

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Teknologi Robot Manipulator yang berbentuk mirip dengan lengan manusia dan berfungsi membantu pekerjaan manusia yaitu dengan mengaplikasikan lengan robot tersebut didalam dunia industri, dapat digunakan sebagai pemindah barang dengan berat barang berskala besar, dengan kecepatan dan ketepatan yang akurat, pengendaliannya pun bisa berupa otomatis atau secara manual. Otomatis robot merupakan robot yang dapat bergerak sesuai dengan sistem geraknya tanpa harus ada campur tangan manusia. Manual robot merupakan robot yang bergerak sesuai dengan sistem geraknya tapi dengan bantuan operator sebagai pengendalinya.

Lengan robot pada umumnya terdiri dari bahu, persendian dan tangan yang bisa berupa sebuah gripper atau tangan yang memiliki jari seperti halnya tangan manusia sebagai pengambil objek. Bagian tangan robot dikenal sebagai manipulator tangan, yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk manipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindahkan, mengolah) objek. Untuk melakukan pengambilan objek lengan robot ini dilengkapi dengan *gripper* (pemegang) yang berupa jari-jari seperti halnya jari manusia. Lengan robot didesain agar dapat mengikuti gerak sesuai dengan gerakan yang dilakukan oleh gerakan lengan manusia, input pengontrol dibuat dengan potensiometer untuk persendian lengan dan *Flex Sensor* yang diletakkan pada jari-jari manusia dengan cara membuat pengendali yang sesuai dengan bentuk lengan dan jari-jari manusia agar dapat digunakan sebagai penggerak sendi-sendi pada lengan robot.

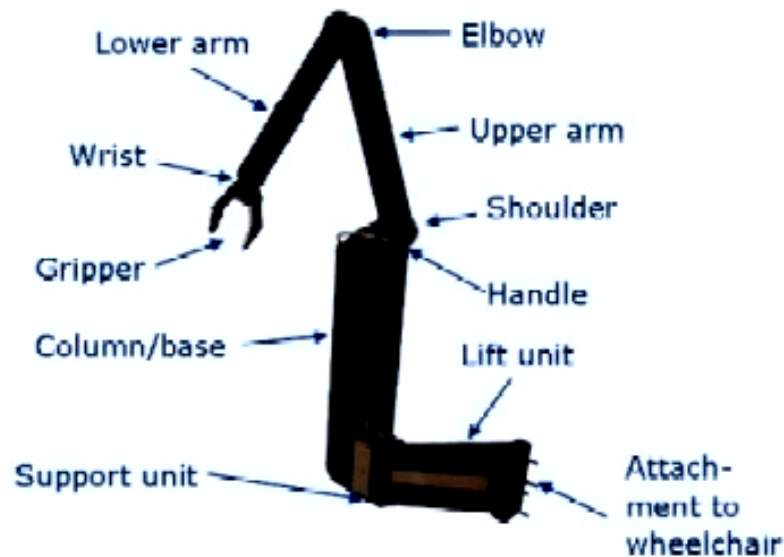
2.1 Konsep Dasar Manipulator Robot

Manipulator merupakan sistem mekanik yang menunjukkan pergerakan dari robot. Sistem mekanik ini terdiri dari susunan link (rangka) dan joint (engsel) yang mampu menghasilkan gerakan yang terkontrol, sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun rangkaian umpan balik tertutup yang dihubungkan dengan

sendi-sendi dan dapat melakukan gerakan-gerakan secara bebas. Beberapa istilah dalam manipulator robot yaitu :³

1. *Joint* (Sendi) yaitu koneksi antar *link* yang dapat menentukan pergerakan.

Pada gambar 2.1 merupakan contoh *joint* (sendi) pada robot.



Gambar 2.1 *Joint* (sendi) pada lengan robot

(Sumber : <http://yudhistira-suryanto--fst08.web.unair.ac.id/>)

2. *Link* merupakan bagian-bagian kerangka yang kaku yang dihubungkan secara bersamaan sehingga membentuk suatu rangkaian kinematic.

2.1.1 Bagian-bagian manipulator lengan robot

Secara umum manipulator lengan robot itu terdiri dari :⁴

- Mekanikal tangan (*Mechanical Arm*).

Merupakan pembentukan utama konstruksi pada lengan robot, dimana pembentukannya disesuaikan dengan kebutuhan dari lengan robot dan pengendali lengan robot tersebut.

- *End Effector*

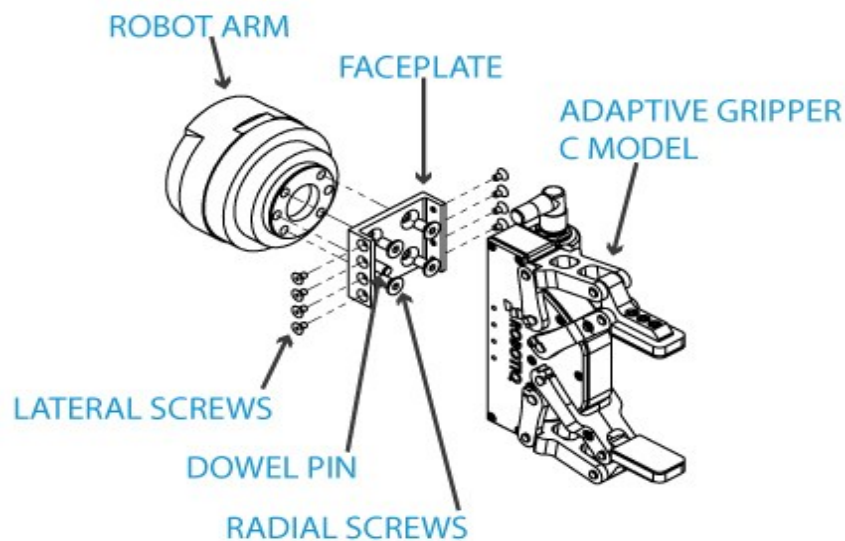
³http://cuteowl9.kemakom.org/upload/Pengenalan_Robotika.pdf

⁴ D. Sharon, J. Harstein, dan G. Yantian. *Robot dan Otomasi Industri*. Jakarta : PT. Gramedia. 1992. Hlm. 139

Merupakan suatu komponen pada lengan robot yang mempunyai fungsi mencengkram suatu objek tertentu untuk di pegang atau di pindahkan. Jenis-jenis *End-Effector* diantara lain *Gripper* dan *Tools*. Namun pada Laporan Akhir ini menggunakan tipe *Gripper* sebagai *End Effector* Robot.

Gripper (Pencengkram) :

Merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkram suatu objek. Pada gambar 2.2 merupakan contoh *Gripper* dengan tipe pencengkram.



