

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Teknik menghindari arus berlebih karena kelebihan beban (over load) salah satunya dengan memasang resistor seri dengan beban, tapi misal nilai resistansi resistor terlalu besar maka akan mempengaruhi kinerja system elektronika yang ada. Rangkaian sensor over load (over load detector) ini dapat dijadikan solusi, karena rangkaian sensor over load ini berfungsi untuk mengukur kelebihan arus yang disebabkan beban berlebih atau over load. Rangkaian sensor over load ini disusun dengan Op-Amp LF351. Dioda Schottky dan resistor sebagai sensor yang dipasang dijalur yang arusnya ingin di control.

Pada saat arus yang mengalir pada resistor meningkat, tegangan pada input inverting Op-Amp menurun. Pada saat yang bersamaan tegangan akan drop, sehingga output dari Op-Amp akan beralih ke level tegangan suplai positif. Sebuah lampu indicator atau relay dapat dihubungkan ke output Op-Amp sebagai indicator arus berlebih atau pemutus arus pada saat terjadi arus berlebih tersebut.

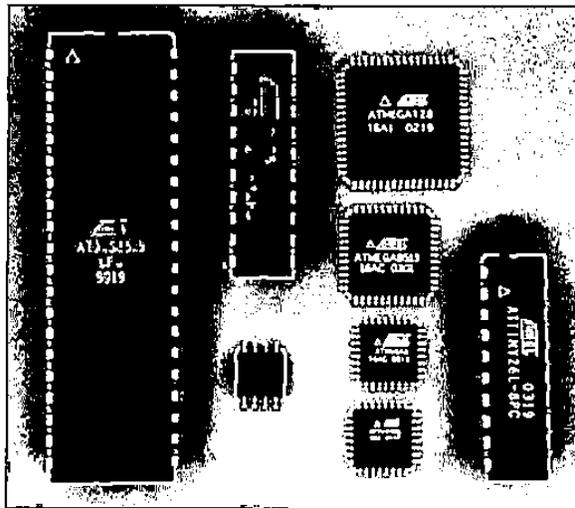
Kata Kunci : tegangan, Arus, Op-Amp

## **B. DASAR TEORI**

### **2.1 Kontroler**

Sistem kontroler yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah sistem kontroler yang dibangun dengan menggunakan sistem berbasis mikrokontroller, dimana mikrokontroller yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah jenis mikrokontroller keluarga AVR, yang bertugas sebagai pusat pengendalian alat dalam melakukan tugasnya.

#### **2.11 Mikrokontroller AVR**



Gambar 2.1 Jenis-Jenis Mikrokontroller

#### **a. Mikrokontroller Keluarga AVR**

Mikrokontroller AVR merupakan keluarga mikrokontroller RISC keluarga Atmel. Konsep arsitektur AVR pada mulanya dibuat oleh 2 orang mahasiswa di Norwegia Institute of Technology (NTH) yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard

Wollan yang kemudian selanjutnya dikembangkan oleh perusahaan Atmel Norwegia.

#### **b. Arsitektur AVR**

AVR merupakan mikrokontroler dengan arsitektur Harvard dimana antara kode program dan data disimpan dalam memori secara terpisah. Umumnya arsitektur Harvard ini menyimpan kode program dalam memory permanen atau semi-permanen (non volatile) sedangkan data disimpan dalam memori tidak permanen (volatile). Sehingga dengan arsitektur seperti ini memori program mikrokontroler menjadi lebih terlindungi dari spike tegangan dan faktor lingkungan lain yang dapat merusak kode program. Beberapa jenis AVR memiliki memory Flash, EEPROM dan SRAM yang semuanya terintegrasi dalam satu IC, sehingga untuk aplikasi-aplikasi tertentu tidak akan memerlukan memory eksternal.

