

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tegangan

Tegangan (*voltage*) atau sering disebut sebagai beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Atau, dengan kata lain, jika suatu muatan sebesar satu coulomb digerakkan atau dipindahkan, maka akan terdapat beda potensial pada kedua terminalnya.

Kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan. Jadi, berdasarkan pengertian di atas, tegangan adalah energi per satuan muatan. (Ramdhani, 2008 : 22).

Tegangan listrik dapat juga dianggap sebagai gaya yang mendorong perpindahan elektron melalui konduktor dan semakin tinggi tegangannya semakin besar pula kemampuannya untuk mendorong elektron melalui rangkaian yang diberikan. Muatan listrik dapat kita analogikan sebagai air di dalam sebuah tangki air, sedangkan Tegangan listrik dapat kita analogikan sebagai tekanan air pada sebuah tangki air, semakin tinggi tangki air di atas outlet semakin besar tekanan air karena lebih banyak energi yang dilepaskan. Demikian juga dengan tegangan listrik, semakin tinggi tegangan listriknya maka semakin besar energi potensial yang dikarenakan semakin banyak elektron yang dilepaskan.

Sebuah sumber tegangan listrik yang konstan biasanya disebut dengan tegangan DC (tegangan searah) sedangkan sumber tegangan listrik yang bervariasi secara berkala dengan waktu disebut dengan tegangan AC (tegangan bolak balik). Tegangan listrik diukur dengan satuan Volt yang dilambangkan dengan simbol huruf "V". 1 Volt (satu Volt) dapat didefinisikan sebagai tekanan listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan 1 Ampere arus listrik melalui konduktor yang beresistansi 1 Ohm.

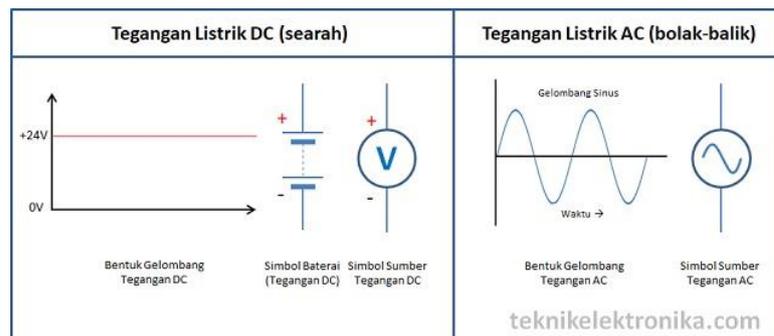
Baterai dan pencatu daya (*power supply*) merupakan contoh sumber yang menghasilkan tegangan DC (tegangan searah) yang stabil seperti menghasilkan tegangan DC 1,5V, 3V, 5V, 9V, 12V dan 24V. Sementara sumber tegangan AC

(tegangan bolak-balik) tersedia untuk keperluan peralatan rumah tangga dan industri. Tegangan AC standar yang digunakan di Indonesia adalah 220V, sedangkan di negara lain ada yang menggunakan 100V, 110V ataupun 220V.

2.1.1 Simbol Tegangan Listrik DC dan Simbol Tegangan Listrik AC

Rangkaian-rangkaian Elektronik pada umumnya beroperasi dengan menggunakan tegangan DC yang rendah seperti 1,5V hingga 24V DC. Simbol sumber tegangan DC pada rangkaian-rangkaian elektronik biasanya adalah simbol baterai dengan tanda positif (+) dan tanda negatif (-) yang menunjukkan arah polaritasnya. Sedangkan simbol tegangan AC pada rangkaian listrik atau rangkaian elektronik adalah sebuah lingkaran bulat dengan gelombang Sinus didalamnya.

Berikut dibawah ini adalah simbol tegangan DC dan simbol tegangan AC.