Gambar 2.2 Contoh *Gripper* Pencengkram

(Sumber : <http://support.robotiq.com/display/AGC/3.2+Mechanical+connections>)

2.1.2 Derajat Kebebasan (*Degrees Of Freedom*)

Derajat kebebasan pada robot dapat diartikan sebagai jumlah gerakan independen yang dapat dibuat oleh suatu objek terhadap sistem koordinat yang dapat menyebabkan perubahan posisi atau orientasi. Dalam menentukan jumlah derajat kebebasan yang dimiliki oleh sebuah robot, tidak dapat dilakukan hanya dengan menghitung jumlah persendian (*joint*) yang dimiliki oleh robot, karena tidak semua gerakan independen yang dibuat oleh persendian dapat dikategorikan sebagai derajat kebebasan. Terdapat enam gerakan independen yang dapat dibuat oleh suatu objek yang disebut sebagai derajat kebebasan yaitu tiga gerakan translasi T_1 , T_2 , T_3 sepanjang aksis OX , OY dan OZ , dan tiga gerakan rotasional R_1 , R_2 , R_3 pada aksis OX , OY dan OZ .

DOF pada robot merupakan setiap gerakan linier atau putaran sepanjang atau sekitar pada sebuah sumbu (axis). Pada kasus robot industri spesifik robot manipulator merupakan sebuah rangkaian terbuka, dan karena tiap posisi sendi biasanya ditetapkan dengan variabel tunggal maka jumlah sendi sama dengan nilai derajat kebebasan.

2.2 Aktuator Robot

Aktuator merupakan suatu elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lain, misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik daya gerakan sehingga dapat digunakan oleh penggerak sebuah robot. Jenis yang pokok dari penggerak adalah relai, solenoid, dan motor.⁵

Aktuator yang sering digunakan sebagai penggerak robot diantaranya : motor dc magnet permanen, motor dc *brushles*, motor dc servo, *pneumatic*, dan masih banyak lagi. Penggerak yang digunakan pada lengan robot ini ialah motor dc servo.

2.3 Sensor dan Transduser

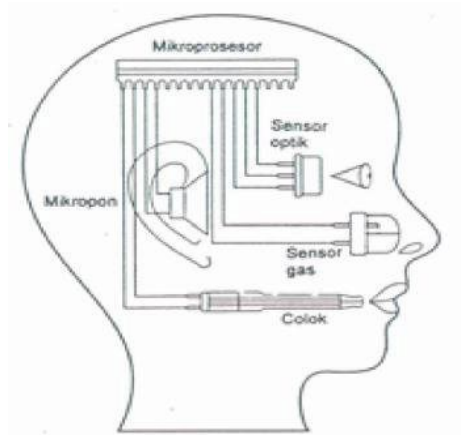
Sensor adalah sebuah piranti yang digunakan untuk mendeteksi besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus, pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai sensor cahaya, LM 35 sebagai sensor suhu, dan *LoadCell* sebagai sensor berat. Dalam dunia elektronik, sensor dibagi menjadi dua *type* sensor yaitu sensor yang dilengkapi dengan transduser dan sensor yang tanpa transduser.

Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukur dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses produksi modern. Sensor dapat dianalogikan seperti mata, pendengaran, hidung, lidah dan otak yang menjadi

⁵ Frank D. Petruzella, *Elektronik Industri*, Yogyakarta : ANDI, 2001, hlm. 191.

mikroprosesornya.⁶

Pada gambar 2.3 merupakan ilustrasi sensor dengan perumpamaan fungsi panca indera pada manusia.



Gambar 2.3 Sensor

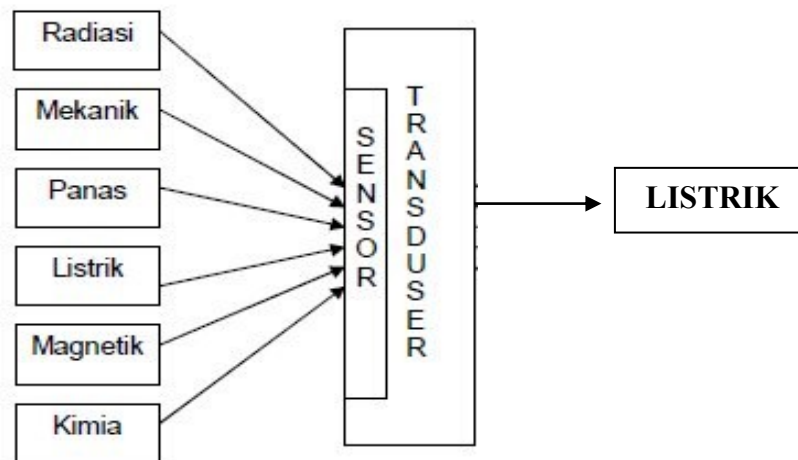
(Sumber : Frank D.Petruzella, *Elektronik Industri*, Yogyakarta : ANDI, 2001, hlm. 158.)

Transduser berasal dari kata “*tranducere*” dalam bahasa Latin yang berarti mengubah, sehingga transduser dapat didefinisikan sebagai suatu peranti yang dapat mengubah suatu energi ke bentuk energi listrik. Input transduser disebut “sensor”, karena bagian tersebut dapat mengindera suatu kuantitas fisik tertentu dan mengubahnya menjadi bentuk energi listrik. Dapat dilihat perubahan energi pada gambar 2.4 berikut :⁷

Bedasarkan definisi dari sensor dan transduser, maka gambar 2.4 merupakan gambaran umum dimana masukan yang dideteksi oleh sensor berupa radiasi, mekanik, panas, listrik, magnetik dan kimi dan kemudian akan diubah menjadi besaran listrik oleh transduser.

⁶ *Ibid*, hlm. 157.

⁷ http://lilik.guru-indonesia.net/artikel_detail-11130.html



Gambar 2.4 Gambaran Umum Masukan dan Keluaran Transduser

2.3.1 *Flex Sensor*

Fenomena analog yang biasa diukur di dalam sistem internal robot berhubungan dengan posisi, kecepatan, percepatan dan kemiringan/kecondongan. Sedangkan yang diukur dari luar sistem robot banyak berhubungan dengan penetapan posisi koordinat robot terhadap referensi ruang kerja.⁸