#### **c. Memori Program**

Kode program/instruksi disimpan dalam Flash memory, yaitu memory jenis non-volatile yang tidak akan hilang datanya meskipun catu daya dimatikan. Hampir semua instruksi berukuran 16-bit yaitu terdiri dari upcode dan data atau operand yang nantinya akan diolah oleh instruksi tersebut. Memori flash ini akan dialamati 16-bit per siklus instruksi. Hal ini tentu berbeda dengan mikrokontroler pada umumnya dan sedikit membingungkan, karena mikrokontroler AVR 8-bit memiliki lebar memory program 16-bit tetapi memory data RAM 8-bit. Jadi

setiap pengalamatan program akan mengambil data selebar 16 bit tetapi untuk pengalamatan data RAM hanya 8 bit.

Meskipun tidak berlaku untuk semuanya tetapi pada umumnya ukuran kapasitas memori program keluarga AVR ditunjukkan. Sebagai contoh ATmega64x berarti memiliki kapasitas memori program sebesar 64 Kbyte.

#### **d. Memori Data Dan Register**

Ruang alamat memori data terdiri dari register utama, register I/O, dan SRAM. Keluarga AVR memiliki 32 byte register utama dan diklsifikasikan tiap 8-bit. 32 register ini dipetakan dalam alamat memori paling awal yaitu pada alamat 0000h – 001fh. Selanjutnya 64 byte berikutnya digunakan untuk register I/O (0020h – 005Fh). Dan kemudian SRAM dimulai dari alamat 0060h sampai kapasitas memory habis. Pada beberapa AVR ruang register I/O masih bisa diperluas dengan menggunakan teknik memori mapped I/O dengan mengambil bagian tertentu dari alamat SRAM. Meskipun terdapat pemisahan antara register utama dan register I/O tetapi semuanya tetap dapat diakses dan dimanipulasi seperti halnya megakses SRAM.

#### **e. Eeprom**

Beberapa mikrokontroler AVR juga telah memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) internal sebagai tempat penyimpanan data semi permanen. Jadi seperti halnya flash memori, EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan. EEPROM internal ini tidak dipetakan bersama dengan Register utama, register I/O dan SRAM di

atas. EEPROM hanya dapat diakses melalui register spesial dan operasi read/write sehingga waktu aksesnya lebih lambat dari pada mengakses register ataupun RAM.

#### **f. Eksekusi Program**

Keluarga AVR hanya memiliki satu alur waktu eksekusi. Instruksi mesin berikutnya diambil bersamaan dengan instruksi yang sekarang sedang dikerjakan. Hampir semua instruksi dilakukan hanya dalam satu atau dua siklus detak (clock). Hal ini yang membuat AVR relatif lebih cepat bila dibandingkan dengan mikrokontroler 8-bit lainnya. Selain itu mikrokontroler AVR juga didesain memiliki efisiensi eksekusi yang baik untuk kode program hasil kompiler C. Maksudnya adalah kode program yang dituliskan dalam bahasa C setelah dikompile akan menghasilkan file dengan ukuran yang tidak jauh berbeda dengan kode program yang dituliskan menggunakan assembler.

#### **g. Kecepatan**

Umumnya mikrokontroler keluarga AVR memiliki kecepatan clock dari 0 – 16 MHz, tetapi ada beberapa yang bisa sampai dengan clock 20 MHz. Mikrokontroler AVR dapat diatur pada mode kerja tertentu agar penggunaan dayanya rendah tetapi untuk melakukan hal ini harus diikuti dengan pengurangan kecepatan clock. Semua keluarga AVR memiliki fitur on-chip oscillator, sehingga tidak memerlukan clock eksternal dan hampir semua instruksi AVR memakan 1 siklus instruksi sehingga AVR dapat mencapai kecepatan hampir

## **h. Pengembangan**

AVR memiliki banyak fasilitas pengembangan yang tersedia dengan harga yang murah, bahkan gratis. Selain itu kompatibilitas diantara chip keluarga AVR juga sangat baik.

Mikrokontroler keluarga AVR yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah ATmega 8535L, dikarenakan mikrokontroler seri ini memiliki fasilitas yang memadai untuk mengerjakan tugas-tugas atau perintah yang dilakukan dari pengendali. Kapasitas programnya cukup dan tidak terlalu besar. Dari perbandingan dan penyesuaian akan kebutuhan yang digunakan pada alat yang dirancang maka dipilihnya ATmega8535L.



