertolongan pertama akibat pendarahan tersebut perlu segera mengetahui golongan darah Prajurit yang bersangkutan hal ini diharapkan agar secepat mungkin bisa mendapatkan darah yang sesuai dengan darah korban. Dengan kemajuan teknologi saat ini maka diharapkan hal tersebut dapat diatasi melalui perancangan alat pengguji golongan darah berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD. Dengan pengujian golongan darah secara elektronik dapat mempercepat penentuan golongan darah dan korban

dapat melaksanakan transfusi darah secepatnya, sehingga akan memperkecil kerugian personel.

2. LANDASAN TEORI

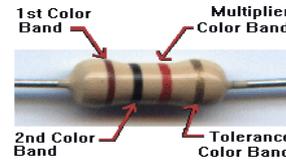
2.1. Komponen Pendukung.

a. Resistor.

Resistor adalah komponen elektronik dua kutub yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir berdasarkan hukum Ohm $V=I R$ atau $I=V/R$

Penandaan Resistor aksial biasanya menggunakan pola pita warna untuk menunjukkan resistansi. Resistor pasang-permukaan ditandas secara numerik jika cukup besar untuk dapat ditandai, biasanya resistor ukuran kecil yang sekarang digunakan terlalu kecil untuk dapat ditandai. Kemasan biasanya cokelat muda, cokelat, biru, atau hijau, walaupun begitu warna lain juga mungkin, seperti merah tua atau abu-abu. Identifikasi empat pita adalah skema kode warna yang paling sering digunakan. Ini terdiri dari empat pita warna yang dicetak mengelilingi badan resistor. Dua pita pertama merupakan informasi dua digit harga resistansi, pita ketiga merupakan faktor pengali (jumlah nol yang ditambahkan setelah dua digit resistansi) dan pita keempat merupakan toleransi harga resistansi. Kadang-kadang terdapat pita kelima yang menunjukkan koefisien suhu, tetapi ini harus dibedakan dengan sistem lima

warna sejati yang menggunakan tiga digit resistansi.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Resistor

Sumber : www.ee.bgu.ac.il

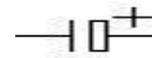


Gambar 2.2 Simbol Resistor

Sumber : ogumc.org

b. Kapasitor.

Kapasitor atau sering disebut sebagai kondensator adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik. Kapasitor menyimpan dan melepaskan muatan listrik dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



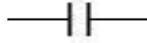
Gambar 2.3 Lambang Kapasitor Polar

Sumber :

<http://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator>

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau

negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju.



Gambar 2.4 Lambang Kapasitor Non Polar

Sumber :
<http://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator>

Kini kebiasaan orang tersebut hanya menyebutkan salah satu nama yang paling dominan digunakan atau lebih sering didengar. Pada masa kini, kondensator sering disebut kapasitor (*capacitor*) ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C).



Gambar 2.5 Kapasitor Dalam Rangkaian Elektronik

Sumber :
<http://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator>

Satuan dari kapasitansi kondensator adalah Farad (*F*). Namun Farad adalah satuan yang terlalu besar, sehingga digunakan:

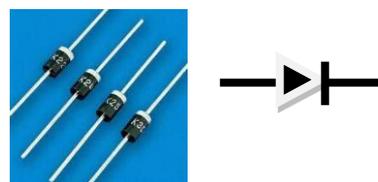
- a. Pikofarad (*pF*)
 $= 1 \times 10^{-12} F$
- b. Nanofarad (*nF*)
 $= 1 \times 10^{-9} F$

- c. Microfarad (μF)
 $= 1 \times 10^{-6} F$

c. Diode.

Diode adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur). Diode dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika.

Dioda adalah komponen elektronika yang paling sederhana dari keluarga semikonduktor, dari simbolnya menunjukkan arah arus dan ini merupakan sifat dioda, bahwa dioda hanya mengalirkan arus pada satu arah atau arah maju (forward) sedangkan pada arah sebaliknya (reverse) arus tidak mengalir, arus hanya mengalir dari kutub Anoda ke kutub Katoda. Satu sisi dioda disebut Anoda untuk pencatutan positif (+), dan sisi lainnya disebut Katoda untuk pencatutan negatif (-), yang dalam pemasangannya tidak boleh terbalik. Jenis-jenis dari dioda diantaranya : Dioda Zener, LED, Infrared, Photodiode dan sebagainya. Saat ini diode yang paling umum dibuat dari bahan semikonduktor seperti silikon atau germanium.



Gambar 2.6 Bentuk dan Simbol Diode

Sumber : rofioel.wordpress.com

Gelang warna putih menunjukkan kutub negatif dari diode, atau pada lambangnya, arah anak panah merupakan arah aliran arus pada diode yang mengalir dari kutub positif ke kutub negatif diode.

d. Transistor.

Fungsi dari transistor diantaranya sebagai penguat, pemotong (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi-fungsi lainnya. Transistor bekerja seperti kran listrik dimana arus keluaran diatur oleh arus yang masuk pada kaki basis, dengan kata lain arus pada kolektor tidak akan mengalir jika pada basis tidak diberikan arus listrik yang cukup untuk memicunya (jika transistor digunakan sebagai saklar elektronik), masukan arus yang kecil pada basis menyebabkan perubahan arus yang besar pada kolektor (jika transistor digunakan sebagai penguat). Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan sebagai amplifier atau penguat, rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi.