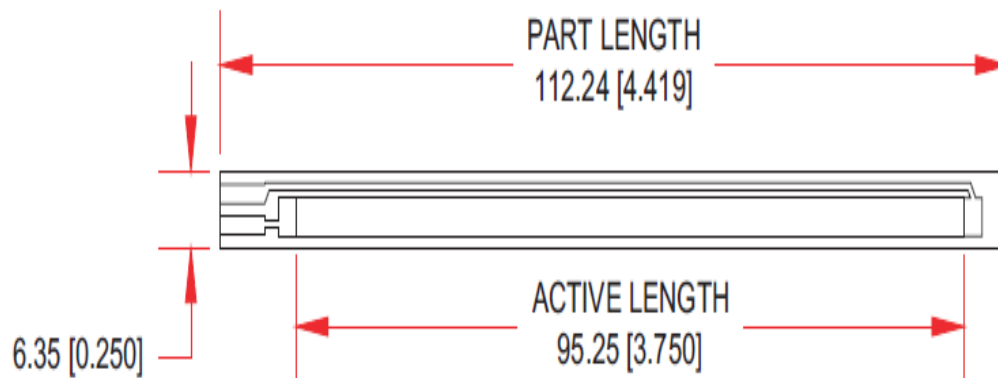
Flex Sensor merupakan sebuah sensor fleksibel yang memiliki panjang 4,5 inch. Sensor tekuk ini dipatenkan oleh *Spectra Symbol*. Hambatan sensor fleksibel ini berubah ketika bantalan logam berada diluar tekukan. Spesifikasi :⁹

1. Cakupan suhu : -35°C sampai $+80^{\circ}\text{C}$
2. Hambatan datar : 10K Ohm
3. Toleransi hambatan : $\pm 30\%$
4. Cakupan hambatan tekukan : 60K Ohm
5. Nilai *power* : 0,5 Watt dst. 1 Watt sampai batas maksimal.

Berikut pada gambar 2.5 adalah diagram dimensi sebuah *Flex Sensor* :

⁸ Endra P., *Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta : ANDI, 2006, hlm. 59.

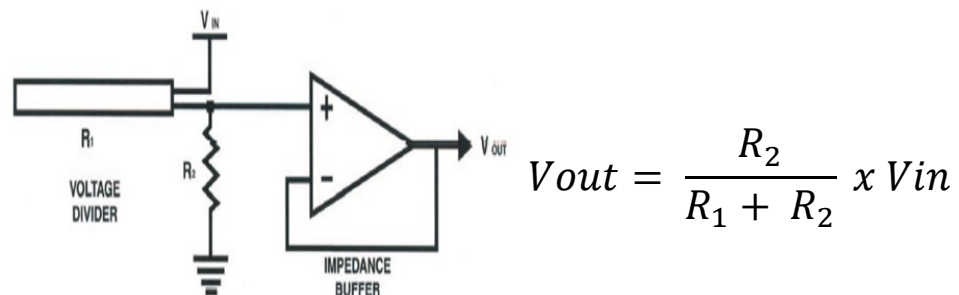
⁹ Maria V. Dan Dwi W.U, *Rancang Bangun Jari Tangan Robot Pengikut Pergerakan Jari Tangan Manusia*, Jurnal, Palembang : STMIK MDP, 2013, hlm.2.



Gambar 2.5 Gambar Diagram Dimensi *Flex Sensor* Series SEN 08606

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Flex.pdf>).

dan pada gambar 2.6 berikut ini adalah rangkaian dasar dari *Flex Sensor*,



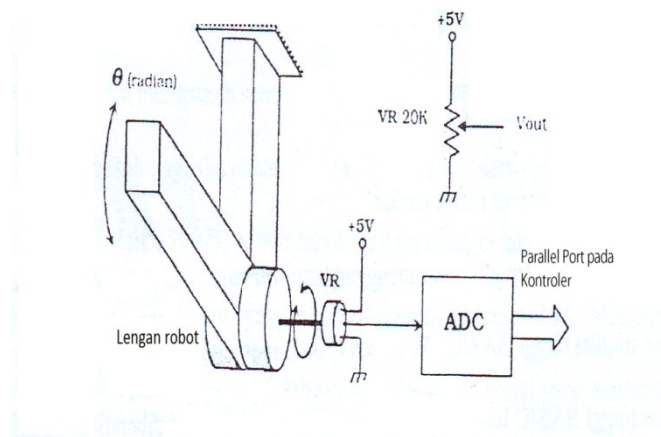
Gambar 2.6 Rangkaian Dasar *Flex Sensor*

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Flex.pdf>).

2.3.2 Potensiometer

Pada pergerakan sendi lengan robot berjalan dibutuhkan potensiometer yang berfungsi sebagai kontrol posisi untuk mengatur pergerakan motor servo yang akan dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega 32A.

Potensiometer adalah sensor analog yang paling sederhana namun sangat berguna untuk mendeteksi posisi putaran, misalnya kedudukan sudut aktuator berdasarkan nilai resistansi pada putaran porosnya. Pada gambar 2.7 merupakan gambar yang menunjukkan rangkaian potensiometer sebagai pengendali posisi pada lengan robot. Untuk mendapatkan hasil yang linier potensiometer yang dipakai berjenis Potensiometer Linier.



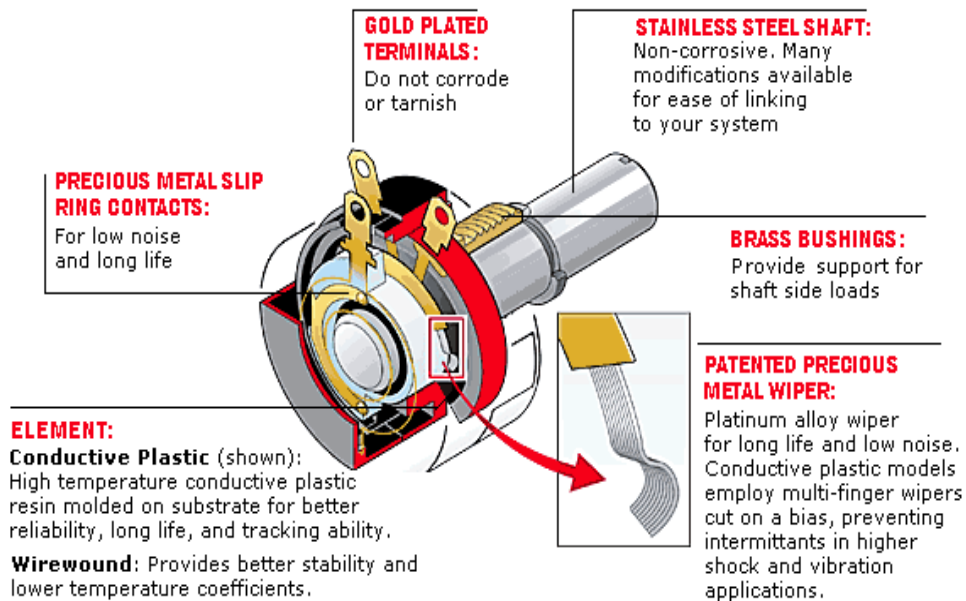
Gambar 2.7 Potensiometer sebagai pengendali posisi

(Sumber : Endra P., *Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta : ANDI, 2006, hlm. 60)

Potensiometer poros merupakan hambatan variable yang dapat dirubah nilai hambatannya dengan cara memutar batang porosnya. Perputaran ini akan menggeser kedudukan hambatannya sehingga hambatan yang terbaca berbeda-beda. Potensiometer memiliki 3 kaki dan sebuah pemutar yang berguna untuk merubah hambatan yang ada didalamnya. Bentuk dan bagian potensiometer dapat dilihat pada gambar 2.8.

