

TUGAS AKHIR

SISTEM KONTROL PENYORTIR KAPAS DENGAN SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR WARNA BERBASIS MIKROKONTROLER

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh:

Nama : Hamzah Tino Adhi

No. Mhs : 03 524 069

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
SISTEM KONTROL PENYORTIR KAPAS DENGAN SENSOR
ULTRASONIK DAN SENSOR WARNA BERBASIS
MIKROKONTROLER

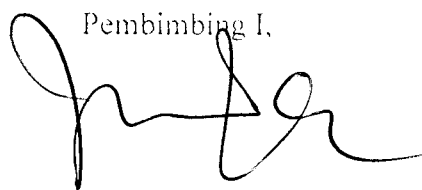
TUGAS AKHIR



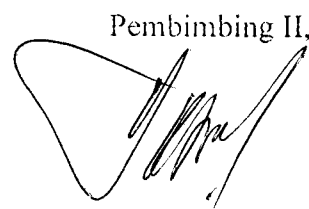
Oleh :

Nama : Hamzah Tino Adhi
No. Mahasiswa : 03 524 069

Yogyakarta, Oktober 2007

Pembimbing I,


(Ir. H. Suyanto)

Pembimbing II,


(Yusuf Aziz Amrulloh, ST.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SISTEM KONTROL PENYORTIR KAPAS DENGAN SENSOR
ULTRASONIK DAN SENSOR WARNA BERBASIS
MIKROKONTROLER

Oleh :

Nama : Hamzah Tino Adhi

No. Mahasiswa : 03 524 069

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 28 November 2007

Tim Penguji

Wahyudi Budi Pramono, S.T.

Ketua

Yusuf Aziz Amrullah, S.T.

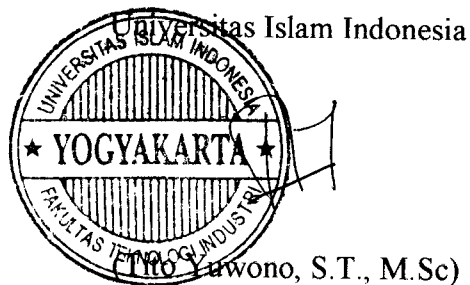
Anggota I

Medilla Kusriyanto, S.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri



PERSEMBAHAN

Karya ini aku persembahkan untuk:

Ayah tercinta atas bimbingan, ketauladanan, pengorbanan, kesabaran dan do'a ayah adalah motivator utama dalam hidupku.

Ibu tersayang, wujud kasih sayangmu, kesabaran dan ketabahan yang telah ibu tunjukkan telah mendewasakanmu.

Adikku yang selalu kusayangi.

My beloved "Afi"



Tak lupa seluruh saudaraku, dan teman-temanmu

Saran dan do'a kalian motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini, thanks

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari segala urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"

(QS. Alam Nasyrah:6-8)

Akal dan belajar itu seperti raga dan jiwa, tanpa raga, jiwa hanyalah udara tanpa makna, tanpa jiwa, raga adalah kerangka tanpa makna.

(Khalil Gibran)

Impian dan cita – cita adalah tujuan hidupmu

Jangan menyerah

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman. Dengan ridlo-Nya saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) dengan judul **“Sistem kontrol penyortir kapas dengan sensor ultrasonik dan sensor warna berbasis mikrokontroler”** dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat menempuh jenjang Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Selama melakukan Tugas Akhir dan dalam penyusunan laporan, tidak lepas dari hambatan, namun berkat motivasi, informasi dan konsultasi dari berbagai pihak, semua masalah dapat diatasi. Untuk itu penyusun menyampaikan rasa hormat sebagai ungkapan terima kasih kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Tito Yuwono, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Suyamto selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan ini.

4. Bapak Yusuf Aziz Amrulloh, S.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membantu serta memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Bapak Ir. Djumirin Narwastu selaku AVP Spinning - P.T Apac Inti Corpora, yang telah memberikan ide judul dan rancangan dalam tugas akhir ini.
6. Semua dosen Teknik Elektro UII yang telah memberikan ilmunya.
7. Bapak dan ibu atas motivasi, doa dan dukungan yang diberikan.
8. Mas Heri, Mas Agung dan Mas Tri serta seluruh anggota Lab Elektro UII yang selalu membantu.
9. Mas Yogi dan Mas Dedi “Robot” yang telah mengajarku.
10. Semua teman – teman elektro angkatan '03.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu hingga selesainya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan laporan ini dapat bermanfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya, amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, September 2007

Penyusun

ABSTRAK

Alat penyortir kapas banyak digunakan pada industri tekstil. Alat ini digunakan untuk memisahkan kapas alami dengan pengotornya sehingga didapatkan kapas yang bersih dan kualitas hasil produksi dapat ditingkatkan. Untuk mendeteksi benda padat digunakan sensor ultrasonik dan untuk memisahkan warna digunakan sensor warna. Sensor ultrasonik dirangkai dengan IC LM567, penguat *non-inverting* dan pembanding. Data 0 atau 1 dihasilkan oleh sensor ultrasonik sebagai masukan mikrokontroler. Benda padat berupa plastik, kertas dan lain-lain akan dideteksi oleh sensor ultrasonik apabila lebar benda minimal 0,2 cm, jarak maksimal benda 8,5 cm dengan posisi benda tidak tegak lurus dengan sensor ultrasonik. LED sebagai sumber cahaya dan LDR sebagai penerima pantulan cahaya dari benda berwarna yang digunakan pada sensor warna. Dari kedua komponen dirangkai sehingga mikrokontroler mendapatkan variabel tegangan berdasarkan warna obyek. ADC *internal* dari mikrokontroler ATmega16 digunakan untuk mendefinisikan warna kapas. Warna kapas yang tidak dikehendaki dapat dibuang oleh tiupan angin dari kompresor yang dikendalikan *valve*. Dimmer atau pengatur tegangan AC digunakan untuk mengendalikan kecepatan kipas penyedot kapas dengan tegangan minimal 150 V AC. Dengan rangkaian sistem kendali penyortir kapas benda padat dapat dideteksi dan warna selain kapas dapat dideteksi pada kecepatan kipas penyedot 0.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1. Mesin Penyortir Kapas	4
2.2. Motor AC	5
2.3. Triac (<i>Triode for Alternating Current</i>)	5
2.4. Diac (<i>Diode for Alternating Current</i>)	6

2.5. Sensor Ultrasonik	7
2.6. <i>Operational Amplifier</i> (Op – Amp).....	10
2.5.1. Penguat tidak – membalik (<i>non -inverting</i>).....	11
2.5.2. Pembanding (<i>comparator</i>)	12
2.5.3. LM 741	13
2.5.4. LM 311	13
2.7. Sensor Warna	14
2.6.1. <i>Light Emitting Diode</i> (LED).....	15
2.6.2. <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).....	16
2.8. Mikrokontroler	17
2.7.1. Arsitektur ATmega16	18
2.7.2. Konfigurasi pin ATmega16.....	20
2.9. <i>Basic Compiler</i> (BASCOS).....	21
2.8.1. Karakter dalam BASCOS	21
2.8.2. Tipe data.....	22
2.8.3. Variabel	22
2.8.4. Alias	23
2.8.5. Konstanta.....	23
2.8.6. <i>Array</i>	24
2.8.7. Operasi dalam BASCOS.....	24
2.8.8. Kontrol program	25
2.8.9. Interupsi.....	29
2.10. Transistor Sebagai Saklar	30

2.11. <i>Valve</i>	31
BAB III. PERANCANGAN SISTEM	32
3.1. Perancangan Sistem.....	32
3.2. Perancangan Mekanik	33
3.3. Dimmer	34
3.4. Sensor Ultrasonik	34
3.4.1. Pemancar ultrasonik.....	35
3.4.2. Penerima ultrasonik.....	36
3.5. Sensor Warna.....	37
3.6. Sistem Minimum ATmega16.....	38
3.7. <i>Driver Valve</i>	41
3.8. Perancangan <i>Software</i>	41
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Rangkaian Dimmer	44
4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik.....	48
4.2.1. Rangkaian pemancar ultrasonik	52
4.2.2. Rangkaian penerima ultrasonik.....	54
4.3. Pengujian Sensor Warna.....	56
4.4. Pengujian <i>Driver Valve</i>	59
4.5. Pengujian ADC	59
4.6. Pembahasan Program Mikrokontroler.....	61
4.7. Pengujian Sistem Pengendali Pensortir Kapas	62
BAB V. PENUTUP	65

5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem kerja mesin penyortir kapas	4
Gambar 2.2 Medan stator pada motor AC	5
Gambar 2.3 Lambang TRIAC	6
Gambar 2.4 Struktur dan simbol DIAC	7
Gambar 2.5 Sensor ultrasonik	8
Gambar 2.6 Prinsip kerja sensor ultrasonik.....	9
Gambar 2.7 Skema IC LM 567	10
Gambar 2.8 Simbol skematik <i>op - amp</i>	11
Gambar 2.9 Penguat tidak - membalik.....	11
Gambar 2.10 Rangkaian pembanding.....	12
Gambar 2.11 IC LM 741	13
Gambar 2.12 IC LM 311	14
Gambar 2.13 Rangkaian LDR	14
Gambar 2.14 Bentuk fisik LED.....	15
Gambar 2.15 Radiasi LED	16
Gambar 2.16 Simbol LDR.....	16
Gambar 2.17 Blok diagram arsitektur ATmega16	19
Gambar 2.18 Pinout Atmega16	20
Gambar 2.19 Rangkaian transistor sebagai saklar.....	30
Gambar 2.20 <i>Valve</i>	31
Gambar 3.1 Block diagram sistem	32

Gambar 3.2 Model alat pensortir kapas	36
Gambar 3.3 Rangkaian Dimmer	36
Gambar 3.4 Rangkaian sensor ultrasonik.....	37
Gambar 3.5 Rangkaian pemancar ultrasonik	38
Gambar 3.6 Rangkaian penerima ultrasonik	39
Gambar 3.7 Sistem kerja LDR	40
Gambar 3.8 Rangkaian sensor warna.....	40
Gambar 3.9 Rangkaian sistem minimum ATmega16	41
Gambar 3.10 Rangkaian downloader mikrokontroler ATmega16.....	43
Gambar 3.11 Rangkaian <i>driver valve</i>	43
Gambar 3.12 Diagram alir pemrograman	45
Gambar 4.1 Grafik perubahan kecepatan rata – rata motor kipas terhadap tegangan dimmer	48
Gambar 4.2 Pin pengamatan sinyal dimmer	49
Gambar 4.3 Sinyal tegangan 150 V dari dimmer.....	50
Gambar 4.4 Tegangan dipicu pada sudut 45°	50
Gambar 4.5 Tegangan 210 V	51
Gambar 4.6 Jarak pemasangan sensor ultrasonik	53
Gambar 4.7 Posisi letak benda.....	54
Gambar 4.8 Pengujian jarak sensor ultrasonik.....	55
Gambar 4.9 Pin pengamatan sinyal sensor ultrasonik	56
Gambar 4.10 Gelombang pemancar sensor ultrasonik	57
Gambar 4.11 Sinyal sensor penerima saat kondisi normal	57

Gambar 4.12 Sinyal penerima berlogika 1	54
Gambar 4.13 Sinyal pada pin 8 IC LM567	55
Gambar 4.14 Pin pengujian sensor warna.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori gelombang bunyi.....	8
Tabel 2.2 Karakter special	21
Tabel 2.3 Tipe data BASCOM	22
Tabel 2.4 Operaor relasi	25
Tabel 2.5 Tabel priorotas interupsi	29
Tabel 4.1 Perubahan kecepatan motor kipas terhadap tegangan dimer ..	45
Tabel 4.2.Hasil uji sensor ultrasonik.....	49
Tabel 4.3 Hasil uji sensor ultrasonik tercampur kapas	49
Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor ultrasonik berdasarkan lebar benda ...	51
Tabel 4.5 Hasil pengujian sensor ultrasonik terhadap jarak benda	52
Tabel 4.6 Tegangan keluaran LDR untuk LED warna biru, hijau dan merah	58
Tabel 4.7 Tegangan keluaran rata – rata LDR untuk LED warna biru, hijau dan merah	58
Tabel 4.8 Data konversi keluaran ADC.....	60
Tabel 4.9 Data konversi rata – rata keluaran ADC.....	60
Tabel 4.10 Pengujian alat dengan kapas berwarna.	62
Tabel 4.11 Pengujian alat dengan kapas yangtercampur benda padat....	63



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kapas dibedakan menjadi kapas sintetis dan kapas alami. Kapas alami merupakan kapas yang berasal dari alam yang sering tercampur bahan lain yang menurunkan kualitas kapas. Kualitas kain ditentukan oleh kualitas bahan baku yang digunakan. Dengan membuang bahan lain seperti kertas, plastik, daun dan lainnya maka kualitas hasil produksi dapat ditingkatkan. Sehingga alat pemilah kapas yang digunakan untuk membuang bahan lain yang memiliki kepadatan dan warna berbeda dapat mendukung proses produksi.

Di pasaran telah ada beberapa alat pemilah kapas dengan kecepatan tinggi seperti alat pemilah kapas buatan “Loptex” dari Italy dan “Ming Cheng” dari Cina. Keduanya memiliki prinsip kerja yang sama namun memiliki kualitas ketelitian dan kapasitas indentifikasi yang berbeda.

Seperti pada mesin buatan “Loptex” dengan sensor *Optosonic Sorter* mempunyai kapasitas indentifikasi sebesar 800 kg/jam. Mesin ini memiliki kemampuan indentifikasi dan ketelitian tinggi, maka diperlukan pengeluaran yang besar untuk pembelian, perbaikan, perawatan dan sparepart.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang yang dipaparkan sebelumnya maka dapat diambil suatu rumusan masalah ”Bagaimana membuat sistem kontrol

pensortir kapas dengan sensor ultrasonik dan sensor warna untuk memisahkan bahan lain yang ada pada kapas dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengendali dengan biaya murah”.

1.3 Batasan Masalah

Adanya batasan masalah, sistem dapat dibuat lebih sederhana agar tidak menyimpang dari apa yang akan diteliti dan dikembangkan. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini tidak dibahas pembuatan mekanik dari sistem kendali pensortir kapas.
2. Pemilah kapas ini lebih spesifik untuk membuang bahan lain selain kapas yang dipandang sebagai pengotor.
3. Dalam pembuangan tidak murni bahan lain yang terbang.
4. Kecepatan pemilahan kapas belum diperhitungkan.
5. Mikrokontroler sebagai pengendali.
6. Karakteristik kapas tidak dibahas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini digunakan untuk merancang sistem kendali pensortir kapas dengan sensor ultrasonik dan sensor warna berbasis mikrokontroler yang diharapkan dapat digunakan di dunia industri tekstil untuk meningkatkan kualitas kapas sebagai bahan baku pada industri tekstil.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dijabarkan bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dan berisi dasar teori yang berhubungan dengan teknik atau cara pembuatan sistem kendali pensortir kapas.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bagian ini dijelaskan perancangan sistem yang akan dibuat dalam diagram alir, menjelaskan fungsi kerja dalam diagram blok, perancangan dan implementasi sistem.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas tentang hasil pengujian dan analisis dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem atau sistem yang lain yang dapat dijadikan sebagai pembanding.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan dan simulasi sistem.

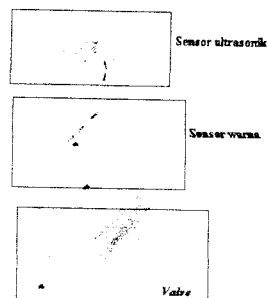
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mesin Penyortir Kapas

Di pasaran telah ada beberapa mesin penyortir kapas, di Indonesia terdapat “Ming Cheng” buatan Cina dan “Loptex” dari Italy. Spesifikasi dan sensor yang digunakan berbeda, pada “Loptex” digunakan *Optosonic* sedangkan pada “Ming Cheng” digunakan kamera. Hasil penyortiran keduanya yang dipakai oleh perusahaan tekstil menunjukkan bahwa sensor *Optosonic* lebih baik.

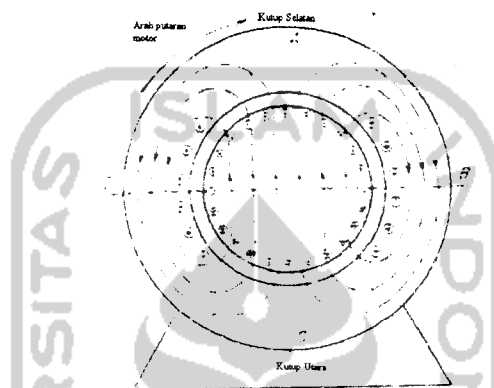
Optosonic terdiri dari sensor optik dan sensor ultrasonik, penempatan sensor dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dari Gambar 2.1 kapas disortir oleh sensor ultrasonik untuk mendeteksi pengotor berupa benda padat dan sensor optik yang digunakan untuk mendeteksi warna kapas. Kapas yang tercampur dengan benda padat atau benda berwarna lain akan dibuang dengan ditiup oleh angin bertekanan tinggi yang dikendalikan *valve*. Data penyortiran dapat dilihat melalui sistem kendali dan akuisisi data yang dapat mengendalikan lebih dari 1 mesin penyortir kapas.