Gambar 2.7 Bentuk Fisik Transistor

Sumber : 4aa.blogspot.com

2.2. Teori Dasar Darah Manusia.

Sel darah terdiri dari sel darah merah, sel darah putih dan trombosit. Sel darah merah berbentuk cakram berlubang dengan panjang 8 μm dan lebar 3 μm . Sel tidak memiliki nukleus inti sel) dan hidup selama 120 hari. Kapasitasnya berkisar 4,5 x 10⁶ sampai 5,5 x 10⁶ cells/mm³. didalam sel darah merah terdapat hemoglobin. Oksigen dari alveolus paru-paru masuk ke aliran darah dan bereaksi secara kimiawi dengan SNATIKA 2011, ISSN 2089-1083| 293 hemoglobin dan membentuk oxyhemoglobin. Sel darah merah mengangkut jaringan dan menarik karbondioksida untuk membentuk carbaminohemoglobin. Sel darah putih merupakan sel yang menyerupai amoeba bentuknya berubah-ubah, berdiameter 10mm dan memiliki nukleus. Masa hidupnya sekitar 13-20 hari dan kapasitasnya sebesar 6x10³ sampai 10x10³ cells/mm³. Sel menghasilkan getah bening untuk menghancurkan bakteri asing yang merusak tubuh seperti racun (toxin). Secara spesifik sel membentuk antibodi Trombosit

adalah sel berfragmen diameter 3 mm yang tidak memiliki nukleus dengan kapasitasnya berkisar 200 x 10³ sampai 800 x 10³ cells/mm³ sel menghasilkan zat perbaikan yang berguna untuk pembekuan darah. Secara umum fungsi darah adalah sebagai berikut:

- a. Membawa O₂ dari paru-paru keseluruh jaringan tubuh.
- b. Membagikan zat-zat makanan seperti protein, lemak, glucose, garam, air dan sebagainya dari usus ke jaringan-jaringan tubuh.
- c. Sisa-sisa hasil metabolisme kreatinin, CO₂ dan sebagainya, dibawa ke alat-alat pembuangan, yaitu : paru-paru, ginjal, hati, kulit dan usus.
- d. Sel-sel darah putih melindungi tubuh dari serangan penyakit dan membentuk antibodi tubuh.
- e. Mengatur supaya temperatur tubuh stabil, pH darah seimbang, tekanan osmosis dan kadar air tetap stabil.
- f. Membawa hormon-hormon dan enzim-enzim ke jaringan tubuh.

2.3 Optocoupler.

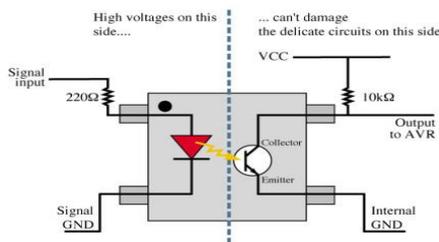
Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik yang bekerja secara otomatis. Optocoupler

atau optoisolator merupakan komponen penggandeng (coupling) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (opto) sebagai penghubung. Dengan kata lain tidak ada bagian yang konduktif antara kedua rangkaian tersebut. Optocoupler sendiri terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver.

- a. Transmitter merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian input atau rangkaian Pada bagian terdapat sebuah LED inframerah (IR LED) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal kepada receiver.
- b. Receiver merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian output atau rangkaian beban dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh transmitter. sensor cahaya yang digunakan adalah optocoupler yang prinsip kerjanya adalah ketika ada benda yang berada di antara celah sensornya, maka cahaya yang dikirimkan tidak bisa di terima oleh bagian penerimanya sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati VCC begitu juga sebaliknya jika tidak ada benda di antara celah sensornya maka akan menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati 0 volt.

Optocoupler merupakan gabungan dari LED inframerah dengan fototransistor yang

terbungkus menjadi satu chips. Cahaya inframerah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sinar inframerah mempunyai daerah frekuensi 1×10^{12} Hz sampai dengan 1×10^{14} GHz atau daerah frekuensi dengan panjang gelombang $1 \mu\text{m}$ 1mm.



Gambar 2.8 Lambang Optocoupler

Sumber :

<http://jaenal91.wordpress.com/category/optocoupler/>

2.4 Mikrokontroler ATmega16.

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja

mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Hal tersebut mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Keuntungan menggunakan mikrokontroler maka :

- a. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
- b. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
- c. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu:

- a. Minimum sistem mikrokontroler.
- b. Software pemrograman dan kompilator, serta downloader.

Minimum sistem adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah minimum sistem mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama, yang terdiri dari 4 bagian, yaitu :

- a. Prosesor, yaitu mikrokontroler itu sendiri.
- b. Rangkaian reset agar mikrokontroler dapat menjalankan program mulai dari awal.
- c. Rangkaian clock, yang digunakan untuk memberi detak pada CPU.
- d. Rangkaian catu daya, yang digunakan untuk memberi sumberdaya.

Mikrokontroler AVR ATmega 16 memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (16 *-bit word*) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock* karena AVR berteknologi RISC (*reduced instruction Set Computing*). Selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM Internal, *Timer/Counter, watchdog Timer, PWM, Port I/O*, komunikasi serial, Komparator dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang ada, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi dan berbagai keperluan lainnya.