Gambar 2.1 Simbol Tegangan AC dan DC
(Dickson Kho, 2018)

2.2 Converter

Converter berfungsi untuk mengubah sinyal listrik dari satu bentuk ke bentuk lain yang dibutuhkan. Terdapat empat macam konverter, yaitu:

1. *Chopper* (konverter DC ke DC)
2. *Rectifier* (konverter AC ke DC)
3. *Inverter* (konverter DC ke AC)
4. *Cycloconverter* (konverter AC ke AC)



1. Converter daya dari DC ke DC (*Chopper*)

Converter DC – DC juga dikenal sebagai dc *chopper* atau pensaklaran regulator dan suatu rangkaian transistor *chopper*. Tegangan keluaran rata – rata dikendalikan dengan mengubah – ubah *conduction time* t dan transistor Q1. Jika T adalah periode *chopping*, maka $t_1 = \delta T$. δ dikenal sebagai sebagai *duty cycle* dari *chopper*-nya.

2. Converter dari AC ke DC (*Rectifier*)

Pengkonversi tegangan AC ke DC disebut juga sebagai *rectifier* atau penyearah gelombang. Komponen utama dalam *rectifier* adalah *diode* yang dikonfigurasi secara *forward* bias. Dalam sebuah *power supply* tegangan AC rendah, sebelum tegangan AC tersebut diubah menjadi tegangan DC, maka tegangan AC tersebut perlu diturunkan menggunakan *trafo step-down*. Ada 3 bagian utama penyearah gelombang pada power supply, yaitu *transformer*, *diode*, dan kapasitor. Penyearah gelombang ini dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Penyearah setengah gelombang (*Half Wave Rectifier*)

Rectifier ini menggunakan 1 buah komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerjanya adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC, maka diode dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negative, gelombang AC maka diode dalam posisi *reverse* bias, sehingga sisi negative tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan.

2. Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh ini adalah menggunakan 4 dioda. Pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1,D4 pada posisi *forward* bias dan D2,D3 pada posisi *reverse* bias. Kemudian pada saat output transformator memberikan

level tegangan sisi puncak negative, maka D2,D4 pada posisi *forward* bias dan D1,D2 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negative tersebut dialirkan melalui D2,D4.

3. Converter daya dari DC ke AC (Inverter)

Converter DC – AC dikenal juga sebagai *inverter*. Jika transistor M1 dan M2 tersambung pada setengah periode, dan M3 dan M4 tersambung pada setengah periode lainnya, keluaran akan berbentuk tegangan ac. Tegangan keluaran dapat dikendalikan dengan mengubah – ubah *conduction time* dari transistor.

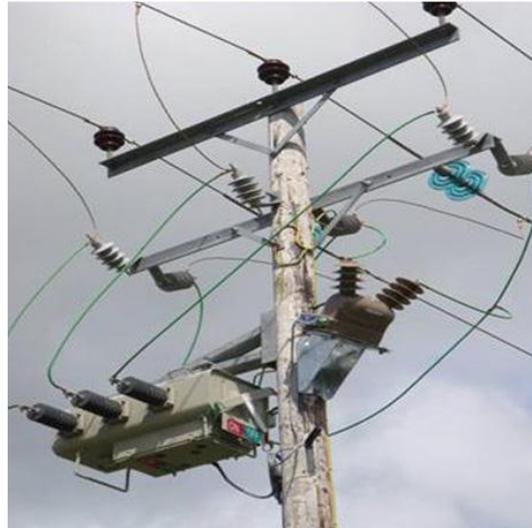
4. Converter daya dari AC ke AC (Cycloconverter)

Converter ini digunakan untuk memperoleh tegangan keluaran ac *variable* dari sumber ac tetap dan *converter* satu fasa dengan suatu TRIAC. Tegangan keluaran dikendalikan dengan mengubah – ubah *conduction time* dari TRIAC atau sudut *delay* penyalaan, α . Tipe *converter* ini dikenal juga sebagai *controller* tegangan ac.

2.3 Load Break Switch (LBS)

Saklar pemutus beban atau *Load Break Switch* (LBS) merupakan saklar atau pemutus arus tiga fasa untuk penempatan di luar ruas pada tiang pancang, yang dikendalikan secara manual maupun secara elektronis. *Load Break Switch* (LBS) mirip dengan alat pemutus tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) dan biasanya dipasang dalam saluran distribusi listrik.