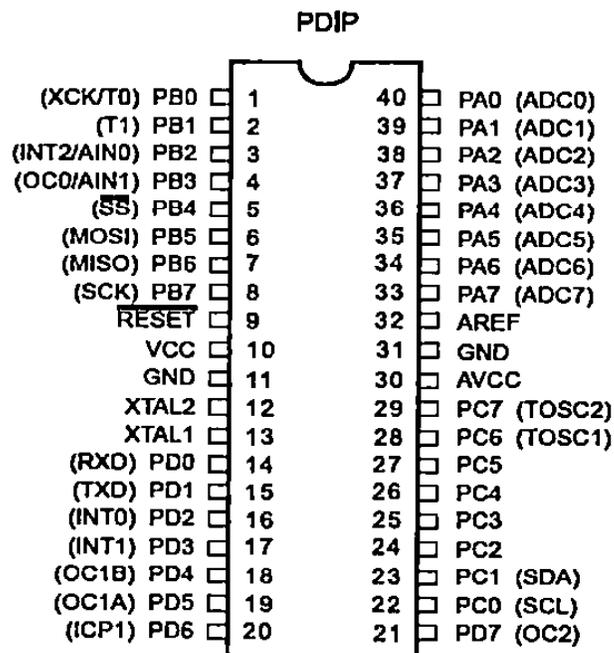
**Gambar 2.2 Chip Mikrokontroler ATmega8535L**

Berikut adalah fasilitas yang ada didalam Atmega8535L :

1. Saluran Input/Output ada 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.

2. ADC (Analog to Digital Converter) 10bit sebanyak 8 channel

3. Dua buah timer/counter 8 bit
4. Satu buah timer/counter 16 bit
5. Tegangan operasi 2.7v-5.5V
6. Internal SRAM sebesar 512 byte
7. EEPROM sebesar 512 bytes yang dapat diprogram saat beroperasi
8. Memory flash sebesar 8 KB
9. Unit interupsi internal dan eksternal
10. Antarmuka komparator analog
11. 4 channel PWM
12. Port USART programmable untuk komunikasi serial



Gambar 2.3 Pin out ATmega 8535L

Mikrokontroler ATmega8535L memiliki 40 pin untuk model PDIP, dan 44

pin untuk model TOFP dan PLCC. Nama-nama pin pada mikrokontroler ini adalah :

1. VCC untuk tegangan pencatu daya positif.
2. GND untuk tegangan pencatu daya negatif.
3. PortA (PA0 - PA7) sebagai port Input/Output dan memiliki kemampuan lain yaitu sebagai input untuk ADC
4. PortB (PB0 – PB7) sebagai port Input/Output dan juga memiliki kemampuan yang lain.
5. PortC (PC0 – PC7) sebagai port Input/Output untuk ATmega8535.
6. PortD (PD0 – PD7) sebagai port Input/Output dan juga memiliki kemampuan yang lain.
7. RESET untuk melakukan reset program dalam mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 untuk input pembangkit sinyal clock.
9. AVCC untuk pin masukan tegangan pencatu daya untuk ADC.
10. AREF untuk pin tegangan referensi ADC.

## 2.2 Sensor arus

Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah sensor arus ACS712-20A yang berfungsi untuk mendeteksi arus yang mengalir dari sumber ke beban.

Alat untuk mengukur arus dengan teknologi semikonduktor. Pengukuran arus ini menggunakan sensor arus ACS712-20A yang dapat dialiri oleh arus sebesar 20 Ampere yang dirancang untuk sistem instrumentasi.



Pin 6 and 7 are internally connected in shipping product. For compatibility with future devices, leave pin 6 floating.