Gambar 2.9 ATmega 16

Sumber :

<http://www.futurlec.com/AtmelATMEGA16.shtml>

Gambar menunjukkan diagram blok mikrokontroler ATmega16 yang memiliki bagian sebagai berikut :

- a. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
- b. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
- c. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.
- d. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
- e. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- f. Unit interupsi internal dan eksternal.
- g. Port USART untuk komunikasi serial.
- h. Fitur Peripheral
 - 1) Tiga buah Timer/Counter dengan

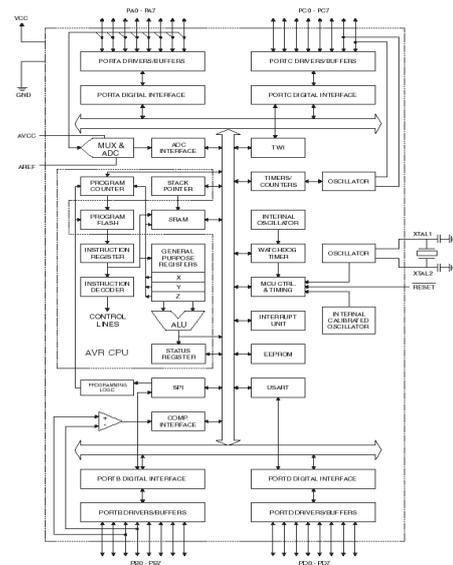
kemampuan perbandingan.
2) 2 (dua) buah Timer / Counter 8 bit dengan Prescaler terpisah dan Mode Compare.
3) 1 (satu) buah Timer/Counter 16 bit dengan Prescaler terpisah, mode compare dan Mode Capture.

- i. Real time counter dengan oscillator tersendiri.
- j. 4 channel PWM.
- k. 8 channel, 10 bit ADC .

- 1) 8 Single-ended Channel.
- 2) 7 Differential Channel pada kemasan TQFP.
- 3) 2 Differential Channel

Programmable gain 1X, 10X atau 200X.

- l. Byte-oriented Two-wire Serial Interface.
- m. Programmable Serial USART.
- n. Antarmuka SPI.
- o. Watchdog Timer dengan oscillator internal.
- p. On-chip Analog Comparator.



Gambar 2.10 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 16
Sumber : *www.ATMEL data sheet ATmega16.Pdf*

Konfigurasi pin ATmega16 ditunjukkan dalam Gambar 2.13 berikut :

(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 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.11 Konfigurasi Pin IC Atmega16
Sumber : *www.ATMEL data sheet ATmega16.Pdf*

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin ground.

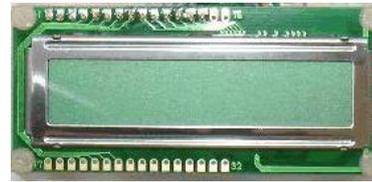
- c. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- d. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.2.
- e. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.3.
- f. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mikrokontroler.
- g. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
- h. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- i. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

Organisasi memori pada mikrokontroler ATmega16 dibagi menjadi dua bagian utama yaitu memori program (Flash memori) dan memori data. Pembagian didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Mikrokontroler ATmega16 telah dilengkapi dengan EEPROM yang digunakan sebagai media penyimpanan data.

2.5. LCD.

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen yang dapat menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang akan dibahas adalah

jenis LCD M1632, yang merupakan modul LCD dengan tampilan 16x2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

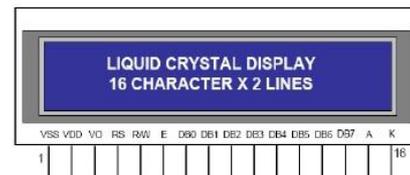


Gambar 2.12 Modul LCD Karakter 2x16

Sumber :

<http://www.mytutorialcafe.com/image/lcdc1.gif>

LCD memiliki 16 kaki pin yang memiliki fungsi masing-masing. STAL DISPLAY



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin LCD 16 Karakter x 2 Baris

Sumber :

http://www.scribd.com/syamsul_rizal_4/d/50403145-Liquid-Crystal-Diode-LCD

Fungsi pin yang terdapat pada LCD ditunjukkan seperti pada Tabel 2.6

Tabel 2.1 Fungsi pin yang terdapat pada LCD

No	Simbol	Level	Fungsi
1	V _{ss}	-	0 Volt
2	V _{cc}	-	5 + 10% Volt
3	V _{ee}	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H= memasukan data L= memasukan Ins
5	R/W	H/L	H= Baca L=Tulis
6	E		Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V-BL		Kecerahan LCC
16	V-BL		

Sumber :

<http://reehokstyle.blogspot.com/2010/03/akses-lcd-16x2.html>

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0oC sampai 55oC.

2.6. BASCOM AVR.

BASCOM AVR adalah salah satu tool untuk pengembangan / pembuatan

program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR . BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (Integrated Development Environment) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utamanya meng-compile kode program menjadi file hex / bahasa mesin, BASCOM AVR juga memiliki kemampuan / fitur lain yang berguna sekali seperti monitoring komunikasi serial dan untuk menanamkan program yang sudah di compile ke mikrokontroler BASCOM AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD. Intruksi yang dapat digunakan pada editor BASCOM AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan.

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1. Langkah-Langkah Penelitian.

a. Penemuan Ide.

Penemuan ide dapat dilakukan dengan dengan cara sering membaca buku maupun artikel di internet serta pengalaman-pengalaman yang pernah dialami sehingga secara tidak sengaja akan menemukan ide-ide tertentu dengan sendirinya.

b. Mencari Sumber-sumber bacaan atau literature.

Berbagai referensi di dalam pengerjaan tugas akhir ini didapatkan dari website di internet maupun sumber bacaan buku mengenai isi dari penelitian yang dapat menunjang dibuatnya tugas akhir ini.

c. Perencanaan cara kerja.

Cara kerja dari alat menentukan sistem mekanisme bagaimana alat tersebut bekerja, proses atau langkah-langkah dari awal hingga keluar hasil dari alat.

d. Membuat Rancangan Hardware.

Menentukan komponen-komponen yang akan digunakan pada rangkaian elektronika yang akan dibuat. Dalam hal ini penulis akan membuat rangkaian pengujian golongan darah menggunakan photodiode, Mikrokontroler ATmega16 sebagai pengolah data dan ditampilkan pada LCD, serta Keypad sebagai penulisa status darah.

e. Membuat Rancangan Software.