Potensiometer menggunakan kawat halus yang dililit pada batang metal. Ketelitian potensiometer tergantung dari ukuran kawat. Kawat yang digunakan biasanya adalah kawat nikelin. Penggunaan potensiometer untuk pengontrolan posisi cukup praktis karena hanya membutuhkan satu tegangan eksitasi dan biasanya tidak membutuhkan pengolah sinyal yang rumit.

Potensiometer yang dipakai dalam Laporan Akhir ini adalah Potensiometer Linier. Potensiometer linier adalah potensiometer yang perubahan tahanannya berbanding lurus dengan tegangan output yang dihasilkan. Untuk keperluan sensor posisi, potensiometer memiliki resolusinya terbatas yaitu 0,2 – 0,5%.



Gambar 2.8 Penampang potensiometer bagian dalam

(Sumber : <http://www.etisystems.com/singledesign.asp>)

2.4 Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan *horn* servo pada posisi yang dikehendaki. Motor servo prinsipnya mempunyai sistem *close loop*, sehingga dapat mempertahankan *horn* pada posisinya. Motor servo terdiri dari sebuah motor dc kecil, sistem kombinasi *gear* yang berfungsi mengatur kecepatan motor dc, sebuah potensiometer, dan sebuah rangkaian controller.

Secara umum dapat difenisikan bahwa motor Servo memiliki kemampuan yang baik dalam mengatasi perubahan yang cepat dalam hal posisi, kecepatan, dan akselerasi. Motor Servo juga dikehendaki handal beroperasi dalam lingkup torsi yang berubah-ubah.¹⁰ Bentuk fisik motor servo dapat dilihat pada gambar 2.9.

¹⁰ Endra P., *Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta : ANDI, 2006, hlm. 87.



Gambar 2.9 Motor Servo

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>)

Secara umum motor servo terdiri atas 2 jenis yaitu motor servo *standard* dan motor servo *continuous*. Motor servo *continuous* dapat bergerak sampai satu putaran penuh sebesar 360 derajat, sedangkan motor servo *standard* hanya dapat bergerak sampai setengah putaran yaitu 180 derajat.

2.5 Mikrokontroler

Penggunaan mikrokontroler pada pembuatan lengan robot ini memiliki peran yang sangat penting karena digunakan sebagai komponen utama seperti halnya otak sebagai pusat perintah untuk kerja-kerja semua organ pada manusia atau tempat pengolahan program yang dibuat untuk menggerakkan lengan robot. Pada alat ini penulis menggunakan mikrokontroller jenis AVR karena memiliki keunggulan dari segi kemampuan dan harga.

Mikrokontroler biasanya dikelompokkan dalam satu keluarga, setiap jenis mikrokontroller memiliki sistem dan fungsinya masing-masing.

Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Mikrokontroler yang digunakan dalam laporan akhir ini adalah mikrokontroler AVR jenis ATmega 32 dan jenis ATTiny 2313,

digunakannya ATmega 32A dan ATtiny 2313 karena sesuai dengan kapasitas penggunaannya pada alat yang di buat dan keduanya memiliki fasilitas sistem timer. Di dalam mikrokontroler terdapat bagian-bagian proses pengolahan data yang diterima, diantaranya:

1. **CPU** (*Central Processing Unit*)

Tempat terjadinya proses pengolahan data yang diterima.

2. **RAM** (*Random Access Memory*)

Tempat menyimpan data sementara sebelum diproses oleh CPU.

3. **EPROM** (*Eraseable Programmable Read Only Memory*)

Tempat menyimpan data pada saat *Chip Running* dan tidak terhapus meskipun catu daya mati.

4. **I/O** (*Input/Output*)

Tempat berkomunikasi dengan perangkat keras yang terhubung.

5. **Timer**

Sebuah *timer/counter* yang dapat mencacah sumber pulsa/clock

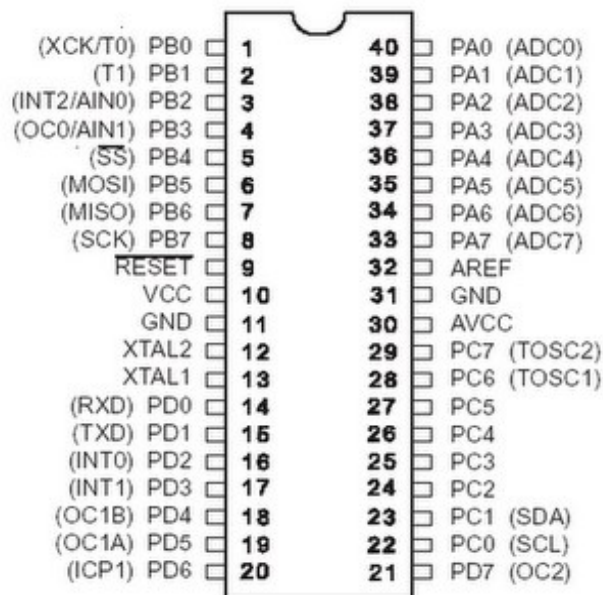
6. **Intrupt Controller**

Tempat mengatur dan menampung permintaan mendadak saat *running*.

2.5.1 Mikrokontroler ATmega32A

Mikrokontroller ATmega32A merupakan jenis mikrokontroler AVR produk Atmel yang memiliki banyak macam dan jenisnya. Mikrokontroller AVR (Alf and Vegard's Risc prosesor) memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits Word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock.

Mikrokontroler ATmega32A ini merupakan salah satu jenis dari mikrokontroler keluarga AVR. Pada setiap IC terdapat pin-pon yang mempunyai fungsi tersendiri, pada gambar 2.10 merupakan konfigurasi pin mikrokontroler Atmega32A beserta fungsinya.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin-pin pada mikrokontroler ATMEGA 32A

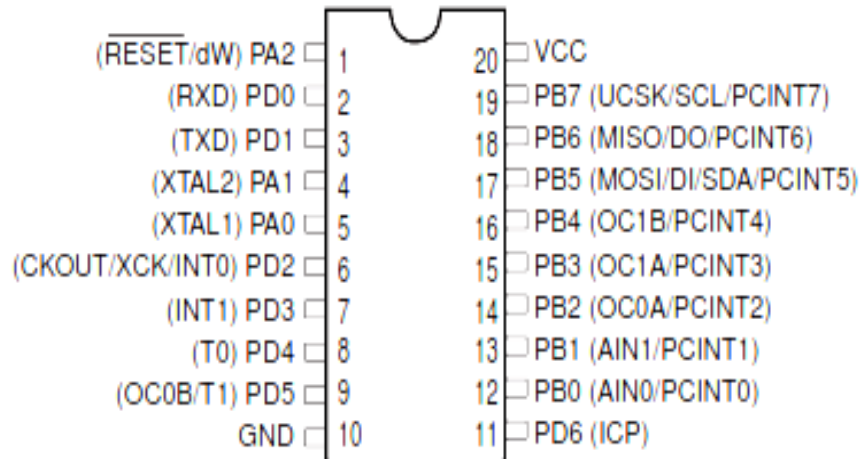
(Sumber : Atmel, Datasheet ATMega32A)