Gambar 2.1 Sistem kerja mesin penyortir kapas

Motor AC

Karakteristik motor AC menyerupai motor DC. Pada motor AC jika tegangan satu fase dikenakan pada lilitan stator motor induksi maka arus bolak – balik akan mengalir pada lilitan tersebut. Medan listrik pada motor AC dibangkitkan oleh arus stator dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Medan stator pada motor AC

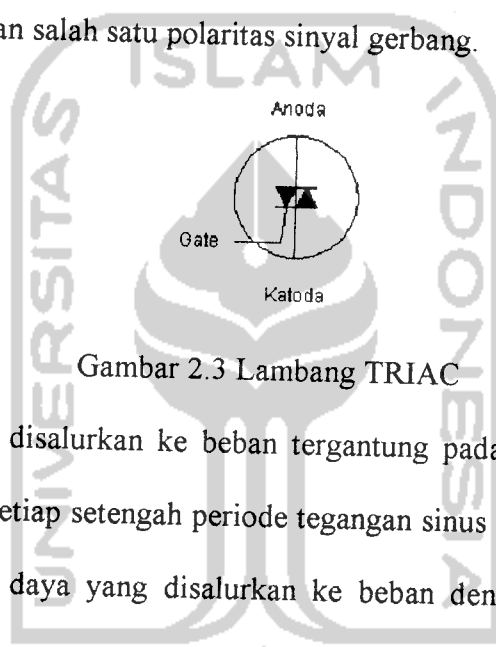
Apabila stator dialiri arus selama setengah siklus maka kutub selatan terbentuk pada permukaan stator di A dan kutub utara di C. Selama satu siklus berikutnya, kutub stator dibalik. Walaupun kuat medan stator berubah dan polaritasnya dibalik secara periodik, aksinya selalu disepanjang garis AC. Jadi medan ini tidak berputar tetapi merupakan medan stationer yang berdenyut.

2.2 TRIAC (*Triode for Alternating Current*)

SCR adalah *thyristor* yang *uni-directional*, karena ketika aktif hanya bisa melewatkan arus satu arah yaitu dari anoda menuju katoda. Struktur TRIAC sama dengan dua buah SCR yang arahnya bolak-balik dan kedua gate-nya disatukan.

TRIAC disebut thyristor *bi-directional*. Simbol TRIAC ditunjukkan pada Gambar 2.3.

TRIAC adalah komponen yang dalam operasinya sangat mirip dengan SCR yang dihubungkan dengan rangkaian AC. Arus bolak – balik dapat diatur dengan TRIAC yang berfungsi sebagai saklar elektronis. Dengan demikian TRIAC mampu menghantarkan dengan salah satu tegangan terminal. TRIAC dapat dipicu dengan salah satu polaritas sinyal gerbang.



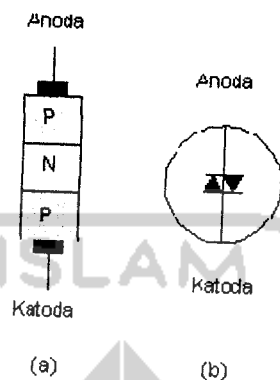
Gambar 2.3 Lambang TRIAC

Daya yang disalurkan ke beban tergantung pada lamanya anoda dan katoda terhubung setiap setengah periode tegangan sinus dari jala – jala listrik. Dengan demikian, daya yang disalurkan ke beban dengan mengatur waktu tunda saat men-*trigger* TRIAC terhitung mulai saat tegangan sinus jala-jala listrik mencapai nol. Teknik pengaturan daya semacam ini dikatakan sebagai teknik *phase control*.

2.3 DIAC (*Diode for Alternating Current*)

DIAC bukan termasuk thyristor, namun prinsip kerjanya digolongkan sebagai thyristor. DIAC dibuat dengan struktur PNP mirip seperti transistor. Lapisan N pada transistor dibuat sangat tipis sehingga elektron dengan mudah dapat menyeberang menembus lapisan ini. Sedangkan pada DIAC, lapisan N

dibuat cukup tebal sehingga cukup sulit ditembus oleh elektron. Struktur DIAC yang demikian dapat juga dipandang sebagai dua buah dioda PN dan NP, sehingga dalam beberapa literatur DIAC digolongkan sebagai dioda.



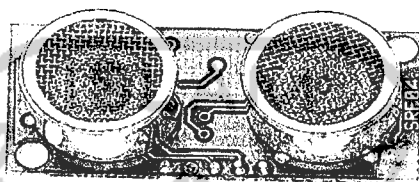
Gambar 2.4 (a) Struktur DIAC. (b) Simbol DIAC

DIAC adalah dioda picu yang mampu menyalurkan arus ketika nilai tegangan masukan lebih besar dari tegangan *breakdown*. Arus yang dihantarkan tentu saja bisa bolak-balik dari anoda menuju katoda dan sebaliknya. Simbol dari DIAC adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. DIAC umumnya dipakai sebagai pemacu TRIAC agar On pada tegangan input tertentu yang relatif tinggi. Contohnya adalah aplikasi dimmer lampu, lampu dapat diatur menyala redup atau terang tergantung pada saat kapan TRIAC dipicu.

2.4 Sensor Ultrasonik

Ultrasonik merupakan sebuah gelombang suara yang frekuensinya lebih tinggi dari frekuensi yang mampu didengar oleh telinga manusia. Kemampuan pendengaran telinga manusia normal berkisar antara 20 Hz – 20 KHz. Gelombang bunyi yang frekuensinya dibawah 20 Hz disebut gelombang

infrasonik, sedangkan gelombang diatas 20 KHz disebut gelombang ultrasonik. Penggolongan suara berdasarkan frekuensinya dapat dilihat pada Tabel 2.1. Berdasarkan ide di atas maka manusia menciptakan sensor ultrasonik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi akustik (gelombang ultrasonik) atau sebaliknya. Sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sensor ultrasonik

Tabel 2.1 Kategori gelombang bunyi

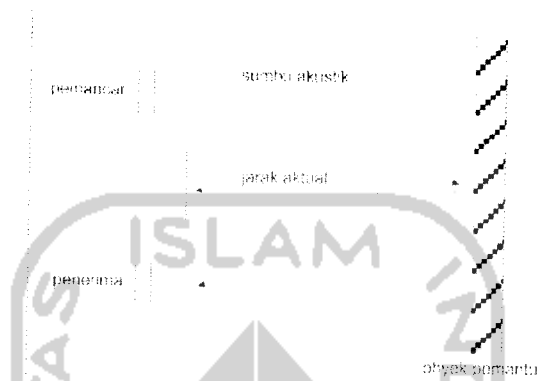
No	Nama	Frekuensi
1	Infrasonik	< 20 Hz
2	Audiosonik	20 Hz - 20 KHz
3	Ultrasonik	> 20 KHz

Dengan prinsip kerja yang dipengaruhi oleh medan listrik atau medan magnet, sensor ultrasonik akan bergetar. Frekuensi gelombang ultrasonik dihasilkan dari getaran permukaan magnet. Dengan menggunakan pantulan dari suatu benda, gelombang yang dihasilkan oleh pemancar diterima oleh penerima ultrasonik seperti pada Gambar 2.6.

Dari Gambar 2.6 jarak antara penerima dan pemancar cukup dekat, sudut pantulnya kecil sehingga jarak transduser dan dinding (S) tidak berpengaruh sudut pantul. Jarak dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$S = \frac{k \cdot t}{2} \quad (2.1)$$

- S : jarak transduser dengan benda (m)
 k : Konstanta kecepatan suara di udara (340 m/s)
 t : waktu tempuh (s)

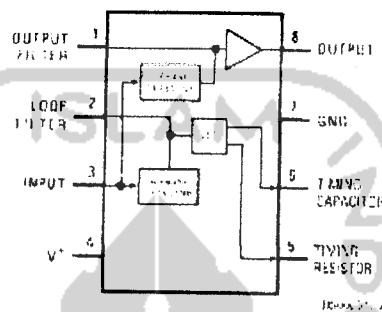


Gambar 2.6 Prinsip kerja sensor ultrasonik

Konstruksi sensor ultrasonik terdiri dari kristal *piezoelektrik* di antara dua lempeng logam. Sebuah lempeng berada tetap dan lempeng yang lain dihubungkan dengan diafragma (*vibrating diaphragm*). Gelombang ultrasonik dihasilkan dari efek elektromekanik yang mengubah tegangan menjadi kontraksi kristal. Gelombang ultrasonik dapat diterima dalam bentuk tegangan karena adanya efek *piezoelektrik*. Efek *piezoelektrik* disebabkan oleh getaran diafragma yang digetarkan oleh gelombang ultrasonik dari pemancar sehingga dihasilkan arus listrik.

Sensor ultrasonik dirangkai dengan IC LM567 yang digunakan untuk membangkitkan gelombang pemancar dan digunakan sebagai pembanding pada penerima gelombang ultrasonik sehingga menghasilkan data digital. Skema IC LM567 dapat dilihat pada Gambar 2.7.

LM567 dan LM567C yang secara umum digunakan sebagai *decoder* bunyi atau suara. Rangkaian dikendalikan oleh tegangan osilator yang ditentukan oleh frekuensi *center decoder*. Pada Gambar 2.7 terdapat *timing resistor* dan *timing capacitor* sebagai komponen eksternal yang digunakan untuk menentukan frekuensi *center*, *bandwidth* dan keluaran *delay*.



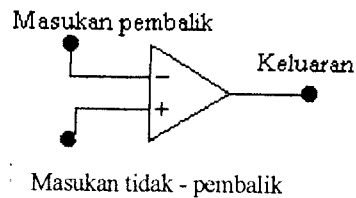
Gambar 2.7 Skema IC LM567

IC ini dapat menghasilkan frekuensi yang dapat diatur oleh resistor dengan frekuensi yang dihasilkan dari 0,01KHz – 500KHz sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengontrol ultrasonik.

2.5 Operational – Amplifier (Op – Amp)

Penguat operasional atau *op-amp* awalnya dikenal dalam bidang elektronika analog dan biasanya digunakan untuk operasi-operasi aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan lain-lain. Pada umumnya operasi-operasi ini digunakan untuk operasi linear dan non linear. Masukan *op-amp* yang berlabel *inverting* (-) dan *non-inverting* (+) merupakan masukan beda (*difference input*). Umumnya sinyal masukan diberikan pada salah satu

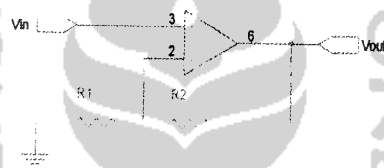
masukan. Penguat operasional memiliki masukan non-pembalik, masukan pembalik dan keluaran tunggal yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Simbol skematik *op – amp*

2.6.1. Penguat tidak – membalik (*non – inverting*)

Rangkaian penguat dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Penguat tidak – membalik

Penguat non pembalik adalah rangkaian penguat operasional dasar yang menggunakan umpan balik negatif untuk menstabilkan perolehan tegangan keseluruhan. Dengan jenis penguat ini, umpan balik negatif akan menguatkan impedansi masukan dan menurunkan impedansi keluaran. Rangkaian penguat non – pembalik dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Untuk mengetahui besarnya penguatan dari sebuah penguat non-pembalik, dapat digunakan rumus di bawah ini.

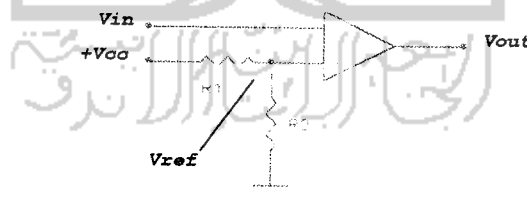
$$A_{CL} = \frac{R1 + R2}{R1} \quad (2.2)$$

A_{CL} adalah perolehan tegangan kalang tertutup, karena terdapat jalur umpan balik antara keluaran dengan masukan.

2.6.2. Pemanding (Comparator)

Comparator adalah suatu penguat operasional yang digunakan untuk membandingkan dua tegangan masukan yaitu V_1 dan V_2 sesuai dengan kebutuhannya. *Comparator* mempunyai prinsip kerja membandingkan tegangan. Apabila tegangan yang masuk pada kaki *inverting* lebih besar dari pada tegangan yang masuk pada kaki *non inverting* maka keluaran dari komparator akan bernilai rendah, sedangkan apabila tegangan yang masuk pada kaki *non inverting* lebih besar daripada tegangan yang masuk pada kaki *inverting* maka keluaran dari komparator akan bernilai tinggi.

Jika *comparator* disusun seperti Gambar 2.10 maka tegangan keluaran dari *comparator* dapat diatur dengan mengatur tegangan referensinya, selama tegangan referensinya lebih besar daripada tegangan masukannya maka keluaran *comparator* akan tinggi.



Gambar 2.10 Rangkaian pemanding

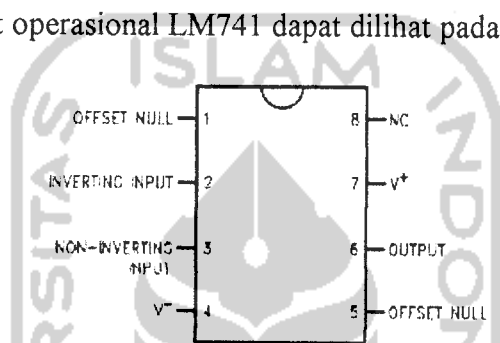
Untuk mendapatkan tegangan referensi yang mengikuti masukan digunakan pembagi tegangan $R1$ dan $R2$ seperti pada Gambar 2.9. Besarnya V_{ref} dihitung dengan dari :

$$V_{ref} = \frac{R2}{R1 + R2} V_{cc} \quad (2.3)$$

Apabila masukan *comparator* atau V_{in} lebih besar daripada V_{ref} , tegangan masukan diferensial adalah positif dan tegangan keluaran adalah tinggi. Ketika V_{in} lebih kecil daripada V_{ref} , tegangan masukan diferensial adalah negatif dan tegangan keluaran adalah rendah.

2.6.3. IC LM741

IC penguat operasional LM741 dapat dilihat pada gambar 2.11.



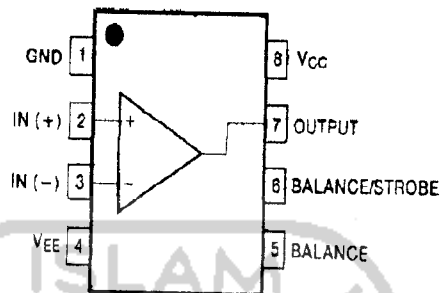
Gambar 2.11 IC LM741

IC penguat operasional LM741 telah menjadi standar industri yang biasa dipakai dalam berbagai macam piranti dasar. Pada Gambar 2.11 merupakan salah satu IC yang memiliki 1 buah rangkaian op-amp. LM741 memiliki beberapa versi seperti LM741, LM741A, LM741C, LM741E, dan LM741N. Penguat operasional ini berbeda dalam perolehan tegangan, selisih suhu, tingkat derau, dan karakteristik lainnya. LM741C adalah penguat yang paling banyak digunakan dipasaran.

2.6.4. IC LM311

LM311 merupakan penguat operasional yang memiliki 1 buah penguat operasional, yang ditunjukkan pada Gambar 2.12. Penguat operasional ini

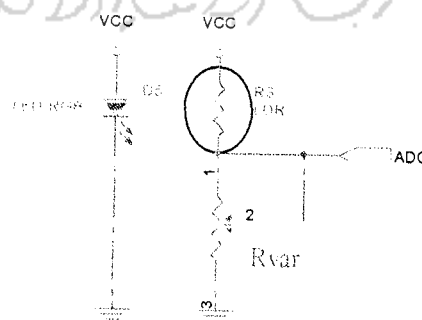
berfungsi sebagai pembanding. IC ini memiliki masukan arus yang rendah yaitu 50 nA. IC ini dirancang dengan 2 buah tegangan masukan atau 1 buah tegangan masukan. Besarnya tegangan masukan antara $\pm 5\text{ V}$ - $\pm 15\text{ V}$.



Gambar 2.12 IC LM311.

