

**ALAT PENGGOLONGAN DARAH ABO METODE SLIDE BERBASIS
ATMEGA16**

PROYEK AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
Teknik



OLEH:
SYAHRUL HIDAYAT MUHYANTO
NIM. 14507134017

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017
PROYEK AKHIR

ALAT PENGGOLONGAN DARAH ABO METODE SLIDE BERBASIS ATMEGA16

Oleh : Syahrul Hidayat Muhyanto
NIM : 14507134017

ABSTRAK

Darah merupakan cairan yang ada di dalam tubuh. Manusia memiliki perbedaan golongan darah sehingga penggolongan darah sangat diperlukan dalam proses transfusi darah. Penggolongan darah di lapangan masih menggunakan cara manual. Tujuan pembuatan alat ini adalah untuk membangun perangkat keras, perangkat lunak, dan untuk mengetahui unjuk kerja alat pendekripsi golongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16.

Proses pembuatan alat terdiri dari beberapa bagian perangkat keras yaitu rangkaian catu daya, rangkaian minimum sistem, rangkaian *driver* motor DC, rangkaian sensor, mekanik *slide* yang digunakan untuk tempat sampel, dan mekanik servo untuk pendukung penggolongan darah. Perangkat keras mekanik dan boks dibangun dari bahan akrilik. Dalam pengoperasiannya terdapat *push button* sebagai pemilih menu, motor DC sebagai pengaduk sampel darah dengan reagen dan untuk menjalakan *slide*, serta motor servo untuk penetesan reagen dan mengatur posisi motor DC pengaduk. Pembuatan perangkat lunak menggunakan bahasa C dengan program *compiler* CVAVR. Pembuatan alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 terdiri dari beberapa tahapan diantaranya analisis kebutuhan, identifikasi kebutuhan, blok diagram rangkaian, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, langkah pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan data.

Berdasarkan pelaksanaan hasil pengujian diperoleh data bahwa alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Catu daya bekerja dengan stabil dengan tingkat eror kurang dari sama dengan 3%. Sensor photodiode dapat dengan baik, minimum sistem ATmega16 dapat mengendalikan seluruh kinerja rangkaian, motor DC *slide* dapat menggerakkan posisi *slide* pada posisi tertentu. LCD dapat menampilkan karakter angka dan huruf yang dikendalikan oleh minimum sistem ATmega16.

Kata Kunci: Penggolongan Darah ABO, ATmega16

SURAT PERNYATAAN

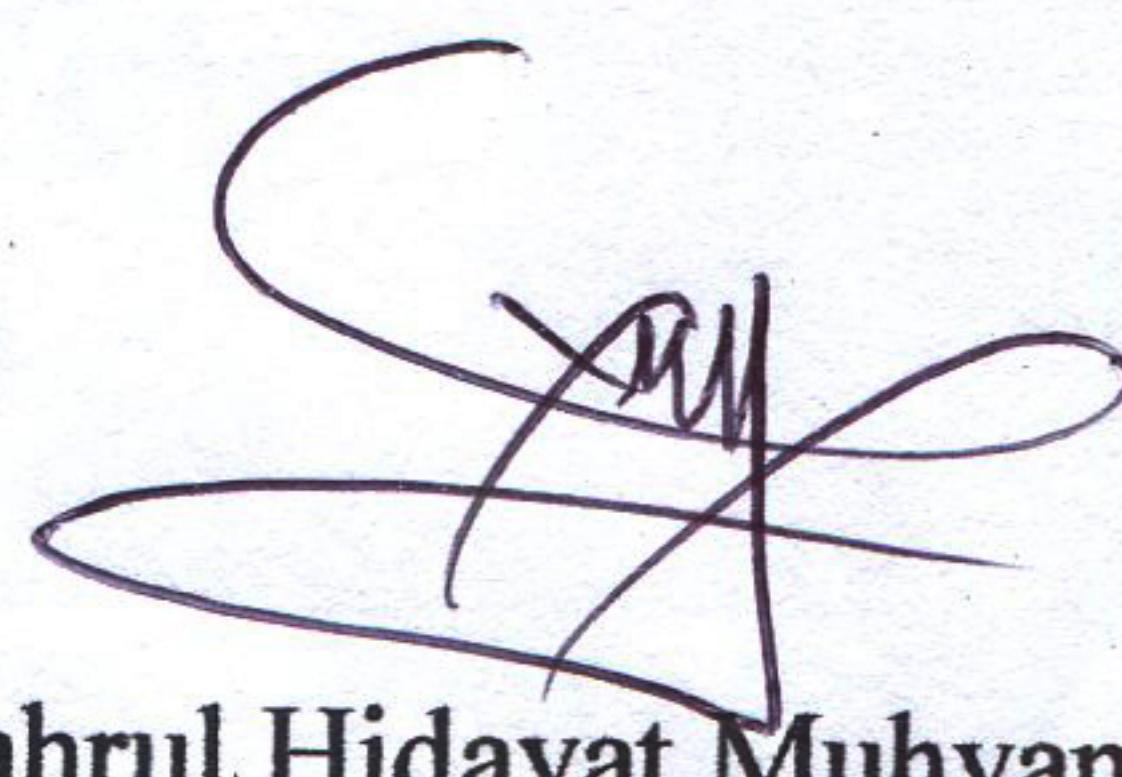
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syahrul Hidayat Muhyanto
NIM : 14507134017
Program Studi : Teknik Elektronika D-III
Judul Proyek Akhir : Alat Penggolongan Darah ABO Metode Slide berbasis
ATmega16

Menyatakan bahwa dalam pembuatan proyek akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Negeri Yogyakarta atau perguruan tinggi lain kecuali bagian-bagian tertentu sebagai acuan kutipan dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 1 Oktober 2017

Yang menyatakan,



Syahrul Hidayat Muhyanto
NIM. 14507134017

LEMBAR PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

**ALAT PENGGOLONGAN DARAH ABO METODE SLIDE BERBASIS
ATMEGA16**

Oleh

SYAHRUL HIDAYAT MUHYANTO

14507134017

Ujian Proyek Akhir

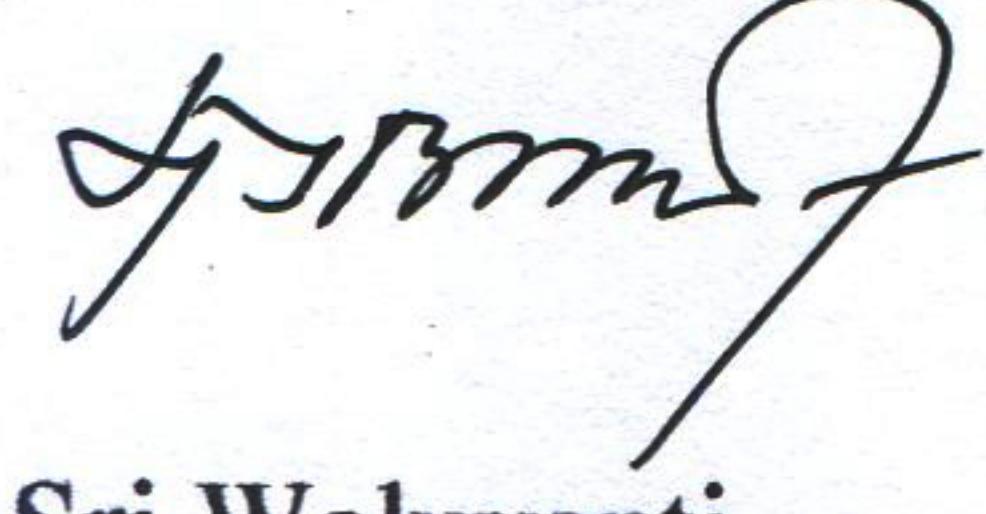
Yogyakarta, 19 Oktober 2017

Mengetahui,

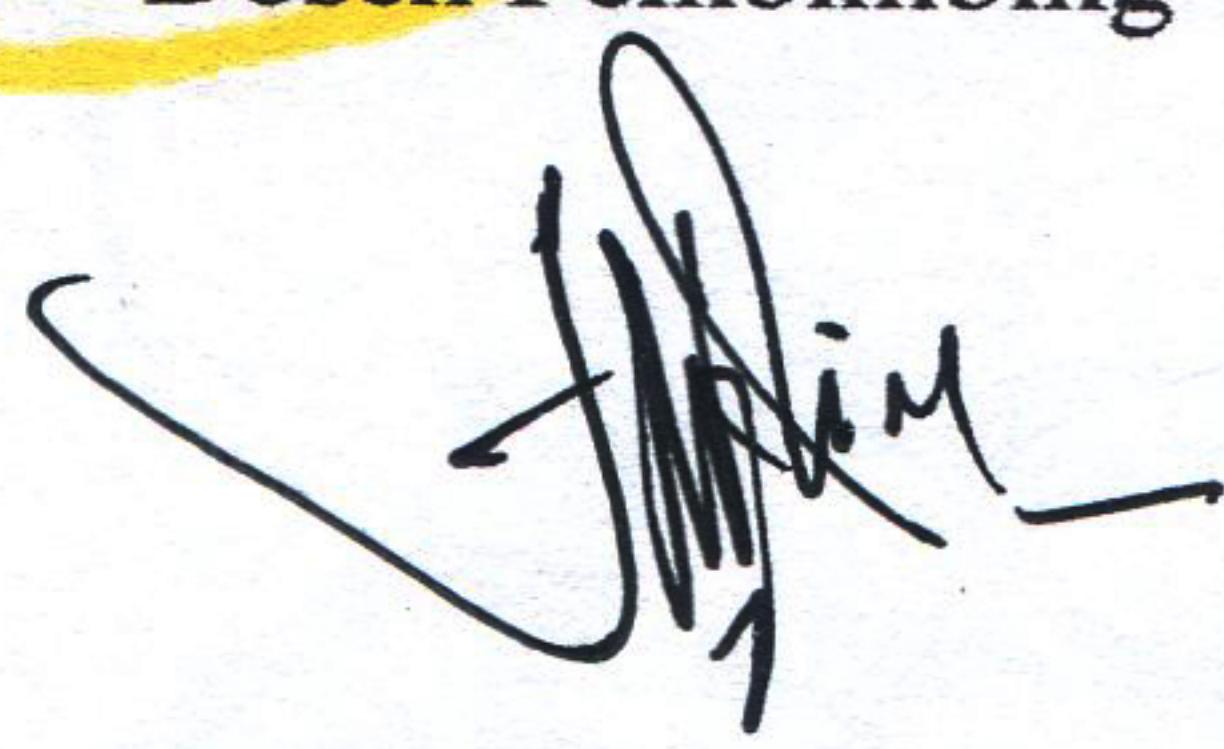
Kaprodi Teknik Elektronika D3

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Sri Waluyanti
NIP. 19581218 198603 2 001



Drs. Totok Sukardiyono, MT
NIP. 19670930 199303 1 005

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

ALAT PENGGOLONGAN DARAH ABO METODE SLIDE BERBASIS ATMEGA16

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

SYAHRUL HIDAYAT MUHYANTO

14507134017

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 23 Oktober 2017

Nama / Jabatan

Drs. Totok Sukardiyono, MT

Ketua Penguji

A. Awaludin Baiti, M.Pd.

Sekretaris

Dr. Fatchul Arifin, M.T.

Penguji

TIM PENGUJI

Tanda Tangan

Tanggal

27/10 2017

27/10 2017

27/10 2017

Yogyakarta, Oktober 2017

Dekan Fakultas Teknik UNY



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan proyek akhir hasil karya saya ini kepada :

1. Bapak, Ibu, dan Adek yang telah memberikan motivasi, kasih, sayang, doa dan dukungan.
2. Keluarga besarku yang telah memberikan dukungannya.
3. Seluruh teman kelas B teknik elektronika.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu'alaihi wa sallam. Pembuatan proyek akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Dalam laporan Proyek Akhir ini penulis mengangkat judul “ALAT PENGGOLONGAN DARAH ABO METODE SLIDE BERBASIS ATMEGA16”.

Terselesaikannya laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dorongan dari semua pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak, Ibu dan adek yang selalu memberi dukungan, motivasi, kasih sayang, dan doa-doanya.
2. Bapak Drs. Totok Sukardiyono, M.T. selaku Pembimbing Proyek Akhir.
3. Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Seluruh Dosen Pengajar Prodi Teknik Elektronika Universitas Negeri Yogyakarta atas bekal ilmu dan motivasi yang diberikan.
6. Mas Imam Nur Orayoga atas pengalaman dan ilmu yang bermanfaat.
7. Dany Dewi, Anggi, Dwi, mas Dar, Topan, Haris, Kevin, Haikal, Bayu dan yang telah memberikan beberapa tetes darahnya untuk pengujian awal alat.
8. Teman-teman crew kontrakan.
9. Teman-teman Elektronika kelas B 2014.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Proyek Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Sehingga kritik dan saran yang sangat membangun diperlukan untuk menyempurnakan laporan Proyek Akhir ini.

Yogyakarta, 1 Oktober 2017

Penulis,

Syahrul Hidayat Muhyanto

DAFTAR ISI

	Hamalan
HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Proyek Akhir	5
F. Manfaat Proyek Akhir	5
G. Keaslian Gagasan	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Darah	8
B. Penggolongan Darah ABO Metode Slide	12
C. Mikrokontroler ATmega16	16
D. Pendekatan Alat	20
E. Sensor Cahaya	22
F. Motor DC	26
G. Motor Servo	29
H. LCD	35

BAB III KONSEP RANCANGAN

A. Analisis Kebutuhan	39
B. Identifikasi Kebutuhan	39
C. Blok Diagram Rangkaian	40
D. Perancangan Perangkat Keras	43
E. Langkah Pembuatan Alat	54
F. Perangkat Lunak	58
G. Spesifikasi Alat	63
H. Pengujian Alat	64
I. Tabel Uji Alat	64
J. Pengoprasian Alat	66

BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian	68
1. Pengujian Catu Daya	68
2. Pengujian Sensor Photodioda	70
3. Pengujian LCD	74
B. Pembahasan	76
1. Analisis Catu Daya	76
2. Analisis Sensor Photodioda	79
3. Analisis LCD	80
4. Analisis Hasil Pengujian Unjuk Kerja	81

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	82
B. Saran	83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tabel Pendonoran Darah	16
Tabel 2. Tabel Pin B	19
Tabel 3. Tabel Pin C	19
Tabel 4. Tabel Pin D	19
Tabel 5. Tabel Pin LCD 20x4	35
Tabel 6. Tabel Alat dan Bahan	54
Tabel 7. Tabel Jadwal Kediatan	54
Tabel 8. Tabel Rencana Keluaran Tegangan	64
Tabel 9. Tabel Rencana Pengujian masing-masing Output Catu Daya	65
Tabel 10. Tabel Rencana Deteksi Darah	65
Tabel 11. Tabel Rencana Pengujian LCD	66
Tabel 12. Tabel Keluaran Tegangan	69
Tabel 13. Tabel Pengujian masing-masing Output Catu Daya	70
Tabel 14. Tabel Deteksi Darah	74
Tabel 15. Tabel Pengujian LCD	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Darah	8
Gambar 2. <i>Erythrocytes</i>	10
Gambar 3. <i>Leukocytes</i>	11
Gambar 4. <i>Trombocytes</i>	11
Gambar 5. Penggolongan Darah <i>Tube Test</i>	13
Gambar 6. Penggolongan Darah ABO Metode <i>Slide</i>	14
Gambar 7. Pin ATmega16	18
Gambar 8. Diagram Blok Sistem Penggolongan Darah Manual	20
Gambar 9. Diagram Blok Sistem Kinerja Alat	21
Gambar 10. Diagram Blok sistem	22
Gambar 11. Simbol dan Bentuk Fisik Sensor Photodioda	24
Gambar 12. Rangkaian Prinsip Kerja Sensor Photodioda	25
Gambar 13. Motor DC	26
Gambar 14. Prinsip Pergerakan Motor	27
Gambar 15. Konstruksi Dasar Motor DC	28
Gambar 16. Arah Gerakan Motor	29
Gambar 17. Motor Servo	30
Gambar 18. Motor Servo dan <i>Gear</i>	30
Gambar 19. Pin Motor Servo	31
Gambar 20. Konfigurasi Pin Motor Servo	32
Gambar 21. Pulsa Motor Servo	33
Gambar 22. Pulsa Gerak Motor Servo	34
Gambar 23. LCD 20x4	36
Gambar 24. Diagram Blok Sistem alat	38
Gambar 25. Blok Diagram Rangkaian	40

Gambar 26. Rangkaian Catu Daya Minimum Sistem	43
Gambar 27. Rangkaian Catu Daya	44
Gambar 28. Rangkaian Sensor	46
Gambar 29. Rangkaian Minimum Sistem	48
Gambar 30. <i>Driver</i> Motor DC 12 Volt	49
Gambar 31. <i>Driver</i> Motor DC 5 Volt	49
Gambar 32. Desain Tempat Sampel Darah	51
Gambar 33. Desain Mekanik Servo 1	51
Gambar 34. Desain Servo 2	52
Gambar 35. Desain Tempat Reagen	52
Gambar 36. Desain Bok	53
Gambar 37. <i>Setting Chip</i> dan <i>Clock</i>	59
Gambar 38. <i>Setting</i> ADC	59
Gambar 39. <i>Setting</i> Port LCD	60
Gambar 40. <i>Setting</i> Timers	60
Gambar 41. <i>Setting</i> I/O	61
Gambar 42. <i>Flowchart</i> Program 1	62
Gambar 43. <i>Flowchart</i> Program 2	63
Gambar 44. Sampel Darah pada <i>Slide</i>	71
Gambar 45. Sampel Darah siap dideteksi	71
Gambar 46. Tampilan Hasil Deteksi	72
Gambar 47. Sampel Darah	72
Gambar 48. Hasil Pencampuran Sampel Darah	73
Gambar 49. Hasil Pengukuran VCC Minimum Sistem	78
Gambar 50. Hasil Pengukuran VCC Servo	78
Gambar 51. Hasil Pengukuran LM7812	78
Gambar 52. Hasil Pengukuran VCC Mot	79

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Desain Mekanik Alat	86
Lampiran 2. Desain Bok Alat	87
Lampiran 3. Skema Rangkaian Keseluruhan	88
Lampiran 4. Program Alat	90
Lampiran 5. <i>Datasheet</i> ATmega16	103
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> LCD 20x4	109
Lampiran 7. <i>Datasheet</i> Servo SG90	112
Lampiran 8. <i>Datasheet</i> servo MG996	114

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang elektronika yang sedemikian pesat, memicu penemuan-penemuan alat yang bervariatif. Perkembangan tersebut dapat dilihat dalam berbagai bidang, diantaranya teknologi pertahanan, pertanian, pendidikan, dan lain sebagainya. Kemajuan tersebut tak terkecuali dalam bidang kesehatan yang diantaranya meliputi kualitas layanan, ragam alat pendukung diagnosa penyakit, pemantauan kesehatan, pemantauan pengobatan, dan lain sebagainya. Dengan semakin majunya teknologi membuat manusia lebih mudah untuk melakukan sesuatu.

Darah merupakan salah satu cairan yang ada di dalam tubuh kita yang berguna untuk mengalirkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh. Pemantauan akan kesehatan darah sangat diperlukan mengingat kegunaan darah yang berperan penting bagi tubuh manusia. Bahaya akan kesalahan penggolongan darah dapat berakibat fatal bahkan dapat berujung kematian. Analisa penggolongan darah adalah cara yang digunakan oleh suatu instansi kesehatan yang berguna untuk menentukan golongan darah seseorang. Penentuan golongan darah sangat diperlukan dalam proses transfusi darah, karena transfusi darah hanya bisa dilakukan jika golongan darah pasien dengan pendonor sejenis atau memiliki kecocokan.

Pada umumnya penggolongan darah dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara ABO dan Reshus. Penggolongan darah juga dilakukan dengan dua buah metode yaitu metode tabung dan metode *slide*. Penggolongan darah ABO dengan metode *slide* dilakukan dengan cara manual yaitu dengan meneteskan sampel darah ke dua buah titik *slide* kemudian diteteskan cairan reagen anti A dan reagen anti B. Setelah penetesan reagen pada sampel darah kemudian dicampur atau diaduk dan ditunggu beberapa saat. Cairan reagen yang diteteskan berguna untuk mereaksikan darah sehingga akan muncul sebuah perbedaan diantara setiap golongan. Perbedaan tersebut terjadi karena sampel darah mengalami aglutinasi. Setiap golongan darah akan menunjukkan perbedaan aglutinasi. Perbedaan inilah yang kemudian digunakan untuk membedakan golongan darah manusia. Dalam dunia kedokteran, golongan darah pada manusia dibagi menjadi empat, yaitu A, B, AB dan O.

Penggolongan darah dengan cara manual menggunakan masih tempat yang terbuat dari kertas berwarna putih dan digunakan sekali pakai sehingga membutuhkan banyak tempat. Pengaduk yang digunakan harus berbeda dan tidak terkontaminasi sampel darah lain sehingga hanya digunakan sekali. Penggolongan darah memerlukan waktu untuk menunggu darah teraglutinasi dengan reagen.

Melihat dari beberapa permasalahan yang terjadi maka penulis mendapat ide untuk membuat suatu alat yang diharapkan mampu mengatasi beberapa masalah tersebut. Dengan dibuatnya alat ini penulis berharap dapat diaplikasikan dalam instansi kesehatan guna mempermudah dalam melakukan

penggolongan darah serta mempercepat proses pendataan golongan darah sehingga lebih efisien. Alat yang berjudul Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16.

ATmega16 merupakan sebuah IC yang banyak digunakan dalam peralatan elektronika sebagai otak pengoprasi sistem. Dalam pembuatan alat ini juga menggunakan IC ATmega16 sebagai kontrol dari sistem.

Alat ini terdiri dari beberapa komponen yang berperan penting. Komponen Photodioda sebagai sensor untuk mendekripsi golongan darah yang telah dicampurkan dengan cairan reagen. Motor servo dan motor DC sebagai pencampur reagen dengan sampel darah. Hasil penggolongan darah akan ditampilkan pada sebuah LCD berukuran kecil sehingga dapat meminimalisir penggunaan tempat dan waktu dalam proses penggolongan darah.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, dapat identifikasi beberapa permasalahan yang berhubungan dengan alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 sebagai berikut:

1. Penggolongan darah ABO metode *slide* yang masih menggunakan cara manual.
2. Penggolongan darah ABO metode *slide* dengan cara manual memerlukan banyak tempat.
3. Kurang efisiennya pengadukan cairan reagen dengan darah.

4. Penggolongan darah ABO metode *slide* dengan cara manual memerlukan waktu lebih.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan pada identifikasi masalah, maka perlu adanya batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup pembahasan proyek akhir. Adapun masalah yang akan diselesaikan penulis adalah sebagai berikut :

1. Penggolongan darah ABO metode *slide* yang masih menggunakan cara manual.
2. Penggolongan darah ABO metode *slide* dengan cara manual memerlukan banyak tempat.
3. Kurang efisiennya pengadukan cairan reagen dengan darah.

Proses pembuatan alat penggolongan darah ini menggunakan sensor photodioda sebagai masukan untuk alat. Mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali seluruh sistem dari alat. Hasil pembacaan oleh sensor photodioda akan diolah oleh mikrokontroler ATmega16 dan akan ditampilkan pada LCD.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun perangkat keras Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16?

2. Bagaimana membangun perangkat lunak yang akan dimasukan ke dalam minimum sistem?
3. Bagaimana unjuk kerja Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16?

E. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek akhir yang berjudul “Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16” sebagai berikut :

1. Merealisasikan rancangan perangkat keras dari “Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16”
2. Merealisasikan perangkat lunak yang akan dimasukan ke dalam minimum sistem sebagai pengendali utama pada sistem ini.
3. Mengetahui unjuk kerja dari “Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16”.

F. Manfaat Proyek Akhir

Manfaat yang dapat diambil dari pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa
 - a. Sebagai sarana implementasi pengetahuan yang didapatkan saat di bangku perkuliahan.
 - b. Sebagai sarana untuk merealisasikan teori yang didapatkan selama mengikuti perkuliahan.

- c. Sebagai wujud kontribusi terhadap Universitas baik dalam citra maupun daya tawar terhadap masyarakat luas.
 - d. Memberikan motivasi kepada mahasiswa untuk tetap berkarya dan menjadi salah satu pelaku dalam kemajuan teknologi.
2. Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
 - a. Terciptanya alat yang inovatif dan bermanfaat sebagai sarana ilmu pengetahuan.
 - b. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan di bidang ilmu dan teknologi.
 - c. Sebagai tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh pendidikan dan kemampuan ilmunya secara praktis.
 3. Bagi Dunia Industri
 - a. Terciptanya alat sebagai sarana peningkatan teknologi dalam dunia industri.
 - b. Sebagai bentuk kontribusi terhadap masyarakat dalam mewujudkan pengembangan teknologi.