Konfigurasi pin ATMega32A bisa dilihat pada gambar 2.10. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATMega 32A sebagai berikut:

1. **VCC** merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan tegangan untuk mikrokontroler.
2. **GND** merupakan pin ground untuk mikrokontroler.
3. **Port A (PA0..PA7)** merupakan pin I/O dan pin masukan ADC.
4. **Port B (PB0..PB7)** merupakan pin I/O dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, interupsi, dan ISP.
5. **Port C (PC0..PC7)** merupakan pin I/O dan pin fungsi khusus, yaitu I2C, dan Timer Oscillator.
6. **Port D (PD0..PD7)** merupakan pin I/O dan pin fungsi khusus, yaitu
7. **RESET** merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. **XTAL1 dan XTAL2** merupakan pin masukan *clock eksternal*.
9. **AVCC** merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. **AREF** merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

2.5.2 Mikrokontroler ATTiny 2313

Sama halnya dengan mikrokontroler ATmega 32A, ATTiny pun memiliki konfigurasi pin tersendiri yang ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin mikrokontroler ATTiny 2313

(Sumber : Atmel, Datasheet ATTiny 2313)

Konfigurasi pin ATTINY 2313 bisa dilihat pada gambar 2.11. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATTiny 2313 sebagai berikut:

1. **VCC** merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. **GND** merupakan pin ground.
3. **Port A (PA0..PA2)** merupakan pin I/O
4. **Port B (PB0..PB7)** merupakan pin I/O dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter* dan *ISP*.
5. **Port D (PD0..PD6)** merupakan pin I/O dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter* dan *interupsi*.
6. **RESET** merupakan pin yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.
7. **XTAL1 dan XTAL2** merupakan pin masukan *clock eksternal*.

2.5.3 ADC (*Analog Digital Converter*)

ADC adalah suatu prosedur yang dilakukan dalam memproses sinyal analog dengan alat digital dimana sinyal analog di konversi menjadi suatu deret angka yang mempunyai presisi terbatas. Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan clock, tegangan referensi, format output data, dan metode pembacaan.

Ada 3 proses yang terjadi pada saat pengkonversian Analog ke Digital, yaitu:¹¹

1. *Pencuplikan*. Ini merupakan konversi sinyal waktu kontinu menjadi sinyal waktu diskrit yang diperoleh dengan mengambil cuplikan sinyal waktu-kontinu pada saat waktu diskrit.
2. *Kuantitas*. Ini adalah konversi sinyal yang bernilai-kontinu waktu-diskrit menjadi sinyal (digital) bernilai-diskrit, nilai setiap cuplikan sinyal digambarkan dengan suatu nilai terpilih dari himpunan berhingga yang mungkin.
3. *Pengkodean*. Dalam proses pengkodean setiap nilai diskrit digambarkan dengan barisan biner.

Input pada mikrokontroler dihubungkan dengan 8 (delapan) channel analog multiplexer yang digunakan untuk *single ended input* channels. Masukkan analog ADC tegangan harus lebih besar dari 0 volt dan lebih kecil dari pada tegangan referensi yang dipakai. Tegangan referensi ADC dapat dipilih antara lain pada pin AREF pin AVCC, atau menggunakan tegangan referensi internal sebesar 2,56 Volt.

Pada alat ini penulis menggunakan 8 bit ADC untuk mencacah tengangan sebesar 5 volt. Nilai bit tergantung dengan kemampuan mikrokontroler yang digunakan. Apabila menggunakan 8 bit ADC maka rentang output yang dihasilkan adalah dari 0 sampai 255.

Penggunaan ADC pada lengan robot ditentukan menggunakan chanel mode *single conversión* melalui program yang ada pada mikrokontroler. Mode

¹¹ Proakis,J.G, Manolakis,D.G, 1997, "*Pemrosesan Sinyal Digital Jilid I*", PT. Prenhallindo, Jakarta.

single conversion adalah mode yang biasa digunakan apabila ingin menggunakan banyak kanal. Mode *single conversion* sama dengan penghubungan input ADC dengan dua buah input ADC.

2.6 Bahasa Pemrograman C

2.6.1 Struktur Pemrograman C

Struktur penulisan bahasa C secara umum terdiri atas 4 blok, yaitu :

- Header
- Deklarasi konstanta global dan atau variabel global
- Fungsi dan atau prosedur
- Program utama

2.6.2 Preprocessor

- Preprocessor **#include**.

Biasanya digunakan untuk menyertakan *file header* (.h) atau *file library*. File *include* berguna untuk memberitahu *compiler* agar membaca file yang di *include*-kan lebih dahulu agar mengenali definisi-definisi yang di gunakan dalam program sehingga tidak dianggap *error*.

Cara penulisan :

`#include <. . . . .>` untuk lokasi standar file yang telah disetting oleh tools biasanya pada *folder include* atau *folder direktori compiler*.

`#include ". . . . ."` untuk lokasi file yang kita tentukan sendiri.

File header io.h adalah file yang berisi segala informasi/atau definsi tentang register-register fungsi khusus dan *bit-bit* atau *pin-pin* mikrokontroler.

- Preprocessor **#define**.

Digunakan untuk mendefinisikan konstanta atau makro.

Cara penulisan :

`#define                    indentifier                    konstanta`

Contoh : `#define                    Max                    100`

Tiap kemunculan max akan di ganti dengan angka 100

```
#define          indentifier          macro
```

Contoh : #define kuadrat (x) x*x

Setiap kemungkinan kudrat (x) akan digantikan x*x misalnya temp=kuadrat(6), sehingga temp akan berisi 36.

2.6.3 Variable, Konstanta, dan Operator

2.6.3.1 Variable

Variabel tempat untuk menyimpan dan mengakses data yang mewakili memori dalam mikrokontroler. Variabel harus di deklarasikan (memberitahu kompilator) dengan tipe data berserta nama variabel yang akan digunakan. Tiap tipe data mempunyai jangkauan bilangan yang dapat disimpan, hal ini akibat *byte* memori yang dipesan dan bentuk bertanda atau tidak. Misalnya *unsigned char* oleh *compiler* disediakan 1 *byte* memori RAM sehingga hanya bisa menampung bilangan dari 0 s.d 255 sedangkan bertanda -128 s.d 127. Adapun nilai yang disimpan dalam sebuah variabel nilainya bersifat dinamis, artinya nilai tersebut dapat diubah selama program berjalan. Untuk menggunakan variabel tentu kita harus mendeklarasikannya terlebih dahulu agar kompilator dapat mengenalinya. Bentuk umum pendeklarasian variabel di dalam bahasa C dapat dilihat pada contoh berikut:

```
Tipe_data nama_variabel;
```

Tipe data disini berguna untuk memberitahu kepada kompilator bahwa variabel tersebut hanya dapat menampung nilai sesuai dengan tipe data tertentu yang didefinisikan, diberikan pada tabel 2.1 merupakan tipe-tipe data, byte, bit, baik minimum maupun maksimum.