2.6 Sensor Warna

Rangkaian sensor warna digunakan untuk mendeteksi perbedaan warna dari obyek berupa kapas. Dengan LED sebagai pemancar cahaya dan LDR digunakan sebagai penerima. *Output* berupa tegangan dapat dihasilkan oleh LDR walaupun sangat lemah. Rangkaian sensor warna dengan LDR ditunjukkan pada Gambar 2.13.



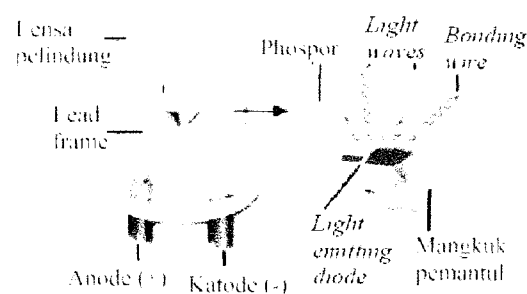
Gambar 2.13 Rangkaian LDR

2.7.1. *Light Emitting Diode (LED)*

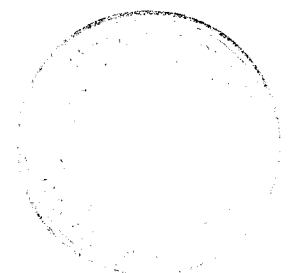
LED merupakan kepanjangan dari *Light Emitting Diode* atau dioda yang dapat memancarkan cahaya. Pada saat ini LED banyak digunakan sebagai elemen *display*, lampu indikator dan sensor. Perkembangan pesat terjadi seiring dengan pesatnya perkembangan penemuan *p-n junction*, emisi yang lebih kuat dan panjang gelombang yang bervariasi pada LED generasi selanjutnya.

LED termasuk suatu piranti semikonduktor *p-n junction*, yang memancarkan cahaya secara proporsional dengan arus forward bias. LED mengubah *input* energi listrik menjadi *output* radiasi optik. Panjang gelombang pancaran sinar LED dipengaruhi oleh jenis bahan dan struktur sambungan. Panjang gelombang LED berada pada daerah ultra ungu sampai infra merah.

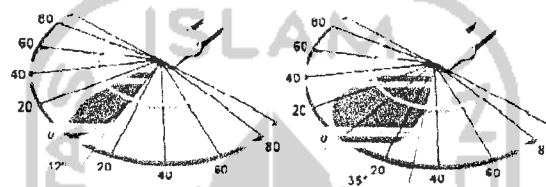
Penyusun dasar dari LED adalah chip semikonduktor. Pada LED terdapat 2 semikonduktor yang menyusun sebagai kutub negatif dan kutub positif seperti pada Gambar 2.14. Saat arus mengalir, energi akan dipancarkan oleh kutub negatif. Emisi foton dipengaruhi kerapatan pita konduksi dan pita valensi. Dengan prinsip kekekalan energi dan momentum, foton berinteraksi dengan *electron hole* pada energi dan momentum tertentu.



Gambar 2.14 Bentuk fisik LED



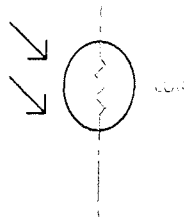
Struktur dasar dari LED adalah material semikonduktor, rangka dan epoxy pembungkus rangka dan material semikonduktor. Pada salah satu elektroda terdapat mangkuk yang berfungsi sebagai reflektor. *Power supply* LED didapatkan dari dua kaki yaitu anode dan katode. Pancaran sinar atau radiasi dari LED dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan bentuk radiasi yang tampak pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Radiasi LED

2.7.2. *Light Dependent Resistor (LDR)*

LDR adalah resistor yang nilainya dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Pada saat cahaya yang diterima LDR sedikit maka hambatan akan semakin besar dan sebaliknya apabila cahaya yang diterima LDR banyak maka nilai hambatan akan semakin kecil. Dengan menghubungkan seri LDR dengan resistor maka diperoleh tegangan yang berubah – ubah. Simbol LDR dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Simbol LDR.

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer yang menggunakan teknologi semikonduktor. Kemampuan digital mikrokontroler ini adalah menirukan fungsi otak manusia, sehingga meliputi fungsi atau instruksi aritmatika (berhitung), logika (mempertimbangkan suatu kondisi) dan memori. Mikrokontroler ini berbeda halnya dengan mikroprosesor yang terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU) dan register-register, tanpa memori, tanpa I/O, dan komponen yang dibutuhkan oleh suatu sistem supaya dapat bekerja. Apabila mikroprosesor ini dikombinasikan dengan I/O dan memori (RAM dan ROM) akan menghasilkan sebuah mikrokontroler, dimana kombinasi dari komponen - komponen ini sudah terdapat dalam satu rangkaian yang terintegrasi (*Integrated Circuit*).

AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) merupakan seri mikrokontroler buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) dan berdaya rendah. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register *general-purpose, timer/counter* fleksibel dengan mode *compare, interrupt internal* dan *eksternal*, serial USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*), *programmable Watchdog Timer*, mode *power saving* dan mempunyai ADC dan PWM *internal*. AVR juga memiliki *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

ATmega16 mengerjakan instruksi program selama satu siklus clock. Atmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz untuk mengoptimasi konsumsi daya dan kecepatan proses. Inti dari AVR adalah 32 register yang dapat dikombinasikan dalam set instruksi. Inti dari AVR adalah mengkombinasikan set banyak instruksi. Keseluruhan 32 register tersebut secara langsung dihubungkan ke ALU (*Arithmetic Logic Unit*), mengizinkan 2 register yang berdiri sendiri untuk diakses dalam satu eksekusi instruksi dalam tiap 1 *clock cycle*. Hasil arsitekturnya adalah kode yang lebih efisien tetapi mampu mencapai keluaran sampai 10 kali lebih cepat dibandingkan mikrokontroler CISC (*Complex Instruction Set Computing*).

2.8.1. Arsitektur ATmega16

Atmega16 memiliki bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 register.
5. *Watchdog timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 1 Kb.
7. *Memory flash* sebesar 16 Kb dengan kemampuan *read while write*.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).

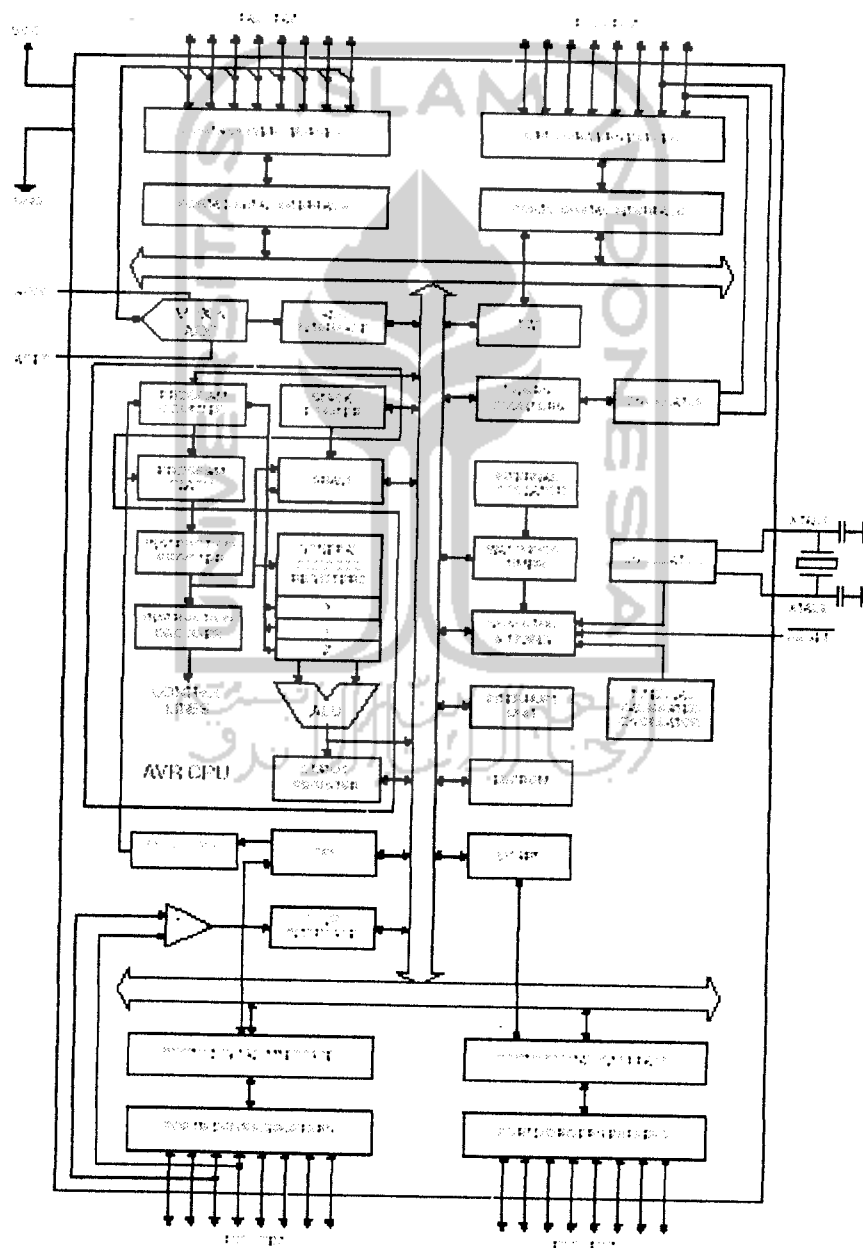
10. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*)

sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.

11. Antarmuka komparator analog.

12. Port USART untuk komunikasi serial.

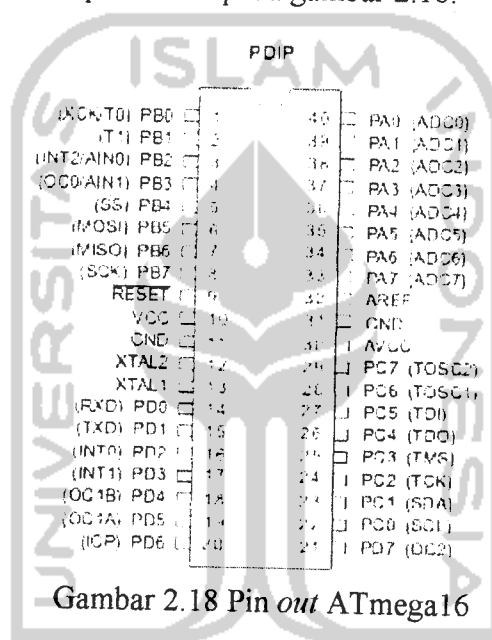
Blok diagram arsitektur ATmega16 apat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Blok diagram arsitektur ATmega16

2.8.2. Konfigurasi Pin ATmega16

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (dual inline package). Kemasan pin tersebut terdiri dari 4 Port yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D yang masing masing Port terdiri dari 8 buah pin. Selain itu juga terdapat RESET, VCC, GND 2 buah, VCC, AVCC, XTAL1, XTAL2 dan AREF. Pin Atmega16 dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Pin out ATmega16

Deskripsi dari pin-pin Atmega16 adalah sebagai berikut :

- **VCC** : Catu daya.
- **GND** : *Ground*.
- **PORT A** : merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus sebagai pin masukan ADC.
- **PORT B** : merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu, *timer/counter*, komparator analog dan SPI
- **PORT C** : merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu, TWI, komparator analog, dan timer osilator

- **PORT D** : merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu, komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- **RESET** : merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
- **XTAL1 dan XTAL2** : Output dari inverting penguat Oscilator.
- **AVCC** : Pin *supply* tegangan untuk ADC.
- **AREF** : Pin referensi analog untuk ADC.

2.8 Basic Compiler (BASCOM)

BASCOM adalah suatu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan untuk mempermudah pembuatan program pada mikrokontroler.

2.9.1. Karakter Dalam BASCOM

Karakter dalam BASCOM dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Karakter spesial.

Karakter	Nama
	Blank atau spasi
'	Apostrophe
*	Asterisk (symbol perkalian)
+	Plus sign
,	Comma
-	Minus sign
.	Period (decimal point)
/	Slash (division symbol) will be handled as \
:	Colon
"	Double quotation mark
;	Semicolon
<	Less than
=	Equal sign (assignment symbol or relation operator)
>	Greater than
\	backslash (integer or word division symbol)

Dalam program BASCOM, karakter dasarnya terdiri atas karakter alphabet (A-Z dan a-z), karakter numeric (0-9), dan karakter spesial seperti pada Tabel 2.2.

2.9.2. Tipe Data

Tipe data dalam BASCOM ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tipe data BASCOM.

Tipe Data	Ukuran (byte)	Range
Bit	1 / 8	-
Byte	1	0 - 255
Integer	2	-32,768- +32,767
Word	2	0 - 65535
Long	4	-2147483648- +2147483647
Single	4	-
String	hingga 254 byte	-

Setiap variabel dalam BASCOM memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampungnya. Hal ini berhubungan dengan penggunaan memori kontroler. Berikut adalah tipe data pada BASCOM berikut keterangannya.

2.9.3. Variabel

Variabel dalam sejumlah pemrograman berfungsi sebagai tempat menyimpan data atau penampung data sementara, misalnya menampung hasil perhitungan, menampung data hasil pembacaan register, dan lain sebagainya. Variabel merupakan pointer yang menunjuk pada alamat memori fisik di mikrokontroler.

Dalam BASCOM, ada beberapa aturan dalam penamaan sebuah variable:

1. Nama variabel maksimum terdiri atas 32 karakter.
2. Karakter biasa berupa angka atau huruf.
3. Nama variabel harus dimulai dengan huruf.
4. Variabel tidak boleh menggunakan kata-kata yang digunakan oleh BASCOM sebagai perintah, pernyataan, internal register, dan nama operator (AND, OR, DIM, dan lain-lain).

Sebelum digunakan, maka variabel harus dideklarasikan terlebih dahulu. Dalam BASCOM, ada beberapa cara untuk mendeklarasikan sebuah variabel. Cara pertama adalah menggunakan pernyataan 'DIM' diikuti nama dan tipe datanya. Cara lain untuk mendeklarasikan sebuah variabel adalah menggunakan DEFINT, DEFBIT, DEFBYTE, dan atau DEFWORD.

2.9.4. Alias

Alias digunakan pada variabel yang sama dapat diberikan nama yang lain. Tujuannya untuk mempermudah proses pemrograman. Umumnya, alias digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku, seperti port mikrokontroler. Selain mengganti port, dapat pula menggunakan alias untuk mengakses bit tertentu dari sebuah variabel yang telah dideklarasikan.

2.9.5. Konstanta

Dalam BASCOM, selain variabel dikenal pula konstanta. Perbedaannya dengan variabel biasa adalah nilai yang dikandungnya tetap. Dengan konstanta, kode program yang dibuat akan lebih mudah dibaca dan dapat mencegah kesalahan penulisan pada program. Misalnya akan lebih mudah menulis *phi*

daripada menulis 3,14159867. Sama seperti variabel, agar konstanta bisa dikenali oleh program, maka harus dideklarasikan terlebih dahulu.

2.9.6. Array

Dengan *array*, dapat digunakan sekumpulan variabel dengan nama dan tipe yang sama. Untuk mengakses variabel tertentu dalam *array*, harus digunakan indeks berupa angka dengan tipe data byte, integer, atau word. Artinya, nilai maksimum sebuah indeks sebesar 65535. Proses pendeklarasian sebuah *array* hampir sama dengan variabel, tetapi perlu disertakan jumlah elemennya.

2.9.7. Operasi Dalam BASCOM

Pada operasi BASCOM, dibahas tentang cara menggabungkan, memodifikasi, membandingkan, atau mendapatkan informasi tentang sebuah pernyataan dengan menggunakan operator-operator yang tersedia di BASCOM.

1. Operator Aritmatika

Operator digunakan dalam perhitungan. Operator aritmatika meliputi + (tambah), - (kurang), / (bagi), dan * (kali).

2. Operator Relasi

Operator berfungsi untuk membandingkan nilai sebuah angka. Hasilnya dapat digunakan untuk membuat keputusan sesuai program yang dibuat. Operator relasi seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Operator relasi

Operator	Relasi	Pernyataan
=	Sama dengan	$X = Y$
<>	Tidak sama dengan	$X <> Y$
<	Lebih kecil dari	$X < Y$
>	Lebih besar dari	$X > Y$
<=	Lebih kecil atau sama dengan	$X <= Y$
>=	Lebih besar atau sama dengan	$X >= Y$

3. Operator Logika

Operator digunakan untuk menguji sebuah kondisi atau memanipulasi bit dan operasi boolean. Dalam BASCOM, ada empat buah operator logika, yaitu AND, OR, NOT, dan XOR. Operator logika dapat juga digunakan untuk menguji sebuah byte dengan pola bit tertentu.