Gambar 2.4 Sensor Arus ACS712-20A

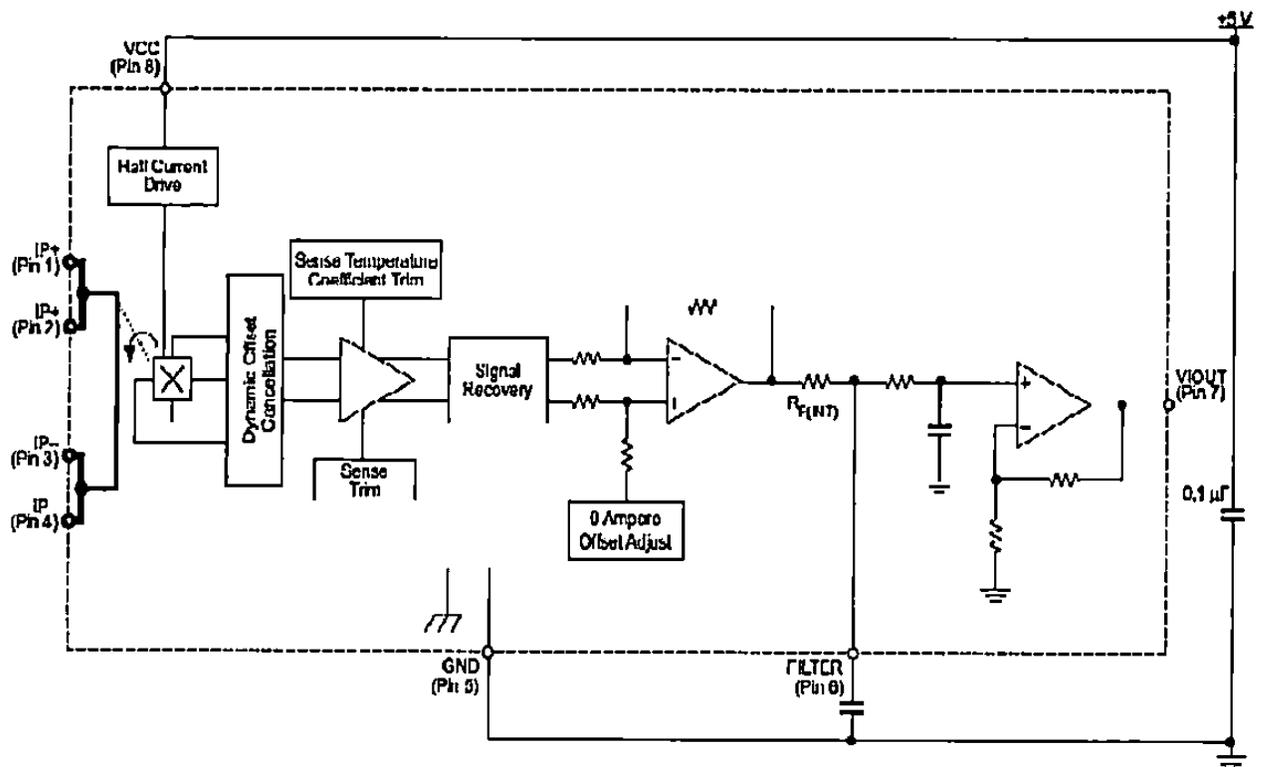
Peralatan ini diharapkan lebih efisien, sehingga tidak perlu harus menggunakan teknologi trafo arus untuk mengukur arus yang mengalir. Penelitian ini mengaplikasikan suatu komponen elektronika ke dalam suatu sistem perangkat elektronika yang nantinya diharapkan perangkat elektronika ini mempunyai fungsi sebagai penunjang dan memberikan manfaat dalam kehidupan manusia.