Tabel 2.1 Tipe data variabel

Type Data	byte	bit	Minimum	Maksimum
Char	1	8	-128	127
Signed char	1	8	-128	127

Unsigned char	1	8	0	255
int	2	16	-32768	32767
Signed int	2	16	-32768	32767
Unsigned int	2	16	0	65535
long	4	32	-2147483648	2147483647
Signed long	4	32	-2147483648	2147483647
Unsigned long	4	32	0	4294967295
float	4	32	1.28E-38	3.4E38

Dalam pendeklarasian suatu variabel, terdapat beberapa batasan yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat *case-sensitive* (membedakan penulisan huruf kecil dan huruf besar), sehingga nama variabel pada saat dideklarasikan dan digunakan harus sama penulisannya.
2. Nama variabel tidak boleh berupa angka ataupun diawali oleh karakter yang berupa angka.
3. Nama variabel tidak boleh mengandung spasi.
4. Nama variabel tidak boleh mengandung karakter-karakter yang merupakan simbol (@, #, dll), meskipun karakter tersebut terletak di tengah atau di belakang nama variabel

Contoh:

```
int #lima;  
int enam@;
```

5. Nama variabel tidak boleh menggunakan kata kunci maupun makro yang telah didefenisikan dalam bahasa C.

Contoh:

```
int void;  
int return;
```

6. Biasakan untuk memberi nama variabel se-deskriptif mungkin sehingga program akan mudah dibaca dan dimengerti oleh orang lain.

Sebagai contoh apabila kita akan mendeklarasikan variabel untuk menyimpan nilai dari luas lingkaran, maka dapat diberi nama luas, L, luas lingkaran atau yang lainnya.

Berdasarkan lingkupnya, variabel dibedakan menjadi dua yaitu variabel global dan variabel lokal.

- Variabel global merupakan variabel yang dideklarasikan di luar fungsi, baik fungsi utama maupun fungsi pendukung lainnya. Variabel ini dapat diakses oleh seluruh blok fungsi dalam program.
- Variabel lokal merupakan variabel yang dideklarasikan di dalam suatu fungsi dan variabel ini hanya dapat diakses oleh fungsi tempat variabel ini dideklarasikan.

2.6.3.2 Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai yang tidak dapat berubah selama program berjalan. Di dalam bahasa C disediakan kata kunci *const* untuk membentuk suatu konstanta. Adapun bentuk umum pembuatannya adalah:

```
const tipe_data nama_konstanta = nilai_konstanta
```

Contoh: `const double PI = 3,1416;`

Selain dengan menggunakan kata kunci *const*, pembuatan konstanta dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah makro, yaitu mendefenisikannya melalui preprocessor directive *#define*.

Contoh: `#define PI 3,1416.`

2.6.3.3 Operator

Operator adalah karakter-karakter khusus untuk memanipulasi variabel. Dalam bahasa C, operator terdiri dari operator aritmatika, penugasan (*assignment*), logika dan bit, relasi, *pointer*

a. Operator aritmatika

Operator aritmatika merupakan operator dengan sistem matematika, pada tabel 2.2 merupakan operator aritmatika beserta keterangannya penggunaan dalam bahas C.

Tabel 2.2 Operator aritmatika

Binary operator	Keterangan	Contoh
+	Penambahan	$A=b+c$
-	Pengurangan	$A=b-c$
*	Perkalian	$A=b*c$
/	Pembagian (hasil bagi)	$A=b/c$
%	Modulo (sisir bagi)	$A=b\%c$
Unary operator	Keterangan	Contoh
++	Increment	$A++$ atau $++A$
--	decrement	$A--$ atau $--A$

b. Operator relasional

Operator ini berfungsi untuk menguji benar atau tidaknya hubungan dua operand, jika hubungannya benar akan menghasilkan 1 dan jika salah akan menghasilkan 0. Tabel 2.3 berisikan macam-macam operator relasional beserta operasi dan contoh penggunaannya.

Tabel 2.3 Operator relasional

Operator	Operasi	Contoh
==	Sama dengan	If ($x==5$) { ... }
!=	Tidak sama dengan	If ($x!=5$) { ... }
>	Lebih besar	If ($x>5$) { ... }
<	Lebih kecil	If ($x<5$) { ... }
>=	Lebih besar sama dengan	If ($x>=5$) { ... }
<=	Lebih kecil sama dengan	If ($x<=5$) { ... }

c. Operator bitwise

perator ini digunakan untuk menyelesaikan operasi-operasi bilangan dalam bentuk biner yang dilakukan bit demi bit. Pada tabel 2.4 merupakan operator bitwise beserta penjelasan mengenai penggunaan tiap operator tersebut.

Tabel 2.4 Operator bitwise

Operator	Operasi
&	Meng-and-kan tiap pasangan bit dan menghasilkan 1 jika keduanya bernilai 1 dan 0 untuk yang lainnya.
	Meng-or-kan tiap pasangan bit dan menghasilkan 0 jika keduanya bernilai 0 dan 1 untuk yang lainnya.
^	Meng-exor-kan tiap pasangan bit dan menghasilkan 1 jika keduanya memiliki nilai yang berbeda dan 0 untuk yang lainnya.
~	Membalik nilai tiap bit.
>>	Menggeser tiap bit ke kanan.
<<	Menggeser tiap bit ke kiri.

d. Operator logika

Operator ini berfungsi untuk menentukan benar atau salah antar dua operand. Pada tabel 2.5 telah ditunjukkan bahwa operator logika hanya mempunyai 3 (tiga) bagian operator, yaitu AND, OR dan NOT.