Load Break Switch (LBS) berfungsi sebagai peralatan hubung yang bekerja membuka dan menutup rangkaian arus listrik, mempunyai kemampuan pemutus arus beban dan tidak mampu pemutus arus gangguan. LBS juga berfungsi sebagai pemutusan lokal atau penghubung instalasi listrik 20 kV pada saat dilakukan perawatan jaringan distribusi pada daerah tertentu sehingga tidak mengganggu daerah lain yang masih beroperasi.



Gambar 2.2 Load Break Swich (LBS)
(Swastika Mahardika, 2014)

Monitoring dan pengendaliannya menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dengan peralatan modul pengontrol berupa RTU (*Remote Terminal Unit*). Basis komunikasi antara RTU pada panel LBS dan ruang kontrol PLN secara umum terdiri dari dua jenis, yaitu GPRS dan radio.

Sistem pengendalian elektronik *Load Break Switch* (LBS) ditempatkan pada sebuah kotak pengendali yang terbuat dari baja anti karat sehingga dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan. Panel pengendali atau kubikel LBS merupakan alat yang mempermudah dalam proses pengoperasian LBS, serta harus rutin pada pemeliharannya.

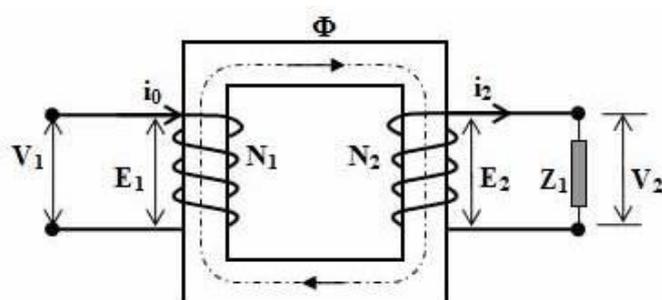


Gambar 2.3 Kubikel/Panel pengendali *Load break switch* (LBS)
(Swastika Mahardika, 2014)

2.4 *Transformator*

Transformator atau trafo adalah suatu peralatan/mesin listrik statis (tidak bergerak/berputar) yang dapat memindahkan sekaligus mengubah besaran energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lain. Proses pemindahan dilakukan melalui suatu magnetic antara kedua rangkaian listrik yang dihubungkan, sementara proses transformasi besarnya menggunakan prinsip induksi elektromagnetik di dalam gandengan magnetic tersebut.

Transformator umumnya terbentuk dari dua kumparan induktif yang terpisah/terisolasi satu sama lain secara elektrik (agar tak terjadi aliran arus hubung singkat antara keduanya) tetapi terganggu secara magnetik melalui suatu rangkaian magnetic (hantaran *fluks* dalam inti besi).

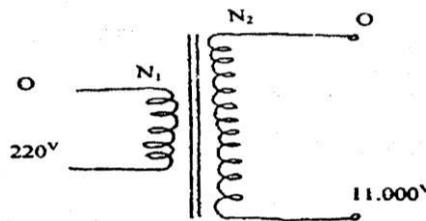


Gambar 2.4 Prinsip Kerja *transformaor*
(Citarsa, 2012)

Transformator menggunakan prinsip hukum induksi *faraday* dan hukum *lorentz* dalam menyalurkan daya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial. Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi *transformator* sehingga didalam inti besi akan mengalir *flux* magnet dan *flux* magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial. (PLN Buku Petunjuk *Transformator* Tenaga, 2010). Ada beberapa jenis *transformator* berdasarkan perubahan tegangannya yaitu sebagai berikut :

1. Tipe penaik tegangan (*step-up*)

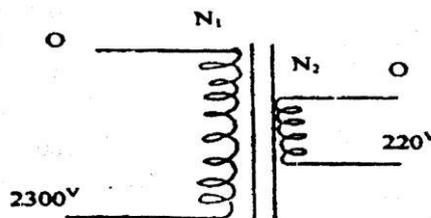
Dilakukan dengan membuat $N_2 > N_1$, sehingga V_2 akan $> V_1$ ($V =$ tegangan kumparan) karena $N_2/N_1 = V_2/V_1$.