Fitur pada sensor arus ACS712-20A

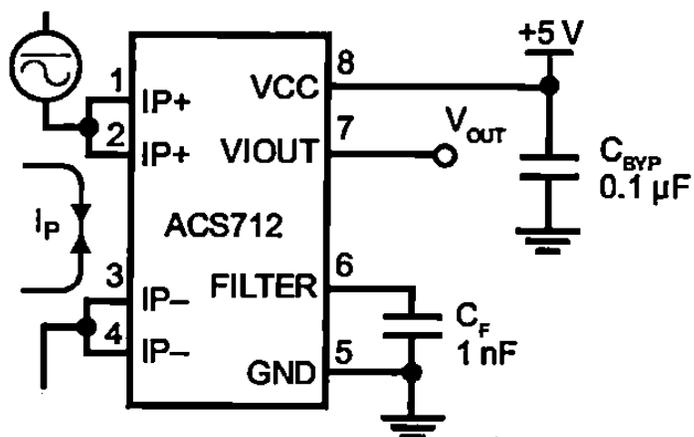
- Bandwidth perangkat diatur melalui pin FILTER baru
- Keluaran 5  $\mu$ s dalam menanggapi arus masukan
- Bandwidth 80 KHz
- Total error pada output 1,5%
- Resistansi konduktor internal 1,2 m $\Omega$
- Tegangan isolasi minimal 2.1 KVRMS dari pin 1-4 ke 5-8
- Catu daya tunggal 5 volt
- Sensitivitas output 65-185 mV/A

- Output tegangan sebanding dengan arus AC/DC
- Output sangat stabil dengan tegangan offset
- Histeresis magnetik hampir mendekati nol

Fungsi blok diagram :



Gambar 2.5 Blok Diagram Sensor Arus ACS712-20A



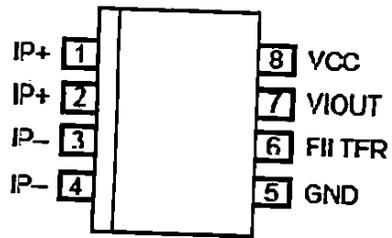
Gambar 2.6 Tipe Aplikasi Sensor Arus ACS712-20A

Rating maksimal sensor ACS712-20A

Tabel 2.1 : Rating maksimal sensor ACS712-20A

karakteristik	simbol	catatan	rating	satuan
Suplai tegangan	Vcc		8	V
Suplai tegangan terbalik	VRcc		-0.1	V
Tegangan output	Vout		8	V
Tegangan isolaasi	Viso	Pin 1-4 dan 5-8; 60Hz, 1menit, TA=25°C	2100	VAC
		Tegangan maks sesuai dengan UL60950-1	184	Vpeak
Isolasi tegangan dasar	Viso(bsc)	Pin 1-4 dan 5-8; 60Hz, 1menit, TA=25°C	1500	VAC
		Tegangan maks sesuai dengan UL60950-1	354	Vpeak
Arus sumber output	I <sub>out(source)</sub>		3	mA
Arus sumber dalam	I <sub>out(sink)</sub>		10	mA
Arus toleransi	I <sub>p</sub>	1 pulsa, 100ms	100	A
Suhu nominal operasi	T <sub>A</sub>	Range E	-40 s/d 85	°C
Temperatur max percabangan	T <sub>J(max)</sub>		165	°C
Temperatur penyimpanan	T <sub>stg</sub>		-65 s/d 170	°C

Berikut ini adalah Diagram pin keluaran beserta keterangan pada sensor arus ACS712-20A



Gambar 2.6 Diagram Pin Keluaran Sensor Arus ACS712-20A

Tabel 2.2 : keterangan gambar pin keluaran

Nomor	Nama	Keterangan
1 dan 2	IP+	Terminal arus positif
3 dan 4	IP-	Terminal arus negatif
5	GND	ground
6	FILTER	Terminal untuk kapasitor eksternal
7	VIout	Analog sinyal output
8	VCC	Terminal perangkat sumber

Karakteristik operasi pada sensor arus ACS712-20A selama rentan penuh pada  $T_A$ ,  $C_f = 1nF$  dan  $V_{cc} = 5v$  kecuali ditentukan