G. Keaslian Gagasan

Proyek Akhir dengan judul “Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16” dengan harapan dapat mempermudah manusia dalam melakukan tes golongan darah ABO dengan metode *slide*. Adapun karya-karya sejenis yang berkaitan dengan proyek akhir ini adalah :

1. Proyek Akhir Alat Uji Golongan Darah Berbasis Mikrokontroller AT89S51 Oleh Edmond Syah Putra dari Universitas Negeri Yogyakarta.

Alat uji golongan darah karya Edmond Syah Putra menggunakan sensor phototransistor dan *infrared* untuk pendeksi darah. darah yang telah dicampurkan dengan reagen akan dibaca oleh sensor phototransistor. Kekurangan dari alat ini adalah darah yang akan dideteksi harus dicampurkan terlebih dahulu dengan reagen secara manual.

2. Proyek Akhir Alat Pendeksi Golongan Darah Manusia Berbasis Mikrokontroller AT89S51 oleh Izzah Fadhilah Akmaliah dan Naniek Andiani dari Universitas Pancasila Jakarta. Alat pendeksi golongan darah karya Izzah Fadhilah Akmaliah dan Naniek Andiani menggunakan sensor optoisolator untuk pendeksi darah dan menggunakan motor DC untuk mengaduk sampel darah dan reagen. Darah yang telah diteteskan reagen kemudian diaduk oleh motor DC dan dideteksi oleh sensor optoisolator. Kekurangan dari alat ini adalah darah sampel harus diteteskan reagen dan slide tempat sampel tidak menggunakan motor DC untuk menempatkan posisi.

Perbedaan dari tugas akhir yang penulis buat adalah penulis menggunakan motor DC untuk menempatkan posisi mekanik *slide* dan mengaduk campuran reagen dengan darah. Penulis juga menggunakan motor servo untuk meneteskan cairan reagen dan motor servo untuk menentukan posisi motor DC pengaduk.

BAB II

Pendekatan Pemecahan Masalah

A. Darah

Darah merupakan cairan yang terdapat dalam tubuh seluruh makhluk hidup namun tidak pada tumbuhan. Darah berperan sangat penting dalam tubuh guna mengangkut zat-zat dan oksigen untuk dikirimkan keseluruh tubuh.



Gambar 1. Darah

Sumber : <http://www.bukusekolah.org>

Sifat fisikokimia darah adalah suatu cairan dalam tubuh manusia yang berwarna merah dan kental. Cairan darah dapat dengan mudah dibedakan dengan cairan tubuh lainnya dengan melihat sifat fisikokimia darah yang berwarna merah dan kental. Sifat kental ini terjadi karena dalam darah terdapat banyak senyawa yang berbeda berat molekulnya. Seperti halnya protein yang terlarut dalam darah.

Darah memiliki banyak fungsi, diantaranya sebagai berikut :

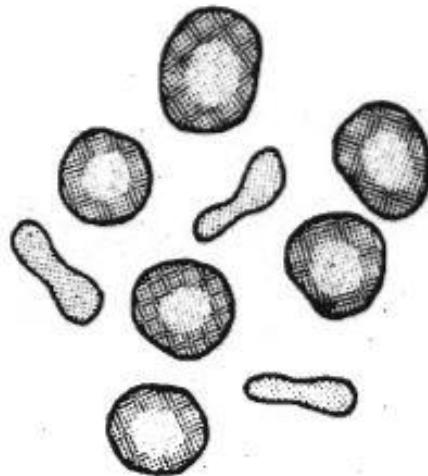
1. Mengirimkan nutrien hasil penyerapan dalam pencernaan ke jaringan tubuh.
2. Mengedarkan oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh.
3. Mengangut zat buang dari seluruh tubuh menuju ginjal untuk proses ekskresi.
4. Mengirimkan hasil hormon dan enzim dari organ menuju organ.
5. Sebagai penyeimbang kandungan air dalam tubuh.
6. Mengatur keseimbangan asam dan basa dalam tubuh.
7. Menjaga dan mengatur suhu tubuh.
8. Ikut menjaga kesehatan tubuh dari penyakit.
9. Membekukan bagian tubuh yang terluka sehingga pendarahan dapat diminimalisir.

Darah memiliki berbagai macam kandungan yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Di dalam darah terdiri dari beberapa jenis sel, diantaranya sebagai berikut:

1. Sel darah merah atau disebut dengan *erythrocytes*.

Sel darah merah berbentuk sedikit oval seperti cakram namun tidak memiliki inti. Sel darah merah memiliki diameter antara 7 – 8 mikrometer. Ukuran normal sel darah merah dalam tubuh adalah $4 - 5 \times 10^{12}$ per liter ($4 - 5 \times 10^6$ per mm^3) darah. Fungsi dari sel darah merah adalah untuk transportasi oksigen. Sel darah merah memiliki warna kuning kemerahan dan di dalam sel darah merah terdapat hemoglobin. Warna dari sel darah

merah akan menjadi semakin merah jika di dalamnya terdapat banyak oksigen.



Gambar 2. *Erythrocytes*

Sumber : WHO, 2003

2. Sel darah putih atau disebut dengan *leukocytes*.

Berbeda dengan sel darah merah, sel darah putih memiliki sitoplasma yang granuler, berbentuk bulat dan berinti. Sel darah putih memiliki ukuran yang berkisar antara 9 – 20 mikrometer. Ukuran normal dalam tubuh sekitar 8×10^9 per liter (8000 per mm^3) darah. Pembedaan antara sel darah merah dan sel darah putih sangat mudah karena sel darah putih memiliki inti. Sel darah putih dibedakan menjadi lima jenis menurut ukuran inti, warna granula dalam *sitoplasma*, bentuk inti dan faktor lainnya, lima jenis tersebut antara lain *neutrofil*, *eosinofil*, *basofil*, *limsofil*, dan *monosit*. Peran sel darah putih dalam tubuh adalah untuk menjaga sistem kekebalan tubuh atau disebut dengan sistem imun.



Gambar 3. *Leukocytes*

Sumber : WHO, 2003

3. Platelets atau *trombocytes*

Trombosit merupakan fragmen megakariosit yang terdapat pada darah bagian tepi. *Trombocytes* inilah yang berperan penting dalam proses pembekuan darah saat terjadi luka. Ukuran dari *trombocytes* berkisar antara 2 – 5 mikrometer. Dalam tubuh manusia dewasa ukuran normal dari *trombocytes* adalah $150 - 300 \times 10^9$ *trombocytes* per liter (150.000 – 300.000 per mm^3) darah.



Gambar 4. *Trombocytes*

Sumber : WHO, 2003

B. Penggolongan Darah ABO Metode *Slide*

Setiap manusia memiliki golongan darah yang berbeda-beda. Perbedaan golongan darah merupakan ciri khusus dari individu. Perbedaan golongan darah disebabkan oleh jenis karbohidrat dan protein yang terdapat dalam permukaan membran *erythrocytes* atau sel darah merah. Penggolongan darah sangatlah diperlukan dalam hal transfusi darah. Pendonor maupun pasien harus mengetahui golongan darah masing-masing. Terdapat dua cara yang umum untuk menggolongkan darah yaitu dengan sistem penggolongan darah ABO dan sistem penggolongan darah *Rhesus*. Dalam penggolongan darah *Rhesus* menggunakan reagen yang berbeda dengan reagen yang digunakan pada penggolongan darah ABO. Penggolongan darah *rhesus* menggunakan reagen anti D. Penggolongan darah *rhesus* digunakan untuk menentukan golongan darah yang bersifat negatif atau positif. Terdapat dua buah metode dalam penggolongan darah yaitu metode *slide* dan metode tabung. Pada penggolongan darah menggunakan metode tabung atau *tube test* alat yang digunakan adalah tabung yang diisi dengan darah dan reagen.



Gambar 5. Penggolongan Darah *Tube Test*

Sumber : www.slideshare.net/NovitaDBintari/px-goldarah-4

Pada proyek akhir ini menggunakan sistem penggolongan darah ABO dan metode yang digunakan adalah metode *slide*.

Sistem penggolongan darah ABO berdasarkan substansi antigen yang terdapat pada permukaan sel darah merah. Antigen pada permukaan sel darah merah dapat berupa protein, karbohidrat, *glikolipid*, atau *glikoprotein*. Sifat dari golongan darah pada manusia adalah herediter dan tergantung dari golongan darah orang tua manusia. Terdapat beberapa molekul sebagai penentu dalam penggolongan sistem ABO, diantaranya sebagai berikut:

1. *D-galactose*
2. *N-acetylgalactosamine*
3. *N-acetylglucosamine*
4. *L-fucose*

ANTI-A	ANTI-B	GOLONGAN DARAH
		A
		B
		AB
		O

Gambar 6. Penggolongan darah ABO Metode *Slide*

Sumber : <http://aasiyahhaniiyah.blogspot.co.id/>

Merujuk pada Gambar 6, merupakan hasil penggolongan darah ABO dengan metode *slide*. Pada sampel kiri merupakan sampel darah yang telah diberi reagen darah anti A. Pada sampel kanan merupakan sampel darah yang diberi reagen darah anti B. Penjelasan untuk Gambar 6, sebagai berikut :

1. Golongan darah A akan bereaksi dengan reagen anti A yang ditandai dengan penggumpalan darah seperti pada Gambar 6, pada bagian sampel paling atas. Sedangkan golongan darah A tidak akan bereaksi dengan reagen anti B segingga reagen seperti bercampur dengan darah. Dalam golongan darah A terkandung antigen A yang tersusun dari perbandingan molekul penentu seperti 1 molekul *N-acetylglucosamine*, 1 molekul *N-acetylgalactosamine*, 1 molekul *L-fucose*, dan 2 molekul *D-galactose*.
2. Golongan darah B merupakan kebalikan dari golongan darah A. Jika golongan darah A bereaksi pada reagen anti A pada golongan darah B akan

bereaksi dengan reagen anti B. Pada sampel kedua merupakan hasil penetesan reagen pada sampel darah B. Dapat dilihat bahwa sampel darah B yang mengalami penggumpalan pada reagen anti B. Antigen dalam golongan darah B memiliki perbedaan dengan antigen golongan darah A. Perbedaan tersebut terdapat pada molekul penyusun dimana molekul *N-acetylgalactosamine* digantikan dengan 1 molekul *D-galactose*.

3. Golongan darah AB akan bereaksi dengan kedua reagen tersebut. Pada sampel 3 terjadi penggumpalan antara sampel darah dengan kedua reagen darah. Golongan darah AB memiliki dua macam antigen di permukaannya. Antigen ini merupakan kombinasi dari antigen A dan antigen B.
4. Golongan darah O tidak bereaksi dengan kedua reagen tersebut. Pada sampel terakhir tidak terjadi penggumpalan dan terlihat seperti larut. Pada permukaan eritrosit golongan darah O masih terdapat ikatan karbohidrat yang terdiri dari 2 molekul *D-galactose*, 1 molekul *N-acetylgalactosamine*, dan 1 molekul *L-fucose*. Pada golongan darah O antigen tidak bersifat imunogenik.

Tranfusi darah tidaklah sembarang dalam melakukannya, karena perbedaan golongan darah pada setiap manusia. Dapat dilihat pada Tabel 1, tentang pendonoran darah antara pasien dengan pendonor.

Tabel 1. Tabel pendonoran darah

Pasien	Pendonor								
	O-	O-							
O+	O-	O+							
A-	O-		A-						
A+	O-	O+	A-	A+					
B-	O-				B-				
B+	O-	O+			B-	B+			
AB-	O-		A-		B-		AB-		
AB+	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+	

Sumber : www.pasiensehat.com

C. Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler atau pengendali mikro adalah sebuah komputer kecil “*special purpose computers*” di dalam sebuah IC/*Chip*. Dalam sebuah IC/*Chip* mikrokontroler terdapat CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi, serial dan paralel, *port input/output*, ADC, dan lain-lain. (H Andrianto, 2015).

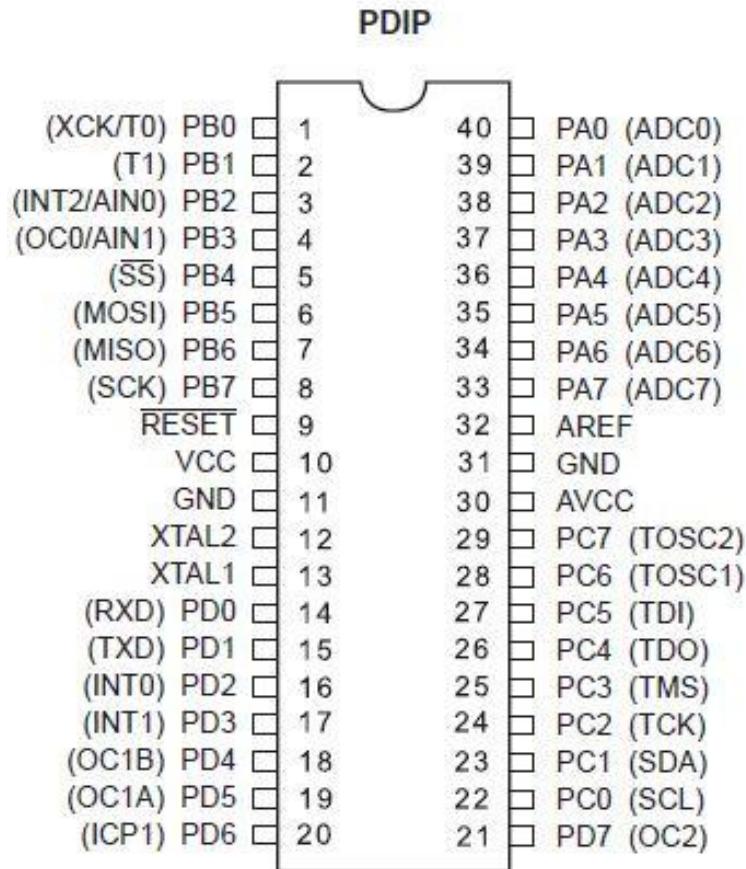
Penggunaan mikrokontroler pada rangkaian elektronika modern sangatlah luas. Dalam kehidupan sehari-hari dapat ditemui diberbagai tempat seperti rumah, kantor, bank, pom, sekolah, industri dan lain sebagainya. Dapat kita temui dalam berbagai rangkaian elektronika seperti pada televisi, *keyboard*, alat ukur digital, telephon, *handphone*, *printer* DVD dan lain sebagainya.

Terdapat berbagai macam mikrokontroler yang dapat digunakan dalam rangkaian elektronika. Pada proyek akhir ini digunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai otak alat. Pada IC ATmega16 terdapat banyak fitur, diantaranya sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit dengan kemampuan tinggi namun konsumsi daya listrik rendah.

2. Arsitektur RISC, *throughput* 16 MIPS dalam frekuensi 16 MHz.
3. *Flash* memori dengan kapasitas 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1 Kbyte.
4. 32 pin I/O.
5. CPU dengan 32 *register*.
6. Interupsi internal dan eksternal.
7. Komunikasi serial dengan *port* USART.
8. Fitur *peripheral* :
 - a. 3 buah *timer/counter* dengan kemampuan pembanding. 2 buah *timer/counter* 8 bit dengan *prescaler* terpisah dan mode *compare*. 1 buah *timer/counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, mode *capture* dan mode *compare*.
 - b. *Real time counter* dengan *oscillator* tersendiri.
 - c. 4 *channel* PWM.
 - d. 8 *channel* ADC, 10 bit ADC.
 - e. *Byte-oriented two-wire serial interface*.
 - f. *Programmable* serial USART.
 - g. Antarmuka SPI.
 - h. *Watchdog timer* dengan *oscillator* internal.
 - i. *On-chip analog comparator*.

IC/Chip atmega16 memiliki 40 buah pin DIP (*Dual In-line Package*) yang dapat dilihat pada Gambar 7, di bawah ini.



Gambar 7. Pin ATmega16

Sumber : <http://www.alldatasheet.com>

Merujuk pada Gambar 7, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. VCC digunakan untuk catu daya. Catu daya berkisar antara 4,5 – 5,5 volt.
2. GND digunakan untuk pin *Ground*.
3. *Port A*(PA0 – PA7) berfungsi sebagai pin I/O dua arah dan juga sebagai pin ADC.
4. *Port B*(PB0 – PB7) berfungsi sebagai pin I/O dua arah dengan fungsi khusus seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel pin B

Pin	Fungsi
PB7	SCK(SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO(SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI(SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1(Analog Comparator Negative Input) OC0(Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0(Analog Comparator Positive Input) INT2(External Interrupt 2 Input)
PB1	T1(Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T1 T0(Timer/Counter0 External Counter Input) XCK(USART External Clock Input/Output)

Sumber : H Andrianto, 2015

5. Port C(PC0 – PC7) berfungsi sebagai pin I/O dua arah dengan fungsi khusus seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel pin C

Pin	Fungsi
PC7	TOSC2(Timer Oscillator Pin2)
PC6	TOSC1(Timer Oscillator Pin1)
PC5	TDI(JTAG Test Data In)
PC4	TDO(JTAG Test Data Out)
PC3	TMS(JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK(JTAG Test Clock)
PC1	SDA(Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL(Two-wire Serial Bus Clock Line)

Sumber : H Andrianto, 2015

6. Port D(PD0 – PD7) berfungsi sebagai pin I/O dua arah dengan fungsi khusus seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel pin D

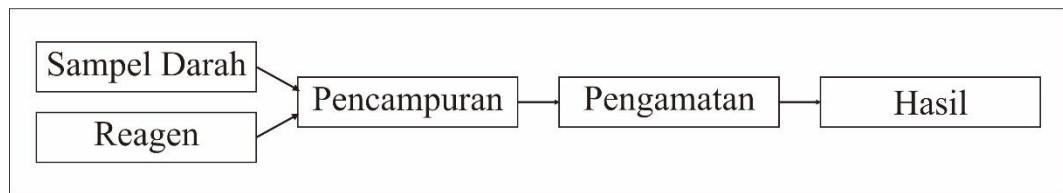
Pin	Fungsi
PD7	OC2(Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP(Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A(Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B(Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1(External Interrupt 1 Input)

PD2	INT0(<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD(<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD(<i>USART Input Pin</i>)

Sumber : H Andrianto, 2015

7. *Reset* berfungsi untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 berfungsi untuk masukan *clock* eksternal.
9. AVCC berfungsi untuk masukan tegangan ADC.
10. AREF berfungsi untuk masukan tegangan referensi ADC.

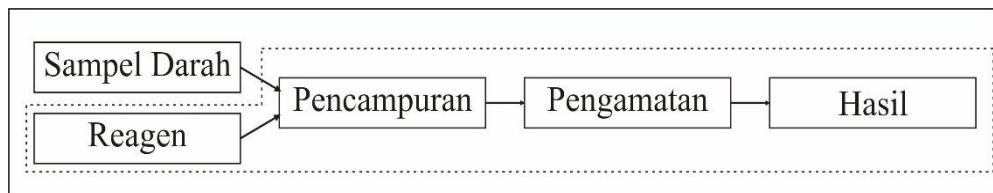
D. Pendekatan Alat



Gambar 8. Diagram blok sistem penggolongan darah manual

Penggolongan darah ABO dengan metode *slide* menggunakan diagram blok seperti pada Gambar 8. Darah sampel akan diteteskan pada suatu *slide* yang biasanya terbuat dari kertas khusus dan berwarna putih. Kemudian sampel darah akan diteteskan dengan cairan reagen darah anti A dan anti B. Reagen dengan darah tidak dapat tercampur dan mengalami aglutinasi dengan sendirinya perlu bantuan seorang medis untuk mencampurkannya. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan dua buah alat yang bersifat keras dan kuat. Alat pengaduk tidak boleh dilakukan dengan bergantian sehingga sekali pakai dan dibuang. Setelah selesai pencampuran dilanjutkan ke tahap pengamatan sampel darah. Pada proses ini harus dilakukan dengan jeli. Setelah mengetahui perbedaan dari kedua sampel maka hasil dari

penggolongan darah bisa diputuskan. Dari cara di atas maka diperlukan sebuah alat yang dapat digunakan untuk menggolongkan darah ABO metode *slide* sehingga proses penggolongan darah bisa lebih ringkas dan dapat meminimalisir penggunaan tempat serta waktu. Diagram blok sistem yang digunakan terlihat pada Gambar 9.

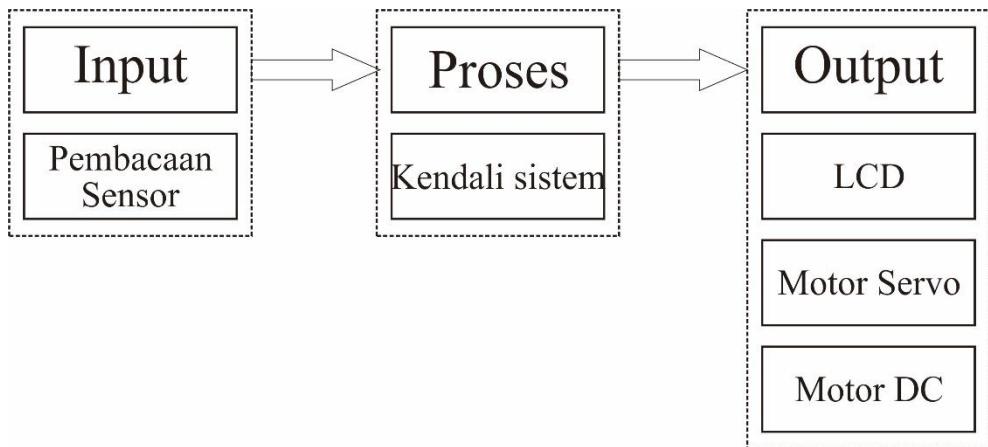


Gambar 9. Diagram blok sistem kinerja alat

Gambar di atas merupakan blok sistem kinerja dari alat yang akan dibuat. Hampir sama dengan blok diagram sebelumnya, perbedaannya terdapat pada proses penetesan reagen, pencampuran, pengamatan, dan hasil. Pada alat ini pasien hanya akan menempatkan sampel darah pada sebuah *slide*. Kemudian proses penetesan reagen, pencampuran, pengamatan, dan hasil akan dilakukan dengan alat.

Alat ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu *input*, proses, dan *output*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10. Masukan atau *input* dari alat berupa sampel darah, cairan reagen dan pembacaan sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor cahaya. Sensor ini berguna untuk menangkap intensitas cahaya yang dipancarkan dan melewati campuran sampel darah dengan reagen. Kemudian data yang diperoleh sensor akan masuk pada bagian proses. Bagian proses menggunakan mikrokontroler ATmega16. Mikrokontroler nantinya akan memerintahkan motor DC dan motor servo

untuk bergerak ke posisi tertentu. Setelah data diproses dalam mikrokontroler maka tahap selanjutnya adalah *output*. Tahap *output* adalah melihat hasil dari pendektsian golongan darah. Hasil dari pendektsian nantinya akan ditampilkan pada sebuah LCD kecil.



Gambar 10. Diagram blok sistem

Perlu adanya komponen-komponen penting yang berguna untuk mendukung kinerja dari alat. Diantaranya pada bagian *input* yaitu sensor cahaya, pada bagian proses yaitu mikrokontroler ATmega16, pada bagian *output* yaitu motor DC, motor servo dan LCD.

E. Sensor Cahaya

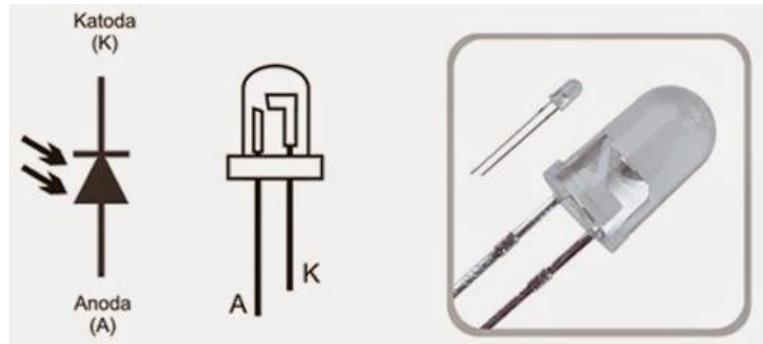
1. Sensor Cahaya

Sensor merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui atau mendekksi suatu besaran tertentu. Sensor merupakan jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran listrik dengan basis tertentu seperti panas, cahaya, gerakan dan lain sebagainya. Sensor merupakan sebuah komponen yang berperan penting dalam suatu alat elektronika.