Pembuatan rancangan software ini membuat dan menentukan Bahasa Pemrograman, dalam pembuatan rancangan software alat pengujian golongan darah ini menggunakan Bahasa pemrograman Bascom avr.

f. Melakukan Pengujian.

Pengujian dilakukan untuk mengukur dan mengetahui apakah sistem perancangan dapat bekerja sesuai dengan harapan atau tidak. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap bagian maupun secara keseluruhan.

g. Membuat Kesimpulan dan Saran.

Kesimpulan penelitian dibuat untuk mengetahui hasil penelitian secara keseluruhan dan menjawab dari rumusan masalah. Sehingga akan diketahui apakah penelitian ini sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Setelah disimpulkan secara umum, maka akan diketahui apa saja kekurangan-kekurangan dalam penelitian yang telah dilakukan, sehingga perlu adanya saran yang membangun untuk memperbaiki kekurangan kekurangannya.

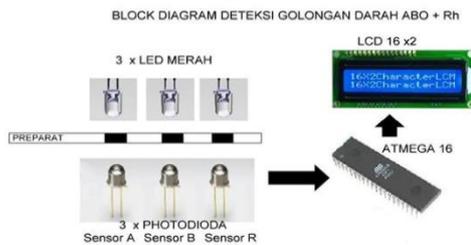
3.1. Bahan dan Alat.

a. Bahan Perencanaan.

- 1) Mikrocontroler AT MEGA 16
- 2) R Pack 10 K
- 3) Xtal 11059200
- 4) PCB
- 5) Capacitor 20 pf
- 6) Header
- 7) IC LM 7805
- 8) Adaptor Switching 5 Volt
- 9) Switch
- 10) Header Programmer
- 11) Capacitor 10 Uf
- 12) Resistor 10 k
- 13) Timah
- 14) Socket IC 40 pin
- 15) Downloader USB ASP
- 16) LED
- 17) Resistor 100 ohm
- 18) Micro switch
- 19) Optointerruptor
- 20) LCD 16 x2
- 21) BOX
- 22) Serum Alfa
- 23) Serum Beta
- 24) Serum Anti Rhesus
- 25) Preparat

- 26) Lancet
- 27) Alcohol
- 28) Battery nicad
- 29) Box battery

3.2. Blok Diagram Alat



Gambar 3.1 Blok diagram alat pengujian golongan darah berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD
Sumber : perancangan

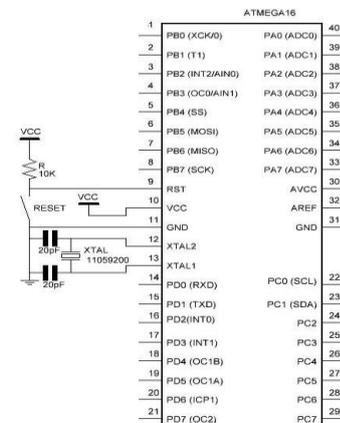
Pertama ambil darah kemudian teteskan secara terpisah di preparat menjadi tiga bagian, ketiga bagian darah tersebut diberi 3 serum, darah pertama diberi serum alfa, darah kedua diberi serum betha, dan darah ketiga diberi serum resesus. Kemudian ketiga darah tadi dideteksi tembus atau tidak cahaya menggunakan sensor optocoupler atau photodioda. Tembus berarti darah menggumpal dan tidak tembus berarti darah tidak menggumpal. Setelah sensor optocoupler membaca maka akan di proses di mikrokontroler ATmega16. Jika darah yang diberi serum reshus tembus cahaya maka RH+ , jika tidak tembus cahaya maka RH-. Jika darah yang diberi serum alfa tembus cahaya

dan diberi serum beta tidak tembus cahaya maka gol darah A. Jika diberi serum alfa tidak tembus cahaya dan diberi serum beta tembus cahaya maka gol darah B. jika kedua duanya tembus cahaya maka gol darah AB. Jika dua-duanya tidak tembus cahaya maka gol darah 0. Dan kemudian hasilnya akan ditampilkan dengan LCD.

3.2. Perancangan

a. Perancangan perangkat keras.

- 1) Perancangan Minimum Sistem AT MEGA 16.



Gambar 3.2 minimum sistem ATmega16
Sumber : Perancangan

sistem minimum adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen-komponen dasar yang di butuhkan oleh mikrokontroller. Untuk membuat sistem minimum mikrokontroler ATmega 16 dapat berfungsi dengan baik membutuhkan dua elemen kristal oscilator (XTAL) dan rangkaian Reset, dimana:

a) Kristal oscilator (XTAL) untuk memompa atau membangkitkan data yang bersifat timer (clock) atau pulsa digital oleh karena itu kristal memiliki sebuah frekuensi, untuk kali ini menggunakan 12 mhz atau lebih detailnya 11,0592 mhz ke mikrokontroler melalui Pin XTAL 1 dan XTAL 2.

b) Rangkaian Reset untuk membuat mikrokontroler memulai kembali pembacaan program, hal tersebut dibutuhkan pada saat mikrokontroler mengalami gangguan dalam meng-eksekusi program. Dengan tombol reset yang kemudian masuk ke Pin reset pada mikrokontroler.