Tabel 2.3 : karakteristik operasi sensor arus ACS 712-20A

<b>karakteristik</b>	<b>simbol</b>	<b>Tes Kondisi</b>	<b>Minimal</b>	<b>Type</b>	<b>Maksimal</b>	<b>satuan</b>
Suplay Tegangan	Vcc		4.5	5.0	5.5	volt
Suplay Arus	Icc	Vcc=5v, output terbuka	-	10	13	mA
Kapasitansi beban output	Cload	VIout ke GND	-	-	10	nF
Resistif beban output	Rload	VIout ke GND	4.7	-	-	KΩ
Resistansi konduktor primer	Rprimer	TA=25°C	-	1.2	-	mΩ
Rise Time	tr	Ip=Ip(max), TA=25°C, Cout = open	-	5	-	μs
Frekuensi bandwidth nonlinear	f	-3dB, TA=25°C; Ip=10A peak to peak	-	80	-	KHz
	Elin	Selama rentan penuh pada Ip	-	1.5	-	%
Simetri	Esym	Selama rentan penuh pada Ip	98	100	102	%
Power on time	tpo	Output mencapai 90% dari tingkat steady-state, TJ=25°C	-	35	-	μs
Magnetic Coupling			-	12	-	G/A

Alat ini dapat dioperasikan pada tingkat arus primer yang lebih tinggi dan suhu leadframe internal asalkan suhu maksimum pada percabangan tidak terlampaui

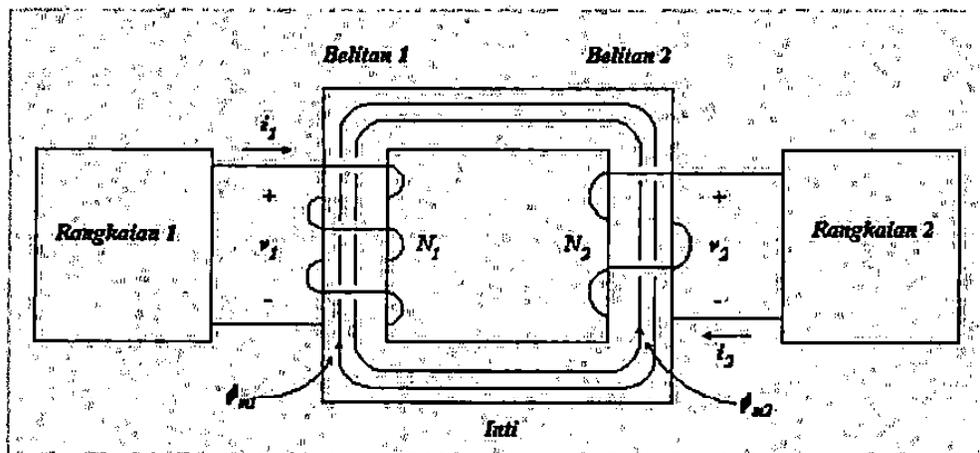
#### **Karakteristik performan TA=-40°C sampai 85°C, Cf=1nF dan Vcc=5volt**

Tabel 2.4: karakteristik performan TA=-40°C sampai 85°C, Cf=1nF dan Vcc=5volt

karakteristik	simbol	Kondisi	Minimal	Type	Maksimal	satuan
Range akurasi optimal	$I_p$		-20	-	20	A
Sensitivitas	sens	$T_A=25^\circ\text{c}$	96	100	104	mV/A
Noise	$V_{\text{noise}}$ (PP)	Peak to peak, $T_A=25^\circ\text{c}$ , 100mV/A program sensitif, $C_f=1\text{nF}$ , $C_{\text{out}}=\text{open}$ 2KHz bandwidth	-	11	-	mV
Arus puncak output	$\Delta I_{\text{out}}$ (Q)	$T_A=-40^\circ\text{c}$ s/d $25^\circ\text{c}$	-	-0.34	-	mV/ $^\circ\text{c}$
		$T_A=25^\circ\text{c}$ s/d $150^\circ\text{c}$	-	-0.07	-	mV/ $^\circ\text{c}$
Sensitivitas puncak	$\Delta \text{sens}$	$T_A=-40^\circ\text{c}$ s/d $25^\circ\text{c}$	-	0.017	-	mV/A/ $^\circ\text{c}$
		$T_A=25^\circ\text{c}$ s/d $150^\circ\text{c}$	-	0.004	-	mV/A/ $^\circ\text{c}$
Total error output	$E_{\text{tot}}$	$I_p=\pm 20\text{A}$ , $T_A=25^\circ\text{c}$	-	$\pm 1.5$	-	%