Sensor cahaya merupakan sebuah sensor yang mengubah besaran resistansi yang tergantung dari intensitas cahaya. Cahaya yang masuk dalam sensor akan mengubah nilai resistansi dari sensor tersebut. Nilai resistansi akan berubah-ubah sesuai dengan besaran intensitasnya. Terdapat berbagai macam jenis sensor cahaya yang ada misalnya sensor photodiode, sensor phototransistor, LDR (*Light Dependent Resistor*), optoisolator dan lain sebagainya. Pada proyek akhir ini menggunakan sensor photodiode.

2. Sensor photodioda

Sensor photodiode merupakan sebuah sensor yang akan bekerja jika terkena cahaya. Sensor photodiode akan berubah nilai resistansinya jika terkena cahaya yang diterimanya. Perubahan resistansi dari sensor photodiode berbanding terbalik dengan cahaya yang diterimanya, yaitu jika intensitas cahaya yang masuk ke sensor photodiode besar maka nilai resistansi dari sensor photodiode akan kecil, jika intensitas cahaya yang masuk ke sensor photodiode kecil maka nilai resistansi dari sensor akan besar. Bentuk fisik dan simbol dari sensor photodiode dapat dilihat seperti pada Gambar 11.



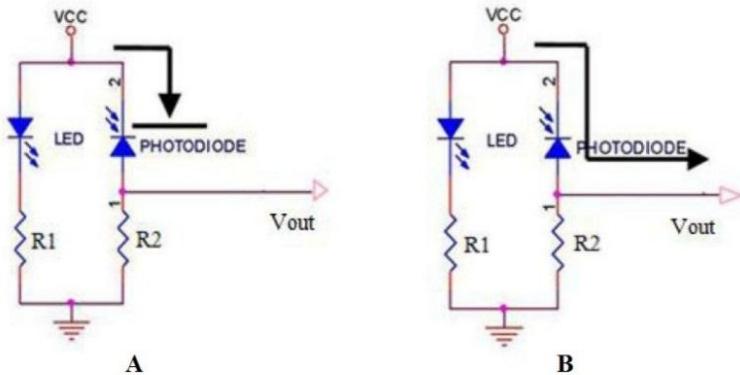
Gambar 11. Simbol dan bentuk fisik sensor photodioda

(Sumber : <http://margionoabdil.blogspot.co.id/>)

Sensor photodioda merupakan sebuah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan dari sensor photodioda yang sering digunakan dalam rangkaian elektronika adalah *gallium arsenide* (GaAs) atau lebih dikenal dengan *silicon* (Si) dan lainnya yaitu timah *sulfide* (PBS), *lead selenide* (PbSe), *Indium arsenide* (InAs), dan *idium antimonide* (InSb). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya: 250 nm - 1100 nm untuk photodioda dengan bahan *silicon*, dan 800 nm ke 2,0 μ m untuk photodioda dengan bahan GaAs. (A Tanjung, 2015). Sensor photodioda memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- 2 pin photodioda, pin katoda dan pin anoda.
- Maksimal tegangan *reverse* 32 volt.
- Bekerja pada *reverse* bias.

3. Prinsip Kerja Sensor Photodioda



Gambar 12. Rangkaian prinsip kerja sensor photodioda

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/>)

Rangkaian photodioda pada Gambar 12, adalah dasar rangkaian sensor photodioda yang sering digunakan. LED digunakan sebagai *transmitter* cahaya dan photodioda digunakan sebagai *receiver* cahaya. Jika photodioda mendapat cahaya maka nilai resistansi akan rendah dan sebaliknya jika photodioda tidak mendapat cahaya maka nilai resistansi akan tinggi. Pada gambar A photodioda tidak mendapat cahaya sehingga resistansi tinggi mengakibatkan V_{out} berlogika *low* sedangkan pada gambar B photodioda mendapatkan cahaya membuat nilai resistansi menjadi kecil dan V_{out} bernilai *high*. Rumus perhitungan dari rangkaian tersebut adalah :

$$V_{out} = \frac{R_{photodiode}}{R_{photodiode} + R2} \times V_{in}$$

Keterangan :

- V_{in} = tegangan masukan pada rangkaian
- V_{out} = tegangan keluaran pada rangkaian
- $R_{photodiode}$ = resistansi photodioda
- $R2$ = resistansi resistor

F. Motor DC

Motor adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor listrik bergerak dengan memanfaatkan gaya magnet dengan konduktor yang membawa arus. Sebaliknya alat yang digunakan untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik adalah generator. Motor dapat diubah menjadi generator jika fungsinya dibalik.

Jenis motor dibedakan menjadi dua menurut arus dayanya yaitu motor AC (arus bolak balik) dan motor DC (arus searah). Motor AC maupun motor DC dapat digunakan sebagai generator. Motor berfungsi untuk mengubah listrik menjadi gerak sedangkan generator mengubah gerak menjadi listrik.

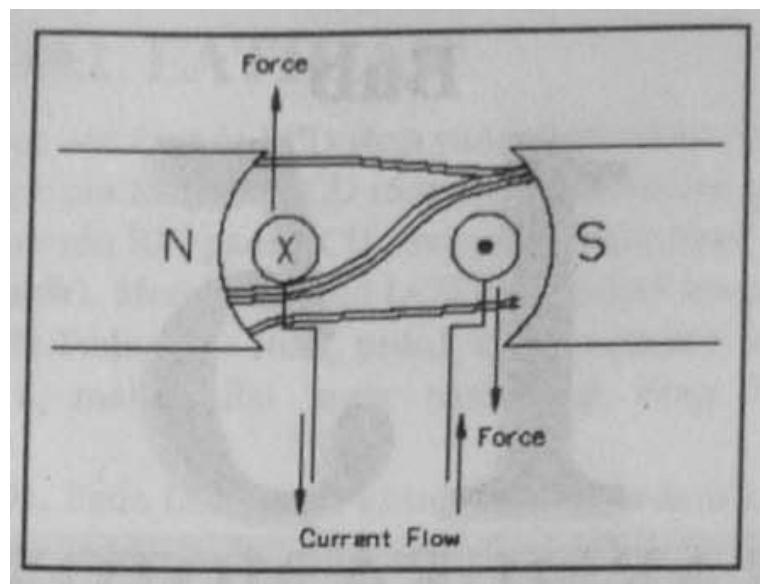
Pada proyek akhir ini menggunakan motor DC sebagai penggeraknya. Dalam motor DC terdapat sebuah kumparan jangkar yang disebut rotor, rotor merupakan bagian motor DC yang berputar.



Gambar 13. Motor DC

Sumber : <http://energiterbarukanonline.blogspot.co.id/>

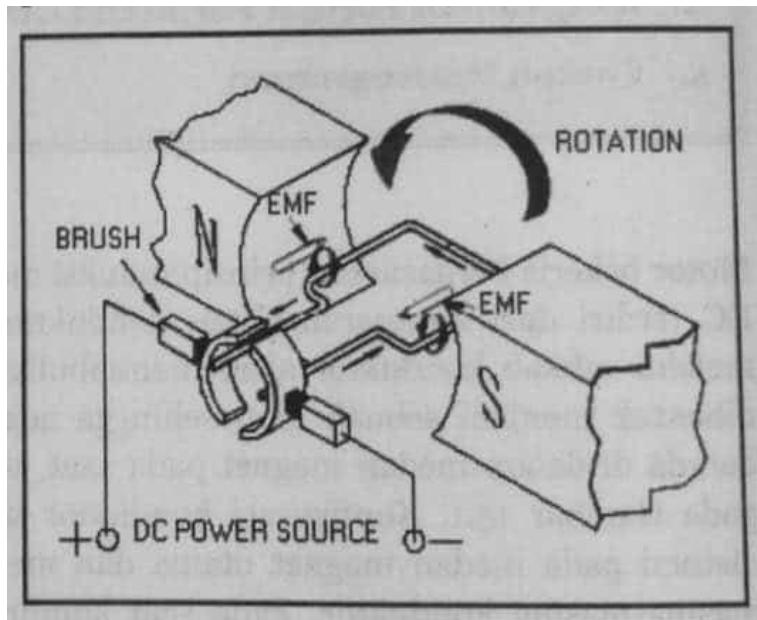
Motor DC bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetik. Sirkuit internal motor DC terdiri dari kumparan/lilitan konduktor. Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Konduktor dibentuk menjadi sebuah *loop* sehingga ada dua bagian konduktor yang berada di dalam medan magnet pada saat yang sama, seperti ditunjukkan pada Gambar 14. Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan distrosi pada medan magnet utama dan menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. Pada saat konduktor ditempatkan pada motor, gaya dorong yang timbul akan menyebabkan rotor berputar searah jarum jam. (Syahrul, 2012).



Gambar 14. Prinsip pergerakan motor

Sumber : Syahrul, 2012

Arah aliran arus listrik dalam konduktor ditunjukkan dengan tanda ‘X’. Tanda ‘x’ menunjukkan arah arus listrik mengalir menjauhi pembaca gambar, tanda ‘.’ Menunjukkan arah arus listrik mengalir mendekati pembaca gambar. (Syahrul, 2012).

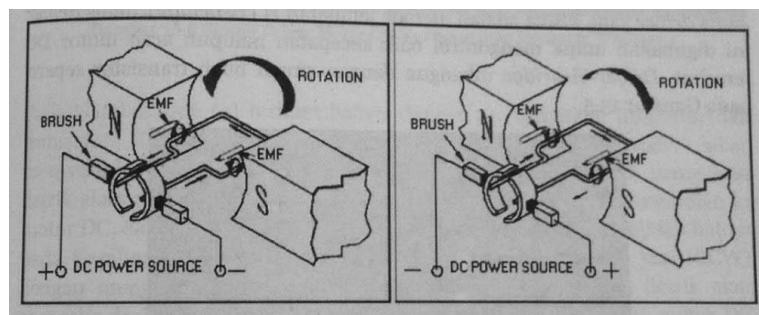


Gambar 15. Konstruksi dasar Motor DC

Sumber : Syahrul,2012

Merujuk pada Gambar 15, merupakan sebuah gambaran konstruksi dasar dari motor DC. Pada saat tegangan DC diberikan ke terminal motor maka aliran arus elektron akan meujun terminal positif dari terminal negatif. Terlihat pada Gambar 15, terdapat arah panah dari kutub s menuju kutub n. Arah panah tersebut merupakan arah putaran motor yang timbul karena gaya medan magnet dari konduktor dengan magnet permanen. Pada Gambar 15, terlihat bahwa ada 2 magnet yaitu magnet n dan magnet s. Gaya medan magnet permanen adalah dari magnet n menuju magnet s. Sedangkan pada konduktor arah gaya magnet yang dekat dengan magnet permanen s, adalah searah dengan gaya magnet permanen s dan arah medan magnet pada konduktor yang jauh dari magnet s adalah berlawanan dengan magnet s. Dengan demikian terjadilah arah gerakan dari konduktor tersebut. Sebaliknya konduktor yang dekat dengan

magnet n memiliki gaya medan magnet yang sama dengan magnet permanen n dan konduktor yang jauh dari medan magnet n bersifat berlawanan maka konduktor yang dekat dengan magnet n akan terdorong dan konduktor yang jauh dari magnet s akan tertarik sehingga menyebabkan sebuah gerakan yang berulang. Pergerakan dari motor dapat diubah-ubah misalnya dari kiri ke kanan ataupun dari kanan ke kiri. Dengan mengubah polaritas tegangan pada terminal konduktor maka arah motor akan berubah-ubah.



Gambar 16. Arah gerakan motor

Sumber : Syahrul, 2012

G. Motor Servo

Motor servo biasanya digunakan untuk robot berkaki, lengan robot, atau sebagai aktuator pada mobil robot. Motor servo terdiri dari sebuah motor DC, beberapa *gear*, sebuah potensiometer, sebuah *output shaft* dan sebuah rangkaian kontrol elektronik. (H Andrianto, 2015).



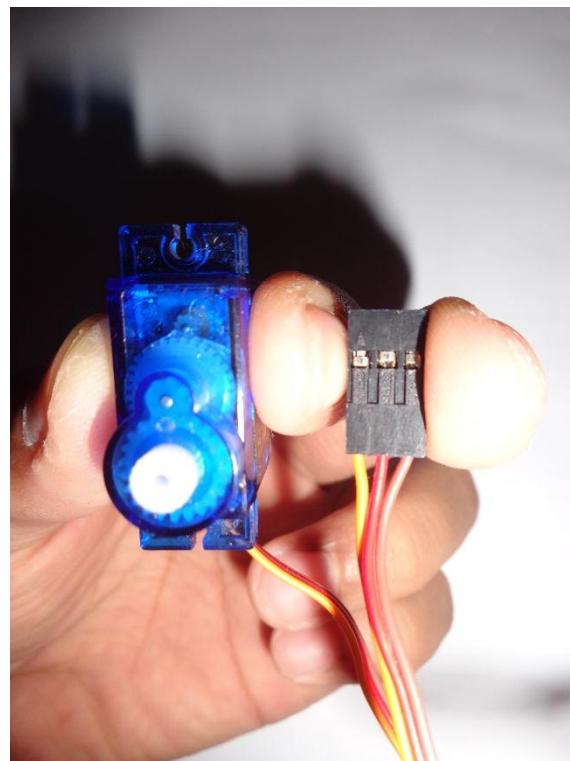
Gambar 17. Motor Servo

Sumber : www.lazada.com



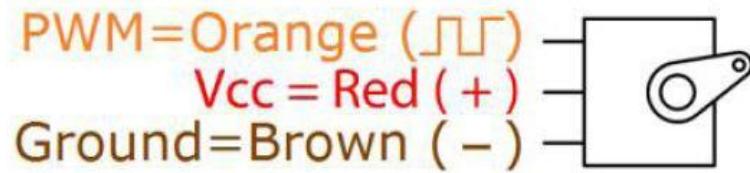
Gambar 18. Motor servo dan gear

Sumber : <http://roboholic-community.blogspot.co.id/>



Gambar 19. Pin motor Servo

Motor servo merupakan sebuah aktuator putar yang dapat diatur putaran sudutnya dengan menggunakan program tertentu. Sistem kontrol yang terdapat dalam motor servo merupakan umpan balik tertutup. Motor servo memiliki bentuk kotak persegi panjang yang memiliki *output shaft* motor. Motor servo memiliki 3 buah pin yang dihubungkan dengan kabel dimana warna kabel dibedakan menurut kegunaannya. Pada umumnya warna yang digunakan adalah kuning, merah dan coklat dimana warna kuning sebagai data *control*, merah sebagai *power* dan coklat untuk *ground*.



Gambar 20. Konfigurasi pin motor servo

Sumber : www.micropik.com/

Pada bagian dalam servo terdapat beberapa pasang *gear*. Motor servo dibedakan menjadi 2 menurut bahan *gear* yang ada di dalamnya. Diantaranya terbuat dari plastik dan terbuat dari metal atau titanium. Untuk menentukan posisi derajat servo menggunakan sebuah potensiometer yang terdapat di dalam servo. Potensiometer terhubung dengan *output shaft* yang digunakan untuk mengetahui posisi aktual *shaft*. Untuk menggerakan servo terdapat sebuah motor DC kecil. Motor DC tersebut terhubung dengan perbandingan *gear* yang ada dalam servo. Perbandingan servo juga terhubung dengan sebuah potensiometer. Ketika motor DC digerakkan maka *gear* yang ada dalam servo juga berputar sehingga *output shaft* dan potensiometer ikut berputar. Sebuah rangkaian yang digunakan untuk mengontrol di dalam servo kemudian membaca perubahan resistansi pada potensiometer untuk mengetahui derajat posisi aktual *shaft*. Jika posisi aktual *shaft* sesuai dengan derajat yang ada dalam program maka motor DC akan berhenti berputar. Motor servo dibedakan menjadi 2 jenis yang dilihat dari *Operating Angle* atau disebut juga dengan sudut operasi motor servo, diantaranya sebagai berikut :

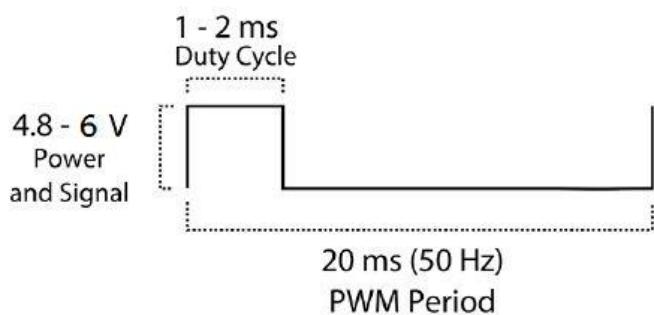
1. Motor Servo *Standard*

Motor servo *standard* adalah motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW dengan sudut operasi tertentu, misal 60^0 , 90^0 , atau 180^0 . (H Andrianto, 2015).

2. Motor Servo *Continuos*

Motor Servo *Continuos* adalah motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontinyu). (H Andrianto, 2015).

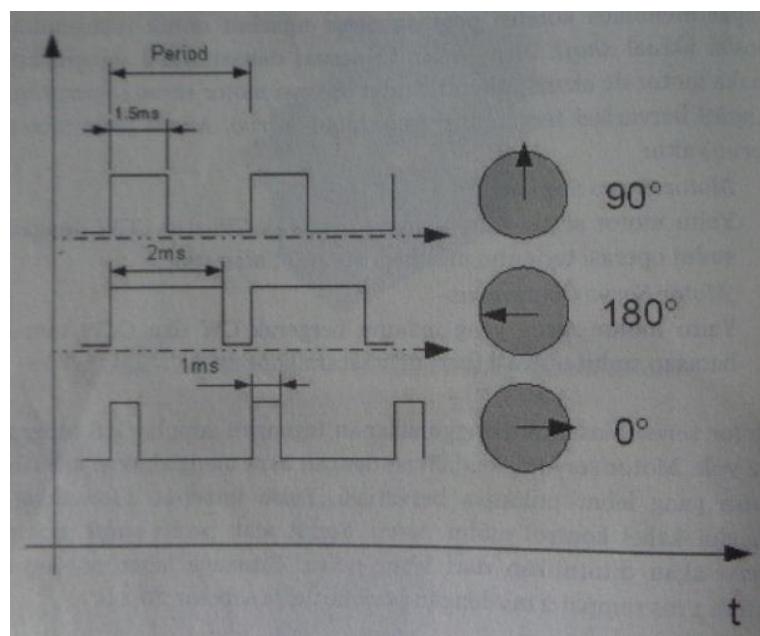
Tegangan yang digunakan untuk operasi motor servo tergantung dari merek dan jenisnya. Pada proyek akhir ini menggunakan motor servo dengan seri *sg90* dan *mg996*. Tegangan kerja dari servo *sg90* berkisar antara 4,8 V sampai dengan 5 V DC dan tegangan kerja servo *mg996* berkisar antara 4,8 V – 6 V DC. Pengendalian motor servo menggunakan sinyal pulsa yang dikirimkan dari sebuah mikrokontroler dengan lebar pulsa yang bervariasi. Pulsa dikirimkan lewat kabel data yang berwarna kuning dan diterima rangkaian yang ada di dalam servo. Lebar pulsa berkisar antara 1 sampai dengan 2 ms sedangkan periodenya mencapai 20 ms.



Gambar 21. Pulsa Motor Servo

Sumber : <https://engineering.tamu.edu/>

Lebar pulsa akan mengakibatkan perubahan posisi pada servo. Misalnya sebuah pulsa 1,5ms akan memutar motor pada posisi 90° (posisi netral). Agar posisi servo tetap pada posisi ini, maka pulsa harus terus diberikan pada servo. Jadi meskipun ada gaya yang melawan, servo akan tetap bertahan pada posisinya. Gaya maksimum servo tergantung dari rentang torsi servo. (Heri Andrianto, 2015).



Gambar 22. Pulsa gerak Motor Servo

Sumber : H Andrianto, 2015

Merujuk pada Gambar 22, dapat dijelaskan jika motor servo diberikan pulsa dengan lebar 1,5 ms maka akan menuju posisi netral. Saat servo diberikan pulsa dengan lebar kurang dari 1,5 ms maka servo akan berputar *counter clock wise* (CCW) menuju ke posisi tertentu dari posisi netral. Namun jika motor servo diberikan pulsa dengan lebar lebih dari 1,5 ms maka posisi servo akan berputar *clock wise* (CW) menuju posisi yang berlawanan dari CCW dari posisi

netral. Lebar minimum dan maksimum dari motor servo berbeda dengan motor servo lainnya karena setiap merek servo memiliki spesifikasi tersendiri. Selain lebar pulsa yang berbeda pada setiap merek motor servo adalah kecepatan motor servo dalam berubah posisi atau disebut dengan *operating speed*.

H. LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* merupakan sebuah komponen yang banyak digunakan dalam dunia elektronika untuk menampilkan sebuah karakter huruf, angka, gambar dan lain sebagainya. LCD terbuat dari bahan cairan kristal. Sistem pengoprasian dari LCD sama seperti sistem pengoprasian dot matriks. Pada proyek akhir ini LCD yang digunakan adalah LCD 20x4 dengan seri 2004A yang dihubungkan dengan rangkaian mlnsis ATmega16. Penggunaan LCD dengan ATmega16 dapat dihubungkan dengan mudah. LCD 20x4 ini memiliki 4 baris dan 20 kolom untuk menampilkan karakter dan memiliki 16x2 pin. 16 pin terletak pada bagian atas dan 16 pin pada bagian bawah. Fungsi dari pin atas dan pin bawah adalah sama. Tabel pin dari LCD 16x2 seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel pin LCD 20x4

PIN	Symbol	Fungsi
1	GND	<i>Ground</i>
2	VCC	Tegangan <i>input</i> +5V
3	VEE	Kontras LCD
4	RS	<i>Register select</i> , 0= <i>input</i> instruksi, 1= <i>input</i> data
5	R/W	1 = <i>Read</i> , 0 = <i>Write</i>
6	E	<i>Enable signal</i>
7	DB0	Data pin 0
8	DB1	Data pin 1
9	DB2	Data pin 2
10	DB3	Data pin 3

11	DB4	Data pin 4
12	DB5	Data pin 5
13	DB6	Data pin 6
14	DB7	Data pin 7
15	VB+	<i>Back Light (+)</i>
16	VB-	<i>Back Light (-)</i>

Sumber : H Andrianto, 2015

Penggunaan CRT atau *Cathode Ray Tube* dalam menampilkan karakter, *text* dan gambar secara monokrom bahkan berwarna perlahan-lahan mulai tergantikan oleh adanya LCD yang lebih memiliki banyak keuntungan. LCD memiliki keuntungan dibandingkan dengan CRT (*Cathode Ray Tube*) diantaranya ukuran lebih kecil, bobot lebih ringan, penggunaan daya yang relatif kecil, dan juga harga terjangkau.