Untuk komponen dasar lainya yg dibutuh oleh sistem minimum mikrokontroler dibutuhkan :

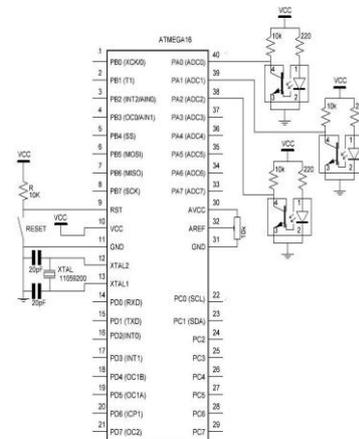
a) Power supply sebagai sumber arus yang dilewatkan pada Pin VCC. Pada umumnya mikrokontroler

membutuhkan 4,8-5,2 v.

b) Resistor 10K untuk menghambat arus dari power supply.

c) Kapasitor kapasitor 20pF untuk menyimpan dan melepaskan muatan listrik sebelum masuk ke kristal oscilator.

2) Perancangan Rangkaian sensor golongan darah menggunakan optocoupler.

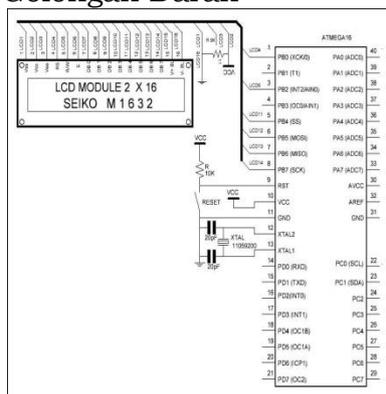


Gambar 3.3 Rangkaian sensor golongan darah menggunakan optocoupler
Sumber : Perancangan

Pada rangkaian sensor golongan darah dibutuhkan 3 sensor atau otocoupler yang digunakan untuk menguji golongan darah yaitu otocoupler untuk anti serum A, otocoupler untuk anti serum B, dan otocoupler untuk serum Rhesesus. Yang kemudian di

hubungkan ke Pin mikrokontroler PortA0, PortA1 dan PortA2. Sensor di hubungkan ke PortA pada mikrokontroler karena input dari optocoupler mengeluarkan logika 1 dan 0 atau ber sifat digital.

3) Perancangan Rangkaian Display Jenis Golongan Darah



Gambar 3.4 Rangkaian Display Jenis Golongan Darah

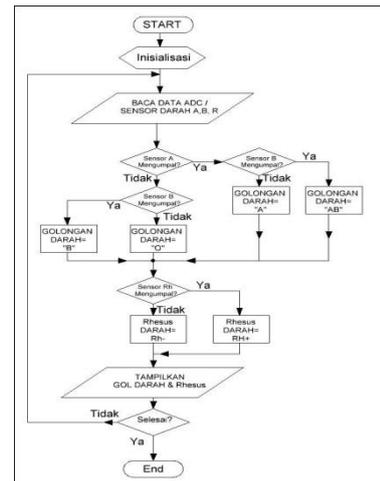
Sumber : Perancangan

Untuk menampilkan tulisan pada LCD 2X16 harus diperhatikan betul pin apa sajakah yang akan dipakai untuk komunikasi data pada mikrokontroler ke LCD 2X16. Disini menggunakan komunikasi data 4 bit yang memiliki 16 buah pin. Pin 1 dan 16 terhubung dengan Ground (GND), pin 2 dan 15 terhubung dengan VCC (+5V), pin 3 dari LCD 16x2 adalah pin yang digunakan untuk mengatur kontras

kecerahan LCD, sedangkan pin 4 (RS) dihubungkan dengan PortB0, pin 5 (R/W) dihubungkan dengan GRN dan pin 6 (E) dihubungkan PortC2. Pin 11 (D4) sampai 14 (D7) terhubung pada PortB4 sampai PortB7, dan PortB3 adalah sisa yang tidak terpakai atau bisa juga dipakai untuk mengendalikan nyala lampu belakang layar pada LCD tersebut.

b. Perancangan perangkat lunak.

Flowchart rangkaian sistem alat uji golongan darah berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD.



Gambar 3.5 Flowchart Program alat uji golongan darah berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD. Sumber : Perancangan

Dalam sistem alat pengujian golongan darah ini diawali dari inisialisasi atau pengenalan komponen alat yang digunakan di pemograman berupa mikrokontroler ATmega 16. Kemudian proses pembacaan data menggunakan optocoupler dimana data tersebut dikirim ke mikrokontroler pada portA0 sebagai sensor darah A, portA1 sebagai sensor darah B, PortA2 sebagai sensor Rh,. Sehingga terjadi kondisi sebagai berikut:

- 1) untuk sensor A jika darah menggumpal dan sensor B menggumpal maka golongan darah AB
- 2) untuk sensor A jika darah menggumpal dan sensor B tidak menggumpal maka golongan darah A
- 3) untuk sensor A jika darah tidak menggumpal dan sensor B menggumpal maka golongan darah B
- 4) untuk sensor A jika darah tidak menggumpal dan sensor B tidak menggumpal maka golongan darah O.

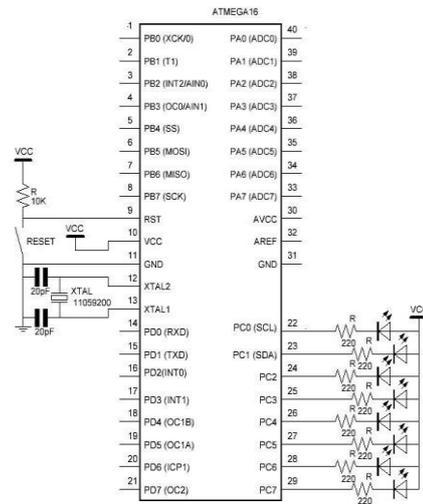
Setelah sensor A dan sensor B dilanjutkan untuk sensor Rh, jika sensor Rh menggumpal maka darah Rh+ jika tidak menggumpal maka darah Rh-, setelah itu hasil akan ditampilkan pada LCD. Jika selesai maka program diakhiri jika tidak program akan diulang kembali.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian Minimum sistem Sebagai Output.

a. Tujuan.