Tabel 2.5 Operator logika

Operator	Operasi
& &	Operator logika and, meng-and-kan antar operand
	Meng-or-kan antar operand
!	Not/kebalikan

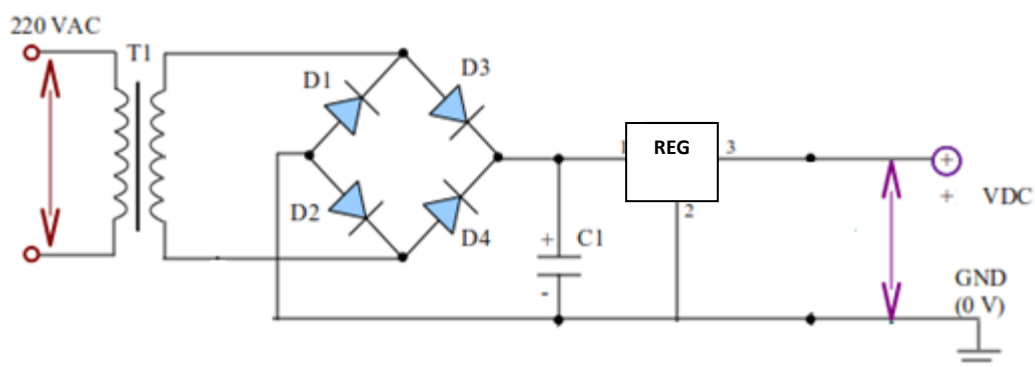
2.6.4 Fungsi

Dalam bahasa C, sebuah program terdiri dari atas fungsi-fungsi, baik yang didefinisikan secara langsung di dalam program maupun yang disimpan di dalam file lain (misalnya file *header*). Satu fungsi yang pasti terdapat dalam program yang ditulis menggunakan bahasa C adalah fungsi utama (*main function*).

Menurut definisinya, fungsi adalah suatu blok program yang digunakan untuk melakukan proses-proses tertentu. Sebuah fungsi dibutuhkan untuk menjadikan program yang kita buat menjadi lebih mudah untuk dipahami alurnya dan dapat mengurangi duplikasi kode program.

2.7 Power Supply

Power Supply atau Catu Daya adalah sumber tegangan DC yang digunakan untuk memberikan tegangan atau daya kepada berbagai rangkaian elektronika yang membutuhkan tegangan DC agar dapat beroperasi. Rangkaian pokok dari catu daya tidak lain adalah suatu penyearah yakni suatu rangkaian yang mengubah arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC).¹² Rangkaian penting lainnya adalah Regulator yakni rangkaian yang berfungsi untuk meregulasi atau menentukan output tegangan yang akan digunakan peralatan elektronika karena setiap piranti memerlukan tegangan yang berbeda agar dapat bekerja secara maksimal. Pada gambar 2.12 merupakan rangkaian pada catu daya sederhana.



Gambar 2.12 Rangkaian Catu Daya

¹² <http://www.scribd.com/doc/Power-Supply-teori-Dan-Analysis>

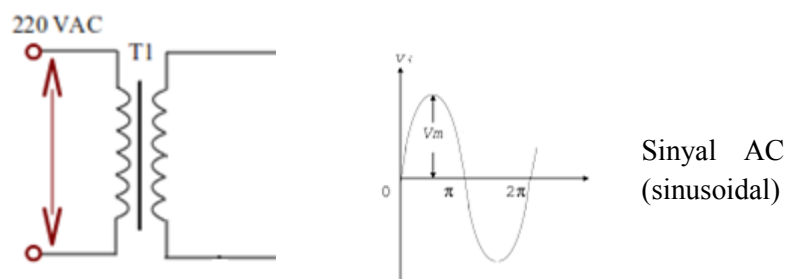
Pada *Power Supply* terdapat bagian-bagian komponen inti yang mempunyai fungsinya masing-masing. Berikut merupakan fungsi dari komponen penyusun catu daya :

a. Trafo

Transformator adalah alat statis yang digunakan untuk mentransfer energi dari satu rangkaian ac ke rangkaian lain.¹³ Transformator yang dapat menaikkan suatu nilai tegangan menjadi tegangan yang nilainya lebih besar disebut *Transformator Step-Up*, sedangkan transformator yang dapat mengubah atau menurunkan nilai suatu tegangan yang lebih kecil disebut *Transformator Step-Down*. Transformator yang sering digunakan pada proyek ataupun simulasi berbasis elektronika adalah jenis *Transformator Step-Down*.

Arus ac yang bervariasi diperlukan untuk menghasilkan fluks magnet yang bervariasi pada inti besi sehingga energi listrik dari suatu kumparan ditransfer ke kumparan yang lain. Kumparan yang menerima daya dari pensuplai disebut kumparan primer, sedangkan kumparan yang memberikan daya ke beban disebut kumparan sekunder.

Gambar 2.13 menunjukkan simbol trafo dan gambar sinyal sinusoidal keluaran dari transformator.



Gambar 2.13 Trafo dan bentuk sinyal keluaran

b. Penyearah

Dioda merupakan komponen yang berfungsi sebagai penyearah AC menjadi DC, pada sinyal atau gelombang yang dihasilkan masih berbentuk *ripple* dan

¹³Frank D Petruzella, 2001, Elektronik Industri, hlm 80.

belum DC murni. Pada Lengan Robot berjari digunakan penyearah gelombang penuh sistem bridge.

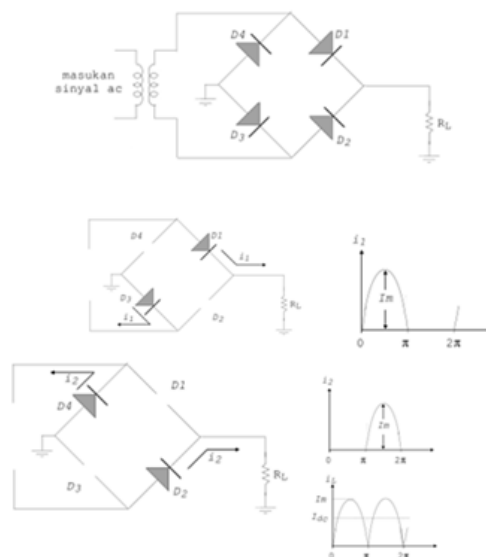
Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh sistem jembatan dapat dijelaskan melalui gambar 2.14. Pada saat rangkaian jembatan mendapatkan bagian positif dari siklus sinyal AC, maka (gambar 2.14b):

- D1 dan D3 hidup (ON), karena mendapat bias maju
- D2 dan D4 mati (OFF), karena mendapat bias mundur

Sehingga arus i_1 mengalir melalui D1, RL dan D3. Sedangkan apabila jembatan memperoleh bagian siklus negatif, maka (gambar 2.14c):

- D2 dan D4 hidup (ON), karena mendapat bias maju
- D1 dan D3 mati (OFF), karena mendapat bias mundur

Sehingga arus i_2 mengalir melalui D2, RL dan D4. Arah arus i_1 dan i_2 yang melewati RL sebagaimana terlihat pada gambar 2.14 b dan c adalah sama, yaitu dari ujung atas RL menuju *ground*. Dengan demikian arus mengalir ke beban (i_L) merupakan penjumlahan dari dua arus i_1 dan i_2 , dengan menempati paruh waktu masing-masing (gambar 2.14 d).¹⁴