Gambar 2.5 Trafo *step-up*.
(Citarsa, 2012)

2. Tipe penurun tegangan (*step-down*)

Dilakukan dengan membuat $N_2 < N_1$, maka V_2 akan $< V_1$.

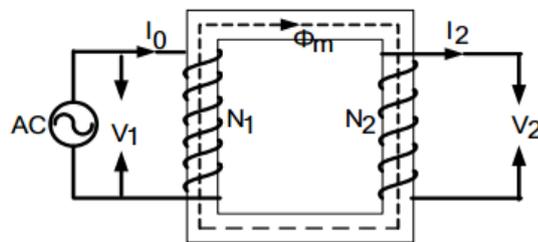


Gambar 2.6 Trafo *step-down*.
(Citarsa, 2012)

Keadaan operasi *transformator* dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Keadaan *transformator* tanpa beban

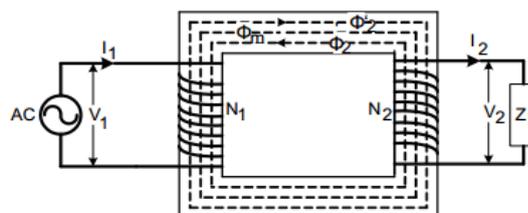
Bila kumparan primer suatu trafo dihubungkan dengan sumber V_1 yang sinusoidal, akan mengalirkan arus primer I_0 yang juga sinusoidal dan dengan menganggap belitan N_1 reaktif murni. I_0 akan tertinggal 90° dari V_1 . Arus primer I_0 menimbulkan *fluks* (Φ) yang sefasa dan juga berbentuk sinusoidal. Rangkaian trafo dalam keadaan tanpa beban dapat dilihat pada Gambar 2.2.c.



Gambar 2.7 Trafo dalam keadaan tanpa beban,
(Sujono, 2012)

2. Keadaan *transformator* berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 mengalir pada kumparan sekunder, dengan $I = V_2$. Rangkaian trafo dalam keadaan berbeban dapat dilihat pada Gambar 2.22. Arus beban I_2 ini akan menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung menentang *fluks* (Φ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan. Agar *fluks* bersama itu tidak berubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir I_2' , yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban I_2 hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer



Gambar 2.8 Trafo dalam keadaan berbeban
(Sujono, 2012)



2.5 Arduino

Arduino dirilis oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles pada tahun 2005. Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang relatif mudah dan cepat dalam membuat aplikasi elektronika maupun robotika. Arduino terdiri dari perangkat elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan ATmel. Arduino memiliki *software* dan *hardware*. Gambar 2.3 menunjukkan logo Arduino.

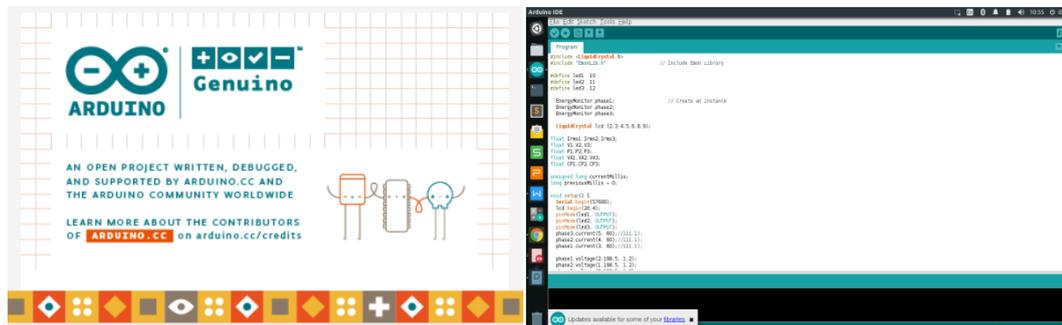


Gambar 2.9 Logo Arduino

(Mareta Rahayu, 2016)

2.5.1 Programming Arduino

Arduino uno dapat diprogram menggunakan *software* arduino IDE yang tersedia gratis dan *open source* di *website official* arduino dan tersedia untuk berbagai macam *platform* sistem operasi komputer seperti Mac, Windows, dan Linux. Pada AT-Mega 328 yang terdapat di arduino uno telah disediakan *bootloader* di dalamnya sehingga kita tidak perlu lagi mengupload kode baru ke AT-mega 328 agar dapat menggunakan *program hardware* eksternal.