Untuk membuktikan



bahwa rangkaian sistem yang di buat dapat mengendalikan peralatan luar atau sebagai outputan.

b. Alat dan Bahan.

- 1) Downloader USB ASP
- 2) AT MEGA 16
- 3) Xtall 11059200
- 4) Capacitor 20 Pf 2x
- 5) R 10K
- 6) Switch Push Button
- 7) LED 8 x
- 8) R 220 ohm 8x
- 9) Laptop

c. Gambar Rangkaian Pengujian.

Gambar 4.1 Rangkaian pengujian output minimum sistem atmega16
Sumber : Pengujian

d. Langkah-langkah Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan cara membuat program output dari pin pada mikrokontroler kemudian hasil pembacaan ditampilkan pada LED. Listing program output sebagai berikut :

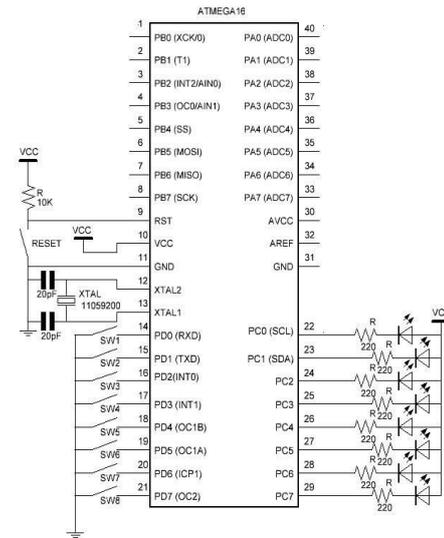
```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
Config PortC = Output
Do
PortC = &B10101010
Loop
    
```

e. Hasil Pengujian.

Tabel 4.1 Hasil pengujian output minimum sistem atmega16

N O	PortB	LED PortB							
		7	6	5	4	3	2	1	0
1	portC = &B11111111	I	I	I	I	I	I	I	I
2	portC = &B00000000	O	O	O	O	O	O	O	O
3	portC = &B10101010	I	O	I	O	I	O	I	O
4	portC = &B00111001	O	O	I	I	I	O	O	I
5	portC = &B01110001	O	I	I	I	O	O	O	I
6	portC = &B110111	I	I	O	I	I	I	O	O



00	portC = &B01100111	O	I	I	O	O	I	I	I
7	portC = &B01100111	O	I	I	O	O	I	I	I
8	portC = &B11001100	I	I	O	O	I	I	O	O

Keterangan : I = Mati
O = Menyala
Sumber : Pengujian

4.2. Pengujian Minimum sistem sebagai Input.

a. Tujuan.

Untuk membuktikan bahwa rangkain yang dibuat dapat menerima dan merespon masukan atau inputan.

b. Alat dan Bahan.

- 1) Downloader USB ASP
- 2) AT MEGA 16
- 3) Xtall 11059200
- 4) Capacitor 20 Pf 2x
- 5) R 10K
- 6) Switch PusH Button 9 x

- 7) LED 8 x
- 8) R 220 ohm 8x
- 9) Laptop

c. Gambar Rangkaian Pengujian.

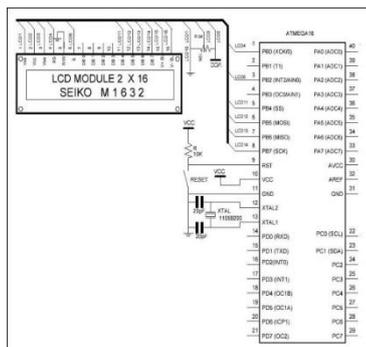
Gambar 4.2 Rangkaian pengujian input minimum sistem atmega16
Sumber : Pengujian

d. Langkah-langkah Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan cara membuat program input dari pin pada mikrokontroler dengan Switch Push Button kemudian hasil pada pin output mikrokontroler di tampilkan oleh LED. Listing program input sebagai berikut :

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
Config Portc = Output
Config Portd = Input
Portd = &B11111111
Do
Portc = Pind
Loop
    
```



e. Hasil Pengujian.

Tabel 4.2 Hasil pengujian input minimum sistem atmega16

NO	INPUT	OUTPUT
	PortD	PortC
1	1 1 1 1 1 1 1 1	I I I I I I I I
2	0 0 0 0 0 0 0 0	O O O O O O O O
3	0 0 1 1 0 0 1 1	O O I I O O I I
4	0 1 1 0 0 0 1 0	O I I O O O I O
5	1 0 1 0 0 1 1 0	I O I O O I I O
6	0 0 0 0 1 1 1 1	O O O O I I I I
7	0 0 1 1 1 1 0 0	O O I I I I I O O
8	1 0 1 1 0 1 1 0	I O I I O I I O

Keterangan :
1 = Tidak Ditekan I = Mati
0 = Ditekan O = Menyala
Sumber : Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa mikrokontroler Atmega16 dapat menerima dan merespon komponen luar berupa masukan atau inputan terutama pada pin-pin di portD kemudian

memproses perintah dan mengeluarkan hasil prosenya kekomponen luar sesuai dengan yang kita inginkan seperti perintah yang tulis pada bascomavr sebagai bahasa pemrograman.

4.3. Pengujian LCD 16x2

a. Tujuan.

Untuk membuktikan bahwa mikrokontroler dapat menampilkan data pada LCD 16 x 2.

b. Alat dan Bahan.

- 1) Downloader USB ASP
- 2) AT MEGA 16
- 3) Xtall 11059200
- 4) Capacitor 20 Pf 2x
- 5) R 10K
- 6) Switch PusH Button
- 7) LCD 16 x2
- 8) VR 10k
- 9) Laptop

c. Gambar Rangkaian Pengujian.

Gambar 4.3 Rangkaian pengujian LCD 2X16

Sumber : Pengujian

d. Langkah-langkah Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan cara membuat program LCD dari pin pada mikrokontroler kemudian hasil pembacaan ditampilkan pada LCD. Listing program output sebagai berikut :