4. Operator Fungsi

Operator digunakan untuk melengkapi operator yang sederhana.

2.9.8. Kontrol Program

Keunggulan sebuah pemrograman terletak pada kontrol program. Adanya kontrol program, akan mengendalikan alur sebuah program dan menentukan apa yang harus dilakukan oleh sebuah program ketika menemukan kondisi tertentu. Kontrol program meliputi kontrol pertimbangan kondisi dan keputusan, kontrol pengulangan, serta kontrol alternatif. BASCOM menyediakan beberapa kontrol program yang sering digunakan untuk menguji sebuah kondisi, perulangan, dan pertimbangan sebuah keputusan. Berikut adalah beberapa kontrol program yang sering digunakan dalam pemrograman dengan BASCOM.

1. *If...Then*

Dengan adanya pernyataan *If...Then*, dapat digunakan untuk mengetes kondisi tertentu, kemudian menentukan tindakan yang sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Sintaksis penulisannya sebagai berikut:

If <syarat kondisi> *Then* <pernyataan>

Sintaksis di atas digunakan jika hanya ada satu kondisi yang diuji dan hanya melakukan satu tindakan. Jika melakukan lebih dari satu tindakan, maka sintaksisnya adalah:

If <syarat kondisi> *Then*

<Pernyataan ke-1>

<Pernyataan ke-2>

<Pernyataan ke-n>

Endi If

2. *Select...Case*

Perintah akan *Select...Case* mengeksekusi beberapa blok pernyataan tergantung pada nilai variabelnya. Perintah mirip dengan perintah *If...Then*, namun memiliki kelebihan, yaitu kemudahan pada penulisannya. Sintaksisnya sebagai berikut:

Select Case variabel

Case test1 : pernyataan

Case test2 : pernyataan

Case Else : pernyataan

End Select

3. *While...Wend*

Sintaksisnya sebagai berikut:

While <syarat kondisi>

<pernyataan>

Wend

Perintah *While...Wend* akan mengeksekusi sebuah pernyataan secara berulang ketika masih menemukan kondisi yang sama. Perintah akan berhenti jika ada perubahan kondisi dan melakukan perintah selanjutnya.

4. *Do...Loop*

Perintah *Do...Loop* digunakan untuk mengulangi sebuah blok pernyataan terus menerus. Untuk membatasi perulangannya, sebuah syarat kondisi dapat ditambahkan agar perulangan berhenti dan perintahnya menjadi *Do...loop until*. Sintaksisnya sebagai berikut:

Do

<blok pernyataan>

Loop

Dengan perintah *Do...loop until*:

Do

<blok pernyataan>

Loop until <syarat kondisi>

5. *For...Next*

Perintah *For...Next* digunakan untuk mengeksekusi sebuah blok pernyataan secara berulang. Perintah hampir sama dengan perintah *Do...Loop*. Namun, pada perintah *For...Next* nilai awal dan akhir perulangan serta tingkat kenaikan atau turunnya bisa ditentukan. Penggunaannya sebagai berikut:

For var = start To/Downto end [Step value]

<blok pernyataan>

Next

Untuk menaikkan nilai perulangan, gunakan *To*, sedangkan untuk menurunkan, gunakan *Downto*. Tingkat kenaikan merupakan pilihan, sehingga digunakan atau tidak. Jika nilai kenaikan tidak ditentukan, maka secara otomatis BASCOM akan menentukan nilainya, yaitu 1.

6. *Exit*

Perintah *Exit* digunakan untuk keluar secara langsung dari blok program *For...Next*, *Do...Loop*, *Sub...EndSub*, *While...Wend*. Sintaksis penulisannya adalah:

EXIT [Do] [For] [While] [Sub]

7. *Gosub*

Dengan *Gosub*, program akan melompat ke sebuah label dan akan menjalankan program yang ada dalam subrutin sampai menemui

perintah *return*. Perintah *return* akan mengembalikan program ke titik setelah perintah *Gosub*.

8. *Goto*

Perintah *Goto* digunakan untuk melakukan percabangan. Perbedaan dengan *Gosub* adalah perintah *Goto* tidak memerlukan perintah *return*, sehingga programnya tidak akan kembali ke titik di mana perintah *Goto* berada.

Goto label

Label:

2.9.9. Interupsi

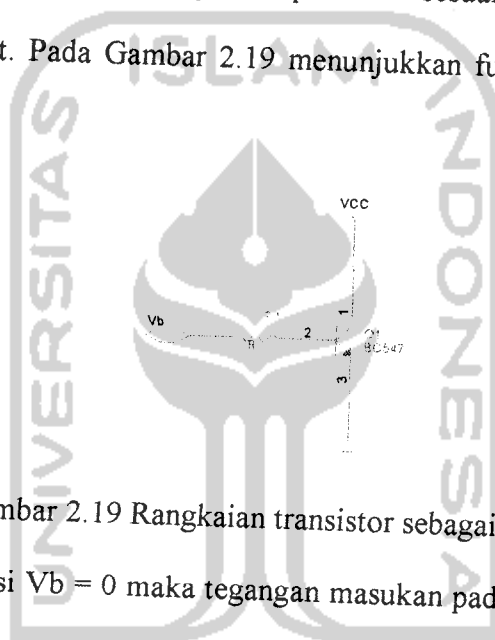
BASCOM telah menyediakan sebuah perintah yang bisa menginterupsi jalur program normal untuk sesaat melakukan suatu perintah tertentu yang diinginkan. Kemudian setelah selesai maka akan meneruskan kembali perintah terakhir yang ditinggalkan. Dalam BASCOM terdapat beberapa jenis interupsi yang mempunyai prioritas seperti pada tabel 2.5. Jika ada dua interupsi yang datang secara bersamaan, maka mikrokontroler akan memprioritaskan penanganannya sesuai dengan tabel di atas.

Tabel 2.5 Prioritas interupsi

Prioritas	Interrupt	Alamat interupsi	Kode BASCOM
1	Eksternal 0	0003h	Int0
2	Timer 0	000bh	Timer0
3	External 1	0013h	Int1
4	Timer 1	001bh	Timer1
5	Serial	0023h	Serial

2.9 Transistor Sebagai Saklar

Transistor adalah suatu komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor. Transistor di dalam rangkaian digunakan untuk memperkuat sinyal artinya sinyal lemah sebagai masukan diubah menjadi sinyal yang lebih kuat pada keluaran. Transistor dapat digunakan untuk mengontrol beban dengan melewatkan arus yang cukup besar sesuai dengan karakteristik transistor tersebut. Pada Gambar 2.19 menunjukkan fungsi transistor sebagai saklar.

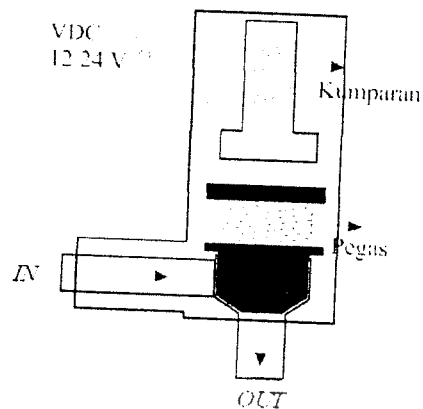


Gambar 2.19 Rangkaian transistor sebagai saklar

Pada kondisi $V_b = 0$ maka tegangan masukan pada transistor ini adalah logika rendah sehingga pada kondisi ini transistor dalam keadaan *cut-off*. Pada saat $V_b = 0$ dapat disamakan dengan saklar terbuka karena pada emitter tidak ada tegangan. Apabila V_b berlogika satu atau V_b diberi masukan maka transistor dalam kondisi saturasi sehingga dapat disamakan dengan saklar tertutup. Kondisi saturasi diperlukan pada transistor yang digunakan sebagai saklar karena disesuaikan dengan data digital yang bernilai 1.

2.10 Valve

Valve dapat disebut kran elektris, dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Valve

Valve adalah peralatan on – off digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis linear. *Valve* yang digunakan sebagai katup digerakkan secara elektrik untuk pengaturan aliran udara.



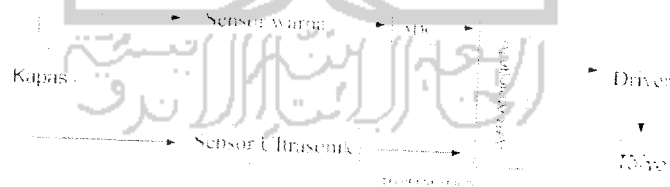
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab III akan dibahas mengenai perancangan sistem yang di dalamnya terdapat perancangan rangkaian elektronik, serta sistem pengendalian pensortir kapas berbasis mikrikontroller berdasarkan teori – teori yang dibahas pada bab sebelumnya.

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan umum dari pengendali pensortir kapas ini adalah sistem minimum mikrokontroler ATmega16 sebagai kendali utama, sensor ultrasonik dan sensor warna sebagai masukan atau *input* dan keluaran atau *output* yang berupa respon dari *Valve*. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.



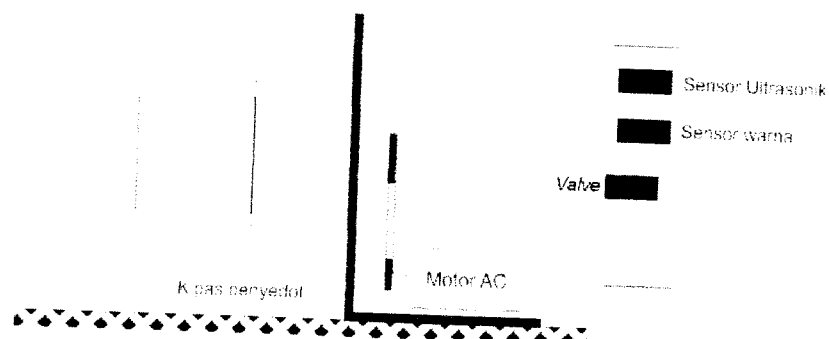
Gambar 3.1 Blok diagram sistem

- **Sensor ultrasonik** : Sensor ultrasonik berfungsi sebagai input mikrokontroler yang akan mendeteksi adanya benda padat pada kapas.
- **Sensor warna** : Sensor warna digunakan sebagai input mikrokontroler yang mendeteksi warna yang berbeda dari warna kapas.

- **Sistem minimum** : Merupakan pengolah data-data yang didapat dari keluaran sensor-sensor. Dari data yang didapat dan diolah tersebut maka akan dihasilkan suatu perintah yang akan mengendalikan solenoid. Dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sistem ini.
- **Valve** : Berfungsi sebagai kran udara yang dikendalikan oleh mikrokontroler yang berkerja secara elektromagnet.

3.2 Perancangan Mekanik

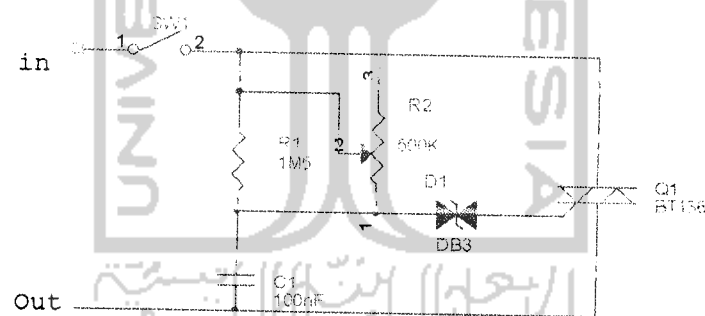
Pada perancangan alat ini tidak sesuai dengan alat sebenarnya yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 sehingga alat ini hanya sebagai model untuk mengetahui sistem kerja sensor yang digunakan dan unjuk kerja sistem pengendali. Gambar model alat penyedot dapat dilihat pada Gambar 3.2. Pada bagian kotak penyedot terbuat dari seng yang dibentuk dan di las. Untuk saluran kapas terbuat dari akrilik dengan ketebalan 2mm. Di dalam kotak penyedot terdapat kipas yang diputar oleh motor AC yang kecepatannya dapat diatur.



Gambar 3.2 Model alat pensortir kapas

3.3 Dimmer

Dimmer digunakan untuk mengatur kecepatan motor AC dengan prinsip mengatur tegangan input. Berdasarkan Gambar 3.3, pada saat saklar (SW1) ditutup maka arus akan dialirkan. TRIAC akan dialiri arus karena adanya R1 dan R2. Karena TRIAC harus dipicu agar kaki anoda terhubung dengan kaki katoda, maka arus akan melewati R1 yang dirangkai seri dengan R2 maka arus akan mengisi kapasitor. Saat kapasitor penuh maka DIAC akan short maka arus yang dihambat TRIAC akan short dan dapat keluar sebagai arus *output*. Semakin besar R2 maka arus yang mengalir akan semakin kecil. Pada perancangan ini menggunakan motor AC 220V/50 Hz. Rangkaian dimmer dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Dimmer

3.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik pada alat kendali pensortir kapas digunakan untuk mendeteksi benda asing pada kapas yang bersifat padat. Sensor ultrasonik dibagi atas dua bagian yaitu rangkaian pemancar dan rangkaian penerima, keduanya merupakan masukan untuk IC LM 567. Rangkaian pemancar dan penerima sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.4.

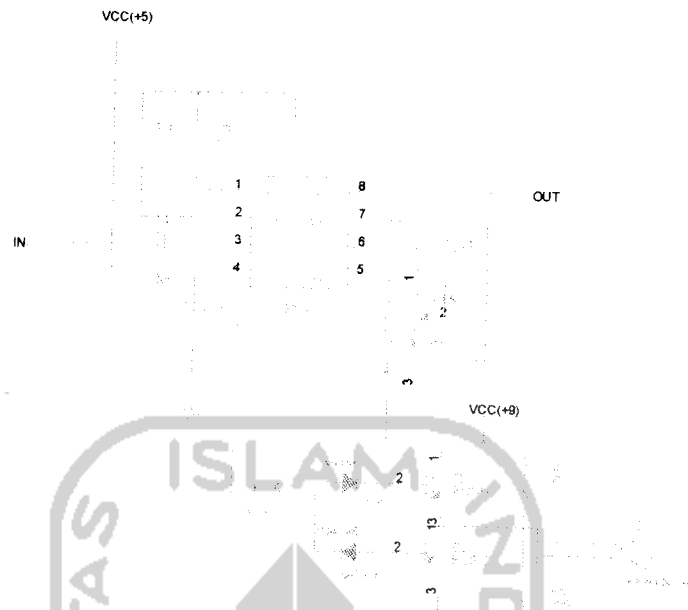


Gambar 3.4 Rangkaian sensor ultrasonik

3.4.1 Pemancar Ultrasonik

IC LM567 digunakan pada pemancar sensor ultrasonik sebagai pembangkit pulsa. Frekuensi yang dibangkitkan hingga 40 KHz yang dapat disesuaikan sehingga menjadi sumber frekuensi pada pemancar ultrasonik. Bagian ini akan mengeluarkan frekuensi secara terus menerus. Untuk menghasilkan frekuensi tersebut, IC LM567 dioperasikan sebagai *astable multivibrator*. Frekuensi akan dikeluarkan melalui kaki 5 yang berupa gelombang kotak sesuai dengan *datasheet*. Sistem pemancar ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.6. Frekuensi keluaran dari IC ini kemudian dihubungkan dengan sensor ultrasonik untuk dipancarkan menjadi gelombang ultrasonik.

Komponen yang digunakan pada rangkaian disamakan dengan *datasheet* IC LM567 yang ditambah dengan resistor variabel untuk mengatur frekuensi pada pemancar agar dapat ditangkap oleh penerima dengan baik. Rangkaian pemancar ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.5.

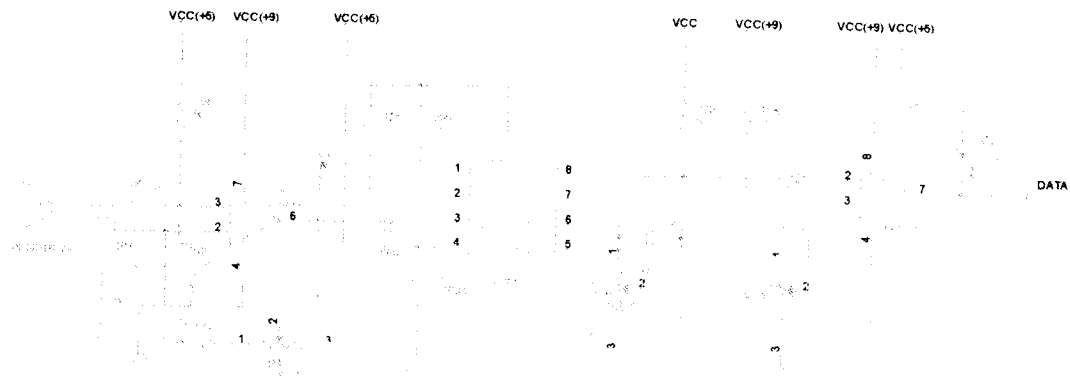


Gambar 3.5 Rangkaian pemancar ultrasonik

3.4.2 Penerima Ultrasonik

Gelombang suara ultrasonik yang dipancarkan akan diterima kemudian dirubah menjadi tegangan. Tegangan DC sebagai masukan kemudian dikuatkan dengan menggunakan op-amp sebelum dihubungkan pada kaki 3 pada IC LM567. Komponen pada op-amp dipilih berdasarkan kebutuhan penguatan dan pembanding yang digunakan. Keluaran penerima ultrasonik berupa data digital didapatkan dari rangkaian op-amp yang berfungsi sebagai pembanding.