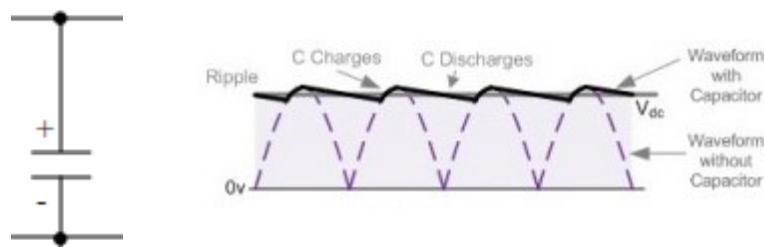
Gambar 2.14 Arah aliran arus pada dioda

(Sumber : Herman Dwi Surjono. *Elektronika : Teori dan Penerapannya* (Cerdas Ulet Kreatif Publisher:2011) hlm. 34

¹⁴ Herman Dwi Surjono. *Elektronika : Teori dan Penerapannya* (Cerdas Ulet Kreatif Publisher:2011) hlm. 33

c. Kapasitor

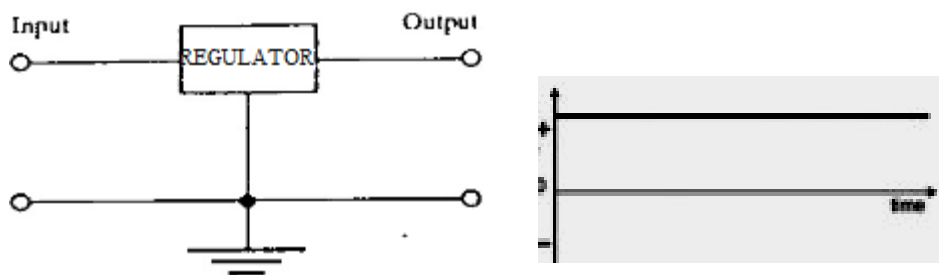
Berfungsi menyaring / memfilter tegangan hasil penyearah (mengurangi faktor ripple) sehingga gelombang yang dihasilkan akan mendekati garis lurus yang menunjukkan bahwa mendekati DC murni. Gambar 2.15 menunjukkan hasil output sinyal yang telah melewati kapasitor filter beserta simbol kapasitor dalam dunia elektronika.



Gambar 2.15 Simbol Kapasitor dan bentuk sinyal keluaran

d. Regulator

Berfungsi menstabilkan tegangan / memantapkan tegangan sehingga keluaran dari regulator adalah DC yang tegangannya konstan sesuai dengan harga regulator yang digunakan. Hasil tegangan yang dikeluarkan regulator berupa DC yang dapat dibbilang murni, sesuai dengan gambar sinyal pada gambar 2.16 sinyal yang dihasilkan berbentuk lurus (DC) serta terdapat simbol dari regulator.



Gambar 2.16 Regulator dan bentuk sinyal keluaran

2.7.1 UBEC

UBEC (*Universal Battery Elimination Circuit*) adalah rangkaian elektronik eksternal yang berfungsi memberikan daya dari baterai dan berfungsi

sebagai regulasi tegangan hingga 5/6 Volt. UBEC digunakan pada lengan robot berjari dikarena spesifikasi UBEC yang menghasilkan tegangan 5/6 V yang sesuai kebutuhan pada inputan motor servo dan memiliki arus keluaran yang stabil sehingga tidak mudah merusak komponen. Bentuk fisik dari sebuah UBEC dapat dilihat pada gambar 2.17 dan Spesifikasi UBEC yaitu :

- a. Input Voltage : 5,5 – 28 V
- b. Output Voltage : 5/6 V
- c. Arus : 25 Ampere
- d. Tipe Regulator : Switching



Gambar 2.17 Bentuk Fisik UBEC

(Sumber : <http://www.rcworld.com.au/media/download.pdf>)

2.8 Sistem Pengiriman Data

Media Transmisi adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi (data), karena jarak yang jauh, maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode/isyarat, dan isyarat inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara untuk diubah kembali menjadi data. Media transmisi digunakan pada beberapa peralatan elektronika untuk menghubungkan antara pengirim dan penerima supaya dapat melakukan pertukaran data. Media transmisi data terbagi dua, yaitu media menggunakan *Wire (Guided)* dan *Wireless (Unguided)*

2.8.1 Media Transmisi *Wire*

Media transmisi *wire* disebut juga media transmisi *guided*, artinya media menyediakan jalur transmisi sinyal yang terbatas secara fisik. Sinyal yang melewati media-media tersebut diarahkan dan dibatasi oleh batas media fisik.

2.8.2 Media Transmisi *Wireless*

Media transmisi *wireless* disebut juga *unguided* yang memiliki pengertian suatu media transmisi data yang tidak memerlukan kabel dalam proses transmisinya, media ini memanfaatkan sebuah antena untuk transmisi di udara atau air. Untuk transmisi, antena menyebarkan energi elektromagnetik ke dalam media (biasanya udara), sedangkan untuk penerima sinyal, antena menangkap gelombang elektromagnetik dari media. Salah satu pemanfaatan media transmisi *wireless* adalah KYL 1020U.

2.8.2.1 KYL 1020U

KYL 1020U digunakan sebagai media transmisi untuk mengirimkan data yang terdeteksi oleh sensor-sensor secara nirkabel. Untuk dapat mengirimkan data serial melalui udara minimal diperlukan suatu device yang dapat melakukan proses penumpangan data serial digital ke frekuensi pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk kemudian dipancarkan ke udara. Salah satu contoh device yang dapat melakukan hal tersebut adalah modul KYL 1020U Wireless Transceiver. Modul KYL 1020U Wireless Data Transceiver dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan frekuensi 433/868/915 MHz dan baud rate air sebesar 9600bps.

Modul tersebut bekerja dengan supply antara 3,3 sampai 5 VDC. Dalam satu modul bisa digunakan sebagai pengirim dan sekaligus penerima. Data serial yang akan dipancarkan melalui RF diumpamakan ke modul KYL 1020U oleh mikrokontroler secara serial. Begitu pula data yang di terima, akan di ambil oleh mikrokontroler secara serial. Jarak yang bisa ditempuhnya sekitar 100 m – 5Km. Baudrate di udara 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, atau 38400

bps. Modulasi GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) sehingga sangat anti interferensi dan BER (Bit Error Rate) yang rendah.¹⁵

Pada gambar 2.18 merupakan bentuk fisik dari KYL 1020U, dimana Tx dan Rx merupakan satu kesatuan dari modul KYL 1020U.



Gambar 2.18 Bentuk Fisik KYL 1020U

(Sumber : <http://journal.pcr.ac.id/paper/PenghematanDayaPadaSensorNodeMenggunakanMetodePengaturanWaktuKirimData.pdf>)

¹⁵<http://journal.pcr.ac.id/paper/PenghematanDayaPadaSensorNodeMenggunakanMetodePengaturanWaktuKirimData.pdf>