Gambar 2.10 Software Arduino IDE
(Mada Sanjaya, 2016)

2.5.2 Hardware

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560. (Mada Sanjaya, 2016 : 39)

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Arduino

No	Jenis Arduino	Processor	Frekuensi (MHz)	Digital IO Pin	Analog Input Pin	PWM Pin
1	ADK	ATmega 2560	16	54	16	14
2	BT (Bluetooth)	ATmega 328	16	14	6	4
3	Diecimila	ATmega 168	16	14	6	6
4	Due	AT91S AM	84	54	12	12
5	Duemilanova	ATmega168/328P	16	14	6	6
6	Ethernet	ATmega 328	16	14	6	3
7	Fio	ATmega328P	8	14	8	6
8	Leonardo	ATmega32u4	16	14	12	6
9	LilyPad	ATmega 168v atau ATmega 328	8	14	6	6

10	Mega	ATmega 1280	16	54	16	14
11	Mega 2560	ATmega 2560	16	54	16	14
12	Nano	ATmega 168 atau ATmega 328	16	14	8	6
13	Uno	ATmega 328P	16	14	6	6
14	Micro	ATmega 32u4	16	20	12	7

Arduino Uno dapat ditenagai dengan *supply* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via eksternal dengan tegangan berkisar 7 Volt hingga 12 Volt. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari arduino uno.



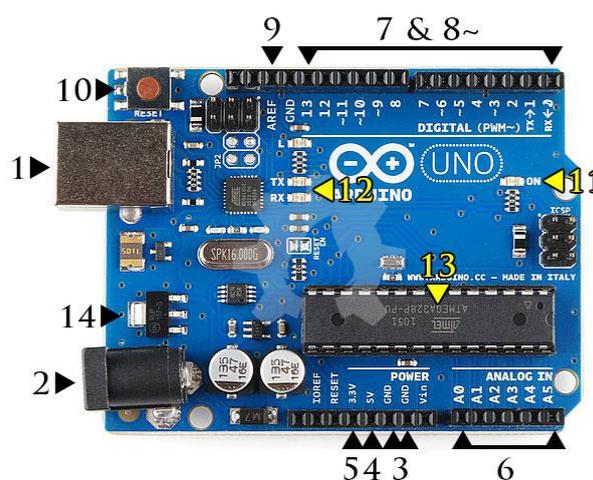
Gambar 2.11 Arduino Uno
(Raharja,2014)

Salah satu jenis mikrokontroler yaitu Arduino Uno. Arduino Uno merupakan salah satu jenis arduino dengan menggunakan IC Atmega328. Arduino memiliki pin I/O sejumlah 14 buah digital I/O pin dan 6 pin *analog input*. Arduino Uno dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port USB*, *power jack DC*, *ICSP header*, dan tombol reset. Board ini sudah cukup lengkap, dan hampir memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan catudaya dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke *jack DC*. (Ilearning Media. 2015)

Arduino Uno terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 328. Mikrokontroler ATmega 328 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

- Tegangan operasi sebesar 5 V.
- Tegangan *input* sebesar 6 – 20 V.
- Tegangan *input* yang disarankan 7 – 12 V.
- Jumlah *pin I/O digital* sebanyak 14 *pin* dimana 6 *pin* diantaranya merupakan keluaran dari PWM.
- Jumlah *pin I/O analog* sebanyak 6 *pin*.
- Arus DC tiap *pin I/O* sebesar 40 mA.
- Arus DC untuk *pin 3.3 V* sebesar 50 mA.
- *Flash memory* sebesar 32 Kb dan sekitar 0,5 Kb digunakan oleh *bootloader*.
- SRAM 2 Kb.
- EEPROM 1 Kb.
- Kecepatan *clock* sebesar 16 MHz.