Gambar 23. LCD 20x4

Cahaya dari LCD dipancarkan oleh LED yang dapat juga disebut dengan *Backlight*. *Backlight* merupakan sumber pencahayaan yang ada dalam LCD. Pin kaki LED terdapat pada kaki 15 dan 16 seperti terlihat pada Tabel 5. Ada beberapa warna dari LED backlight LCD yang diantaranya adalah biru, kuning, hijau, merah. Sedangkan untuk karakter yang tampil dalam LCD tersebut adalah silikon atau gallium yang berbentuk kristal cair. Kristal cair tersebut akan memendarkan cahaya. Kristal cair berada diantara lempengan kaca yang

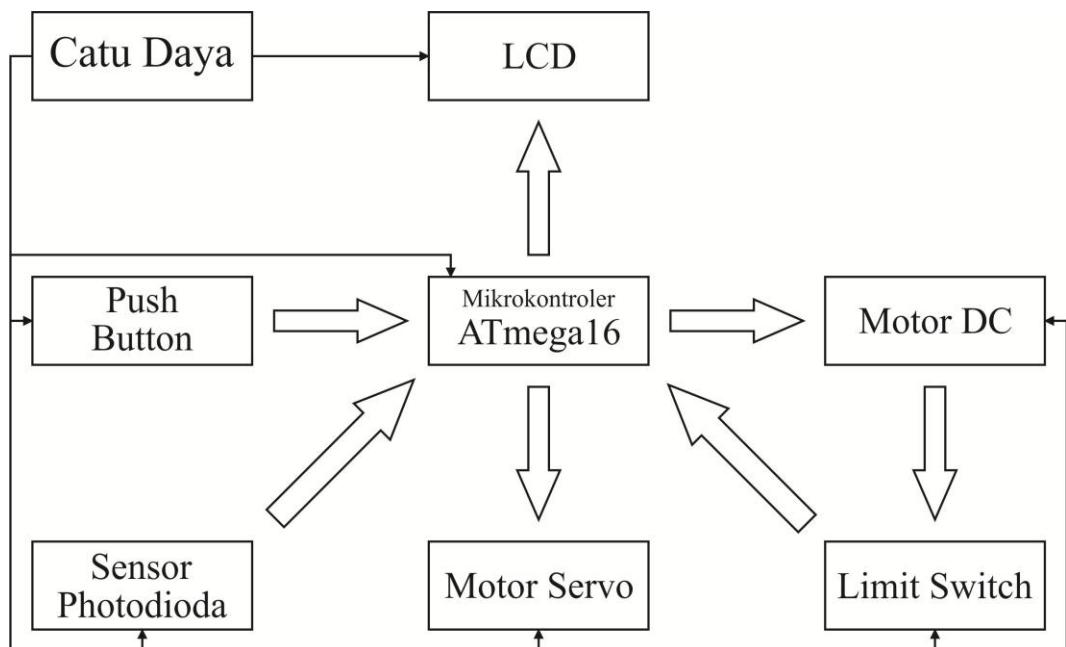
salah satu sisinya terdapat elektroda transparan. Ketika keadaan normal kristal cair akan berwarna cerah dan kristal cair akan berwarna gelap ketika elektroda mendapat tegangan sehingga menjadi sebuah pola tertentu.

Penggunaan LCD dalam pengoprasian hanya membutuhkan sedikit arus yang berkisar antara 0,1 – 0,25 mA dengan tegangan sebesar 5 volt. Dengan tampilan yang jelas, mudah untuk dibaca serta penggunaan *backlight* yang tidak begitu terang namun bisa terlihat dalam keadaan gelap, memiliki bentuk yang ramping dan juga bobot yang ringan memudahkan untuk penempatan posisi LCD pada sebuah alat.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Pembuatan Alat Pengolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16 menggunakan metode rancang bangun Analisis, Desain, Pengembangan, Pelaksanaan, dan Evaluasi. Identifikasi kebutuhan dalam pembuatan alat diperlukan oleh penulis dan juga diperlukan oleh alat. Kebutuhan yang telah teridentifikasi kemudian dianalisis demi mendapatkan komponen secara spesifik. Selanjutnya masuk dalam tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Langkah selanjutnya adalah pembuatan alat dan pengujian alat.



Gambar 24. Diagram blok sistem alat

Sebelum menuju pada bagian analisis terdapat sebuah gambar diagram blok sistem dari alat. Diagram tersebut terdiri dari *input*, proses, dan *output*. Pada bagian

input dibutuhkan beberapa komponen yaitu sensor, *push button*, dan *limit switch*. Bagian *input* berguna untuk memberi masukan dan data yang akan diolah pada proses. Pada bagian proses diperlukan sebuah komponen yaitu mikrokontroler ATmega16. Pada bagian proses berguna untuk mengendalikan seluruh kinerja sistem alat. Selanjutnya bagian *output* yang terdiri dari LCD, motor DC, dan motor servo.

A. ANALISIS KEBUTUHAN

Untuk membuat rancangan suatu sistem dari alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 ini harus diperhatikan beberapa kebutuhan komponen diantaranya sebagai berikut :

1. Dibutuhkan sistem untuk pendekslsian golongan darah.
2. Dibutuhkan cairan untuk mereaksikan darah.
3. Dibutuhkan sebuah rangkaian sistem untuk mengendalikan semua sistem.
4. Dibutuhkan servo untuk menggerakan mekanik.
5. Dibutuhkan motor DC untuk mencampurkan darah dengan reagen.
6. Dibutuhkan *power supply* untuk mendukung kinerja sistem.
7. Dibutuhkan media untuk menampilkan hasil pendekslsian golongan darah.
8. Dibutuhkan boks untuk mendukung sistem.

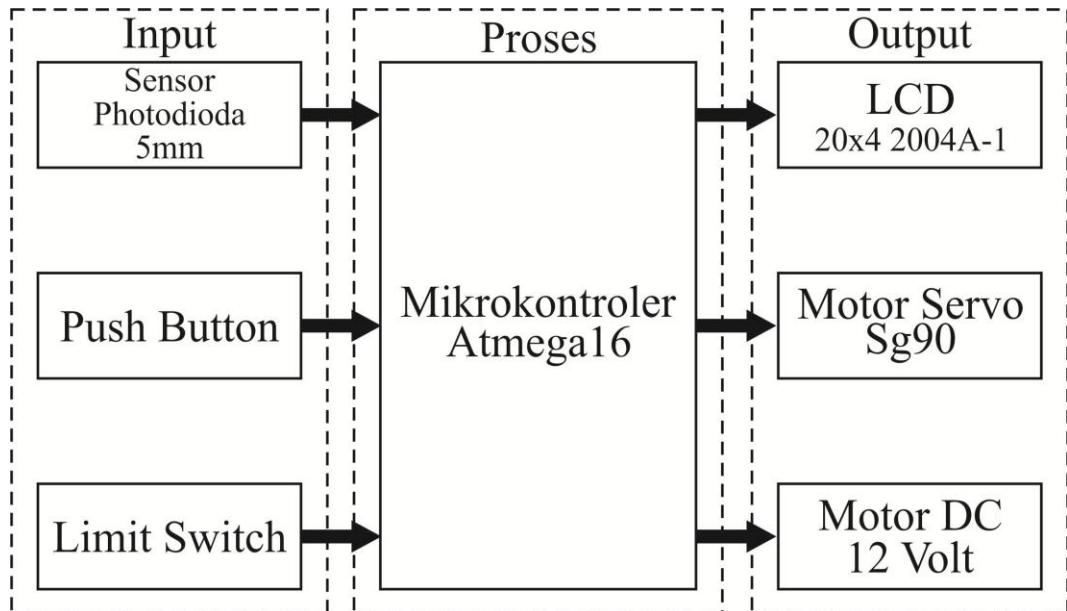
B. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN

Berdasarkan identifikasi kebutuhan di atas, maka dapat diperoleh analisis kebutuhan terhadap alat penggolongan darah ABO metode *slide* yang akan dirancang sebagai berikut:

1. Sensor photodioda.

2. Reagen anti A dan anti B untuk mereaksikan darah.
3. Rangkaian sistem minimum ATmega16 untuk mengendalikan semua sistem.
4. Motor servo yang digunakan untuk meneteskan cairan reagen dan menentukan posisi motor DC.
5. Motor DC sebagai alat untuk mencampurkan reagen dengan darah.
6. Rangkaian *power supply* dengan *input* 220 V dan *output* +5V dan +12V.
7. Menggunakan LCD 20x4 untuk menampilkan hasil pendekripsi golongan darah.
8. Akrilik yang berfungsi untuk membuat boks yang berguna untuk melindungi semua sistem.

C. BLOK DIAGRAM RANGKAIAN



Gambar 25. Blok diagram rangkaian

Pembuatan Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16 menggunakan diagram blok pada Gambar 25, diagram blok tersebut terbagi menjadi 3, diantaranya :

1. Blok *input*
2. Blok *process*
3. Blok *output*

Setiap bagian blok dari diagram memiliki peran yang berbeda untuk kinerja dari sistem. Pada bagian *input* terdapat 3 buah alat, diantaranya:

1. Sensor Photodioda digunakan untuk mendeteksi cahaya yang melewati sampel darah. Penggunaan sensor photodioda karena memiliki bentuk yang sesuai dengan desain yang dibuat dan juga lebih baik dalam menerima cahaya tampak.
2. *Push button* digunakan untuk memilih mode pada menu.
3. *Limit switch* digunakan untuk menentukan posisi motor DC.

Untuk bagian proses hanya menggunakan 1 buah mikrokontroler untuk mengendalikan seluruh kinerja sistem. mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega16. ATmega16 dipilih karena memiliki jumlah *port* yang sesuai dengan kebutuhan dan juga alat tidak menggunakan memori yang terlalu besar. Sedangkan pada bagian *output* terdapat 3 buah alat, diantaranya :

1. LCD digunakan untuk menampilkan hasil pendeksiyan golongan darah oleh photodioda. Menggunakan LCD 20x4 2004A-1 karena memiliki 4 baris dan 20 kolom. Dengan LCD ini dapat digunakan untuk menampilkan menu dari alat.

2. Motor servo digunakan untuk menentukan posisi motor DC dan juga untuk meneteskan cairan reagen. Motor servo yang digunakan adalah sg90 dan mg996. Motor servo sg90 digunakan untuk menentukan posisi dari motor DC yang mengaduk cairan reagen dan sampel darah. Motor servo mg996 digunakan untuk meneteskan cairan reagen. Motor servo mg996 dipilih karena memiliki kekuatan yang besar untuk menekan pipet reagen. Sedangkan untuk motor servo sg90 berbentuk ramping dan beban yang digunakan tidak terlalu besar.
3. Motor DC digunakan untuk mencampurkan cairan reagen dengan darah dan juga menggerakkan mekanik. Motor DC yang digunakan ada 3 buah. 2 motor DC mini dan 1 motor DC 12V. Motor DC mini digunakan untuk mencampurkan cairan reagen dengan sampel darah. Karena memiliki beban ringan dan juga tidak untuk memutar beban yang besar. Motor DC 12 V digunakan untuk menggerakkan mekanik *slide* sehingga perlu daya besar.

Berdasarkan diagram blok rangkaian pada Gambar 25, maka dapat dijelaskan cara kerja dari Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16, yaitu pendekripsi golongan darah menggunakan sensor photodiode yang menerima cahaya yang dilewatkan ke sampel darah. Prinsip kerja dari sensor ini adalah mengubah nilai resistansi sensor sehingga dapat mengubah arus yang melewatkinya dan akan diolah oleh mikrokontroler ATmega16. *Push button* digunakan untuk memilih menu yang tampil dalam LCD. Pada mode otomatis maka *limit switch* digunakan untuk menentukan

letak mekanik dan motor DC akan berhenti berputar. Setelah melewati tahap pencampuran maka sampel darah akan masuk ke dalam bagian pendeksiian.

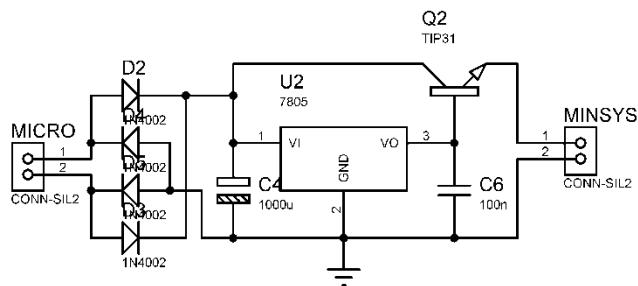
Hasil deteksi akan diolah pada ATmega16 dan akan ditampilkan ke LCD.

D. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

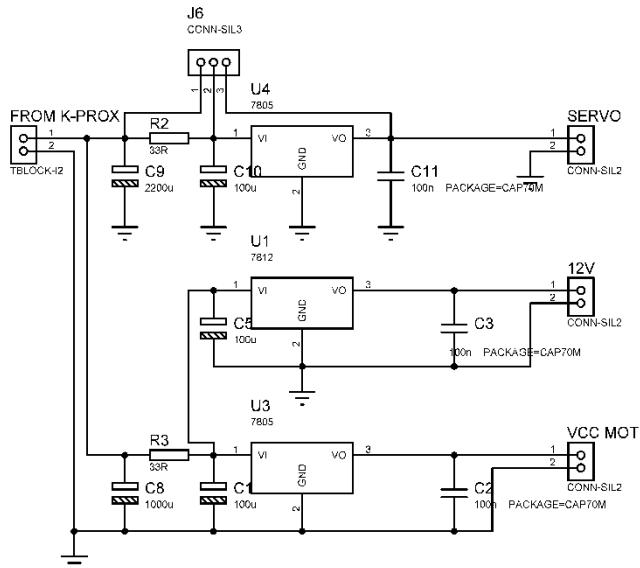
Perancangan sistem alat penggolongan darah ABO metode *slide* terbagi menjadi 6 bagian. Diantaranya sebagai berikut:

1. Rangkaian Catu daya

Catu daya dalam rangkaian elektronika sangat diperlukan. Karena setiap rangkaian harus disuplai dengan tegangan DC (*Direct Current*) yang stabil agar sistem bisa bekerja dengan baik. Oleh sebab itu diperlukan sebuah rangkaian yang dapat mengubah tegangan AC dari PLN menjadi tegangan DC yang diregulasi dengan baik. Gambar rangkaian tersebut dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 26. Rangkaian catu daya minimum sistem



Gambar 27. Rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya terbagi menjadi dua bagian seperti terlihat pada Gambar 26 dan 27. Rangkaian pada Gambar 26, menggunakan 4 buah dioda yang dirangkai secara *bridge* yang bertujuan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. *Input* dari catu daya adalah 9V. Hasil keluaran dari dioda masih memiliki tegangan *ripple*. Tegangan *ripple* tersebut akan dihaluskan dengan kapasitor elektrolit C4. Setelah dihaluskan dengan kapasitor teganan akan dibatasi dengan IC regulator 7805. Tegangan *input* yang semula 9 V akan diubah menjadi 5 V setelah melewati IC regulator 7805. *Output* dari IC regulator akan masuk dalam basis transistor TIP31 dan kapasitor C6. Kaki kolektor dari TIP31 mendapat sumber langsung dari *output* dioda sehingga arus yang melewati lebih besar. Karena arus yang melewati IC regulator 7805 memiliki

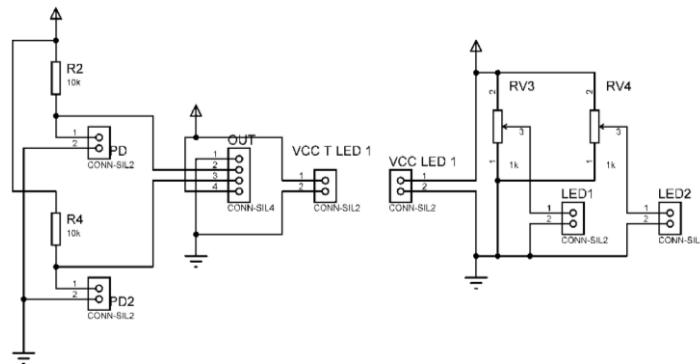
maksimal 1A maka diperlukan bantuan dari transistor TIP31 untuk menambah arus yang akan keluar dari rangkaian. Kaki emitor dari TIP31 merupakan *output* dari rangkaian catu daya pertama.

Rangkaian catu daya kedua terlihat pada Gambar 27, menggunakan 1 buah dioda kiprok berfungsi untuk menyearahkan tegangan AC dari trafo menjadi tegangan DC. Dioda kiprok berisi 4 buah dioda yang dirangkai secara *bridge*. Pada rangkaian kedua dipilih dioda kiprok karena memiliki daya yang lebih besar dan juga lebih simpel. *Output* dari dioda kiprok masih memiliki tegangan *ripple*. Tegangan *ripple* tersebut kemudian C9 dan C8. Terdapat 2 buah resistor dengan ukuran 33R 2 watt. Resistor ini digunakan untuk membatasi arus yang masuk dalam IC regulator. *Input* dari catu daya kedua ini adalah 3A sehingga diperlukan penurun arus sebelum melewati IC regulator. Pada bagian atas terdapat komponen dengan nama J6. Komponen ini digunakan untuk menghubungkan rangkaian dengan transistor MJ2955. Fungsi transistor MJ2955 sama dengan fungsi transistor sebelumnya yaitu untuk melewatkannya arus keluaran dari dioda kiprok. Kaki nomor 1 dari J6 akan masuk ke kaki emitor MJ2955, kaki kedua J6 akan masuk ke basis MJ2955 dan kaki ke 3 J6 akan masuk ke kolektor MJ2955. Keluaran resistor R2 akan masuk ke C10 dan kaki resistor R3 selanjutnya akan melewati C1 dan C5. *Output* R2 akan masuk ke IC regulator 7805 dan keluaran IC regulator tersebut terhubung dengan kaki kolektor MJ2955 dan melewati C11. Selanjutnya akan terhubung dengan konektor dengan nama servo. Catu daya ini yang

digunakan untuk menyuplai semua motor servo pada alat. Keluaran R3 akan masuk ke IC regulator 7812 dan 7805. *Output* dari regulator 7812 akan melewati C3 dan terhubung dengan konektor 12V yang digunakan untuk menyuplai tegangan motor DC 12V. Keluaran IC regulator U3 akan melewati C2 dan terhubung dengan VCC MOT yang digunakan untuk menyuplai motor DC mini.

2. Rangkaian Sensor

Rangkaian sensor menggunakan 2 buah LED untuk memancarkan cahaya yang dilewatkan pada sampel darah dan menggunakan 2 buah photodioda yang digunakan untuk menangkap cahaya yang telah melewati sampel darah. Rangkaian sensor dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Rangkaian sensor

Photodioda bekerja dengan mengubah nilai resistansi saat mendapat intensitas cahaya. Intensitas cahaya akan berubah tergantung dengan keadaan sampel darah yang ada. Nilai resistansi yang berubah membuat nilai arus juga berubah. Nilai arus inilah yang akan ditangkap dan diolah oleh ADC pada mikrokontroler.

3. Rangkaian Minsis ATmega16

Rangkaian minsis atau minimum sistem ATmega16 digunakan untuk mengontrol seluruh sistem yang ada. Rangkaian ini dapat juga disebut sebagai otak dari sistem. Terdapat 4 buah *port* pada ATmega16, diantaranya sebagai berikut:

a. *Port A*

Port A digunakan sebagai input yang dihubungkan dengan rangkaian sensor photodioda. *Port A* digunakan untuk sensor karena pada ATmega16 berfungsi sebagai ADC.

b. *Port B*

Port B digunakan sebagai *input* yang dihubungkan dengan *push button* dan *limit switch*. Selain digunakan untuk *input push button* dan *limit switch*, *port B* juga digunakan untuk konektor yang akan dihubungkan ke *downloader* yang berfungsi untuk memasukan program ke dalam minimum sistem ATmega16.

c. *Port C*

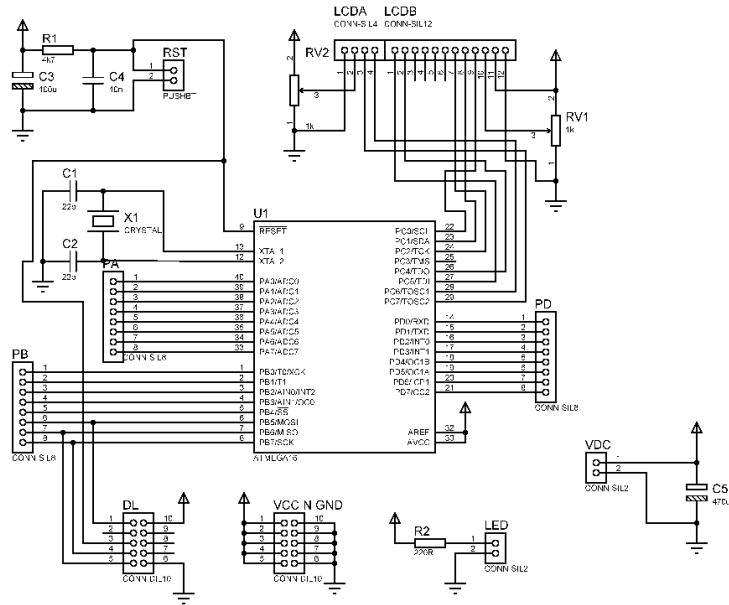
Port C digunakan sebagai *output* yang dihubungkan dengan LCD.

d. *Port D*

Port D digunakan untuk mengendalikan motor DC dan juga motor servo.

Selain ke-4 *port* tersebut masih terdapat *port* lain yaitu pada kaki nomor 9 yang digunakan untuk *reset*, kaki nomor 12 dan 13 yang digunakan untuk kristal eksternal. Kaki nomor 30 digunakan untuk AVCC,

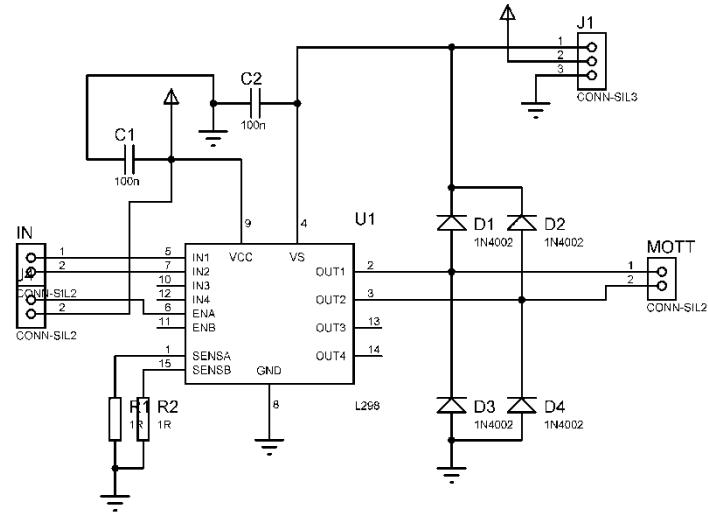
kaki nomor 32 digunakan untuk AREF, kaki nomor 31 dan nomor 11 untuk *ground*, dan kaki nomor 10 untuk Vcc.



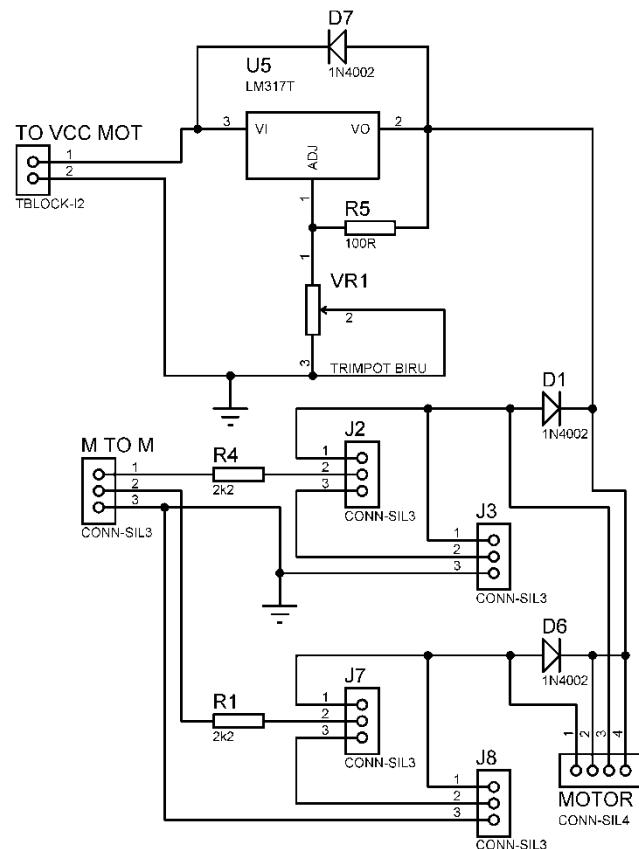
Gambar 29. Rangkaian minimum sistem

4. Rangkaian *driver* motor DC

Rangkaian *driver* motor DC digunakan untuk menggerakan motor DC. Dengan adanya *driver* motor DC maka motor DC dapat diatur kecepatan dan juga arahnya. Dalam proyek ini menggunakan 2 jenis *driver* motor DC. Dapat dilihat pada Gambar 30 dan Gambar 31, sebagai berikut:



Gambar 30. Driver motor DC 12 Volt

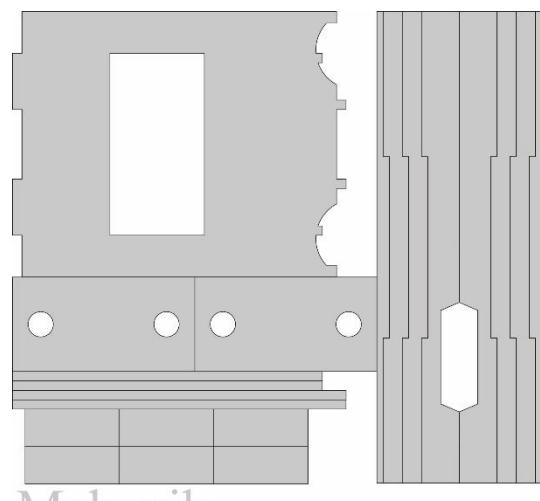


Gambar 31. Driver motor DC 5 Volt

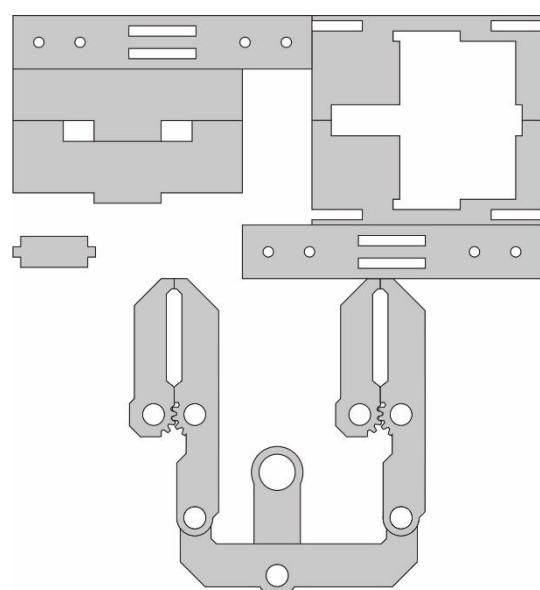
Terdapat dua jenis *driver* yang digunakan dalam proyek akhir ini. Pada Gambar 30, merupakan *driver* motor DC yang fleksibel dimana arah gerak motor dan kecepatan motor dapat diatur sesuai dengan keinginan. Sedangkan pada Gambar 31, arah gerak motor tidak dapat diatur namun kecepatan dapat diatur dengan mengubah tegangan yang masuk dalam rangkaian. Terdapat sebuah ic regulator yang dapat diubah-ubah tegangannya. Tipe ic ini adalah lm317 dengan 3 pin. Pin 1 digunakan untuk mengatur tegangan *output*, pin 2 digunakan untuk *output* dan pin 3 digunakan untuk *input*. Pada rangkaian kedua menggunakan 2 buah transistor yaitu BC547 yang dirangkaian darlington. Hal ini bertujuan untuk menambah daya pada transistor agar lebih kuat saat digunakan untuk memutar motor DC mini.