Keluaran dari LM567 berupa data digital yang dihasilkan pada pin 8 seperti pada Gambar 3.6. Apabila tegangan masukan lebih kecil dari tegangan referensi maka data keluaran berlogika 1 atau tinggi. Sebaliknya, apabila tegangan referensi lebih besar maka keluaran akan berlogika 0 atau rendah. Logika 0 atau rendah berarti 0 volt dan logika 1 atau tinggi berarti 5 volt.

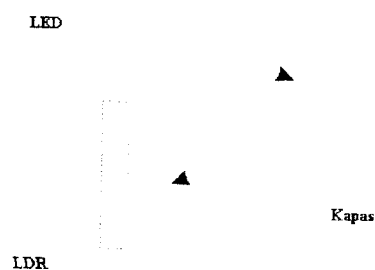


Gambar 3.6 Rangkaian penerima ultrasonik

3.5 Sensor Warna

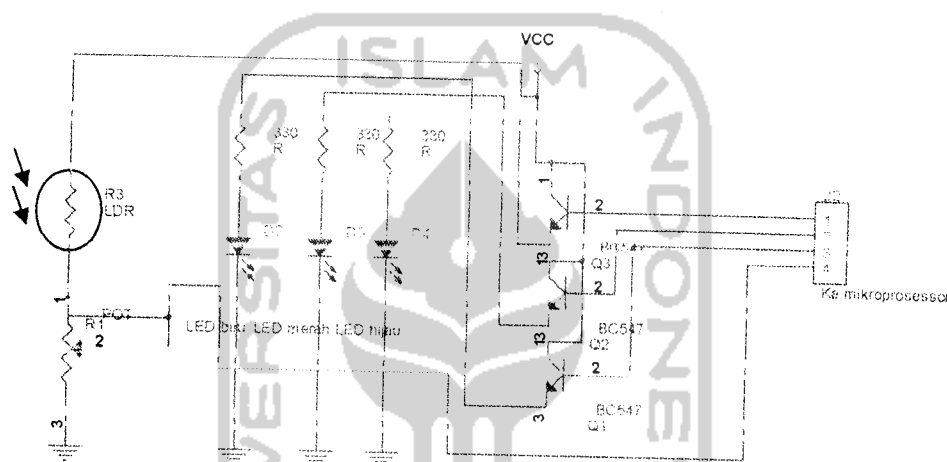
Sensor warna digunakan untuk mengetahui perbedaan warna antara warna kapas dan benda asing yang berwarna. Sensor warna terdiri dari 3 buah LED berwarna merah, hijau dan biru. Selain LED sensor warna juga digunakan LDR untuk menerima pantulan sinar berwarna sehingga mendapatkan keluaran tegangan.

Seperti Gambar 3.7, Setiap warna LED yang dipancarkan akan dipantulkan kembali oleh benda yang disinari LED tersebut. Sehingga apabila LDR ditempatkan di depan benda tersebut maka LDR akan mendapatkan pantulan sinar tersebut.



Gambar 3.7 Sistem kerja LDR

Dengan menggunakan LDR pantulan cahaya dari kapas akan diubah menjadi resistansi. Apabila resistansi dihubungkan dengan V_{cc} seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 maka akan diperoleh keluaran tegangan dan arus. Dengan memadukan pantulan warna setiap LED maka dihasilkan jumlah data sehingga warna – warna tertentu dapat dikenali. Rangkaian sensor warna dapat dilihat pada Gambar 3.8.



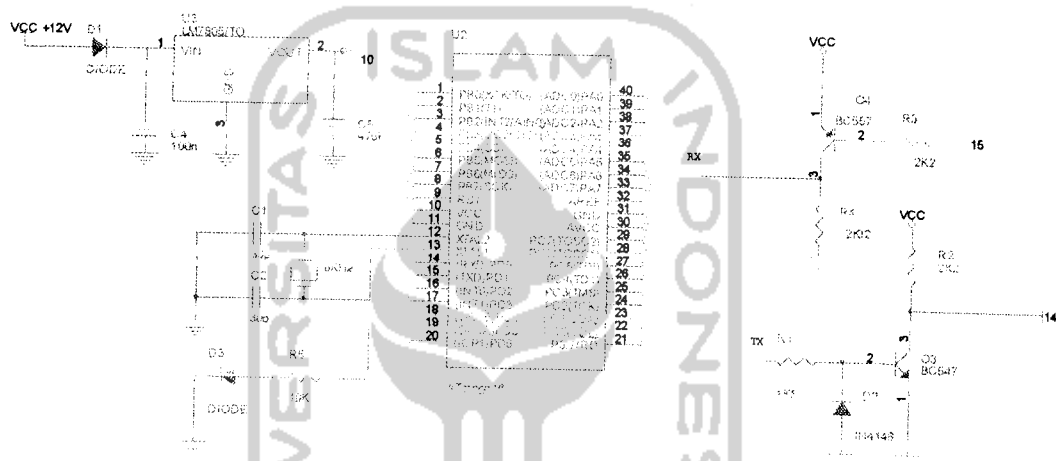
Gambar 3.8 Rangkaian sensor warna

3.6 Sistem Minimum ATmega16

Mikrokontroler disini berfungsi sebagai protokol aktifitas pada alat kendali pensortir kapas dan pengontrol untuk ADC. Sistem mikrokontroler yang direncanakan adalah menggunakan salah satu produk dari ATMEL yaitu ATmega16 yang mempunyai memori program internal 16 Kbyte sehingga tidak diperlukan memori program eksternal. Kelebihan dari jenis mikrokontroler ini adalah karena terdapat fasilitas ADC yang sudah *built-in* di dalamnya. Selain karena kelebihan tersebut, Mikrokontroller ATmega16 dipilih juga karena

diperkirakan memiliki kapasitas memori dan jumlah port yang cukup untuk digunakan dalam tugas akhir ini.

Pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega16 digunakan frekuensi osilator (XTAL) sebesar 8 MHz. Selain itu pada rangkaian ini terdapat IC 7805 yang difungsikan sebagai regulator. Sistem minimum ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 3.9.

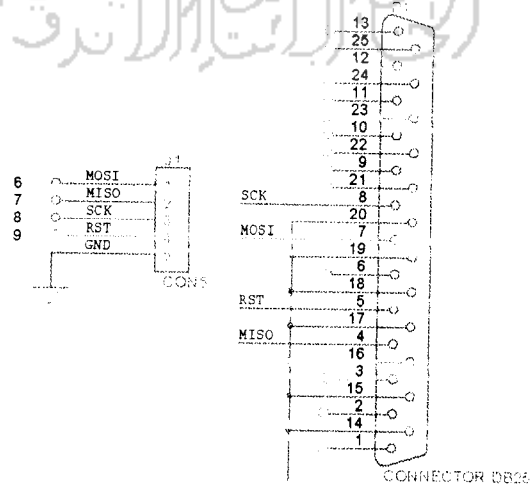


Gambar 3.9 Rangkaian sistem minimum ATmega16

Pada sistem minimum terdapat *port* serial yang digunakan untuk komunikasi antara mikroprosesor dengan komputer. Pada rangkaian di atas terdapat transistor yang digunakan untuk mengganti IC MAX232. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah level keluaran tegangan yang keluar dari komputer yaitu level RS232 menjadi level tegangan TTL. Tegangan pada level RS232 menjadi level logika "1" didefinisikan - 3V sampai -15V dan logika "0" didefinisikan +3V sampai +15V. Pada level TTL yang didefinisikan untuk kondisi "0" tegangannya 0 Volt sampai 0,4 Volt dan untuk kondisi "1" tegangannya 2,4 V sampai 5 V.

Rangkaian mikrokontroler mempunyai kontrol tiap bitnya yang dapat dikonfigurasi secara individual. Maka dalam pengkonfigurasi I/O yang digunakan ada yang berupa operasi port dan ada pula yang dikonfigurasi tiap bit I/O. Berikut ini akan diberikan konfigurasi dari I/O mikrokontroler yang berupa operasi port dan konfigurasi tiap bit yang ada pada masing-masing port yang terdapat pada mikrokontroler.

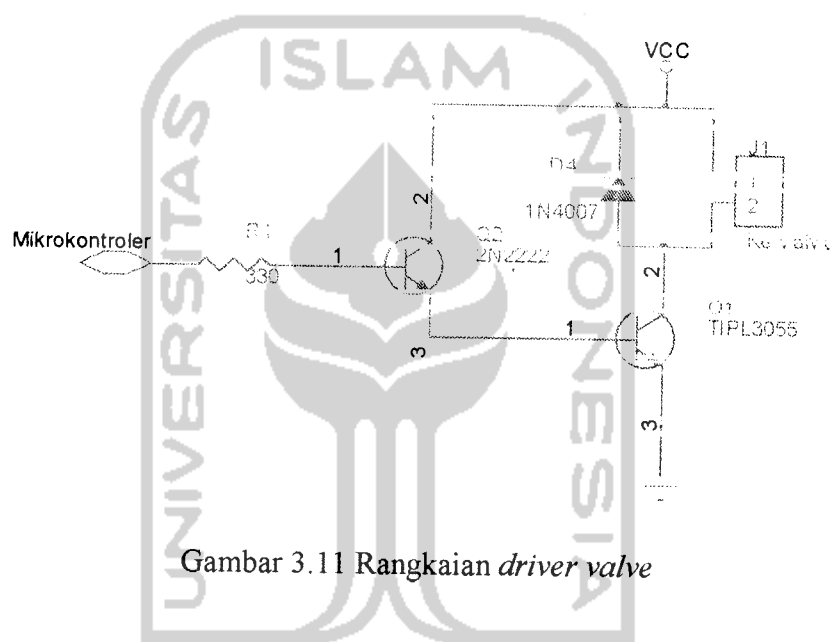
Downloader dibuat untuk mempermudah *download* program ke mikrokontroler ATmega16. Untuk *interfacing* dengan komputer digunakan kabel dan port paralel DB25. Pada rangkaian diatas SPI port dihubungkan dengan port-port yang ada pada sistem minimum mikrokontroler ATmega16 yaitu port B.7 (SCK), port B.6 (MISO), port B.5 (MOSI) dan pin 9 (RESET) seperti pada Gambar 3.11. Software yang berfungsi untuk mendownload file hexa ke flash memori ATmega16 adalah PonyProg2000. Hampir semua jenis AVR Atmel dapat *download* menggunakan *software* ini. Secara mudah downloader dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan DB25 seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rangkaian *downloader* mikrokontroler ATmega16

3.7 Driver Valve

Driver valve dengan menggunakan 2 transistor yang berfungsi sebagai saklar. Beban dirangkai seri dengan tegangan masukan dan kaki kolektor, untuk mengaktifkan *valve* digunakan tegangan basis yang masuk pada kaki 1 transistor 2N2222 seperti Gambar 3.11. Pada saat mikrokontroler bernilai 1 maka *valve* akan bernilai 1 dan berlaku sebaliknya.



Gambar 3.11 Rangkaian *driver valve*

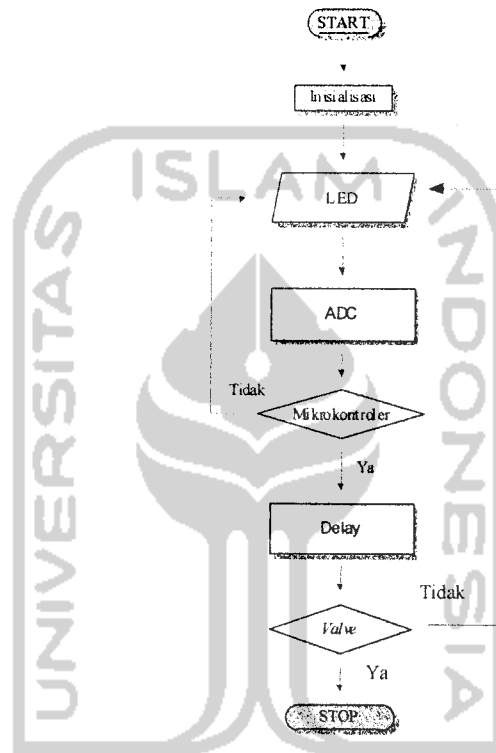
3.9. Perancangan Software

Program pada alat kendali pensortir kapas dibedakan menjadi dua yaitu, program utama pada sensor warna dan interupsi dari sensor ultrasonik. Interupsi diaktifkan oleh sensor ultrasonik yang mendeteksi adanya benda padat dalam kapas, sehingga sensor ultrasonik bernilai 1. Pada saat interupsi bernilai 1 maka sub-program dijalankan. Sub-program digunakan untuk mengatur waktu jeda solenoid yang dibagi menjadi :

- a. Waktu jeda *on* : waktu jeda antara interupsi dengan solenoid aktif.

b. Waktu jeda *off* : waktu lamanya solenoid aktif.

Waktu jeda dapat diatur sesuai dengan kecepatan aliran kapas, semakin cepat aliran kapas maka waktu jeda akan semakin pendek. Diagram alir pemrograman dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram alir pemrograman

Pada program utama kendali pensortir kapas menggunakan ADC yang ada pada mikrokontroler sehingga tidak diperlukan tambahan komponen ADC. Setelah inisialisasi maka LED warna merah dinyalakan selama beberapa ms, pada waktu jeda ini LDR mendapatkan data berupa tegangan. Dengan adanya ADC, tegangan akan diubah menjadi data digital sebagai masukan mikrokontroler. Dengan system yang sama dinyalakan LED warna hijau dan warna biru. Setelah data terkumpul maka mikrokontroler menjalankan fungsi sebagai kontrol program untuk membandingkan nilai ADC dengan nilai masukan yang berupa variabel.

Apabila data tidak sesuai maka memberikan interupsi agar solenoid aktif dan berlaku sebaliknya.

Sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3.12, saat mesin penyedot kapas dinyalakan atau start maka mikrokontroler akan aktif dan siap untuk mengendalikan solenoid berdasarkan data dari sensor. Saat kapas dilewatkan sensor maka sensor akan memberikan data ke mikrokontroler untuk menentukan keadaan solenoid. Sensor yang mendeteksi pertama kali adalah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi benda asing yang bercampur dengan kapas yang bersifat padat. Apabila sensor ultrasonik mendeteksi adanya benda padat maka mikrokontroler melakukan perintah interupsi maka *valve* akan diaktifkan oleh mikrokontroler. Apabila kapas dapat melewati sensor pertama maka kapas tersebut dianggap murni tidak ada benda asing yang tercampur.

Untuk mendapatkan kapas sesuai yang diinginkan maka terdapat sensor kedua yang berupa LDR yang berfungsi sebagai sensor warna. Data yang didapatkan sensor tersebut maka mikroprosesor akan mengolah data analog menjadi digital untuk menentukan warna. Dengan kriteria tertentu kapas akan ditiup oleh angin yang berasal dari kompresor yang dikendalikan oleh *valve*.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kehandalan dari sistem yang telah dibuat berdasarkan perencanaan pada bab sebelumnya. Pengujian pertama-tama dilakukan secara terpisah, dan kemudian dilakukan kedalam sistem yang telah diintegrasikan.

Pengujian dan pengukuran pada bab ini dilakukan pada beberapa rangkaian berikut :

1. Rangkaian dimmer
2. Rangkaian sensor ultrasonik.
3. Rangkaian sensor warna.
4. Driver *valve*.
5. Pengujian ADC.
6. Pembahasan program mikrokontroler.
7. Pengujian sistem kendali pensortir kapas.