Berikut ini adalah bagian-bagian dari Arduino Uno yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dan dijelaskan pada tabel 2.1.



Gambar 2.12 Bagian-bagian Arduino Uno

(Data sheet Arduino Atmega328,2017)

Tabel 2.2 Penjelasan Bagian-bagian Arduino Uno

NO	Nama	Deskripsi
1.	USB <i>FemaleType-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan <i>arduino</i>
2.	<i>BarrelJack</i>	Sebagai <i>input</i> sumber antara 7-12V
3	<i>Pin GND</i>	Sebagai sumber pentanahan (<i>Ground</i>)
4	<i>Pin 5V</i>	Sebagai Sumber tegangan 5V
5	<i>Pin 3,3V</i>	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6	A0-A5	Sebagai <i>AnalogInput</i>
7	2-13	Sebagai <i>I/O digital</i>
8.	0-1	Sebagai <i>I/O</i> sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai <i>Analog</i> Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol <i>RESET</i>	Sebagai perintah <i>ResetArduino</i>
11.	LED	Sebagai <i>Indikator</i> Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai <i>Indikator</i> Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak <i>arduino</i> dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14.	<i>Regulator</i> Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui <i>barreljack</i> dengan tegangan maksimal <i>input</i> sebesar 20V.

2.6 Sensor Arus ACS 712

Sensor ACS 712 merupakan sensor pendeteksi arus yang paling sering digunakan untuk mengerjakan *project* yang diinginkan dan berhubungan dengan pembacaan arus. Penggunaan sensor arus ACS712 ini Kebanyakan memiliki kekurangan yakni nilai arus yang di dapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi. Sebelum membahas lebih lanjut, akan di jelaskan terlebih dahulu tentang sensor arus ACS712. ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A. ACS712 ini menggunakan VCC 5V.



Gambar 2.13 Sensor ACS 712
(Jimmy Sitepu, 2019)

Tabel 2.3 Spesifikasi ACS712

ACS712 5A	ACS712 20A	ACS712 30A
5Vdc Nominal	5Vdc Nominal	5Vdc Nominal
-5 to +5 Amps	-20 to +20 Amps	-30 to +30 Amps
VCC/2 (nominally 2.5Vdc)	VCC/2 (nominally 2.5Vdc)	VCC/2 (nominally 2.5VDC)
185 mV per Amp	100 mV per Amp	66 mV per Amp
ACS712ELC-05A	ACS712ELC-10A	ACS712ELC-30A



Sensor arus ini memiliki *ouput analog*, sehingga jika kita ingin membacanya dengan menggunakan mikrokontroler atau arduino, cukup kita baca *output* nya melalui pin ADC, jika Arduino menggunakan pin A0 (atau pin A yang lainnya).

2.7 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor ZMPT101b merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan *monitoring* terhadap parameter tegangan, serta dilengkapi dengan keunggulan memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer*, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya.

Beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101b ini diantaranya adalah:

1. Sebagai sensor untuk mendeteksi arus lebih.
2. Sebagai *ground fault detection*.
3. Pengukuran besaran listrik.
4. Sebagai perangkat untuk *analog to digital converter*.