5. Mekanik

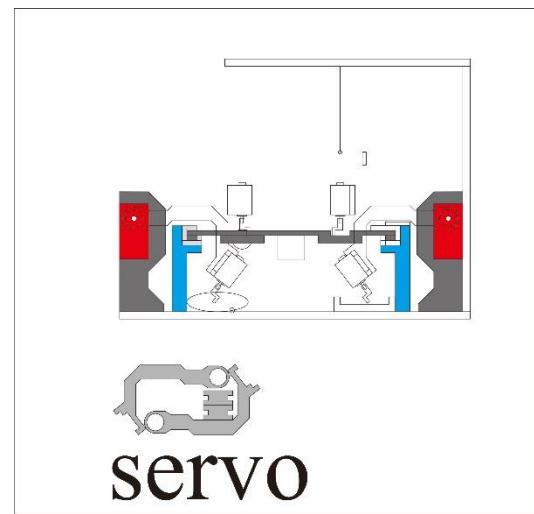
Mekanik pada proyek akhir ini digunakan untuk tempat sempel darah dan juga tempat reagen darah yang dicampurkan. Mekanik terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 2mm dan 3mm. Desain mekanik dapat dilihat pada gambar di bawah ini sebagai berikut :



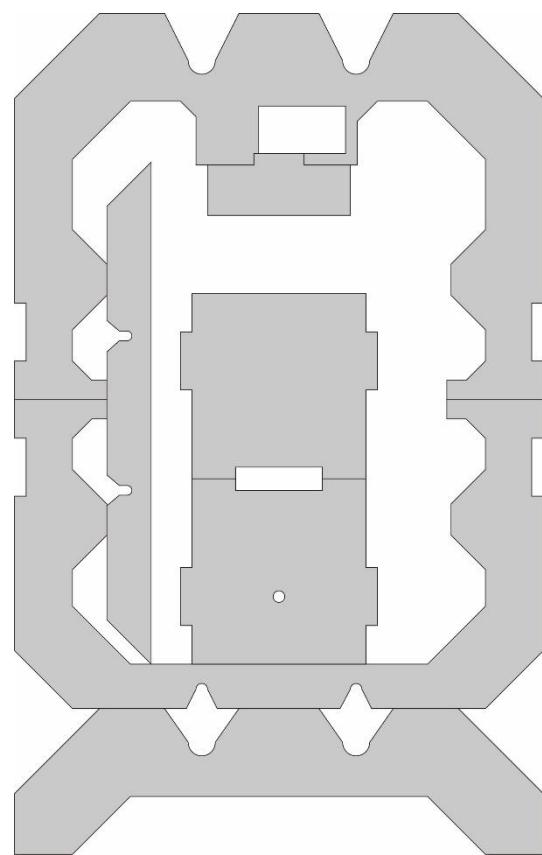
Gambar 32. Desain tempat sampel darah



Gambar 33. Desain mekanik servo 1



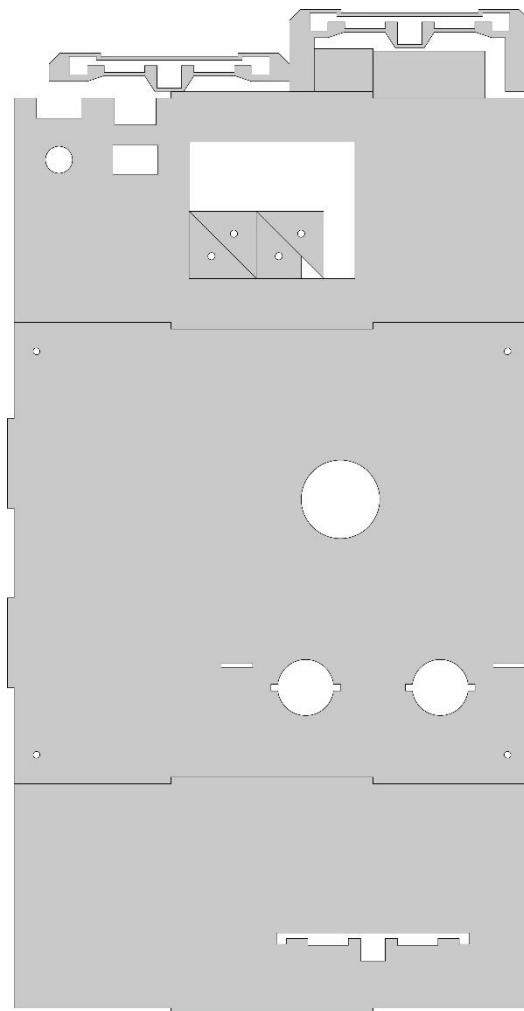
Gambar 34. Desain servo 2



Gambar 35. Desain tempat reagen

6. Boks

Boks merupakan hal yang penting karena digunakan untuk melindungi semua sistem dan juga untuk mempermudah dalam membawa alat. Desain dari boks dapat dilihat pada Gambar 36, sebagai berikut.



Gambar 36. Desain boks

E. LANGKAH PEMBUATAN ALAT

1. Dalam pembuatan proyek ini alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan rincian sebagai berikut :

 - a. Alat dan bahan

Tabel 6. Alat dan bahan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Bor mini	1 set
2	Boks akrilik	1 set
3	Mur & baut	1 set
4	Obeng kombinasi	1 set
5	Lem G	1 buah
6	Cutter	1 buah
7	Gunting	1 buah
8	Komponen mnsis	1 set
9	Komponen sensor	1 set
10	Komponen catu daya	1 set
11	Komponen driver	1 set
12	Motor DC mini	2 buah
13	Motor DC 12 volt	1 buah
14	Servo sg90	2 buah
15	Servo mg90	1 buah
16	LCD 20x4	1 buah
17	Push button	5 buah
18	Reagen anti A	2 botol
19	Reagen anti B	2 botol
20	Pipet mini	2 buah
21	Travo 3 A	1 buah

- b. Jadwal kegiatan

Tabel 7. Jadwal kegiatan

No	Kegiatan	Bulan Ke				
		1	2	3	4	5
1	Tahap perancangan	■				
2	Pembuatan <i>Hardware</i>	■	■			
3	Pembuatan <i>Software</i>	■	■			
4	Pengambilan data			■		
5	Penyusunan laporan		■	■	■	
6	Ujian proyek akhir dan revisi				■	■

2. Pembuatan PCB untuk minsis ATmega16, rangkaian sensor, rangkaian *driver* motor DC dan rangkaian catu daya sebagai berikut:
 - a. Pertama siapkan gambar *layout* PCB yang telah dibuat di proteus.
 - b. Pada pembuatan proyek akhir ini *layout* yang telah disiapkan dicetak pada kertas *artpaper* 120 dengan ukuran A3.
 - c. Siapkan papan PCB.
 - d. Ukur dan potong PCB.
 - e. Gosok PCB dengan *stel wool* dan cuci sampai bersih. Pastikan PCB tidak ada kotoran dan bercak. Untuk membantu proses pembersihan dapat menggunakan sabun colek. Setelah selesai keringkan PCB.
 - f. Potong sesuai ukuran dan tempelkan kertas *artpaper* yang telah dicetak pada permukaan PCB dengan permukaan yang cetakan gambar menghadap sisi PCB polos yang terdapat lapisan tembaganya.
 - g. Siapkan setrika sampai dengan tingkat panas yang sedang. Suhu pada setrika tidak boleh terlalu panas, karena bisa membakar cetakan yang tercetak pada *artpaper*.
 - h. Setrika dan tekan yang kuat dan merata pada setiap bagian PCB. Usahakan kertas tidak bergeser dari papan PCB karena dapat mengakibatkan kerusakan.
 - i. Setelah kertas merekat pada PCB, tunggu hingga agak dingin, rendamlah PCB dalam air sampai kertas *artpaper* terangkat dengan sendirinya. Hal ini dilakukan agar tidak merusak tinta yang sudah merekat pada PCB. Jika kertas mulai hancur, bersihkan perlahan

dengan tangan agar mempermudah dalam pengangkatan kertas dari PCB. Pastikan tidak ada jalur yang putus dan keropos. Jika ada jalur yang putus atau keropos dapat dipertebal dengan menggunakan spidol permanen. Dan pastikan tidak ada jalur yang menumpuk (saling nempel). Untuk mengatasi jalur yang menempel bukan pada semestinya dapat dihilangkan dengan menggunakan benda tajam misalnya *getter*.

- j. Setelah selesai penyablonan, langkah selanjutnya adalah melarutkan sisa tembaga yang tidak perlu pada PCB dengan menggunakan FeCl_3 . Taburkan bubuk FeCl_3 ke dalam nampang dan larutkan menggunakan air panas. Pastikan tidak terlalu banyak air dan komposisi perbandingan yang pas dari air dengan FeCl_3 . Jika terlalu banyak air akan membuat proses pelarutan menjadi lambat. Terlalu banyak FeCl_3 juga akan memperlambat proses pelarutan.
- k. Setelah FeCl_3 larut dalam air, masukan PCB ke dalamnya. Untuk mempercepat proses pelarutan, goyang-goyangkan nampang secara perlahan dan searah. Lakukan hal ini terus menerus sampai semua tembaga di permukaan PCB yang tidak tertutup tinta terlarut.
- l. Setelah tembaga yang tidak tertutup tinta telah larut, angkat PCB dan bersihkan dengan air dan digosok menggunakan *steel wool* sampai tinta yang melekat pada jalur PCB bersih. Hal ini dilakukan agar mempermudah penyolderan komponen.

m. Tahap selanjutnya yaitu *drilling* atau membuat lubang pada PCB.

Usahakan permukaan PCB telah kering. Pilih Mata bor yang sesuai dengan ukuran kaki komponen. Misal untuk dioda menggunakan 1 mm, resistor $\frac{1}{2}$ watt menggunakan 0,8 mm.

n. PCB siap untuk dipasangi komponen. Namun sebelum melakukan pemasangan komponen, lebih baik jika melapisi PCB menggunakan gondorukem. Hal ini digunakan untuk melindungi tembaga pada permukaan PCB agar tidak mudah teroksidasi juga untuk mempercepat pengeringan timah pada saat penyolderan.

o. Pasang komponen sesuai dengan petunjuk pemasangan, perhatikan kaki komponen dan juga pasang dari komponen yang paling rendah untuk memudahkan dalam proses penyolderan.

p. Setelah komponen terpasang, langkah selanjutnya adalah proses penyolderan untuk merekatkan bagian kaki-kaki komponen. Suhu solder harus diperhatikan karena dapat merusak komponen jika terlalu panas. Dalam penyolderan harus tetap memperhatikan K3. Menggunakan masker agar uap solder tidak terhirup.

3. Pembuatan boks dan mekanik

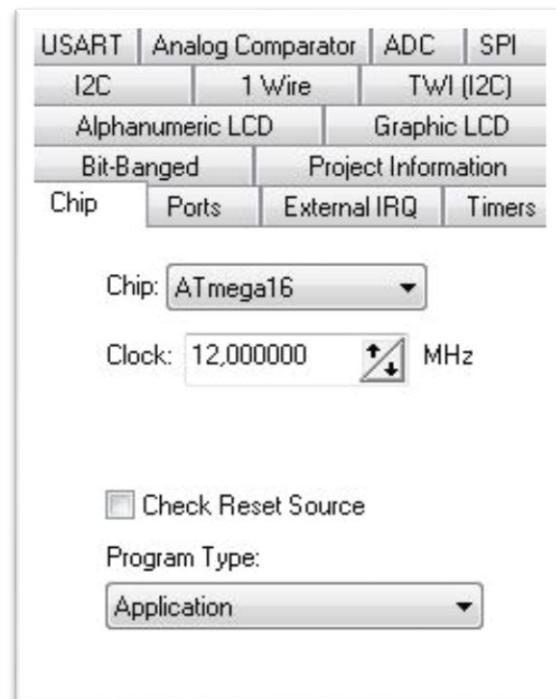
Pembuatan boks dan mekanik dibagi menjadi 5 bagian, diantaranya bagian boks, bagian mekanik servo 1, bagian mekanik servo 2, bagian reagen dan tempat sampel darah. Adapun langkah pembuatannya sebagai berikut:

a. Desain boks dan mekanik pada *corel draw* atau aplikasi sejenis.

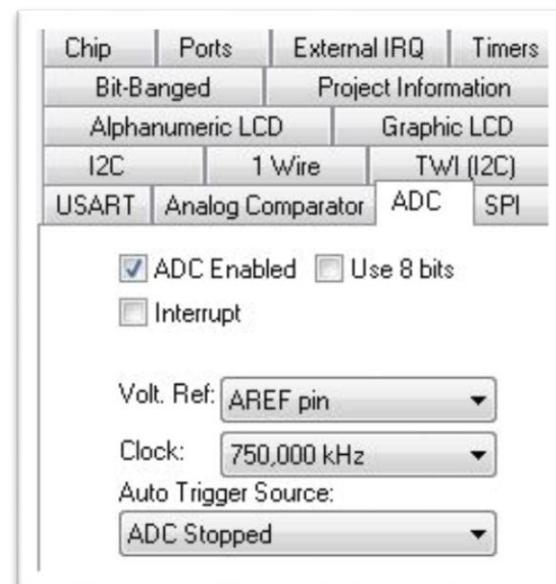
- b. Ukur dan perhitungkan secara mendetail sehingga hasil sesuai dengan keinginan.
- c. Setelah selesai, pastikan ukuran sesuai dengan yang telah diperhitungkan.
- d. Karena proses pemotongan akrilik menggunakan *print* laser maka bawa hasil desain ke tempat pemotongan akrilik.
- e. Setelah selesai pemotongan, susun boks dan mekanik sesuai dengan desain.

F. PERANGKAT LUNAK

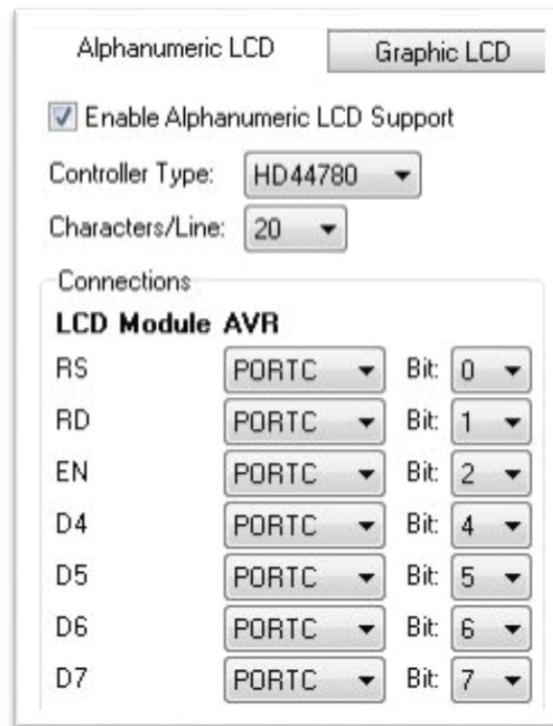
- 1. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram ic mikrokontroler ATmega16 adalah aplikasi CVAVR dengan bahasa C. Sebelum melakukan penulisan program pada CVAVR diperlukan beberapa konfigurasi terlebih dahulu. Pada proyek akhir ini yang perlu diperhatikan konfigurasinya adalah sebagai berikut :



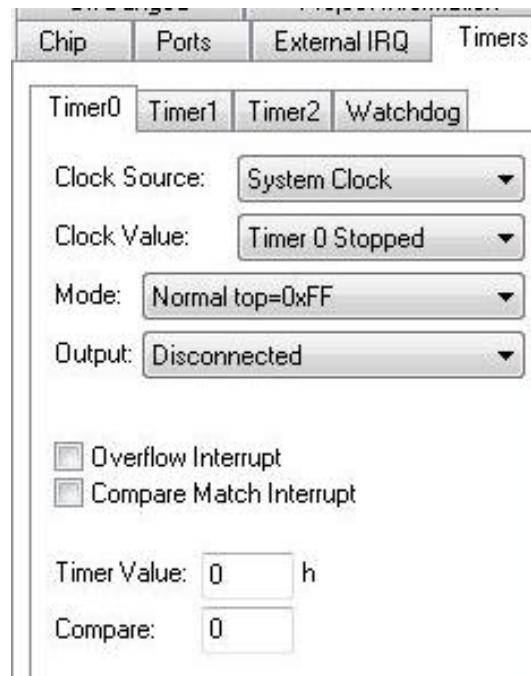
Gambar 37. Setting chip dan clock



Gambar 38. Setting ADC



Gambar 39. Setting port LCD



Gambar 40. Setting timers

USART	Analog Comparator	ADC	SPI																																								
I2C	1-Wire	TWI (I2C)																																									
Alphanumeric LCD		Graphic LCD																																									
Bit-Banged		Project Information																																									
Chip	Ports	External IRQ	Timers																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Port A</th> <th>Port C</th> <th>Port D</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Data Direction</th> <th colspan="3">Pullup/Output Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bit 0 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 1 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 2 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 3 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 4 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 5 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 6 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bit 7 <input type="button" value="In"/></td> <td><input type="button" value="T"/></td> <td>Bit 7</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Port A	Port C	Port D		Data Direction	Pullup/Output Value			Bit 0 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 0		Bit 1 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 1		Bit 2 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 2		Bit 3 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 3		Bit 4 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 4		Bit 5 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 5		Bit 6 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 6		Bit 7 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 7	
Port A	Port C	Port D																																									
Data Direction	Pullup/Output Value																																										
Bit 0 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 0																																									
Bit 1 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 1																																									
Bit 2 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 2																																									
Bit 3 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 3																																									
Bit 4 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 4																																									
Bit 5 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 5																																									
Bit 6 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 6																																									
Bit 7 <input type="button" value="In"/>	<input type="button" value="T"/>	Bit 7																																									

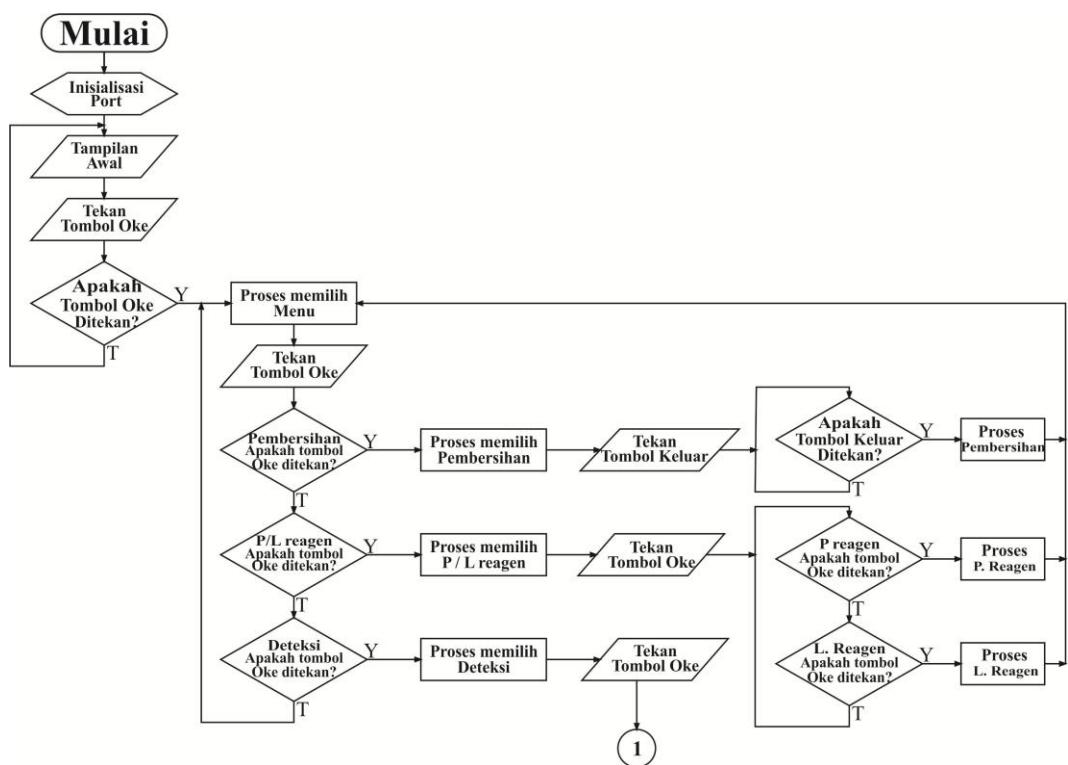
Gambar 41. Setting I/O

2. Algoritma program
 - a. Mulai.
 - b. Tampilan awal.
 - c. Pilih menu.
 - d. Pilih menu pembersihan.
 - 1) Tekan tombol keluar.
 - 2) Proses pembersihan.
 - e. Pilih menu P/L reagen.
 - f. Pilih : mode deteksi manual
 - 1) Pembacaan sampel
 - 2) Deteksi sampel
 - 3) Tampil hasil deteksi
 - g. Pilih : mode deteksi otomatis

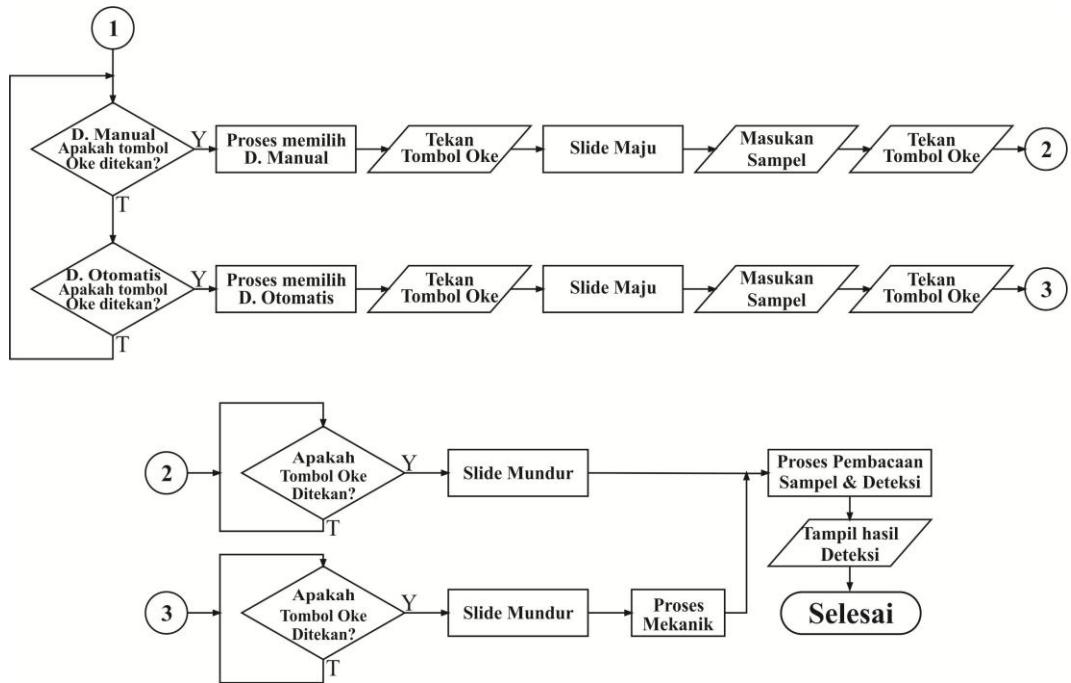
- 1) Penetesan sampel.
- 2) Proses mekanik.
- 3) Pembacaan sampel.
- 4) Deteksi sampel.
- 5) Tampil hasil deteksi.

h. Selesai.