```
$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
Config Lcdpin = Pin , Db4 =
Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6
= Portb.6 , Db7 = Portb.7 , E =
```

```
Portb.2 , Rs = Portb.0
```

```
Config Lcd = 16x2
```

```
Cls
```

```
Do
```

```
Upperline
```

```
Lcd "ATAS "
```

```
Lowerline
```

```
Lcd "BAWAH "
```

```
Wait 1
```

```
Loop
```

. Hasil Pengujian.



Gambar 4.4 Hasil pengujian LCD 2X16

Sumber : Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa LCD 2X16 dapat menampilkan data dari hasil proses oleh mikrokontroler Atmega16 yang dilewatkan di portB sesuai dengan yang kita inginkan seperti perintah yang kita tulis pada bascomavr sebagai bahasa pemrograman.

4.4 Pengujian Sensor Cahaya / Optocoupler

a. Tujuan.

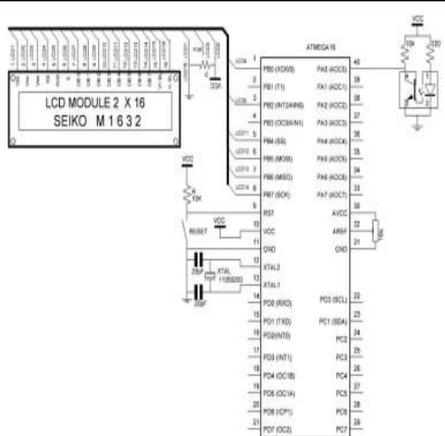
untuk Membuktikan bahwa sensor dapat membedakan tingkat tembus cahaya.

b. Alat dan Bahan.

- 1) Downloader USB ASP
- 2) AT MEGA 16
- 3) Xtall 11059200
- 4) Capacitor 20 Pf 2x
- 5) R 10K

- 6) Switch Push Button
- 7) LCD 16 x2
- 8) VR 10k 2 x
- 9) Optocoupler
- 10) Laptop

c. Gambar Rangkaian Pengujian.



Gambar 4.5 Rangkaian pengujian optocoupler
Sumber : Pengujian

d. Langkah-langkah Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan cara membuat program dari pin pada mikrokontroler kemudian hasil pembacaan dari optocoupler ditampilkan pada LED. Listing program output sebagai berikut :

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
Config Lcdpin = Pin , Db4 =
Portb.4 , Db5 = Portb.5 ,
Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7 ,
E = Portb.2 , Rs = Portb.0
Config Lcd = 16x2
Config Adc = Single , Prescaler
= Auto , Adc_refmodel = Avcc
Start Adc
Cls
Upperline
Lcd "pengujian sensor"

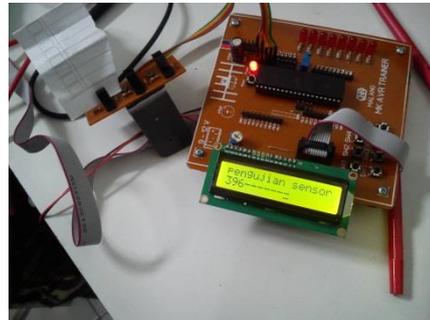
```

```

Do
Lowerline
Lcd Getadc(0) ; "-----"
Wait 1
Loop

```

e. Hasil Pengujian.



Gambar 4.6 Hasil pengujian Optocoupler terhalang kertas
Sumber : Pengujian

Tabel 4.3 Hasil pengujian optocoupler

Sumber : Pengujian

Ket : Rumus mencari Nilai ukur (v)=

$$\text{Nilai analog} = \frac{\text{Nilai ADC}}{1023} \times 4,84$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat nilai yang berubah bila optocoupler terhalang yaitu nilai ADC yang kemudian di konfesikan menjadi nilai ukur atau tegangan, sehingga didapat kesimpulan bahwa optocoupler dapat mengalirkan tegangan sebesar 0 volt jika tidak dihalangi oleh suatu menda dan bila terhalang oleh suatu benda optocoupler mengalirkan tegangan sesuai ketebalan penghalang. Bila sangat tebal optocoupler tidak dapat menghantarkan tegangan atau 4,84 volt yang dikeluarkan, bila ketebalan penghalang masih bisa ditembus oleh sensor optocoupler maka tegangan yang di keluarkan 0,1 volt – 4,7 volt.

4.5. Pengujian keseluruhan.

a. Tujuan.

untuk mengetahui alat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan.

b. Alat dan Bahan.