Gambar 2.14 Sensor Tegangan ZMPT101b
(Agus Firdaus, 2017)

Tabel 2.4 Spesifikasi Elektrik ZMPT101b

Spesifikasi Elektrik	
Arus Primer	2mA
Arus Sekunder	2mA
Rasio Balik	1000:1000
<i>Error</i> Sudut Fasa	$\leq 20^\circ$ (50 Ω)
Jarak Arus	0-3mA
Linearitas	0.1%
Tingkat Akurasi	0.2
Nilai Beban	$\leq 200\Omega$
<i>Range</i> Frekuensi	50-60 Hz
Level Dielektrik	3000VAC/min
Resistansi DC 20°C	110 Ω

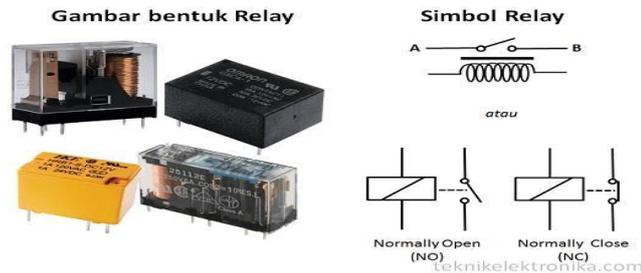
2.8 Relay

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan *spool*-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan *spool* dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet. (Handy Wicaksono, 1996 : 12).

Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dibawah ini adalah gambar fisik, bentuk dan Simbol *Relay* yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar 2.15 Bentuk dan Simbol Relay

(Dickson Kho, 2019)

Bagian titik kontak dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kontak utama dan kontak bantu yaitu: Bagian kontak utama gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik bagian yang menuju beban/pemakai. Bagian kontak bantu gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju bagian pengendali. Kontak Bantu mempunyai 2 kontak yaitu kontak hubung (NC) dan kontak putus (NO) menandakan masing-masing kontak dan gulungan *spool*. Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi-fungsi berikut :

1. *Remote control*: dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya: menguatkan arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem. Susunan kontak pada *relay* adalah:
 - a. *Normally Open*: *Relay* akan menutup bila dialiri arus listrik.
 - b. *Normally Close*: *Relay* akan membuka bila dialiri arus listrik.
4. *Changeover*: *Relay* ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan.

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*



2.9 Accumulator (Aki)

Accumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan menjadi tenaga listrik (pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel

Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia. (Daryanto, 2016 : 1)

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.

2.9.1 Kapasitas Baterai

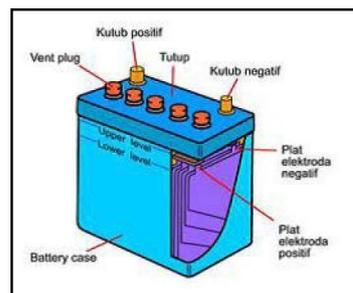
Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga

menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (*Ampere – hour*). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (*Ampere - hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan :

2.9.2 Konstruksi Baterai Aki

Aki yang ada dipasaran ada 2 jenis yaitu aki basah dan aki kering. Aki basah media penyimpanan arus listrik ini merupakan jenis aki yang paling umum digunakan. Aki jenis ini masih perlu diberi air aki yang dikenal *accu zuur*.



Gambar 2.16 Konstruksi aki

(Eprints Universitas Diponegoro, 2016)

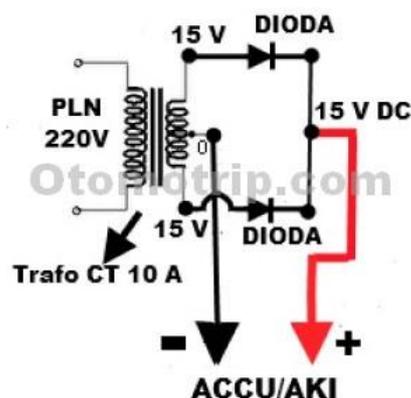
Sedangkan jenis aki kering merupakan jenis aki yang tidak memakai cairan, mirip seperti baterai telepon seluler. Aki ini tahan terhadap getaran dan suhu rendah. Dalam aki ini terdapat jenis elemen dan sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat (H_2SO_4). Tiap sel berisikan pelat positif dan negatif. Pada pelat positif terkandung oksidal timbal coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timbal (Pb). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi, maka akan muncullah arus listrik.