3. Flowchart



Gambar 42. Flowchart program 1



Gambar 43. Flowchart program 2

G. SPESIFIKASI ALAT

Alat Pengolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Blood type* A, B, O, AB.
2. Konsumsi daya 40W.
3. Tegangan kerja 220 – 240 V / 50Hz.
4. Berat 2 Kg.
5. Dimensi : 23,5 cm x 20,6 cm x 10,6 cm.
6. 2 slot pipet.
7. 2 slot sampel.
8. Unit keluaran LCD 20x4 2004-A1.

H. PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian serta mengetahui tingkat eror alat dengan menggunakan 2 buah uji, yaitu:

1. Uji fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsi dan keinginan.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diamati antara lain : rangkaian sistem minimum, rangkaian sensor photodiode, rangkaian driver motor, dan rangkaian catu daya. Dari pengujian ini akan diketahui kinerja dari alat yang dibuat.

I. TABEL UJI ALAT

Pengujian Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16 dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya sebagai berikut:

1. Pengujian tegangan catu daya.

Tabel 8. Tabel rencana keluaran tegangan

No	Pengukuran	Vin 1	Vin 2	V out 1			V out 2
				VCC motor	VCC servo	LM 7812	
1	Tanpa Beban						
2	Dengan Beban						

2. Pengujian masing-masing *output* catu daya dengan beban setelah pendeksiian.

Tabel 9. Tabel rencana pengujian masing-masing *output* catu daya.

No	Pengukuran pada	Jumlah	V <i>out</i>	V <i>out</i> terbaca	Error	keterangan
1	VCC minsis	1	5			
		2	5			
		3	5			
		4	5			
		5	5			
2	VCC Servo	1	5			
		2	5			
		3	5			
		4	5			
		5	5			
3	LM7812	1	12			
		2	12			
		3	12			
		4	12			
		5	12			
4	VCC Motor	1	5			
		2	5			
		3	5			
		4	5			
		5	5			

3. Pengujian hasil deteksi

Tabel 10. Tabel rencana deteksi darah

No	Sampel	Deteksi manual	Deteksi alat
1	Ke 1		
2	Ke 2		
3	Ke 3		
4	Ke 4		
5	Ke 5		

6	Ke 6		
7	Ke 7		
8	Ke 8		

4. Pengujian LCD

Tabel 11. Tabel rencana pengujian LCD

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Tanpa program		
2	Dengan program		
3	Tampilan awal		
4	Menu utama		
5	Menu mode		
6	Menu L/P reagen		

J. PENGOPERASIAN ALAT

Pengoperasian alat dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Hubungkan kabel AC dengan alat dan terminal listrik.
2. Tekan tombol *power* pada bagian belakang alat.
3. Masuk ke tampilan awal kemudian tekan OK untuk masuk ke menu.
4. Pilih menu pembersihan.
5. Pilih menu reagen (untuk memasang/melepas reagen).
6. Pendeksi manual.
 - a. Pilih menu deteksi.
 - b. Tekan tombol keluar.
 - c. Masukan sampel darah yang sudah dicampur dengan reagen.
 - d. Tekan tombol ok.
 - e. Tunggu dan lihat layar LCD.

7. Pendeksi otomatis.
 - a. Pilih mode deteksi.
 - b. Tekan tombol keluar.
 - c. Masukan sampel darah.
 - d. Tekan tombol ok dan tunggu.
 - e. Lihat layar LCD.

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil pengujian Alat Penggolongan Darah ABO Metode *Slide* berbasis ATmega16 dilakukan guna mengetahui kinerja dari masing-masing rangkaian sistem dan hasil penggolongan. Hasil data yang didapatkan diharapkan dapat berupa data yang valid dan alat dapat bekerja sesuai fungsi dan tujuannya. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati unjuk kerja dari beberapa hal. Hal tersebut diantaranya adalah pengukuran tegangan keluaran dari catu daya, pengujian sensor dengan cara pembacaan sampel, dan pengujian tampilan LCD.

A. Pengujian

1. Pengujian Catu daya

Pengujian tegangan pada setiap keluaran catu daya dalam keadaan tanpa beban dan dengan beban bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan yang keluar untuk menyuplai beberapa sistem dan juga untuk mengetahui presentase kesalahan bagian blok catu daya. Terdapat tiga sesi dalam pengambilan data tegangan catu daya yaitu pada saat tanpa beban, pada saat dengan beban, dan setelah pengujian golongan darah.

Pengukuran tegangan tersebut meliputi tegangan keluaran transformator atau masukan catu daya, keluaran catu daya untuk motor (Vcc motor), catu daya untuk motor servo (Vcc Servo), catu daya 12 V untuk motor DC *slide* (LM7812), dan catu daya untuk minimum sistem ATmega16. Pengukuran tanpa beban adalah ketika keluaran catu daya

tidak dihubungkan dengan rangkaian selanjutnya sedangkan dengan beban adalah ketika keluaran catu daya dihubungkan dengan rangkaian selanjutnya namun tidak dalam keadaan sistem bekerja. Hasil pengukuran untuk catu daya dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

1. Pengujian tegangan catu daya.

Tabel 12. Tabel keluaran tegangan

No	Pengukuran	Vin 1	Vin 2	V out 1			V out 2
				Vcc motor	Vcc servo	LM 7812	Vcc min
1	Tanpa Beban	11,8	9	5	5	12	5,1
2	Dengan Beban	11,6	8,6	4,9	5	11,7	4,9

2. Pengujian masing-masing keluaran catu daya dengan beban setelah pendektsian. Pada pengujian ini juga dilakukan penghitungan *error* dari keluaran tegangan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\left(\frac{\text{Tegangan keluaran} - \text{Tegangan sebenarnya}}{\text{Tegangan sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

Dengan penghitungan *error* yang dilakukan dapat dilihat seberapa baik kualitas dari catu daya yang digunakan.

Tabel 13 Pengujian masing-masing *output* catu daya.

No	Pengukuran pada	Jumlah	V <i>out</i>	V <i>out</i> terbaca	Error
1	Vcc sistem minimum	1	5	4,9	2%
		2	5	4,85	3%
		3	5	4,92	1,6%
		4	5	4,92	1,6%
		5	5	4,92	1,6%
2	Vcc Servo	1	5	5	0
		2	5	4,99	0,2%
		3	5	5	0
		4	5	5	0
		5	5	5	0
3	LM7812	1	12	11,7	2,5%
		2	12	11,75	2,08%
		3	12	11,8	1,66%
		4	12	11,98	0,166%
		5	12	11,98	0,166%
4	Vcc Motor	1	5	4,9	2%
		2	5	4,91	1,8%
		3	5	4,9	2%
		4	5	4,95	1%
		5	5	4,9	2%

V *out* merupakan tegangan yang tercantum dalam datasheet. V *out* terbaca merupakan tegangan keluaran dari masing-masing catu daya yang diukur dengan menggunakan *volt* meter digital.

2. Pengujian sensor photodioda

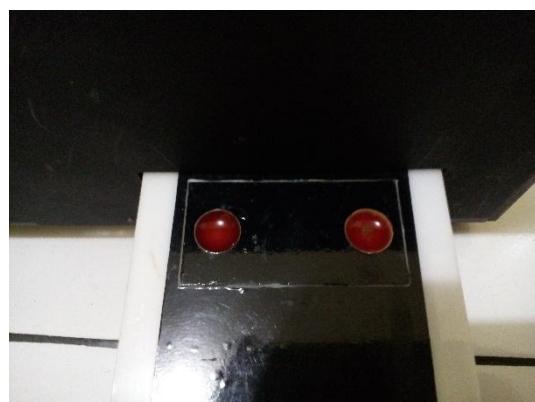
Pengujian sensor photodioda atau pengujian penggolongan darah merupakan tujuan dari pembuatan alat ini. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi golongan darah yang diletakkan pada *slide* sebagai sampel. Sampel kemudian akan digolongkan dengan cara manual dan menggunakan alat. Proses penggolongan secara manual digunakan untuk membandingkan kinerja dari sensor apakah sudah sesuai atau belum.

Dengan menggunakan sampel darah secara acak yang diteteskan pada *slide*.



Gambar 44. Sampel darah pada slide

Sampel darah diteteskan pada lubang *slide* yang telah tersedia. Setiap lubang *slide* diberi 2 sampai dengan 3 tetes darah. Dapat dilihat pada Gambar 44. Selanjutnya slide di pasang pada alat seperti pada gambar di bawah ini.



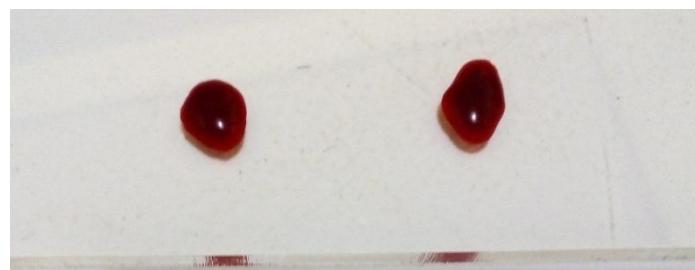
Gambar 45. Sampel darah siap dideteksi

Setelah *slide* sampel darah dipasang pada alat langkah selanjutnya adalah pendektsian oleh alat. Hasil pendektsian akan ditampilkan pada tampilan awal LCD seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 46. Tampilan hasil deteksi

Untuk membandingkan kinerja alat penggolongan darah dilakukan dengan dua cara yaitu penggolongan dengan alat dan juga penggolongan secara manual. Penggolongan darah secara manual dilakukan pada *slide* yang terbuat dari akrilik.



Gambar 47. Sampel darah

Sampel darah yang telah diteteskan pada *slide* kemudian ditambah dengan tetesan reagen anti A dan reagen anti B. Hasil penetesan darah dengan reagen kemudian diaduk dengan menggunakan alat yang bersih

dan tidak bersifat menyerap cairan. Pengaduk tidak boleh dilakukan dengan bergantian sehingga sampel kiri dan kanan menggunakan pengaduk yang berbeda.



Gambar 48. Hasil pencampuran sampel darah

Hasil pengadukan antara sampel darah dengan reagen dapat dilihat pada Gambar 48, sampel kanan diberi 1 tetes reagen anti B dan sampel kiri diberi 1 tetes reagen anti A. Terlihat bahwa pada sampel kanan darah mengalami penggumpalan dan sampel kiri tidak mengalami penggumpalan. Dapat disimpulkan bahwa pada sampel darah pada Gambar 48, merupakan golongan darah B. Hasil penggolongan darah kemudian dicatat pada tabel penggolongan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Tabel deteksi darah

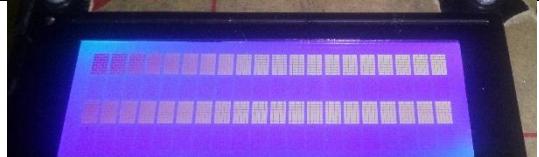
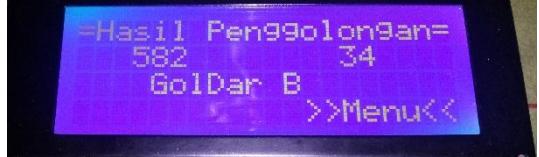
No	Sampel	Deteksi manual	Deteksi alat
1	Ke 1	Goldar O	Goldar O
2	Ke 2	Goldar A	Goldar A
3	Ke 3	Goldar B	Goldar B
4	Ke 4	Goldar AB	Goldar AB
5	Ke 5	Goldar O	Goldar O
6	Ke 6	Goldar O	Goldar O
7	Ke 7	Goldar B	Goldar B
8	Ke 8	Goldar O	Goldar O

3. Pengujian tampilan LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi dari LCD yang digunakan dalam alat. Dengan memberikan beberapa kondisi pada LCD dan akan dilihat keluaran tampilan LCD. Hal ini penting dilakukan karena LCD sebagai *interface* untuk menampilkan hasil dari kinerja alat.

Pengujian LCD meliputi tampilan pada saat LCD tidak diberi program, pengujian dengan program sederhana dari LCD, pengujian tampilan awal dari alat, tampilan menu utama, tampilan menu mode, dan tampilan menu reagen. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 15. Pengujian LCD

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Tanpa program		Sesuai
2	Dengan program		Sesuai Program
3	Tampilan awal		Sesuai
4	Menu utama		Sesuai
5	Menu mode		Sesuai
6	Menu L/P reagen		Sesuai

B. Pembahasan

Hasil pengukuran dan pengujian dari alat penggolongan darah dilakukan pada 3 bagian diantaranya adalah pengujian dan pengukuran catu daya, pengujian sensor dan pengujian LCD. Pada beberapa pengukuran dan pengujian catu daya terdapat sedikit perbedaan dari hasil pengukuran teori atau dari *datasheet* komponen. Perbedaan hasil ini dapat terjadi dari beberapa faktor yang mempengaruhi komponen tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil tersebut diantaranya nilai komponen yang tidak sama dengan label atau *datasheet* yang ada, kondisi alat ukur, daya tahan komponen, nilai toleransi komponen, dan lain sebagainya.

1. Analisis Catu Daya

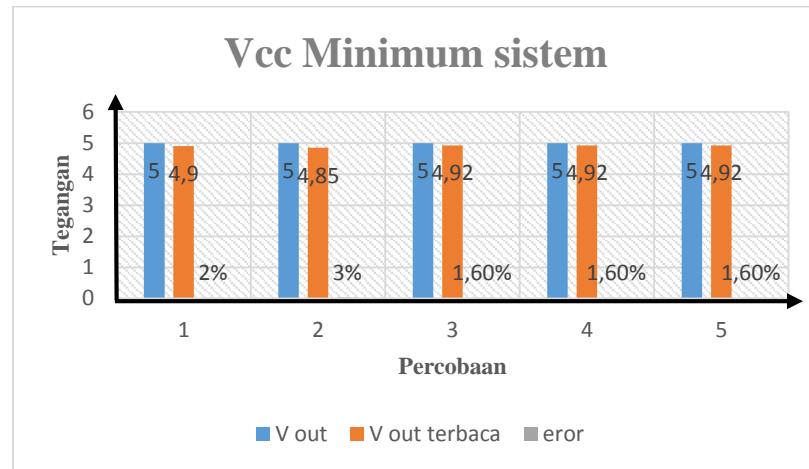
Catu daya yang digunakan pada alat ini menggunakan transformator 3 Ampere dengan 2 keluaran yang berbeda. Keluaran pertama dengan arus 3 A dan keluaran kedua dengan arus 500 mA. Keluaran pertama digunakan untuk memberikan daya ke motor DC dan motor servo dengan tegangan 12 volt. Keluaran kedua digunakan untuk memberikan daya ke minimum sistem, sensor photodiode, dan LCD dengan tegangan 9 volt. Keluaran dari transformator tersebut kemudian disearahkan dengan dioda dan kiprok yang bertujuan untuk mengubah arus AC menjadi arus DC. Keluaran dari dioda dan kiprok akan masuk pada IC regulator untuk menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan dari beban yang diberikan daya. Keluaran dari IC regulator inilah yang perlu dilakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan dengan 2 cara yaitu sebagai berikut.

a. Sebelum alat bekerja

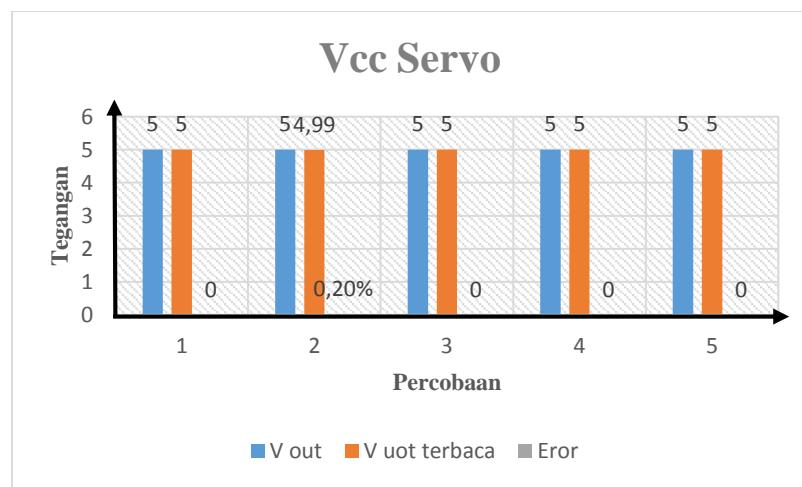
Pada saat alat sebelum bekerja dilakukan pengukuran pada kondisi tanpa beban dan dengan beban *stanby*. Pengukuran kedua ketika alat selesai bekerja dengan beban. Setelah dilakukan pengukuran pertama keluaran dari transformator adalah 11,8 V dan 9 V. Hal ini dapat terjadi karena pada gulungan transformator yang tidak rapi, kurang lilitan, kualitas gulungan tidak rapat dan lain sebagainya. Dari keluaran transformator akan masuk ke *input* rangkaian catu daya yang akan melewati proses penyebarahan arus dan penurunan tegangan oleh IC regulaor. Keluaran dari IC regulator dilakukan pengukuran dengan beban dan tanpa beban. Terlihat pada Tabel 12, bahwa keluaran IC regulator memiliki perbedaan ketika tanpa beban dan dengan beban. Namun pada salah satu keluaran tidak mengalami perbedaan karena arus yang keluar memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan arus keluaran yang lain.

b. Setelah alat bekerja

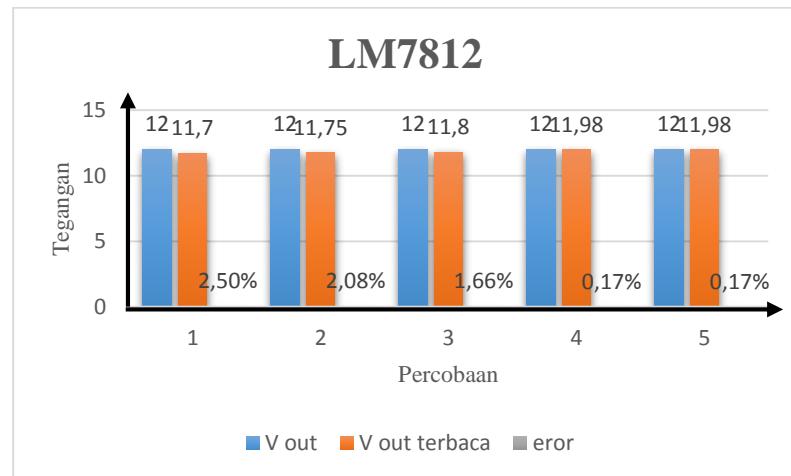
Pengukuran kedua adalah ketika alat selesai bekerja yang dilakukan pada masing-masing keluaran. Pengukuran dilakukan dengan jumlah 5 kali untuk setiap keluaran.



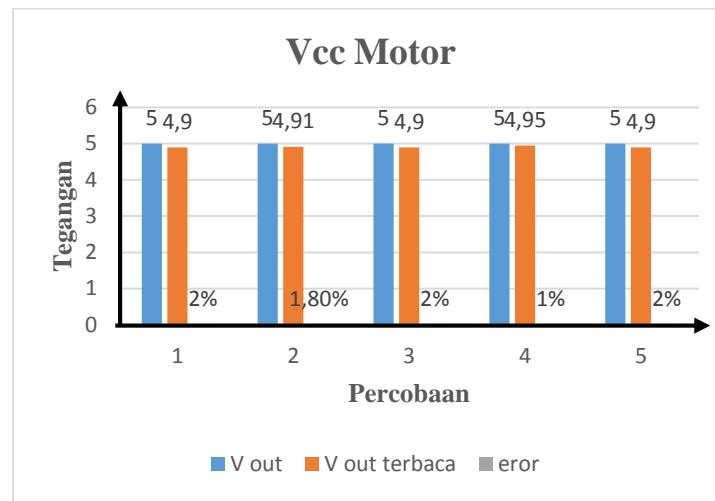
Gambar 49. Hasil Pengukuran Vcc Minimum Sistem



Gambar 50. Hasil Pengukuran Vcc Servo



Gambar 51. Hasil Pengukuran LM7812



Gambar 52. Hasil Pengukuran Vcc Motor

Pengukuran pada masing-masing keluaran dengan 5 kali percobaan dapat dilihat pada gambar grafik di atas. Pada pengukuran Vcc Sistem Minimum terlihat pada percobaan pertama dan kedua yang kurang stabil namun pada percobaan selanjutnya terlihat stabil. Hal ini terlihat juga pada hasil pengukuran Vcc servo. Pada pengukuran tegangan 7812 tegangan terlihat naik namun tidak melebihi V_{out} . Hasil pengukuran Vcc Motor terlihat sedikit perubahan namun tidak berpengaruh terhadap motor DC.

2. Analisis Sensor Photodiode

Pengujian sensor photodiode dilakukan dengan cara memberikan cahaya yang berbeda pada sensor photodiode oleh LED. Dengan menggunakan ADC 10 bit pada pin A ATmega16 sebagai pembacaan sensor dan LCD digunakan untuk melihat hasil pembacaan ADC. Pengaturan intensitas cahaya dilakukan agar pembacaan sampel darah dapat secara akurat. Cahaya diatur sehingga pembacaan mencapai 990 dan

pembacaan harus stabil. Kemudian diantara sensor photodiode dan LED diberikan sebuah penghalang cahaya. Penghalang tersebut diletakan secara bergantian. Terlihat perbedaan antara hasil pembacaan sensor yang diberi penghalang dengan yang tidak diberikan penghalang. Setelah pengaturan intensitas cahaya selesai diatur dan pembacaan sensor terlihat stabil kemudian dilakukan pembacaan sampel untuk menentukan jangkauan dari setiap sampel darah yang telah dicampur dengan reagen. Penentuan jangkauan bertujuan untuk menentukan pembacaan setiap golongan darah yang dideteksi. Sampel yang digunakan harus dari keempat golongan darah.

Hasil pembacaan dari sensor terhadap golongan darah terlihat pada Tabel 14. Pembacaan golongan darah dilakukan dengan cara manual dan dengan menggunakan alat. Pembacaan dengan manual digunakan untuk membandingkan hasil dari pembacaan sensor photodiode oleh alat.

3. Analisis LCD

Karakter yang ditampilkan pada LCD pada percobaan terlihat sesuai dengan program yang dimasukan pada IC ATmega16 pada rangkaian minimum sistem. LCD dapat menampilkan menu utama, sub menu, dan tampilan hasil. Hasil pembacaan dari sensor photodiode juga dapat ditampilkan dengan baik oleh LCD.

4. Analisis hasil pengujian unjuk kerja

Berdasarkan pengujian unjuk kerja yang dilakukan di PMI Kota Yogyakarta yang beralamatkan di jalan Tegal Gendu No.25, Prenggan, Kotagede, Kota Yogyakarta diperoleh data sebagai berikut.