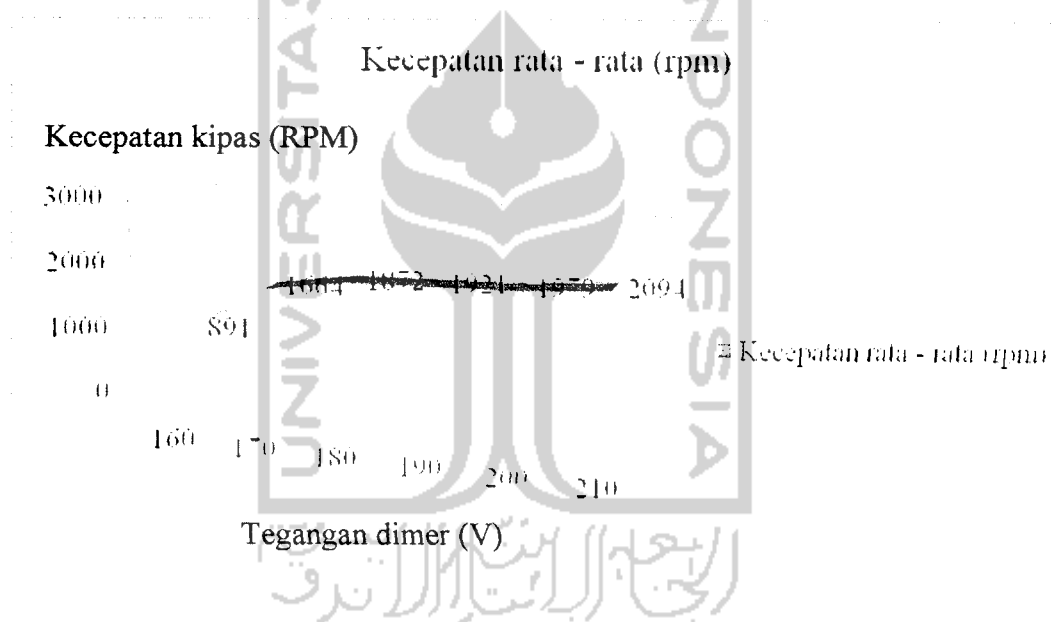
4.1. Rangkaian Dimmer

Pengamatan rangkaian dimmer dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan dengan menggunakan data pengaruh tegangan keluaran rangkaian

dimmer terhadap kecepatan kipas penyedot kapas dan pengamatan sinyal keluaran dari kaki TRIAC yang dilihat dengan CRO.

Tabel 4.1 Perubahan kecepatan motor kipas terhadap tegangan dimmer.

Keluaran dimer (V)	160	170	180	190	200	210
No	Kecepatan kipas (rpm)					
1	895	1667	1874	1931	1984	2102
2	893	1665	1872	1921	1979	2095
3	887	1662	1871	1912	1975	2085



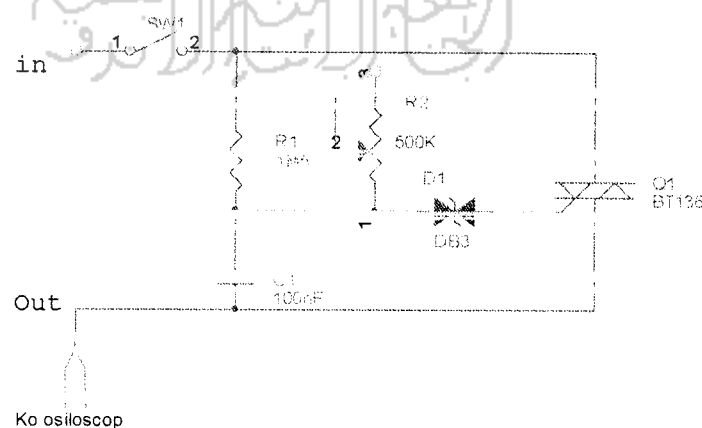
Gambar 4.1 Grafik perubahan kecepatan rata – rata motor kipas terhadap tegangan dimmer.

Data dari Tabel 4.1 diatas didapatkan dari pengukuran kecepatan putaran kipas dengan menggunakan tachometer. Kecepatan putaran kipas dipengaruhi oleh tegangan pada keluaran TRIAC sebagai pengatur kecepatan kipas penyedot. Tachometer digital digunakan untuk mengukur kecepatan putaran kipas, data

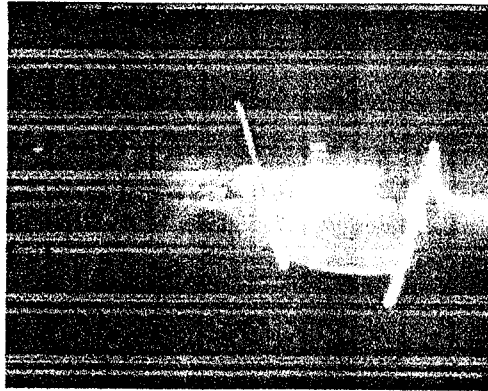
putaran kipas diukur dari kecepatan putaran as. Data diambil sebanyak 3 kali dengan waktu jeda apabila motor AC menghasilkan panas yang tinggi. Perubahan tegangan diatur menggunakan hambatan variabel pada dimer. Kipas akan mulai berputar saat motor AC dialiri tegangan lebih dari 150 V dari dimmer.

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat semakin tinggi tegangan maka kecepatan motor akan semakin tinggi. Kecepatan kipas berbeda pada setiap pengukuran pada tegangan yang sama disebabkan adanya pengaruh panas yang timbulkan dari putaran sebelumnya. Panas pada motor AC berpengaruh pada kecepatan kipas, semakin panas motor AC maka kecepatan kipas akan semakin menurun.

Pengamatan sinyal keluaran dari dimmer dengan menggunakan CRO. *Ground* pada CRO dihubungkan dengan *ground* pada tegangan jala – jala dan tegangan fase dihubungkan dengan masukan pada CRO seperti pada Gambar 4.2. Pada saat rangkaian dimer aktif tetapi kipas belum berputar atau pada saat tegangan kurang dari 150V akan menghasilkan sinyal pada Gambar 4.3.

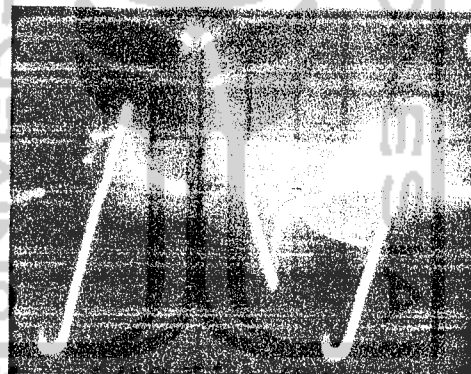


Gambar 4.2 Pin pengamatan sinyal dimmer



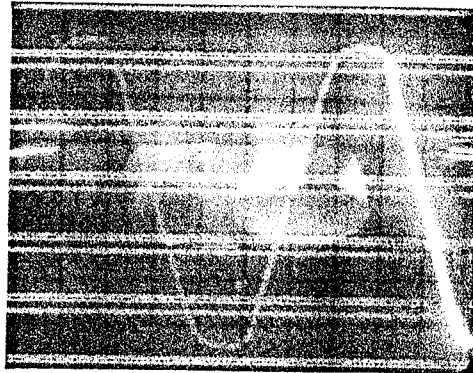
Gambar 4.3 Sinyal tegangan 150 V dari dimmer.

Gambar 4.4 menunjukkan kerja rangkaian dimmer saat sudut yang dipicu kurang lebih 45° .



Gambar 4.4 Tegangan dipicu pada sudut 45° .

Tegangan jala- jala masukan dari rangkaian dimmer adalah tegangan jala – jala PLN dengan bentuk sinyal gelombang sinus rata – rata 220V. Sinyal keluaran dimmer saat hambatan variabel dengan nilai minimum maka sinyal keluaran sama dengan sinyal masukan berupa sinyal sinus dengan nilai maksimal. Sinyal sinus keluaran dimmer dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tegangan 210 V

Sinyal keluaran yang didapat dari hasil pengamatan dipengaruhi oleh hambatan variabel sehingga sudut picu tegangan dapat diatur dan tegangan keluaran dapat diatur. Inti dari rangkaian dimer adalah adanya hambatan variabel yang dipasang secara paralel.

Dengan menggunakan rumus di atas hambatan pada rangkaian dimer dapat dihitung. Apabila pada rangkaian dimer terpasang $R1 = 1.5 \text{ M}\Omega$ sebagai hambatan tetap dan $R2 = 500 \text{ K}\Omega$ sebagai hambatan variabel, maka pada saat tegangan keluaran dimmer 210V maka nilai hambatan total (R_t) sama dengan 0. Pada saat nilai hambatan bernilai maksimum maka tidak ada tegangan keluaran dimmer.

4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Rangkaian sensor ultrasonik pada alat kendali pensortir kapas digunakan untuk mendeteksi adanya benda dan bahan selain kapas sehingga diharapkan kapas sebagai bahan baku dapat benar – benar bersih sebelum masuk proses selanjutnya. Sensor ultrasonik diuji dengan benda yang biasanya tercampur

dengan kapas. Sensor ultrasonik akan bernilai 1 apabila terdapat benda asing yang bersifat padat dan bernilai 0 saat kapas bersih. Pada rangkaian sensor ultrasonik dipasang LED yang berfungsi sebagai indikator. LED akan menyala saat terdapat benda padat dan apabila benda padat dengan ikatan partikel yang jarang maka LED tidak menyala atau bernilai 0. Pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengamatan rangkaian sensor ultrasonik dengan beberapa jenis bahan dengan nilai kepadatan yang berbeda.

Tabel 4.2 Hasil uji sensor ultrasonik

No	Jenis Pencampur	Data ke-				
		1	2	3	4	5
1	Kertas	1	1	1	1	1
2	Tisu	1	1	1	1	1
3	Plastik	1	1	1	1	1
4	Kapas	0	0	0	0	0

Keterangan :

1 = Terdeteksi

0 = Tidak terdeteksi

Dari Tabel 4.2 diketahui bahwa kertas, tisu dan plastik merupakan benda padat karena benda – benda tersebut bernilai 1. Sedangkan kapas tidak terdeteksi oleh sensor ultrasonik sehingga bernilai 0. Seperti yang dikehendaki benda padat tersebut harus dipisahkan.

Tabel 4.3 Hasil uji sensor ultrasonik tercampur kapas

No	Jenis Pencampur	Data ke-				
		1	2	3	4	5
1	Kertas	1	1	1	1	1
2	Tisu	1	1	1	1	1
3	Plastik	1	1	1	1	1
4	Kapas	0	0	0	0	0

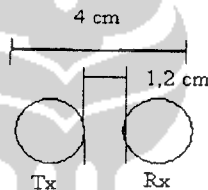
Keterangan :

1 = Terdeteksi

0 = Tidak terdeteksi

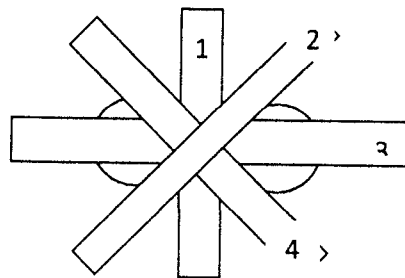
Berdasarkan Tabel 4.3 hasil dari pengamatan sensor ultrasonik dengan bahan penguji yang dicampur dengan kapas. Karena adanya perbedaan kekuatan ikatan partikel pada benda padat maka kertas, tisu dan plastik tetap terdeteksi walaupun telah dibungkus oleh kapas.

Pengujian yang ketiga dilakukan dengan variasi ukuran dan posisi benda uji dengan sensor ultrasonik yang terpasang seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Jarak pemasangan sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi benda padat dengan posisi no.1 pada Gambar 4.7, sehingga pada posisi ini benda tidak dapat terdeteksi.



Gambar 4.7 Posisi letak benda

Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor ultrasonik berdasarkan lebar benda uji

Pengujian ke-	Lebar benda uji (cm)			
	1	0,5	0,3	0,2
1	1	1	1	0
2	1	1	1	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	0
5	1	1	1	0

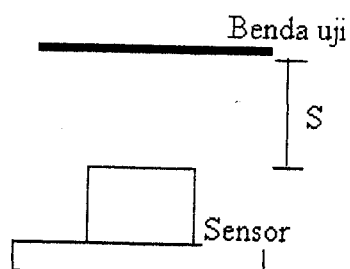
Keterangan :

1 = Terdeteksi

0 = Tidak terdeteksi

Selain posisi benda kinerja sensor ultrasonik terpengaruh oleh ukuran benda yang dideteksi, semakin luas permukaan maka sensor ultrasonik akan semakin mudah mendeteksi. Pada Tabel 4.4 ditunjukkan pengujian sensor ultrasonik terhadap lebar benda. Benda uji menggunakan kertas dengan variasi ukuran lebar benda. Pada lebar 0,2 cm sensor ultrasonik tidak dapat mendeteksi benda tersebut, dengan demikian sensor ultrasonik dapat mendeteksi benda dengan lebar lebih dari 0,3 cm.

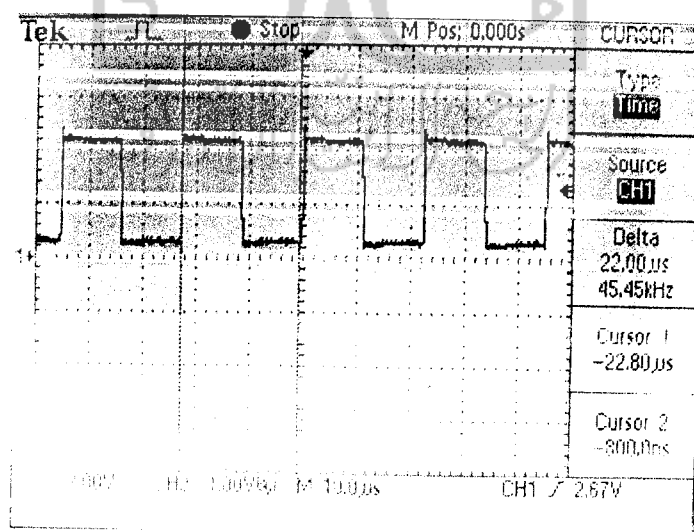
Pengujian sensor ultrasonik yang terakhir adalah pengaruh jarak benda terhadap permukaan sensor seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengujian jarak sensor ultrasonik

Rangkaian pemancar pada sensor ultrasonik ini menggunakan IC 567 yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi. Mode yang digunakan adalah mode astabil dengan tujuan agar kaki 6 pada IC 567 ini menghasilkan frekuensi secara terus menerus dengan bentuk pulsa kotak. Gelombang suara dipancarkan dengan menggunakan transduser ultrasonik. Pengamatan dan pengujian menggunakan osiloskop yang dihubungkan dengan kaki no.6 pada IC LM567 seperti pada titik A pada Gambar 4.9.

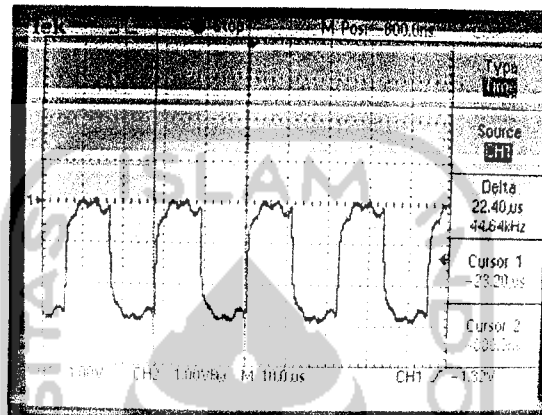
Dari pengamatan diperoleh gambar gelombang kotak dengan frekuensi 45,45 kHz seperti terlihat pada Gambar 4.10. Untuk mendapatkan frekuensi 45,45 KHz seperti pada Gambar 4.10, dilakukan pengaturan pada resistor variabel yang dihubungkan pada kaki 6 IC 567. dari gambar 4.10 dapat dilihat gelombang yang dihasilkan adalah gelombang kotak dengan frekuensi 45,45 KHz, periode 10 μ s dan tegangan puncak ke puncak (V_{pp}) sebesar 1 V.



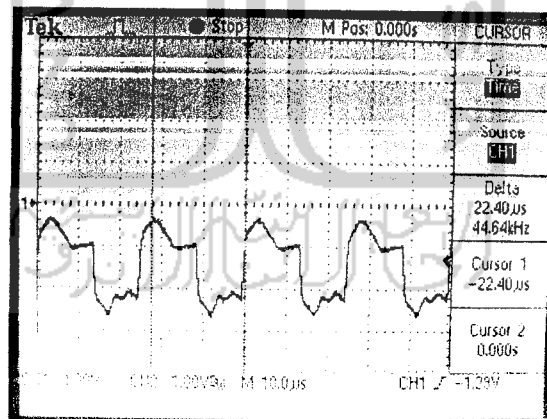
Gambar 4.10 Gelombang pemancar sensor ultrasonik

4.2.2. Rangkaian Penerima Ultrasonik

Pengamatan sinyal penerima dilakukan dengan menghubungkan masukan osiloskop ke pin C yang dapat dilihat pada Gambar 4.11. Di bawah ini adalah gambar sinyal penerima sensor ultrasonik saat kondisi normal.



