

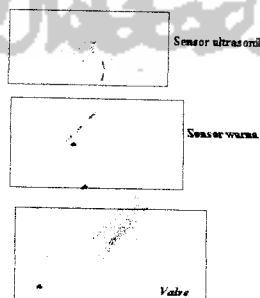
BAB II

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.

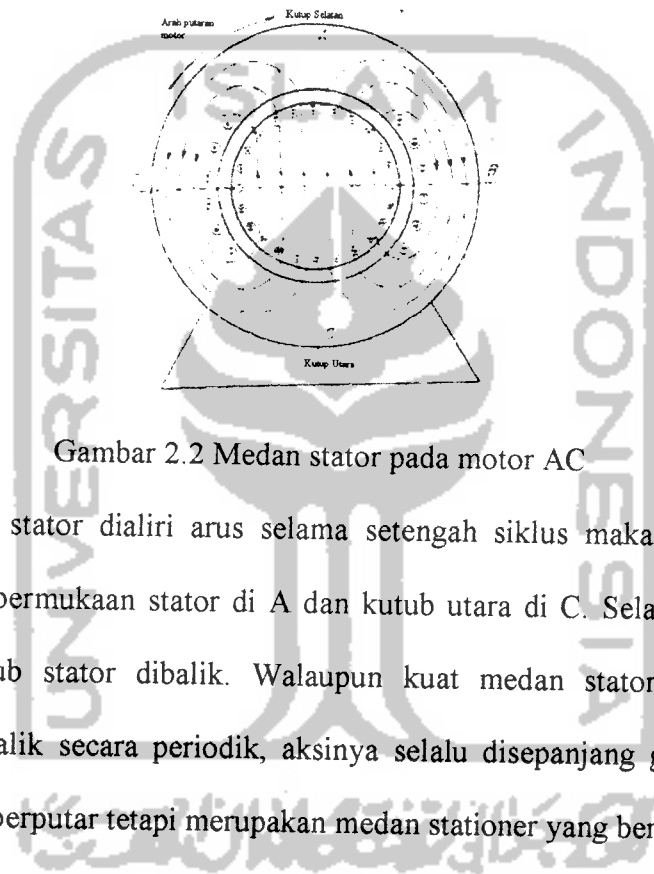
Optosonic terdiri dari sensor optik dan sensor ultrasonik, penempatan sensor dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dari Gambar 2.1 kapas disortir oleh sensor ultrasonik untuk mendeteksi pengotor berupa benda padat dan sensor optik yang digunakan untuk mendeteksi warna kapas. Kapas yang tercampur dengan benda 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

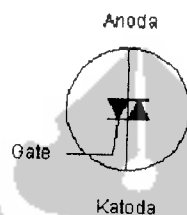
Apabila stator dialiri arus selama setengah siklus maka kutub selatan terbentuk pada permukaan stator di A dan kutub utara di C. Selama satu siklus berikutnya, kutub stator dibalik. Walaupun kuat medan stator berubah dan polaritasnya dibalik secara periodik, aksinya selalu disepanjang garis AC. Jadi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



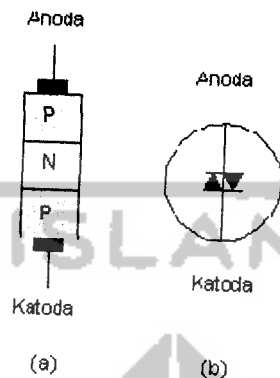
Gambar 2.3 Lambang TRIAC

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 dihitung 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.



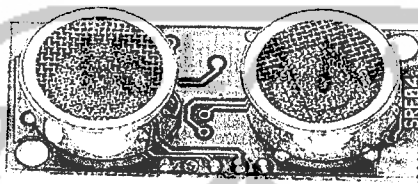
Gambar 2.4 (a) Struktur DIAC. (b) Simbol DIAC