- a. Penggunaan catu daya tidak mengalami kendala selama uji coba dilakukan dengan beberapa sampel darah.
- b. Pembacaan sensor photodiode tidak mengalami kendala dan bekerja dengan baik. Sehingga hasil penggolongan dapat sesuai dengan golongan darah pada sampel.
- c. LCD bekerja dengan baik dalam menampilkan karakter huruf dan angka. Hasil pembacaan dari sensor photodiode dapat ditampilkan dengan jelas pada layar LCD.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan riset alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perangkat keras alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 yang terdiri dari rangkaian minimum sistem, rangkaian catu daya, rangkaian sensor, rangkaian *driver* motor, pembuatan boks, pembuatan mekanik servo, dan pembuatan mekanik motor DC. Semua perangkat keras yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya.
2. Perangkat lunak menggunakan program CVAVR yang kemudian yang di-*compile* ke dalam minimum sistem ATmega16 sebagai pengendali semua rangkaian perangkat keras. Perangkat lunak yang telah di-*compile* ke minimum sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan alur yang telah ditentukan.
3. Hasil unjuk kerja alat penggolongan darah ABO metode *slide* berbasis ATmega16 menunjukkan tahapan pembuatan alat dapat direalisasikan dan digunakan dengan baik. Pembacaan hasil penggolongan darah oleh mekanik dan sensor photodiode dapat dilakukan dengan baik. Tampilan LCD sesuai dengan perangkat lunak yang dimasukan dalam minimum sistem.

B. Saran

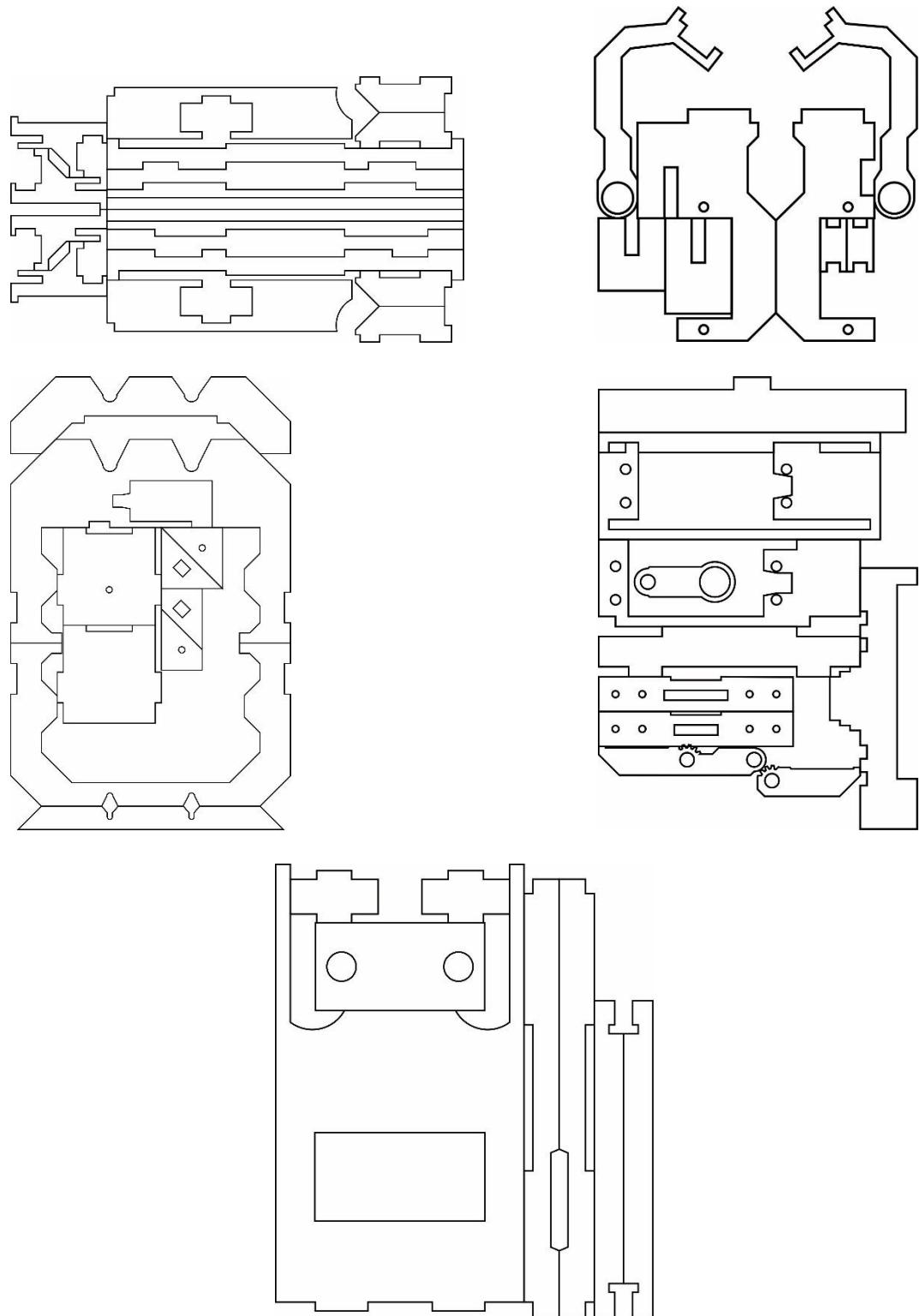
Berdasarkan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam perancangan dan pembuatan alat terdapat kekurangan-kekurangan pada alat sehingga diperlukan adanya pengembangan dan percobaan lebih lanjut. Saran yang membangun untuk menyempurnakan pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

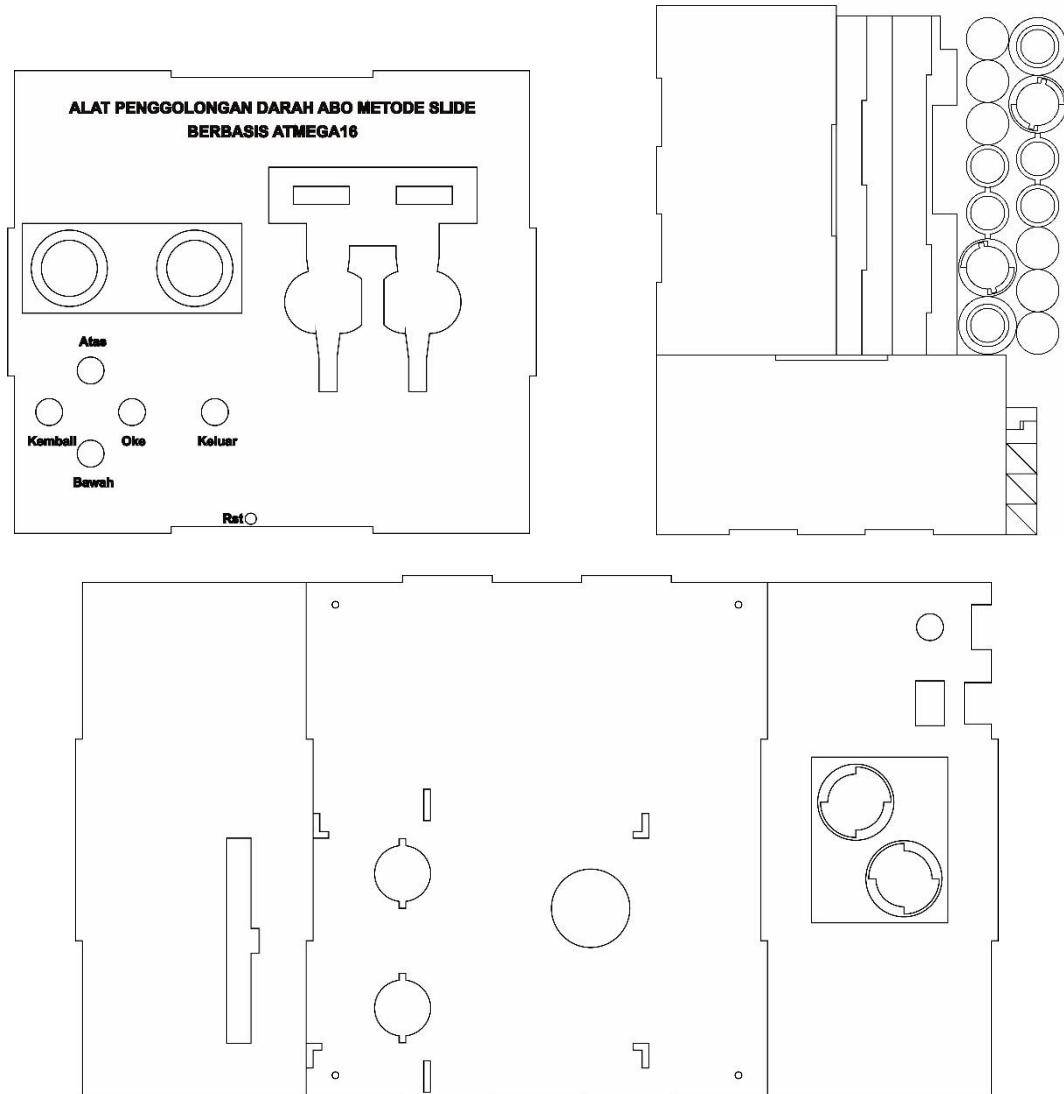
1. Penggunaan mekanik untuk alat harus terbuat dari bahan yang berstandar dan berkualitas agar pembacaan golongan darah sesuai.
2. Perlu penambahan komunikasi serial agar data hasil penggolongan dapat disimpan langsung pada *database* komputer.
3. Penggunaan alkohol untuk pencucian pengaduk perlu diganti menggunakan NaCl karena NaCl tidak merusak sel darah pada sampel darah yang akan diujikan.
4. Penggunaan motor DC penggerak *slide* diganti dengan motor *encoder* karena motor *encoder* dapat ditentukan putarannya sehingga pemberhentian *slide* dapat sesuai.
5. Penggunaan transformator 3A dengan ini besi diganti dengan catu daya yang lebih ringan karena transformator berinti besi memiliki bobot yang berat.
6. Perlu baterai agar alat bisa dibawa kemana-mana.

DAFTAR PUSTAKA

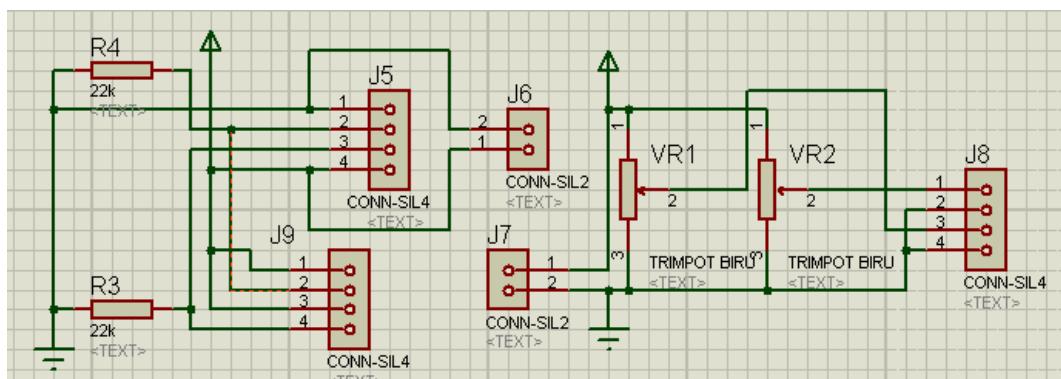
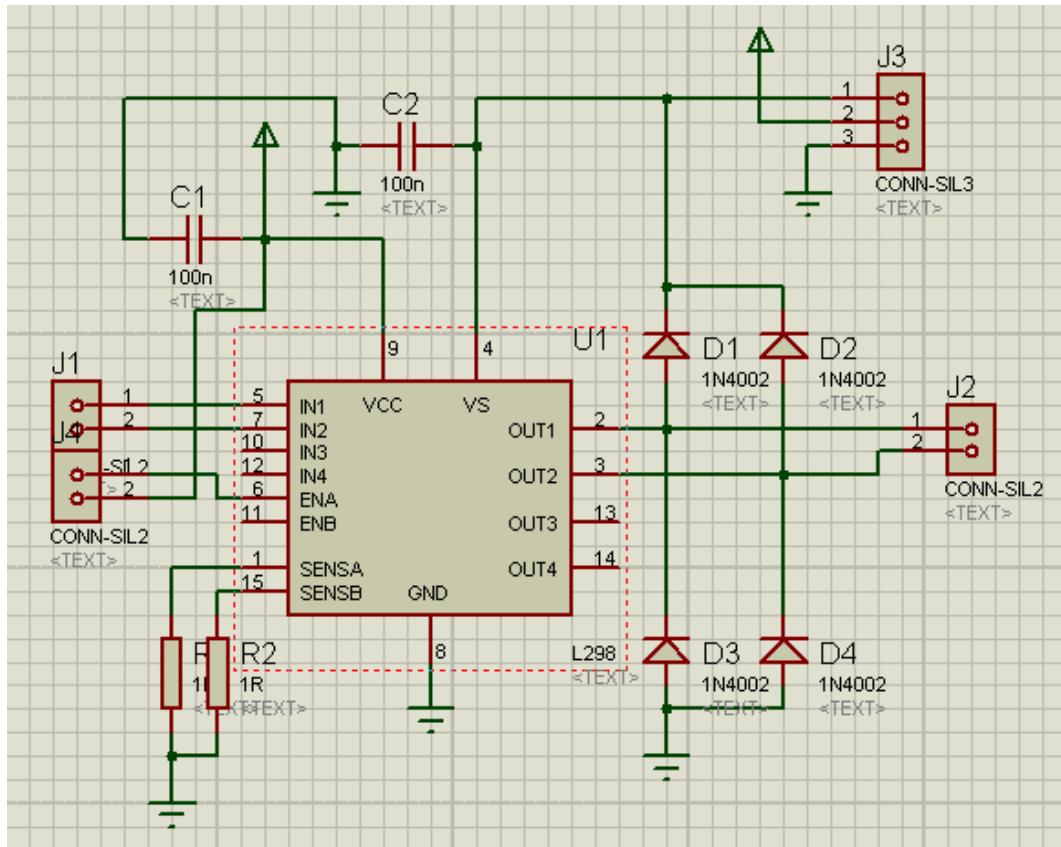
- Andrianto, H. (2015). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*. Bandung : Informatika.
- Daniels, G. & Bromilow I. (2010). *Essential Guide to Blood Groups*. Singapore : Wiley Blackwell.
- Fitryadi, K. (2015). *Pengenalan Jenis Golongan Darah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron*. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jmasif/article/download/10794/9478>. diunduh pada tanggal 12 Juni 2017
- Nurcahyo, S. (2012). *Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Syahrul. (2012). *Mikrokontroler AVR ATmega8535*. Bandung : Informatika.
- Tanjung, A. (2015). *APLIKASI LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) 16x2 SEBAGAI TAMPAK PADA COCONUT MILK AUTO MACHINE*. <http://eprints.polsri.ac.id/1820/3/BAB%20II.pdf>. diunduh pada tanggal 12 Juni 2017
- World Health Organization. (2003). *Manual Of Basic Techniques For a Health Laboratory 2nd*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Yuniar, A. (2015). *APLIKASI MOTOR DC SEBAGAI PENGERAK PEMBERIAN MAKANAN IKAN MENGGUNAKAN SMARTPHONE ANDROID*. <http://eprints.polsri.ac.id/1789/3/BAB%20II.pdf>. diunduh pada tanggal 12 Juni 2017

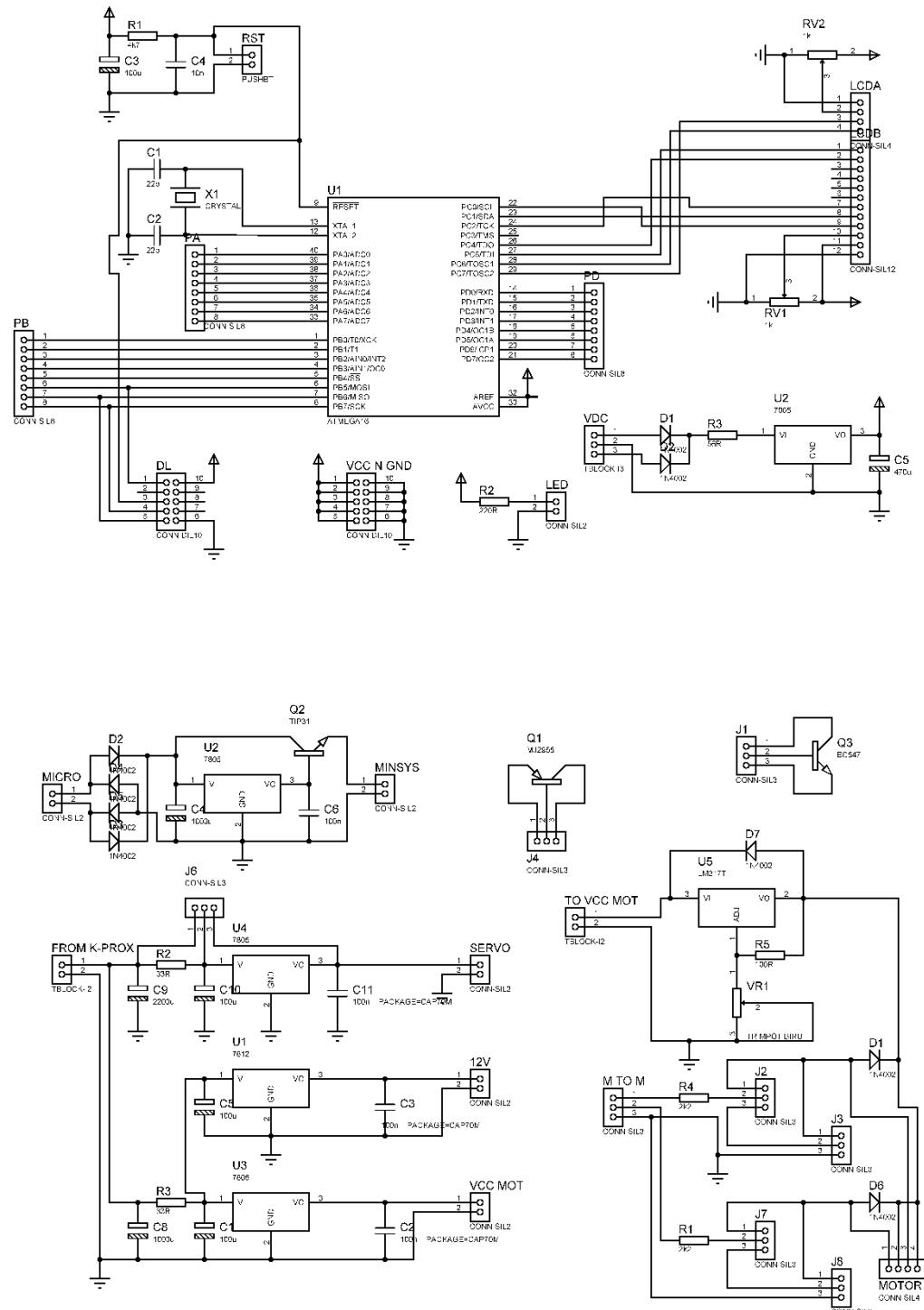
LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Mekanik Alat

Lampiran 2. Desain Bok Alat

Lampiran 3. Skema Rangkaian Keseluruhan





Lampiran 4. Program Alat

```
*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project : Alat Penggolongan Darah
Version : Final
Date   : 22/08/2017
Author  : SHM'03
Company :
Comments:

Chip type          : ATmega16
Program type       : Application
AVR Core Clock frequency: 12,000000 MHz
Memory model       : Small
External RAM size  : 0
Data Stack size    : 256
*****
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>

#define totalservo  3
#define servomax    1850
#define servomin    400

#define OUT(port,pin,logic) ##port=(##port|(1<<pin))&(logic<<pin)
char buff[25];
int a,b,x,y,z,Count,channel,servocounter[4],servoreminder[4];
unsigned char reagenpasang,selesai,c, pwm1, pwm2, pwm3;
eprom unsigned int ea=0,eb=0, memori=103;
// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
    c++;
    if(c>=pwm1) {PORTD.5=0;}
    else{PORTD.5=1;}
    if(c>=pwm2) {PORTD.6=0;}
    else{PORTD.6=1;}
    if(c>=pwm3) {PORTD.7=0;}
    else{PORTD.7=1;}
}

// Timer2 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
{
    ++Count;
    if (Count == servocounter[channel] )
    {
        TCNT2 = servoreminder[channel];
    }
    else if(Count > servocounter[channel])
    {
```

```

        switch(channel)
        {
            case 1 : PORTD.2=0;break;
            case 2 : PORTD.3=0;break;
            case 3 : PORTD.4=0;break;
        }

        channel++;
        Count = 0;
        TCNT2 = 0;

        if( (channel != 0) && (channel <= totalservo) )
        {

            switch(channel)
            {
                case 1 : PORTD.2=1;break;
                case 2 : PORTD.3=1;break;
                case 3 : PORTD.4=1;break;
            }
        }

        else if(channel > totalservo)
        {
            channel = 0;
        }
    }

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

long map(long x, long in_min, long in_max, long out_min, long out_max)
{
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

int servoread2(unsigned char servonumb)
{
    unsigned int pulsewidth;
    if(servonumb > 0)
        pulsewidth = servocounter[servonumb] * 128 + ((255 - servoreminder[servonumb]) / 2) + 8 ;
    else
        pulsewidth = 0;
        //pulsewidth = (pulsewidth-servomin)/((servomax-servomin)/360);
    pulsewidth = map (pulsewidth, servomin, servomax, 0, 360);
    return pulsewidth;
}

```

```

void servowrite2(char urut, unsigned int sudut)
{
    unsigned int pulsewidth;
    //pulsewidth = (((servomax-servomin)/360)*sudut)+servomin;
    pulsewidth = map(sudut, 0, 360, servomin, servomax);
    if( (urut > 0) && (urut <= totalservo) )
    {
        if( pulsewidth < servomin )
            pulsewidth = servomin;
        else if( pulsewidth > servomax )
            pulsewidth = servomax;

        pulsewidth -=8;
        servocounter[urut] = pulsewidth / 128;

        servoreminder[urut] = 255 - (2 * (pulsewidth - (servocounter[urut] * 128))); // the number of 0.5us ticks for timer
        overflow
    }
}
int servoread(unsigned char servonumb)
{
    unsigned int pulsewidth;
    if(servonumb > 0)
        pulsewidth = servocounter[servonumb] * 128 + ((255 - servoreminder[servonumb]) / 2) + 8 ;
    else
        pulsewidth = 0;
    pulsewidth = (pulsewidth-servomin)/((servomax-servomin)/180);
    return pulsewidth;
}
void servowrite(char urut, unsigned char sudut)
{
    unsigned int pulsewidth;
    pulsewidth = (((servomax-servomin)/180)*sudut)+servomin;

    if( (urut > 0) && (urut <= totalservo) )
    {
        if( pulsewidth < servomin )
            pulsewidth = servomin;
        else if( pulsewidth > servomax )
            pulsewidth = servomax;

        pulsewidth -=8;
        servocounter[urut] = pulsewidth / 128;

        servoreminder[urut] = 255 - (2 * (pulsewidth - (servocounter[urut] * 128))); // the number of 0.5us ticks for timer
        overflow
    }
}
void berhenti()
{
    PORTD.0=0;
    PORTD.1=0;
    pwm1=0;
}

void mundur(unsigned char x)
{
    PORTD.0=0;
}

```

```

PORTD.1=1;
pwm1=x;
}

void maju(unsigned char x)
{
    PORTD.0=1;
    PORTD.1=0;
    pwm1=x;
}

void servo_samping(unsigned char sudut, unsigned char sudut1)
{
    unsigned char data_sudut,data_sudut1;
    data_sudut=servoread(1);
    data_sudut1=servoread(2);
    while(data_sudut!=sudut || data_sudut1!=sudut1)
    {
        if(data_sudut<sudut) data_sudut++;
        else if(data_sudut>sudut) data_sudut--;
        servowrite(1,data_sudut);

        if(data_sudut1<sudut1) data_sudut1++;
        else if(data_sudut1>sudut1) data_sudut1--;
        servowrite(2,data_sudut1);
        delay_ms(15);
    }
}

void servo_tengah(unsigned char sudut)
{
    unsigned char data_sudut;
    data_sudut=servoread(3);
    while(data_sudut!=sudut)
    {
        if(data_sudut<sudut) data_sudut++;
        else if(data_sudut>sudut) data_sudut--;
        servowrite(3,data_sudut);
        delay_ms(10);
    }
}

void servo_tengah2(unsigned int sudut)
{
    unsigned int data_sudut;
    data_sudut=servoread2(3);
    while(data_sudut!=sudut)
    {
        if(data_sudut<sudut) data_sudut++;
        else if(data_sudut>sudut) data_sudut--;
        servowrite2(3,data_sudut);
        delay_ms(60);
    }
}

void pembersihan()
{
    while(1)
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("=>Mode Pembersihan<=");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Silahkan Tekan");
    }
}