Gambar 4.11 Sinyal sensor penerima saat kondisi normal

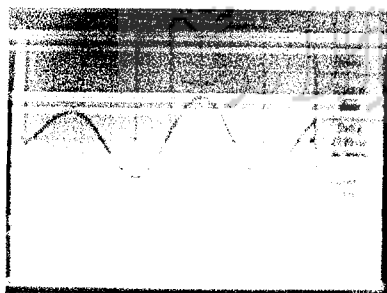


Gambar 4.12 Sinyal penerima berlogika 1.

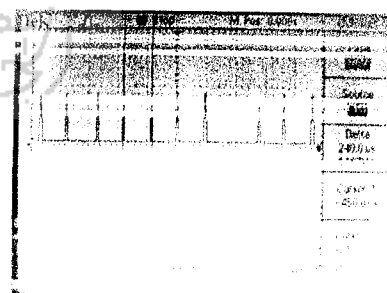
Rangkaian penerima ultrasonik ini berfungsi untuk menerima gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh pemancar ultrasonik melalui sensor ultrasonik. Gelombang dengan frekuensi 44,64 KHz yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Gelombang tersebut ini diteruskan dan dikuatkan oleh penguat *non-inverting* yang menggunakan IC 741 sebagai Op-amp. Pada saat adanya benda padat maka sinyal yang diterima seperti Gambar 4.12.

Pada penerima memiliki bentuk gelombang yang berbeda dengan pemancar. Frekuensi sinyal penerima tidak sama besarnya dengan sinyal yang dipancarkan karena adanya pengaruh lingkungan, sehingga sinyal masukan lebih kecil dibandingkan dengan sinyal keluaran pemancar. Pada sinyal penerima tidak diolah langsung oleh IC LM567 tetapi dikuatkan oleh rangkaian Op – Amp. Dari sinyal Op – Amp akan menjadi sinyal masukan untuk IC LM567 yang dihubungkan ke kaki 3 dan keluaran dari IC LM567 terletak pada kaki 8. Data keluaran akan dibandingkan dengan rangkaian Op – Amp yang berfungsi sebagai komparator, sehingga keluaran berupa data digital 0 dan 1. Sinyal penerima mengalami perubahan saat menerima sinyal dari pemancar, perubahan terlihat adanya puncak gelombang.



(a)



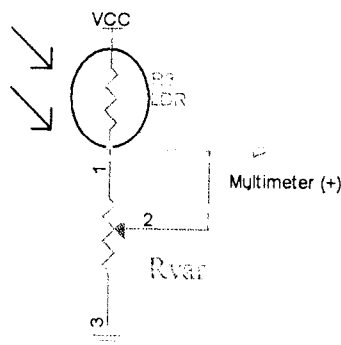
(b)

Gambar 4.13 Sinyal keluaran pin 8 IC LM567 (a). Sinyal logika 1 (b). Sinyal Logika 0

Sinyal keluaran seperti pada Gambar 4.13 dilihat dengan osiloscop dengan menghubungkan masukan osiloscop dengan tegangan masukan pin C seperti pada Gambar 4.9. Untuk mendapatkan tegangan *output* yang berlogika tinggi atau 1 dan berlogika rendah atau 0, maka tegangan hasil penyearahan dibandingkan dengan IC LM311. Apabila tegangan *input* pada IC LM311 lebih kecil dari tegangan referensinya, maka tegangan *output* pada IC LM311 akan berlogika 1 atau 5 volt dan jika tegangan *input* pada IC LM311 lebih besar dari tegangan referensinya, maka tegangan *output* pada IC LM311 akan berlogika 0 atau 0 volt.

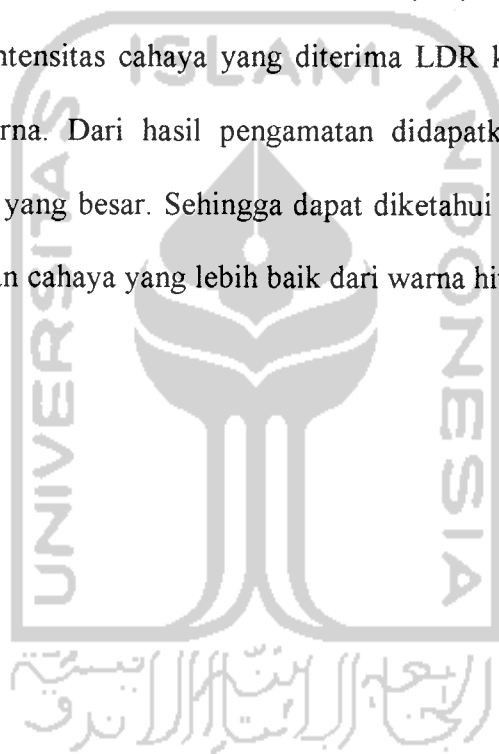
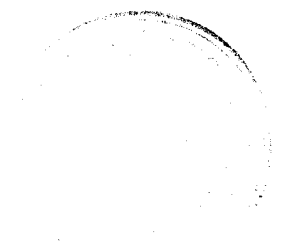
4.3. Pengujian Sensor Warna

Pengujian sensor warna dilakukan di ruang gelap agar cahaya yang ditangkap oleh fototransistor tidak bercampur dengan cahaya luar. Karena cahaya dari LED yang dipantulkan oleh benda memiliki intensitas yang kecil. LED dihubungkan dengan tegangan 5 V yang dilewatkan hambatan sebesar 330 Ω , LDR dihubungkan dengan tegangan 5 V. Pengujian dilakukan seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Pin pengujian sensor warna

Dari rangkaian diatas maka diperoleh data pengujian pada Tabel 4.6 yang secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.7. Dari kedua data tegangan keluaran LDR rata – rata digunakan untuk membentuk sebuah warna berdasarkan perbandingan pencampuran warna *Red Green Blue* (RGB). Tegangan yang paling kecil didapatkan dari pengujian warna hitam. Tegangan keluaran LDR pada warna hitam sangat kecil dikarenakan intensitas cahaya yang diterima fototransistor kecil. Kecilnya intensitas cahaya yang diterima LDR karena warna hitam tidak memantulkan warna. Dari hasil pengamatan didapatkan data tegangan warna kuning dan putih yang besar. Sehingga dapat diketahui bahwa warna kuning dan putih memantulkan cahaya yang lebih baik dari warna hitam.



Tabel 4.6 Tegangan keluaran LDR untuk LED warna biru, hijau dan merah.

Warna LED	Biru					Hijau					Merah				
Peng uji	Kapas	Putih	Coklat	Kuning	Hitam	Kapas	Putih	Coklat	Kuning	Hitam	Kapas	Putih	Coklat	Kuning	Hitam
No	Tegangan (V)														
1	2,7	3,01	2,74	2,53	0,94	2,85	3,1	2,84	3,16	0,96	2,99	3,1	2,9	3,2	1,03
2	2,71	3	2,74	2,53	0,94	2,85	3,1	2,84	3,16	0,97	2,99	3,1	2,89	3,2	1,03
3	2,71	3	2,74	2,53	0,94	2,85	3,1	2,83	3,16	0,96	2,99	3,09	2,89	3,21	1,03
4	2,7	3	2,74	2,53	0,95	2,85	3,09	2,83	3,15	0,97	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
5	2,7	3	2,74	2,53	0,95	2,8	3,09	2,83	3,15	0,97	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
6	2,7	2,9	2,73	2,52	0,95	2,8	3,09	2,83	3,15	0,94	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
7	2,69	2,9	2,73	2,52	0,95	2,8	3,09	2,83	3,15	0,93	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
8	2,69	2,9	2,73	2,52	0,95	2,8	3,08	2,83	3,15	0,93	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
9	2,69	2,9	2,73	2,52	0,95	2,8	3,08	2,82	3,15	0,91	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03
10	2,69	2,9	2,73	2,52	0,95	2,8	3,08	2,82	3,15	0,92	2,98	3,09	2,89	3,21	1,03

Tabel 4.7 Tegangan keluaran rata – rata LDR untuk LED warna biru, hijau dan merah.

Peng uji	Kapas	Putih	Coklat	Kuning	Hitam
Warna LED	Tegangan rata-rata (V)				
Biru	2,7	2,95	2,735	2,525	0,947
Hijau	2,82	3,09	2,83	3,153	0,946
Merah	2,98	3,09	2,891	3,208	1,03
total	8,5	9,13	8,456	8,886	2,923

4.4. Pengujian *Driver Valve*

Pengujian *driver valve* dilakukan dengan memberikan masukan +5 V pada kaki masukan. Pada saat keadaan normal *valve* tidak dapat mengalirkan angin atau tertutup. Pada saat *driver* dialiri tegangan +5 V yang berarti bernilai 1 maka *valve* akan aktif, *valve* akan kembali pada keadaan semula apabila kaki masukan *driver* bernilai 0.

4.5. Pengujian ADC

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran ADC, dengan data yang diperoleh dari sensor warna. LED secara terus menerus akan menyala secara bergantian dengan waktu tunda 100 ms setiap LED. Dengan waktu tunda tersebut didapatkan data dari ADC yang ditampilkan melalui *hyperterminal* dengan komunikasi serial.

Didapatkan data pada Tabel 4.8. Dengan tabel data tersebut maka dapat disimpulkan rata – rata seperti pada Tabel 4.9. Kedua tabel tersebut digunakan untuk menentukan warna kapas yang nantinya akan dibuang.

Tabel 4.8 Data konversi keluaran ADC

HITAM				PUTIH				BURAM				KAPAS				KUNING			
RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL
208	115	167	490	659	491	562	1712	655	535	486	1676	635	522	560	1717	655	535	486	1676
240	108	170	518	641	489	559	1689	652	521	486	1659	628	509	556	1693	652	521	486	1659
226	121	165	512	643	492	564	1699	659	521	482	1662	636	519	556	1711	659	521	482	1662
228	110	169	507	642	485	547	1674	657	531	482	1670	618	527	554	1699	657	531	482	1670
230	98	161	489	640	485	561	1686	676	524	486	1686	633	531	535	1699	676	524	486	1686
199	122	163	484	629	480	561	1670	653	524	477	1654	619	508	560	1687	653	524	477	1654
228	139	155	522	642	482	556	1680	668	524	460	1652	625	522	546	1693	668	524	460	1652
226	118	162	506	637	485	562	1684	659	524	474	1657	632	514	546	1692	659	535	474	1668
227	109	182	518	644	479	558	1681	652	535	492	1679	626	517	560	1703	652	535	492	1679
220	114	162	496	624	484	556	1664	657	535	483	1675	614	514	551	1679	657	525	483	1665
236	111	170	517	641	497	549	1687	654	525	468	1647	629	526	551	1706	654	519	468	1641
212	117	172	501	641	488	544	1673	656	519	485	1660	642	512	546	1700	656	541	485	1682
225	125	168	518	641	482	565	1688	662	541	471	1674	632	518	544	1694	662	514	471	1647
211	99	167	477	641	478	573	1692	649	528	471	1648	626	519	556	1701	655	522	469	1646
217	120	170	507	636	480	551	1667	655	514	469	1638	631	525	546	1702	658	524	478	1660
237	128	163	528	638	481	563	1682	658	522	478	1658	632	520	539	1691	661	525	475	1661
223	84	168	475	634	498	561	1693	661	524	475	1660	622	518	552	1692	654	522	477	1653
224	159	175	558	641	486	559	1686	654	525	477	1656	630	522	535	1687	666	516	474	1656
229	93	154	476	644	476	577	1697	666	522	474	1662	625	520	553	1698	659	517	481	1657
220	146	192	558	647	477	567	1691	659	516	481	1656	624	502	540	1666	652	517	478	1647

Tabel 4.9 Data konversi rata – rata keluaran ADC

	HITAM				PUTIH				BURAM				KAPAS				KUNING			
	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL	RED	GREEN	BLUE	TOTAL
Min	199	84	154	475	624	476	544	1664	649	514	460	1638	614	502	535	1666	652	514	460	1638
Max	240	159	192	558	659	498	577	1712	676	541	492	1686	642	531	560	1717	676	541	492	1686
Rataan	223	116	167	507	640	484	559	1684	658	525	477	1661	627	518	549	1695	658	524	478	1661

4.6. Pembahasan Program Mikrokontroler

Dalam pemrograman alat kendali pensortir kapas digunakan *Basic Compiler*. Dalam BASCOM pemrograman didahului dengan mendefinisikan jenis mikrokontroler yang digunakan, kristal yang digunakan, *Baudrate*, port yang digunakan dan ukuran variabel.

ATmega16 dengan Kristal 8 Mhz, *port* yang digunakan adalah port b, port c dan port d. Pada port c.7 dinamakan *red*, port c.6 dinamakan *green* dan port c.0 dinamakan *blue*. Setelah pemberian nama variabel maka setiap variabel disesuaikan ukuran data seperti program di atas dimana setiap ukuran memiliki kapasitas yang telah dijelaskan pada bab 2.

LED diatur selama beberapa ms sehingga ADC dapat memperoleh data yang digunakan untuk menentukan jenis warna. Karena LED menyala secara terus menerus maka apabila terdapat interupsi LED akan berhenti dan menjalankan interupsi. Warna kapas yang akan dibuang ditentukan oleh perhitungan program

ADC telah mendapatkan data dari semua LED maka akan menjalankan perhitungan total data dan presentase data, apabila total data lebih kecil dari warna putih maka perintah interupsi dijalankan.

Interupsi digunakan untuk menjalankan solenoid. Pada program dibuat dua interupsi yang masing – masing untuk sensor ultrasonik dan sensor warna. Interupsi sensor ultrasonik akan membuka *valve* selama beberapa ms sesuai dengan besar nilai variabel *Delay_on1* dengan waktu jeda untuk meyal selama *Delay_off1*. Sedangkan *Delay_on2* Dan *Delay_off2* digunakan pada interupsi

sensor warna. Pada saat huruf “s” atau “S” ditekan maka akan masuk pengaturan *delay* dan pengaturan data warna.

4.7. Pengujian Sistem Pengendali Pensortir Kapas

Pengujian alat pensortir kapas dilakukan dengan memasukkan benda uji berupa kertas sebagai pengujian benda padat dan pengujian sensor warna menggunakan kapas berwarna. Kedua benda uji dimasukkan melalui mesin penghisap yang telah dinyalakan.

Pada saat dimasukkan kapas berwarna maka didapatkan Tabel 4.10 seperti berikut.

Tabel 4.10 Pengujian alat dengan kapas berwarna.

Pengujian ke -	Sensor Warna	Sensor Ultrasonik	Valve	Kapas
1	0	0	0	Tidak terbuang
2	0	0	0	Tidak terbuang
3	0	0	0	Tidak terbuang
4	0	0	0	Tidak terbuang
5	0	0	0	Tidak terbuang
6	0	0	0	Tidak terbuang
7	0	0	0	Tidak terbuang
8	0	0	0	Tidak terbuang
9	0	0	0	Tidak terbuang
10	0	0	0	Tidak terbuang

Keterangan :

1 = Terdeteksi

0 = Tidak terdeteksi

Pada saat mesin penyedot pada tegangan 150 V dimana mesin pada kecepatan terendah, warna tidak dapat dideteksi oleh sensor warna. Sehingga

kapas dengan warna berbeda tidak dapat dibuang. Apabila kapas dilewatkan pada saat mesin penyedot kapas mati maka sensor dapat mendeteksi kapas berwarna. Pada saat sensor warna mendeteksi kapas berwarna maka angin ditiupkan melalui *valve*. Pada peniupan ini kapas tidak terbang karena *valve* terlambat. Terlambatnya *valve* diakibatkan karena *valve* bekerja berdasarkan efek medan elektromagnet.

Pengujian kedua dilakukan dengan memasukkan kapas yang tercampur benda padat yang berupa kertas sehingga didapatkan Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pengujian alat dengan kapas yang tercampur benda padat.

Pengujian ke -	Sensor Warna	Sensor Ultrasonik	<i>Valve</i>	Kapas
1	0	1	1	Tidak terbang
2	0	1	1	Tidak terbang
3	0	1	1	Tidak terbang
4	0	1	1	Tidak terbang
5	0	1	1	Tidak terbang
6	0	1	1	Tidak terbang
7	0	1	1	Tidak terbang
8	0	1	1	Tidak terbang
9	0	1	1	Tidak terbang
10	0	1	1	Tidak terbang

Keterangan :

1 = Terdeteksi

0 = Tidak terdeteksi

Dari tabel di atas sensor ultrasonik dapat mendeteksi benda padat yang dicampurkan pada kapas namun tidak dapat dibuang oleh tiupan angin. Kapas tidak terbang karena *valve* yang terlambat untuk membuka katup, terlambatnya *valve* disebabkan oleh dua hal yaitu :

- a. *Valve* yang bekerja berdasarkan medan elektromagnet sehingga diperlukan waktu untuk membuka katub.
- b. Jarak katup dengan sensor ultrasonik yang terlalu dekat.