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

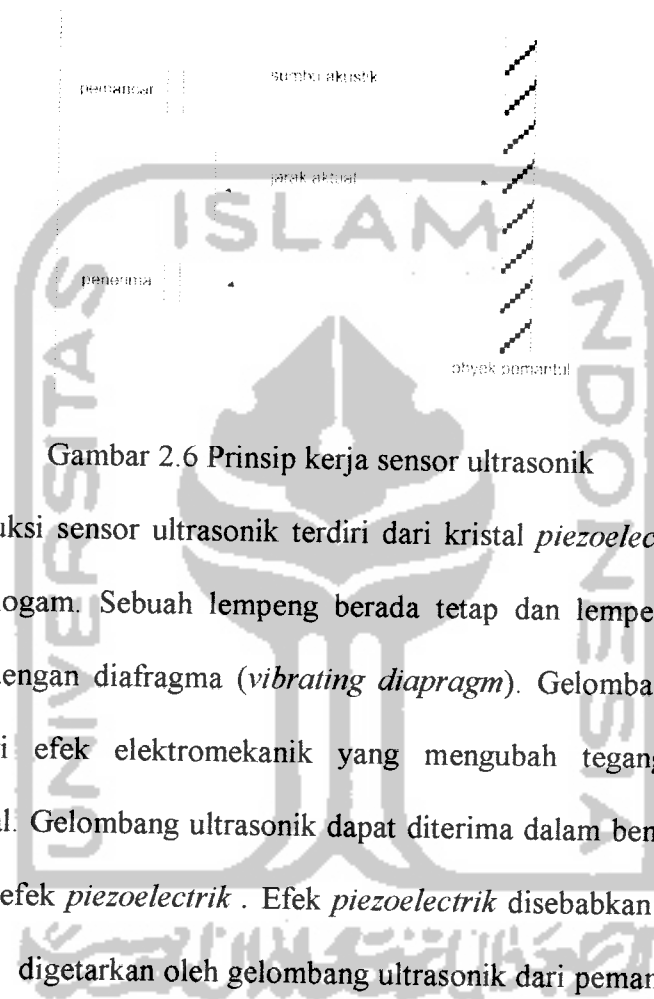
No	Nama	Frekuensi
1	Infrasonik	< 20 Hz
2	Audiosonik	20 Hz - 20 KHz
3	Ultrasonik	> 20 KHz

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)

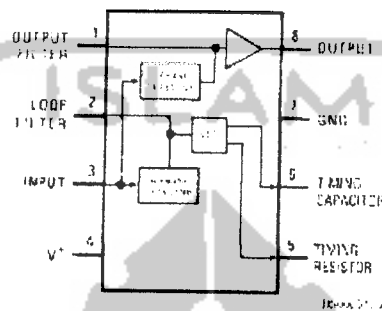


Gambar 2.6 Prinsip kerja sensor ultrasonik

Konstruksi sensor ultrasonik terdiri dari kristal *piezoelectric* 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 *piezoelectric*. Efek *piezoelectric* 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*.



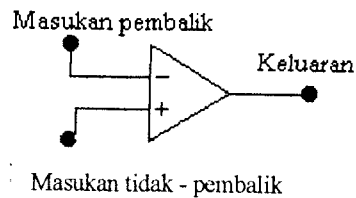
Gambar 2.7 Skema IC LM567

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

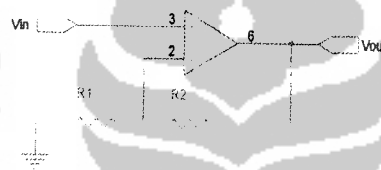
masukan. Penguat operasional memiliki masukan non-pembalik, masukan pembalik dan keluaran tunggal yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



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. Pembanding (*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 pembanding

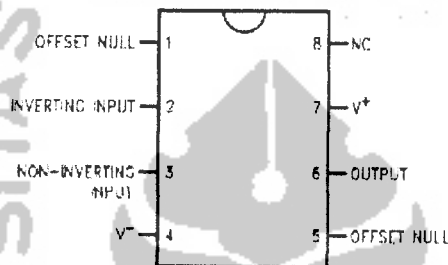
Untuk mendapatkan tegangan referensi yang mengikuti masukan digunakan pembagi tegangan R_1 dan R_2 seperti pada Gambar 2.9. Besarnya V_{ref} dihitung dengan dari :

$$V_{ref} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} \quad (2.3)$$

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.



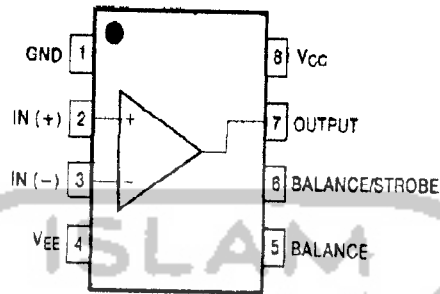
Gambar 2.11 IC LM741

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

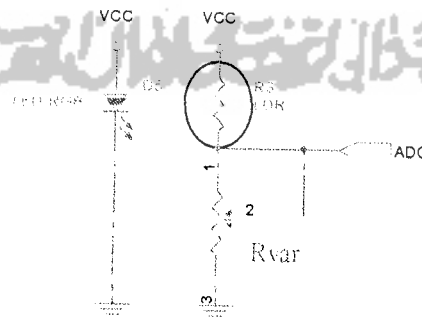
berfungsi sebagai pembanding. IC ini memiliki masukan arus yang rendah yaitu 50 nA. IC ini dirancang dengan 2 buah tegangan masukan atau 1 buah tegangan masukan. Besarnya tegangan masukan antara $\pm 5\text{ V}$ - $\pm 15\text{ V}$.