```

```

lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("Tombol Keluar =>");
if(PINB.3==0)
{
    while(PINB.0==1)
    {
        maju(250);
    }
    berhenti();
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("    Ambil Slide      ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("    Dan Bersihkan!    ");
    servo_samping(0,0);
    delay_ms(100);
    servo_samping(67,68);
    delay_ms(200);
    pwm2=70;
    pwm3=50;
    delay_ms(6000);
    pwm2=0;
    pwm3=0;
    servo_samping(0,0);
    delay_ms(200);
    while(PINB.1==1)
    {
        mundur(170);
    }
    berhenti();
    a=read_adc(0);
    b=read_adc(1);
    if(a<978||b<978)
    {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Slide Belum Bersih  ");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Mohon Lakukan      ");
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("Pembersihan Ulang!    ");
        delay_ms(2000);
        break;
    }
    else
    {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Pembersihan Selesai ");
        delay_ms(2000);
        break;
    }
}
}

void pasangreagen()
{
    while(1)
    {
        servo_tengah(140);
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Pasang Reagen");
    }
}

```

```

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Tekan OK!");
if(PINB.4==0)
{
    memori=206;
    servo_tengah(103);
    break;
}
}

void lepasreagen()
{
    while(1)
    {
        servo_tengah(140);
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Lepas Reagen");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Tekan OK!");
        if(PINB.4==0)
        {
            memori=86;
            servo_tengah(86);
            break;
        }
    }
}

void manual()
{
    while(1)
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("  =>Mode Manual<=  ");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Silahkan Tekan");
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("Tombol Keluar =>");
        if(PINB.3==0)
        {
            while(PINB.0==1)
            {
                maju(250);
            }
            berhenti();
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf("  Masukan Sampel  ");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("          Dan          ");
            lcd_gotoxy(0,2);
            lcd_putsf("          Tekan OK!          ");
            while(PINB.4==1);
            while(PINB.1==1)
            {
                mundur(170);
            }
            berhenti();
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf("  Proses Pembacaan  ");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("  Sampel Manual  ");
        }
    }
}

```

```

        delay_ms(400);
        a=read_adc(0);
        b=read_adc(1);
        if(ea!=a) ea=a;
        if(eb!=b) eb=b;
        delay_ms(1000);
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("      Selesai      ");
        delay_ms(500);
        selesai=1;
        break;
    }
}
}

void otomatis()
{
    while(1)
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf(" =>Mode Otomatis<= ");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Silahkan Tekan");
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("Tombol Keluar =>");

        if(PINB.3==0)
        {
            if(servoread2(3)>=194) {memori=memori-12;}
            while(PINB.0==1)
            {
                maju(250);
            }
            berhenti();
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf(" Masukan Sampel      ");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("      Dan      ");
            lcd_gotoxy(0,2);
            lcd_putsf("      Tekan OK!      ");
            while(PINB.4==1);
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf(" Proses pencampuran ");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("      Dan      ");
            lcd_gotoxy(0,2);
            lcd_putsf(" Pembacaan Sampel  ");
            while(PINB.2==1)
            {mundur(135);}
            berhenti();
            delay_ms(700);
            servo_tengah2(memori);
            delay_ms(1000);
            memori=memori+6;
            servo_tengah2(memori);

            servo_samping(32,35);
            pwm2=70;
            pwm3=50;
            delay_ms(16500);
            pwm2=0;
        }
    }
}
}

```

```

pwm3=0;
delay_ms(1500);
pwm2=70;
pwm3=50;
delay_ms(2500);
pwm2=0;
pwm3=0;
servo_samping(0,0);
while(PINB.1==1)
{mundur(180);}
berhenti();
servo_samping(67,68);
delay_ms(200);
pwm2=70;
pwm3=50;
delay_ms(7000);
pwm2=0;
pwm3=0;
servo_samping(0,0);
a=read_adc(0);
b=read_adc(1);
if(ea!=a) ea=a;
if(eb!=b) eb=b;
delay_ms(400);
pwm2=160;
pwm3=140;
delay_ms(5000);
pwm2=0;
pwm3=0;
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("      Selesai      ");
delay_ms(1000);
selesai=1;
break;
}
}
}
void reagen()
{
    while(1)
    {
        if(PINB.6==0)
        {
            z++;
            if(z>=2){z=1;}
            delay_ms(200);
        }
        if(PINB.5==0)
        {
            if(z==0){z=0;}
            else {z--;}
            delay_ms(200);
        }
        lcd_gotoxy(0,3);
        lcd_putsf("<<Kembali");
        lcd_gotoxy(16,3);
        lcd_putsf("OK>>");
        if(z==0)
        {
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf(" ==>>Reagen<<==      ");
            lcd_gotoxy(0,1);
        }
    }
}

```

```

lcd_putsf("      [ Pasang ]      ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("      Lepas      ");
if(PINB.4==0)
{
    lcd_clear();
    pasangreagen();
    delay_ms(20);
}
if(z==1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" ==>Reagen<===");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("      Pasang      ");
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("      [ Lepas ]      ");
    if(PINB.4==0)
    {
        lcd_clear();
        lepasreagen();
        delay_ms(20);
    }
    if(PINB.7==0)
    {
        lcd_clear();
        delay_ms(200);
        break;
    }
}
void deteksi()
{
    while(1)
    {
        if(selesai==1){break;}
        if(PINB.6==0)
        {
            y++;
            if(y>=2){y=1;}
            delay_ms(200);
        }
        if(PINB.5==0)
        {
            if(y==0){y=0;}
            else{y--;}
            delay_ms(200);
        }
        lcd_gotoxy(0,3);
        lcd_putsf("<<Kembali");
        lcd_gotoxy(16,3);
        lcd_putsf("OK>>");
        if(y==0)
        {
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf("==>Mode Deteksi<===");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("      [ Manual ]      ");
            lcd_gotoxy(0,2);
            lcd_putsf("      Otomatis      ");
            if(PINB.4==0)
            {

```

```

    {
        lcd_clear();
        manual();
        delay_ms(20);
    }
}
if(y==1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("==>>Mode Deteksi<<==");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("          Manual          ");
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("          [Otomatis]          ");
    if(PINB.4==0)
    {
        lcd_clear();
        reagenpasang=0;
        if(servoread2(3)<=194)
        {
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf("Reagen Habis");
            delay_ms(1000);
            pasangreagen();
        }
        otomatis();
        delay_ms(20);
    }
}
if(PINB.7==0)
{
    lcd_clear();
    delay_ms(200);
    break;
}
}
}
void menu()
{
    while(1)
    {
        if(selesai==1){break;}
        reagenpasang=1;
        if(PINB.6==0)
        {
            x++;
            if(x>2)x=2;
            delay_ms(200);
        }
        if(PINB.5==0)
        {
            if(x==0){x=0;}
            else {x--;}
            delay_ms(200);
        }

        lcd_gotoxy(16,3);
        lcd_putsf("OK>>");
        if(x==0)
        {
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf(">> [Pembersihan ]      ");
            lcd_gotoxy(0,1);
        }
    }
}

```

```

lcd_putsf("      L/P Reagen      ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("      Mode Deteksi      ");
if(PINB.4==0)
{
    lcd_clear();
    lcd_putsf("Mode Pembersihan");
    delay_ms(500);
    lcd_clear();
    pembersihan();
    delay_ms(20);
}
}
if(x==1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("      Pembersihan      ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf(">> [ L/P Reagen ]      ");
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("      Mode Deteksi      ");
    if(PINB.4==0)
    {
        lcd_clear();
        delay_ms(200);
        reagen();
        delay_ms(20);
    }
}
if(x==2)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("      Pembersihan      ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("      L/P Reagen      ");
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf(">> [Mode Deteksi]      ");
    if(PINB.4==0)
    {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Memilih Mode>>");
        delay_ms(500);
        lcd_clear();
        deteksi();
        delay_ms(20);
    }
}
}

void main(void)
{
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

PORTB=0xFF;
DDRB=0x00;

PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;
}

```

```

PORTD=0x00;
DDRD=0xFF;

TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

TCCR1A=0x01;
TCCR1B=0x02;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

TIMSK=0x44;

UCSRB=0x00;

ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

SPCR=0x00;

TWCR=0x00;

lcd_init(20);

#asm("sei")
servocounter[0]=((18000-(totalservo*1125))/128);

TCCR2=0x02;
if(a!=ea)a=ea;
if(b!=eb)b=eb;
servowrite(1,0);
servowrite(2,0);
servowrite(3,90);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("      Proyek Akhir      ");
delay_ms(500);
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("      Syahrul HM      ");
delay_ms(500);
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("      Alat Penggolongan ");
delay_ms(500);
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("      Darah      ");
delay_ms(1500);

```

```

lcd_clear();
goto next;
exit:
lcd_clear();
menu();
next:
lcd_clear();
while (1)
{
    selesai=0;
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("=Hasil Penggolongan=");

    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(buff,"    %3d      %3d      ",a,b);
    lcd_puts(buff);

    /*
    A B
    0 0 O
    1 1 AB
    1 0 A
    0 1 B
    */

    if ((a>=10&&a<=270)&&(b>=10&&b<=270)) //ok
    {
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("      GolDar O      ");
    }
    else if ((a>=271&&a<=800)&&(b>=10&&b<=270)) //ok
    {
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("      GolDar A      ");
    }
    else if ((a>=10&&a<=270)&&(b>=271&&b<=800)) //ok
    {
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("      GolDar B      ");
    }
    else if ((a>=271&&a<=800)&&(b>=271&&b<=800))
    {
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("      GolDar AB      ");
    }
    else if (a>=801 && b>=801)
    {
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("  Tidak Ada Sampel  ");
    }
    lcd_gotoxy(0,3);
    lcd_putsf("      >>Menu<<");

    if(PINB.4==0)
    {
        delay_ms(200);
        goto exit;
    }
}
}

```

Lampiran 5. Datasheet ATmega16

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1 Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



**8-bit AVR®
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

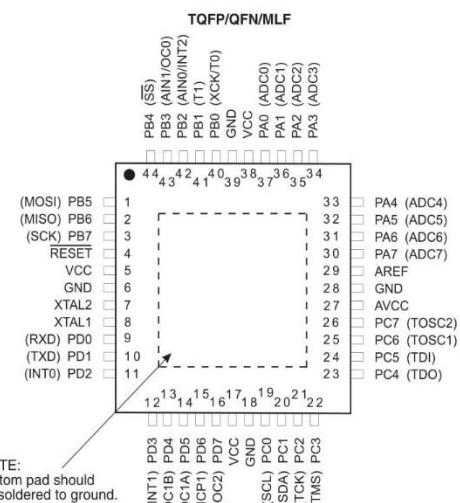
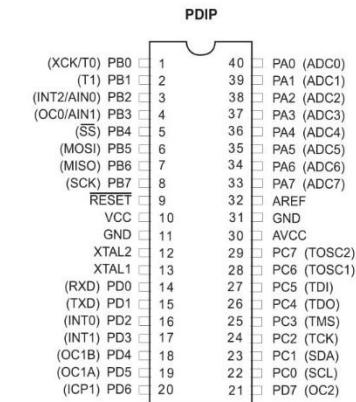
**ATmega16
ATmega16L**



ATmega16(L)

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

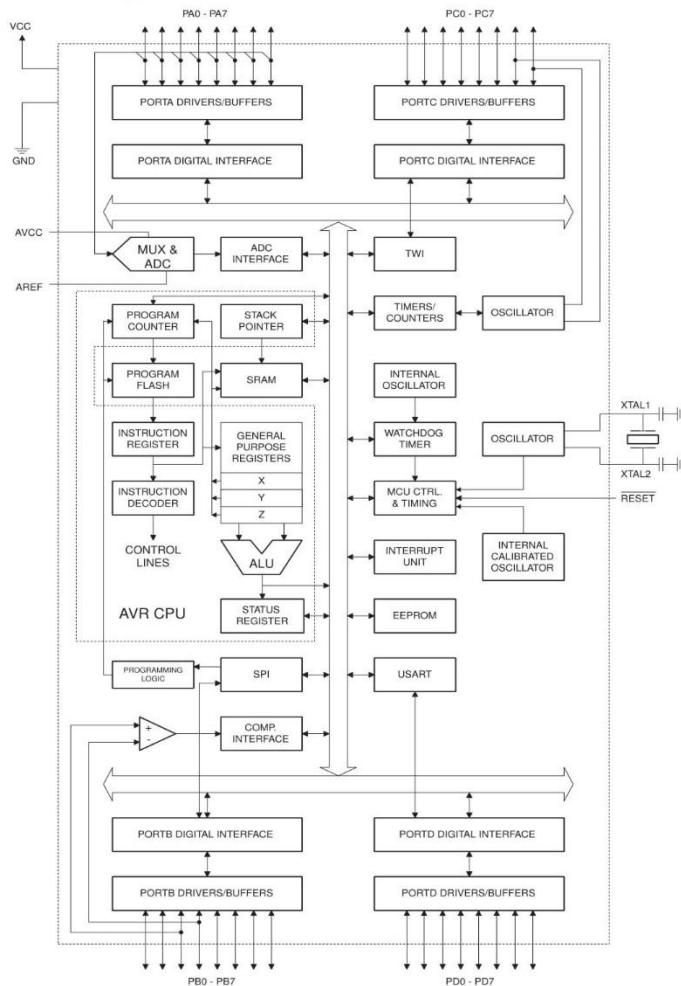
ATmega16(L)

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



ATmega16(L)

The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16 Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1 Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Pin Descriptions

VCC Digital supply voltage.

GND Ground.

Port A (PA7..PA0) Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega16(L)

Port B (PB7..PB0)	Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 58 .
Port C (PC7..PC0)	Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs. Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 61 .
Port D (PD7..PD0)	Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 63 .
RESET	Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38 . Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

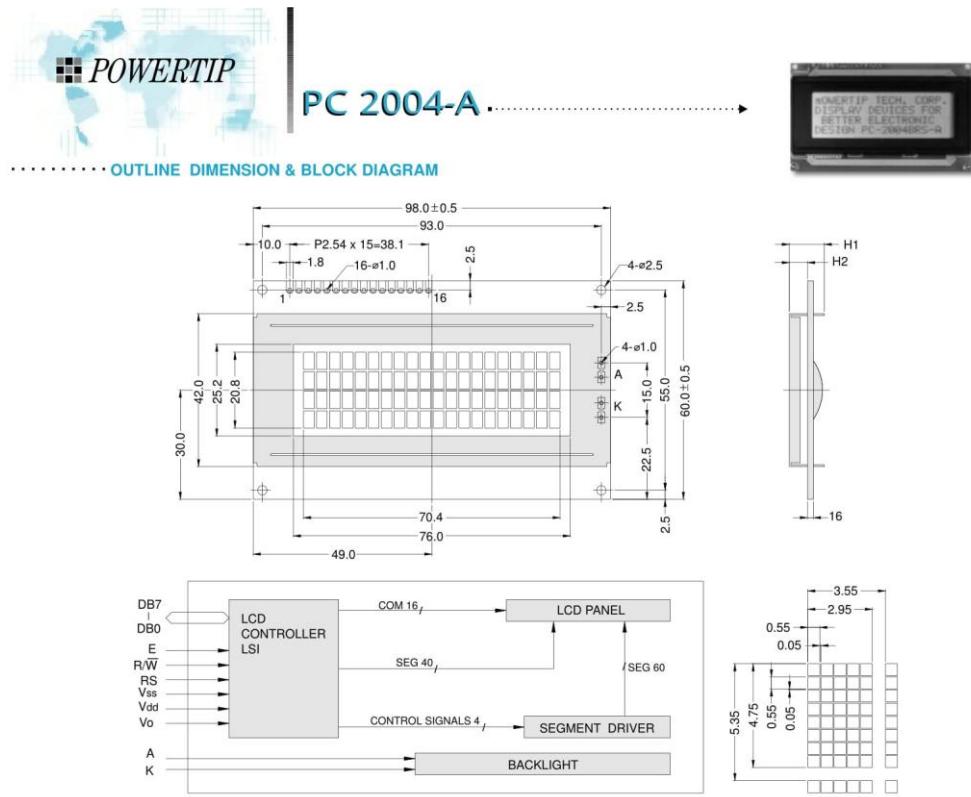
ATmega16(L)**Resources**

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

Lampiran 6. Datasheet LCD 20x4



The tolerance unless classified $\pm 0.3\text{mm}$

MECHANICAL SPECIFICATION			
Overall Size	98.0 x 60.0	Module	H2 / H1
View Area	76.0 x 25.2	W/O B/L	5.0 / 9.6
Dot Size	0.55 x 0.55	EL B/L	5.0 / 9.6
Dot Pitch	0.60 x 0.60	LED B/L	8.7 / 13.3

PIN ASSIGNMENT		
Pin no.	Symbol	Function
1	Vss	Power supply(GND)
2	Vdd	Power supply(+)
3	Vo	Contrast Adjust
4	RS	Register select signal
5	R/W	Data read / write
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Power supply for LED B/L (+)
16	K	Power supply for LED B/L (-)

ABSOLUTE MAXIMUM RATING						
Item	Symbol	Condition	Min.	Max.	Units	
Supply for logic voltage	Vdd-Vss	25°C	-0.3	7	V	
LCD driving supply voltage	Vdd-Vee	25°C	-0.3	13	V	
Input voltage	Vin	25°C	-0.3	Vdd+0.3	V	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Item	Symbol	Condition	Min.	Typical	Max.	Units
Power supply voltage	Vdd-Vss	25°C	2.7	—	5.5	V
		Top	N	W	N	W
		-20°C	—	7.1	—	7.5
LCD operation voltage	Vop	0°C	5.1	—	5.4	—
		25°C	5	6.1	5.3	6.4
		50°C	4.4	—	4.7	—
		70°C	—	5.7	—	6
LCM current consumption (No B/L)	Idd	Vdd=5V	—	2.5	4	mA
Backlight current consumption		LED/edge	VB/L=4.2V	—	—	mA
		LED/array	VB/L=4.2V	—	260	—

REMARK

LCD option: STN, TN, FSTN

Backlight Option: LED,EL Backlight feature, other Specs not available on catalog is under request.


POWERTIP
● CODING SYSTEM FOR LCD MODULE

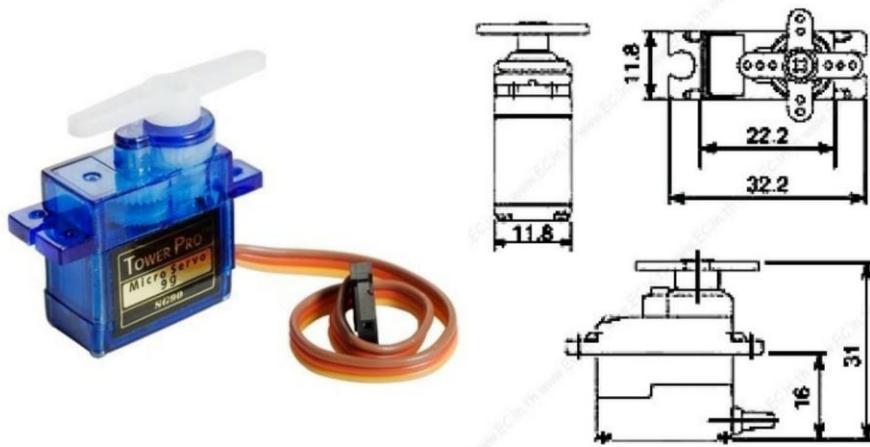
 **P C 1 6 0 2 * * * - * * - * - ***
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

NO	Code value	Description	Type
1	P	Powertip products	Brand
2	C	Character	Module type
	G	Graphic	
	S	Engineer sample	
	T	Total solution	
3	08.16.20.24 ...	Characters per line (for character modules)	Characters per line or row dots
	120.122.128 ...	Row dots (for graphic modules)	
4	01.02.03.04 ...	Lines (for character modules)	Lines or column dots
	32.64.128 ...	Column dots (for graphic modules)	
5	A	Without backlight	Backlight mode (Type + Color)
	B	EL backlight, Blue-green	
	D 	EL backlight, Yellow-green	
	E	EL backlight, White	
	F	CCFL backlight, White	
	L	LED backlight, Yellow-green	
	M 	LED backlight, Amber	
	N 	LED backlight, Red	
	O 	LED backlight, Orange	
	P 	LED backlight, Pure-green	
	S 	LED backlight, Green	
	U 	LED backlight, Blue	
	W 	LED backlight, White	
6	R	Standard (through hole, cable, connector and etc.)	Connecting type
	Y	Straight pin-header	
	Z	Right angle pin-header	
7	None (*1)	TN positive, Gray	LCD mode (Type + Color)
	N	TN negative, Blue	
	S	STN positive, Gray	



Lampiran 7. Datasheet Servo SG90

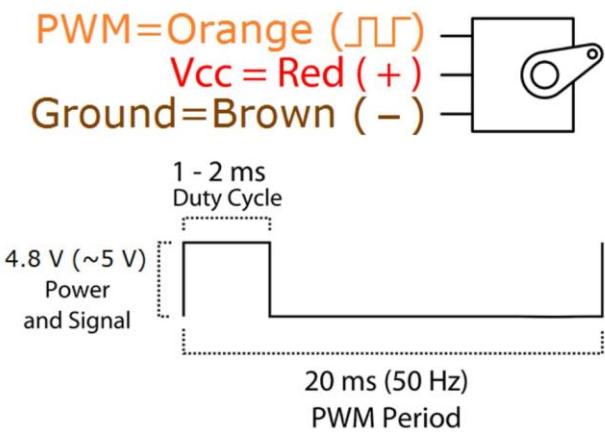
SG90 9 g Micro Servo



Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but *smaller*. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

Specifications

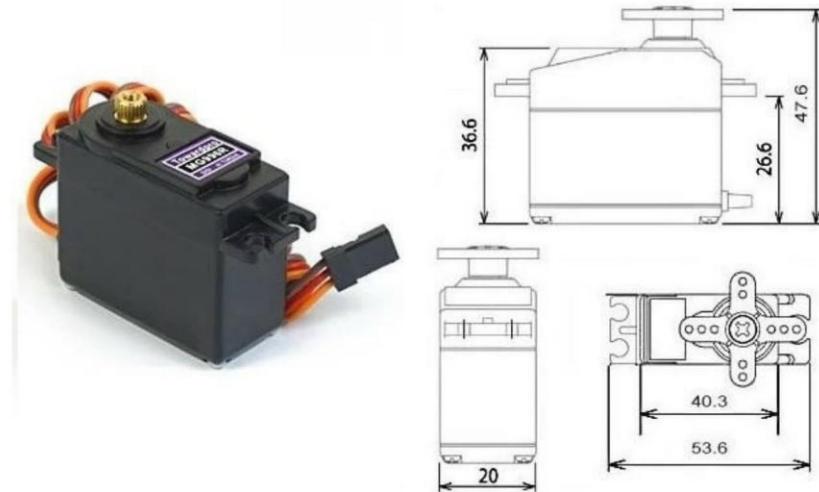
- Weight: 9 g
- Dimension: 22.2 x 11.8 x 31 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf·cm
- Operating speed: 0.1 s/60 degree
- Operating voltage: 4.8 V (~5V)
- Dead band width: 10 μ s
- Temperature range: 0 °C – 55 °C



Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2 ms pulse) is all the way to the right, "-90" (~1 ms pulse) is all the way to the left.

Lampiran 8. Datasheet Servo MG996

MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo



This High-Torque MG996R Digital Servo features metal gearing resulting in extra high 10kg stalling torque in a tiny package. The MG996R is essentially an upgraded version of the famous MG995 servo, and features upgraded shock-proofing and a redesigned PCB and IC control system that make it much more accurate than its predecessor. The gearing and motor have also been upgraded to improve dead bandwith and centering. The unit comes complete with 30cm wire and 3 pin 'S' type female header connector that fits most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

This high-torque standard servo can rotate approximately 120 degrees (60 in each direction). You can use any servo code, hardware or library to control these servos, so it's great for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. The MG996R Metal Gear Servo also comes with a selection of arms and hardware to get you set up nice and fast!

Specifications

- Weight: 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 9.4 kgf·cm (4.8 V), 11 kgf·cm (6 V)
- Operating speed: 0.17 s/60° (4.8 V), 0.14 s/60° (6 V)

- Operating voltage: 4.8 V a 7.2 V
- Running Current 500 mA – 900 mA (6V)
- Stall Current 2.5 A (6V)
- Dead band width: 5 μ s
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Temperature range: 0 °C – 55 °C

PWM=Orange (⊿⊿)
Vcc=Red (+)
Ground=Brown (-)