Aki memiliki 2 kutub / terminal, kutub positif dan kutub negatif. Biasanya kutub positif (+) lebih besar atau lebih tebal dari kutub negatif (-), untuk menghindarkan kelalaian bila aki hendak dihubungkan dengan kabel-kabelnya. Pada aki terdapat batas minimum dan maksimum tinggi permukaan air aki untuk masing-masing sel. Bila permukaan air aki di bawah level minimum akan merusak fungsi sel aki. Jika air aki melebihi level maksimum, maka akan mengakibatkan air aki menjadi panas dan meluap keluar melalui tutup sel.

2.9.3 Charger Aki

Cara kerja charger aki atau adaptor atau power suplai adalah dengan merubah arus listrik bolak-balik dari PLN sebesar 220v untuk dirubah menjadi listrik arus DC dengan tegangan yang telah ditentukan sehingga bisa di gunakan untuk charger accu. Didalam Alat Charger aki terdapat komponen utama yaitu Trafo atau transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik PLN serta penyearah atau rectifier atau disebut juga dioda rectifier/kiprox.

Gambar dibawah ini adalah gambar rangkaian sederhana alat untuk charger aki yang menggunakan trafo jenis CT atau trafo yang memiliki titik Tengah (Center Tap). Gambar rangkaian nya cukup sederhana hanya diperlukan beberapa komponen saja sudah bisa digunakan untuk charging atau setrum aki.



Gambar 2.17 Charger aki dengan trafo CT

(Gusta, 2016)



Fungsi trafo adalah untuk menurunkan tegangan listrik PLN 220 Volt menjadi sekitar 12-15 volt sesuai yang di butuhkan. Sedangkan Fungsi Dioda atau rectifier adalah untuk menyearahkan tegangan yang sudah diturunkan oleh trafo sehingga bisa digunakan untuk charger aki.

Pada sebuah Alat untuk charger Aki walaupun terdapat saklar atau selektor adalah untuk memilih tegangan sesuai dengan banyaknya aki yang dicharger. Terdapat alat ukur arus atau Amperemeter untuk menunjukkan besarnya arus pengisian aki, terdapat pula Volt meter yang merupakan alat untuk mengukur tegangan.

2.10 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display atau LCD adalah alat tampilan yang biasa digunakan untuk menampilkan karakter ASCII sederhana, dan gambar pada alat- alat digital seperti ja tangan, kalkulator dan lain- lain (Syamsudin, 2008). LCD merupakan sebuah modul yang digunakan untuk menampilkan data. Salah satu jenis LCD adalah LM004L merupakan modul LCD dengan tampilan 20x4 (20 kolom x 4 baris) dengan konsumsi daya rendah. Modul LCD terdiri dari sejumlah memori untuk menampilkan teks ke modul LCD (Syarif, 2005). Alamat awal karakter adalah 00H dan alamat akhir adalah 39H untuk baris pertama. Jadi, alamat awal pada baris kedua dimulai dari 40H. jika ingin meletakkan suatu karakter pada baris kedua kolom pertama, maka harus diatur pada alamat 40H. jadi meskipun LCD ya ng digunakan 2x16 atau 2x24 atau bahkan 2x40, maka penulisan programnya sama saja. Bentuk fisik dari LCD akan tampak seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.18 Modul LCD Karakter 4x20
(Muhamad Syefudin, 2018)



Keterangan pin pada modul LCD 4 x20 dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Pin dan Fungsi LCD 4x20

PIN	Nama	Level	Fungsi
1	Vss	0V	<i>Ground</i>
2	Vdd	5V	<i>Supple Voltage for logic</i>
3	V0	(Variabel)	<i>Operating voltage for LCD</i>
4	RS	H/L	H: Data, L: <i>Instruction Code</i>
5	R/W	H/L	H: <i>Read (MPU->Module)</i> , L: <i>White (MPU->Module)</i>
6	E	H,H>L	<i>Chipe enable signal</i>
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit2
10	DB3	H/L	Data bit3
11	DB4	H/L	Data bit4
12	DB5	H/L	Data bit5
13	DB6	H/L	Data bit6
14	DB7	H/L	Data bit7
15	LED+	-	<i>Anode of Led Backlight</i>
16	LED-	-	<i>Cathode of Led Backlight</i>