- 1) Mikrocontroler AT MEGA 16
- 2) R Pack 10 K
- 3) Xtal 11059200
- 4) PCB
- 5) Capacitor 20 pf
- 6) Header

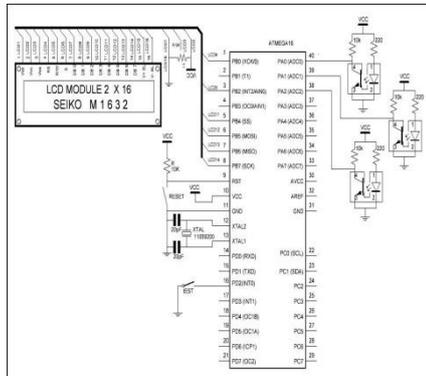
- 7) IC LM 7805
- 8) Adaptor Switching 5 Volt

NO	PENGHALANG	NILAI ADC (1023ma x)	Vrev (4,84 Vma x)	NILAI ANALOG (V)
1	Tanpa Penghalang	32	4,84	0,15
2	Kertas 1 Lapis	396	4,84	1,88
3	Kertas 2 Lapis	999	4,84	4,75
4	Kertas 4 Lapis	1017	4,84	4,84
5	Tisu 1 Lapis	41	4,84	0,19
6	Tisu 2 Lapis	263	4,84	1,25
7	Tisu 4 Lapis	686	4,84	3,26
8	Tisu 8 Lapis	899	4,84	4,27
9	Tisu 16 Lapis	1011	4,84	4,81
10	Kaca	31	4,84	0,15

- 9) Switch
- 10) Header Programmer
- 11) Capacitor 10 Uf
- 12) Resistor 10 k
- 13) Timah
- 14) Socket IC 40 pin
- 15) Downloader USB ASP
- 16) LED
- 17) Resistor 100 ohm
- 18) Micro switch
- 19) Optointerruptor
- 20) LCD 16 x2
- 21) BOX
- 22) Serum Alfa
- 23) Serum Beta
- 24) Serum Anti Rhesus
- 25) Preparat

- 26) Lancet
- 27) Alcohol
- 28) Battery nicad
- 29) Box battery

b. Gambar Rangkaian Pengujian.



Gambar 4.7 Rangkaian pengujian keseluruhan
Sumber : Pengujian

c. langkah-langkah Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan cara membuat program keseluruhan alat. Listing program output sebagai berikut :

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
Config Lcdpin = Pin , Db4 =
Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6
= Portb.6 , Db7 = Portb.7 , E =
Portb.2 , Rs = Portb.0
Config Lcd = 16x2
Config Adc = Single , Prescaler
= Auto
Start Adc
Dim A As Word , B As Word , R
As Word
Dim Batas As Word
Config Portc = Input
Portc = 255
    
```

```

Batas = 512
Do
Cls
Upperline
Lcd " SENSOR GOL "
Lowerline
Lcd " DARAH ABO "
Wait 1
Bitwait Pinc.0 , Reset
A = Getadc(0)
B = Getadc(1)
R = Getadc(2)
Upperline
Lcd " GOLONGAN DARAH "
Lowerline
If A < Batas And B < Batas And
R < Batas Then
Lcd " O - "
End If
If A < Batas And B < Batas And
R > Batas Then
Lcd " O + "
End If
If A > Batas And B < Batas And
R < Batas Then
Lcd " A - "
End If
If A > Batas And B < Batas And
R > Batas Then
Lcd " A + "
End If
If A < Batas And B > Batas And
R < Batas Then
Lcd " B - "
End If
If A < Batas And B > Batas And
R > Batas Then
Lcd " B + "
End If
If A > Batas And B > Batas And
R < Batas Then
Lcd " AB- "
End If
If A > Batas And B > Batas And
R > Batas Then
Lcd " AB+ "
End If
Waitms 100
Bitwait Pinc.0 , Set
    
```

```

Waitms 100
Bitwait Pinc.0 , Reset
Waitms 100
Bitwait Pinc.0 , Set
Loop
End
    
```

e. Hasil Pengujian.



Gambar 4.8 Hasil pengujian alat tampilan awal
Sumber : Pengujian



Gambar 4.9 Hasil pengujian alat saat pengujian
Sumber : Pengujian



Gambar 4.10 Hasil pengujian alat tampilan setelah pengujian
Sumber : Pengujian

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

- a. Pada optocoupler bila cahaya dapat tembus maka menerima tegangan sebesar 0 volt. Sedangkan bila cahaya tidak dapat tembus tegangan yang diterima adalah 4,84 volt. Pada gambar 4.11 merupakan tampilan awal.
- b. Untuk darah tidak menggumpal tegangan yang diterima lebih besar dari tegangan darah yang menggumpal.
- c. Pada LCD dapat menampilkan golongan darah sesuai dengan pengujian dan berubah sesuai dengan golongan darah yang di uji.

5.2. Saran.

- a. Perlu penelitian lebih lanjut agar dapat dibuat alat dengan desain kompak dan ergonomis dan menggunakan baterai Li Po Supaya dapat portabel.
- b. Pada preperat menggunakan kaca dan dibuatkan tempat yang pas untuk darah sehingga memudahkan dalam pembacaan sensor.
- c. Perlu penelitian lebih lanjut agar alat dapat ditambahkan keypad untuk menulis data diri darah yang di uji, serta memori untuk menyimpan hasil pengujian sehingga suatu saat dapat

melihat kembali hasil pengujian.

Daftar Pustaka

- Datasheet AVR Atmega16
Datasheet LCD 16X2
Datasheet OPTOCOUPLER
Setiawan, Afrie. 2011. *20 Aplikasi Mikrokontroler Atmega 8535 dan Atmega 16 Menggunakan Bascom-AVR*. Yogyakarta : Andi.
- Anonim, *Alat Pendeteksi Golongan Darah Manusia Berbasis Mikrokontroler 89S51*,
<http://dosen.univpancasila.ac.id/dosenfile/4502211002138356610704November2013.pdf>, diakses pada tanggal 2 September 2014.
- Anonim, *Optocoupler*, <http://jaenal91.wordpress.com/category/optocoupler>, diakses pada tanggal 2 September 2014.