### 2.3 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi sebagai pendeteksi nilai tegangan AC yang mengalir pada alat tersebut. Sensor tegangan disini prinsipnya sama dengan trafo pengukuran tegangan pada gardu induk. Tegangan yang mengalir dari jala – jala PLN dan masuk pada trafo step down, lalu keluaran dari trafo step down disearahkan menggunakan dioda bridge dan dibagi tegangan agar tidak lebih dari 5 volt, karena Mikrokontroler hanya dapat membaca tegangan dari 0- 5 volt. Tegangan DC tersebut masuk ke port ADC dan dicari persamaannya agar mendapatkan nilai tegangan sebenarnya (tegangan AC)



Gambar 2.7 Trafo Step Down

Jika kita anggap kumparan 1 adalah sebagai kumparan primer, maka dengan adanya  $I_1$ , maka di dalam inti besi akan muncul fluks magnetik. Jika fluks magnetik yang muncul pada inti besi adalah berubah-ubah, maka pada kumparan sekunder akan muncul beda potensial. Fluks magnetik yang berubah-ubah ini dapat dibangkitkan jika  $V_1$  adalah sumber tegangan AC. Besarnya tegangan pada kumparan primer adalah sebanding dengan rasio jumlah lilit pada kumparan sekunder terhadap primer. Dari Gambar 2.2 dapat dilihat  $N_1$  sebanyak 3 lilit, sedangkan  $N_2$  adalah sebanyak 2 lilit, sehingga secara ideal, perbandingan tegangan antara  $V_1$  terhadap  $V_2$  adalah sebanding dengan  $N_1$  terhadap  $N_2$ .

## 2.4 Relay

Relay adalah suatu piranti yang menggunakan electromagnet untuk mengoperasikan suatu perangkat kontak saklar. Susunan relay paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi

Bila kumparan ini di energikan maka medan magnet yang terbentuk menarik armature berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanis saklar.

➤ Konstruksi relay

a. Coil

Material coil adalah tembaga yang mempunyai konduktivitas cukup tinggi yang dilapisi dengan bahan isolator. Maksud dilapisi isolator adalah untuk menghindari terjadinya kontak antara tembaga, karena lilitan coil ini digulung (winding) satu sama lain.

b. Casing

Material casing terdiri dari bahan thermoplastic dan thermosetting. Hal ini tergantung dari pemakaian konsumen, bila relay yang akan digunakan beroperasi pada temperature yang cukup tinggi maka casing relay harus di buat dari material thermosetting yang mempunyai sifat lebih tahan panas dari pada bahan thermoplastic.

c. Armature

Armature dibuat dari besi lunak dan yang sering dipakai terbuat dari silicon steel atau permalloy.

d. Contact

Untuk kebutuhan umum, contact biasa dibuat dari perak atau perak paduan. Tetapi material contact juga disesuaikan menurut besar kecilnya load.

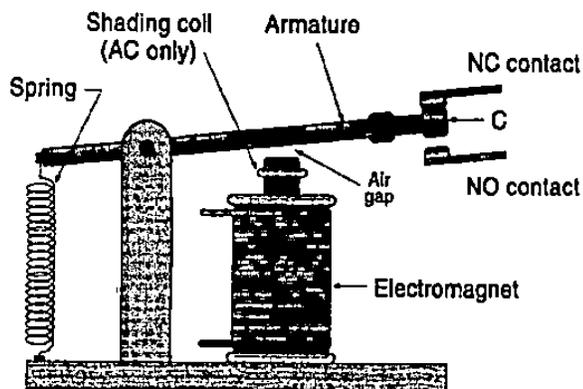
e. Core

Core pada umumnya dibuat dari besi lunak. Untuk membuat relay dapat dialiri arus AC maka core diberi lapisan baja.