Sehingga dari pengujian di atas alat pensortir kapas tidak bekerja sempurna karena sensor warna yang hanya mendeteksi benda pada kecepatan rendah, *valve* yang memiliki respon lambat dan tekanan udara pada tabung yang tidak stabil.





BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada perancangan sistem dan hasil analisa yang didapat maka dalam pembuatan sistem kendali pensortir kapas ini dapat disimpulkan :

1. Peralatan dapat bekerja dengan baik walaupun masih perlu penyempurnaan.
2. Benda padat dan warna selain kapas dapat dideteksi oleh sistem kendali penyortir kapas.
3. Benda padat dapat dideteksi oleh sensor ultrasonik dalam kecepatan tinggi, dengan lebar minimal benda padat 0,2 cm dalam jarak maksimal 8,5 cm.
4. Warna kapas dideteksi oleh sensor warna dan warna kapas didapat dari komposisi data rata-rata dari setiap LED yang diterima LDR.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa, sistem kendali penyortir kapas memerlukan penyempurnaan. Sistem kendali penyortir kapas diperlukan penyempurnaan dalam hal :

1. Diperlukan sistem mekanik yang lebih baik dan presisi.
2. LDR diganti dengan fototransistor sehingga program yang dibuat lebih pendek.



DAFTAR PUSTAKA

- Aswan, H., 2007. *Thyristor* (On-line) available at www.elektroniklab.com
- ATmega16. 8 bit microcontroller with 16K bytes In – system programmable flash
(On-line) available at
[Http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/24663.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/24663.pdf)
- Firmansyah, R., 2006. *Robot pengelasan*. Skripsi, tidak diterbitkan. Surabaya: Politeknik Negeri Surabaya.
- Lingga, W., 2006. *Mikrokontroler AVR seri ATmega 8535*. Yogyakarta: Andi.
- Lister, E. C., 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- LM 567 Tone decoder, National Semiconductor (On-line) available at
www.National.com 1999.
- Loptex (On-line) available at www.loptex.it
- Rahman, F., 2006. *Kendali posisi robot berjalan dalam bidang koordinat*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Sukardi, Y., 2006. *Rancang bangun pengkondisi isyarat dan pengenalan wataknnya*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Wahyudin, D., 2007. *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM – 8051*. Yogyakarta: Andi.



Features

- High-performance, Low-power 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
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 1K Byte Internal SRAM
 - 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
 - 5 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
 - 2.7 - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5 - 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 Modes: 1 µA



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

ATmega16
ATmega16L

Overview

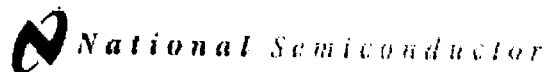
The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

ADC Conversion Result

After the conversion is complete (ADIF is high), the conversion result can be found in the ADC Result Registers (ADCL, ADCH).

For single ended conversion, the result is

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$



May 1999

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

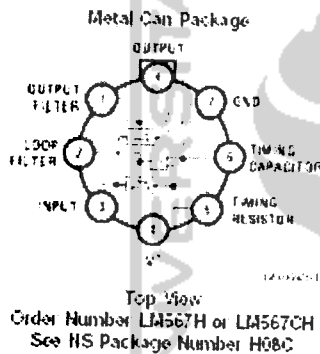
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

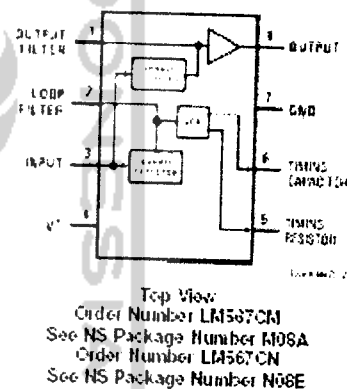
Applications

- Tone tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

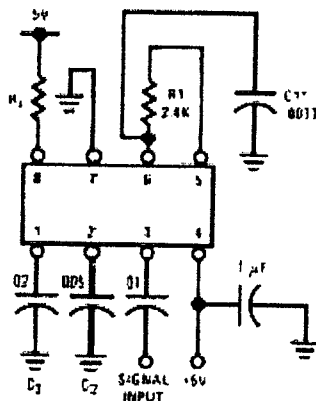
Connection Diagrams



Dual-In-Line and Small Outline Packages



AC Test Circuit



Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

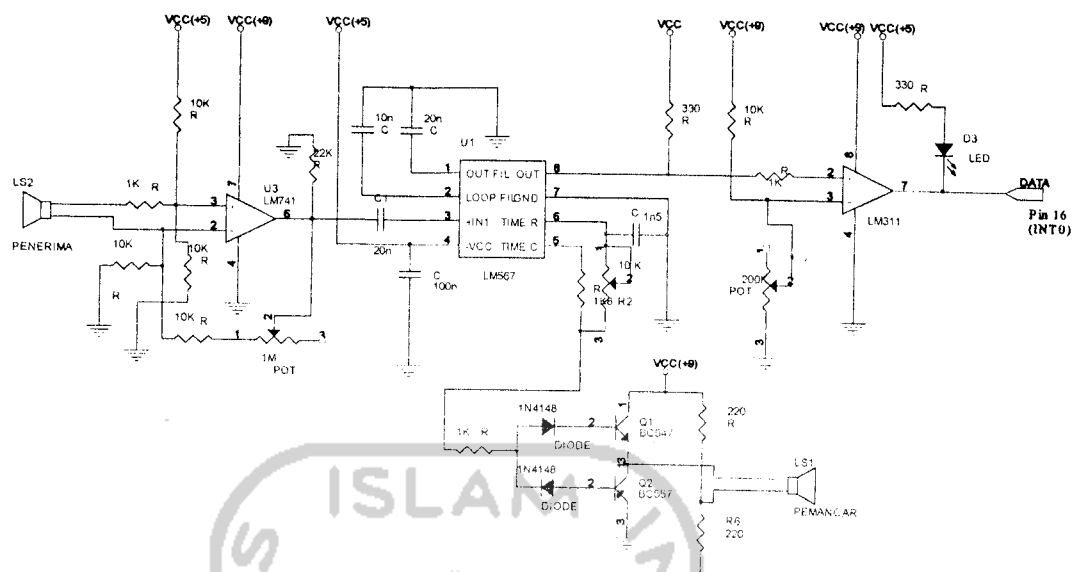
The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW \approx 10\% \sqrt{\frac{V_1}{4 C_2}} \ln \pi \text{ of } f_0$$

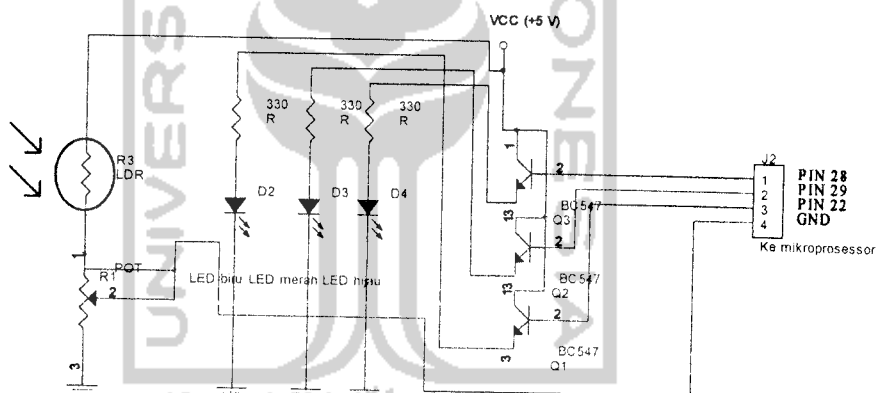
Where:

V_1 = Input voltage (volts rms), $V_1 \leq 200$ mV

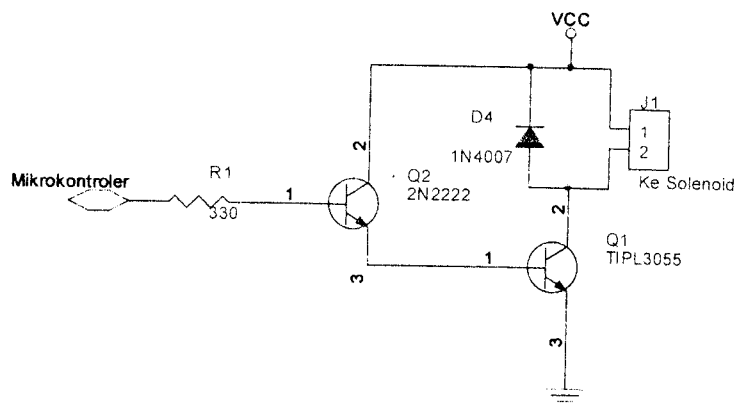
C_2 = Capacitance at Pin 2 (μ F)



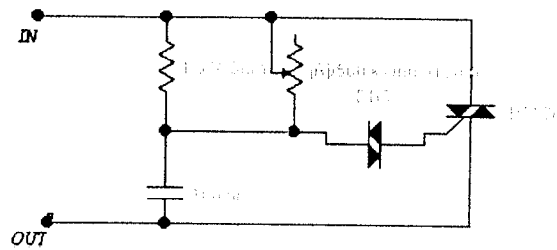
Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik



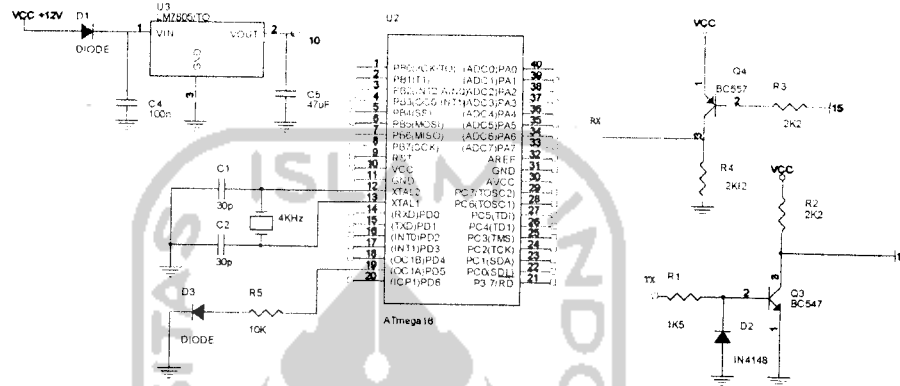
Skema Rangkaian Sensor Warna



Skema Rangkaian Driver Valve



Skema Rangkaian Dimmer



Skema Rangkaian Sistem Minimum ATmega16

```

$regfile = "M16def.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 19200
Config Portb = Output
Config Portc = Output
Config Portd = Input
Portb.0 = 0
Red Alias Portc.7
Green Alias Portc.6
Blue Alias Portc.0
Portd = 0

```

```

Dim W As Word , Channel As Byte , Total As Integer , Wred As Word
, Wgreen As Word , Wblue As Word
Dim Pred As Long , Pgreen As Long , Pblue As Long
Dim Delay_off1 As Integer , Delay_on1 As Integer
Dim Interrupt As Byte , Delay_off2 As Integer ,
Delay_on2 As Integer , Dim Total_min As Integer , Total_max As
Integer , S As Byte

```

```

Config Adc = Single , Prescaler = Auto
Channel = 1
Interrupt = 0
Start Adc
Config Int0 = Falling
Enable Interrupts
Enable Int0
On Int0 Label2 Nosave
Delay_on1 = 1000
Delay_off1 = 1000
Delay_on2 = 1000
Delay_off2 = 1000
Total_min = 600
Total_max = 1400

```

```

Do

```

```

    Interrupt = 0
    S = Inkey()
    If S = Asc( "S" ) Or S = Asc( "s" ) Then Gosub Setting
    Red = 1
    Green = 0
    Blue = 0
    Waitms 20
    Wred = Getadc(channel)
    If Interrupt > 0 Then Goto Sele_on
    Red = 0
    Green = 1
    Blue = 0
    Waitms 20
    Wgreen = Getadc(channel)
    If Interrupt > 0 Then Goto Sele_on
    Red = 0
    Green = 0
    Blue = 1
    Waitms 20

```

```

Wblue = Getadc(channel)
If Interupt > 0 Then Goto Sele_on

Terus:
    Total = Wred + Wgreen
    Total = Total + Wblue
    If Interupt > 0 Then Goto Sele_on
    Print "Total = " ; Total
    If Total < Total_max Then Interupt = 2
    If Total < Total_min Then Interupt = 0
    If Wred < 6 And Wgreen < 6 And Wblue < 6 Then Interupt = 0
    If Interupt > 0 Then Goto Sele_on

Lanjut:
Sele_on:
    If Interupt = 1 Then
        Print "Ultrasonic :"
        Waitms Delay_on1
        Portb.0 = 1
        Print "SELENOID ON"
        Waitms Delay_off1
        Portb.0 = 0
        Interupt = 0
        Print "SELENOID OFF"
    Else
        If Interupt = 2 Then
            Print "Sensor Warna :"
            Waitms Delay_on2
            Portb.0 = 1
            Print "SELENOID ON"
            Waitms Delay_off2
            Portb.0 = 0
            Interupt = 0
            Print "SELENOID OFF"
        End If
    End If
Loop
End

Label2:
    Interupt = 1
Return

Setting:
Dim Value As Integer
Print : Print
Print "Delay on Ultrasonic ";
Input Value
If Value = 0 Then Value = Delay_on1
Delay_on1 = Value
Print
Print "Delay Off Ultrasonic";
Input Value
If Value = 0 Then Value = Delay_off1
Delay_off1 = Value
Print

```

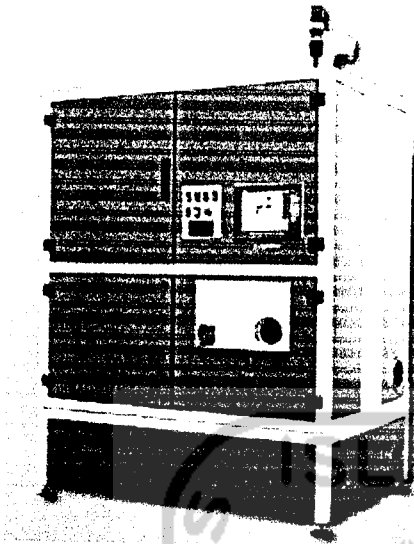
```

Print "Delay on Sensor warna ";
Input Value
If Value = 0 Then Value = Delay_on2
Delay_on2 = Value
Print
Print "Delay Off Sensor warna";
Input Value
If Value = 0 Then Value = Delay_off2
Delay_off2 = Value
Print

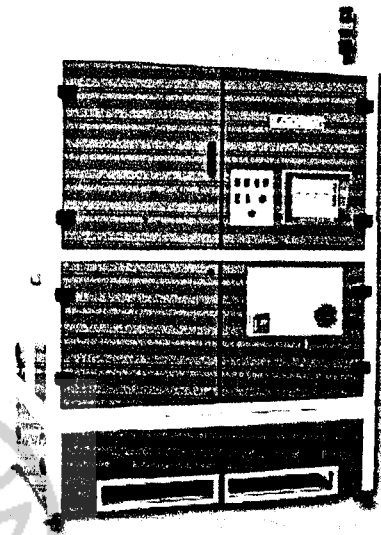
Print "Total Min ";
Input Value
Print
If Value = 0 Then Value = Total_min
Total_min = Value
Print "Total Max ";
Input Value
If Value = 0 Then Value = Total_max
Total_max = Value
Print
Print "Delay on Ultrasonic = " ; Delay_on1
Print "Delay off Ultrasonic = " ; Delay_off1
Print "Total min = " ; Total_min
Print "Total max = " ; Total_max
Input Value
Return

```

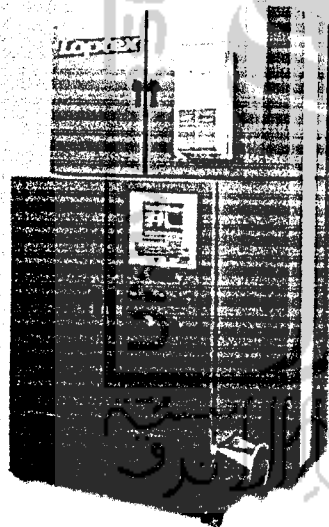
Jenis Mesin Penyortir Kapas



Gambar single optosonic sorter



Gambar tandem optosonic sorter



Gambar H.P optosonic sorter