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.



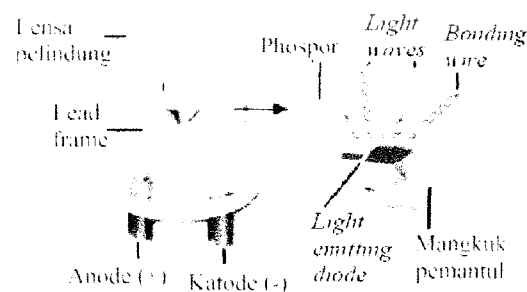
Gambar 2.13 Rangkaian LDR

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.

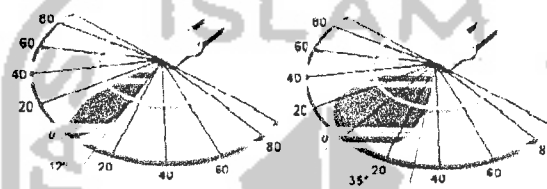
Penyusun dasar dari LED adalah chip semikonduktor. Pada LED terdapat 2 semikonduktor yang menyusun sebagai kutub negatif dan kutub positif seperti pada Gambar 2.14. Saat arus mengalir, energi akan dipancarkan oleh kutub negatif. Emisi foton dipengaruhi kerapatan pita konduksi dan pita valensi. Dengan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



Gambar 2.14 Bentuk fisik LED



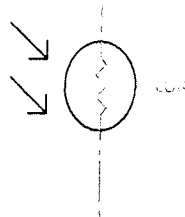
Struktur dasar dari LED adalah material semikonduktor, rangka dan epoxy pembungkus rangka dan material semikonduktor. Pada salah satu elektroda terdapat mangkuk yang berfungsi sebagai reflektor. *Power supply* LED didapatkan dari dua kaki yaitu anode dan katode. Pancaran sinar atau radiasi dari LED dipengaruhi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

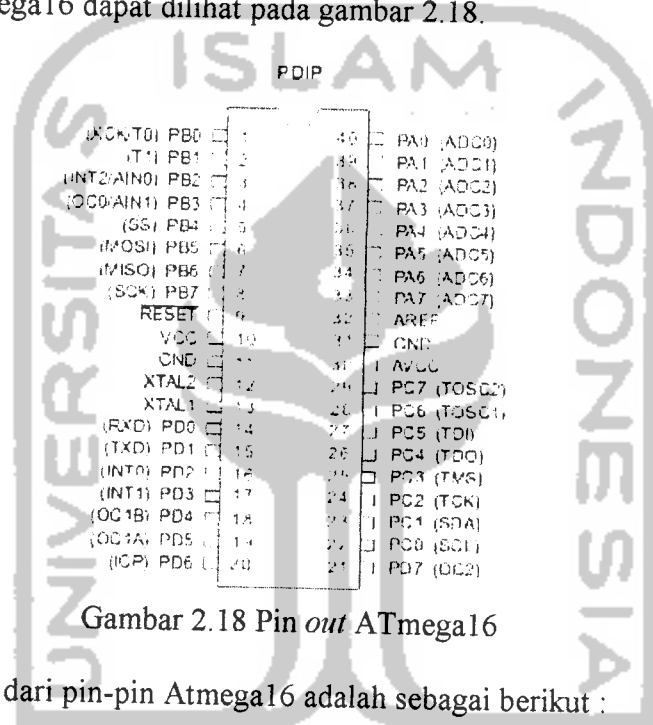
2.8.1. Arsitektur ATmega16

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*).

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 (BASCOS)

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

2.9.1. Karakter Dalam BASCOS

Karakter dalam BASCOS 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 penyimpan 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.

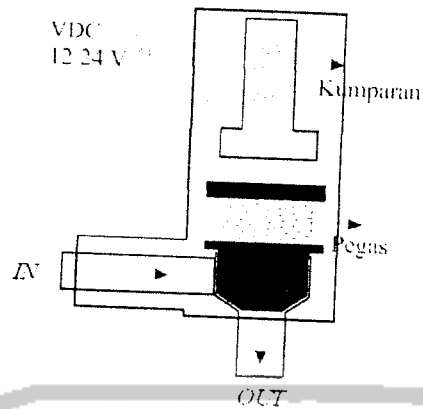


Gambar 2.19 Rangkaian transistor sebagai saklar

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.