➤ Prinsip kerja Relay

Prinsip dasar relay adalah desain kontaktor dan motor starter. Terdapat beberapa variasi dari solenoid yang secara prinsip digunakan untuk pengoperasian relay.

Pada dasarnya relay adalah set contact yang dikendalikan oleh coil. Coil relay menggunakan prinsip elektromagnetik seperti pada solenoid. Ketika relay diberi energy, akan timbul medan magnet yang menyebabkan armature tertarik ke tengah coil. Dari gambar terlihat bahwa armature adalah bagian relay yang menyebabkan contact bergerak dari posisi open ke posisi close. Begitu pula jika relay tidak diberi energy maka medan elektromagnetik lenyap dan armature kembali ke posisi semula yang berarti contact kembali dari posisi



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Relay

➤ **Macam-macam konfigurasi relay**

Konfigurasi relay digolongkan berdasarkan jumlah pole dan throw

- a) Pole : Banyaknya kontak yang dimiliki oleh relay
- b) Throw : banyaknya kondisi ( state ) yang mungkin dimiliki kontak

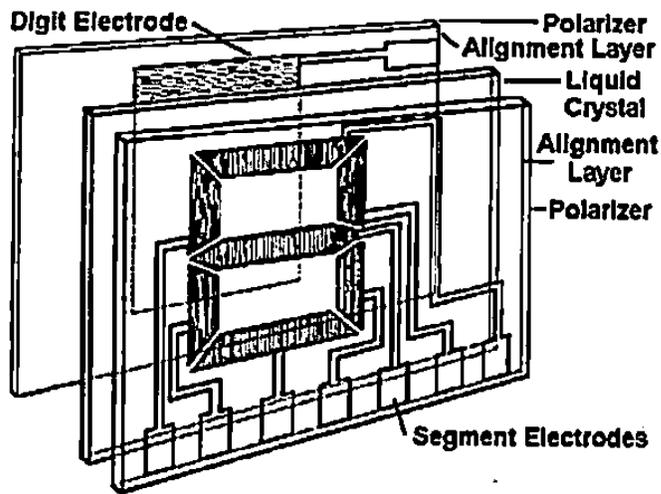
➤ **Fungsi Relay**

- a) Penguat daya
- b) Pengaman atau isolator
- c) Implementasi logika control

## 2.5 LCD ( *Liquid Crystal Display* )

LCD dibuat dari Kristal cair yang merespon adanya medan listrik. Kristal tersebut terdiri atas molekul seperti batang yang apabila terkena medan listrik akan menyusun diri agar melewatkan ataupun menahan cahaya yang mengenainya. Oleh karena itu, diperlukan sumber cahaya lain agar terlihat.

Lapisan film yang berisi Kristal cair diletakan diantara 2 lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan seperti terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.9 LCD ( Licuid Cristal Display)

Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan.

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital dan instrument elektronik lainnya.

LCD umumnya dikemas dalam bentuk Dual Inline Package ( DIP ) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola baik karakter ataupun gambar pada

kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode *screening*. Metode *Screening* adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD.

## 2.6 Catu Daya

System minimum dan rangkaian lain seperti modul sensor, LCD, microprocessor memerlukan tegangan DC 5Volt untuk beroperasi. Tegangan ini bisa diperoleh langsung dari sumber tegangan listrik AC atau DC, tentu saja setelah melalui proses penurunan tegangan oleh rangkaian regulator.

Rangkaian regulator berfungsi untuk menstabilkan tegangan baik dari baterai ataupun sumber tegangan lainnya. LM331 merupakan IC regulator yang mempunyai keluaran  $\pm 5$  V dan dapat bekerja dengan baik jika tegangan input (  $V_{in}$  ) lebih besar minimal 2.5 V dari pada tegangan output (  $V_{out}$  ). Biasanya perbedaan tegangan input dengan output yang direkomendasikan tertera pada data sheet komponen tersebut.

Pada alat yang dirancang ini menggunakan 2 catu daya yaitu  $\pm 5$  volt dan  $\pm 12$  volt. Dimana tegangan  $\pm 12$  volt digunakan untuk catu daya pada LCD yang berfungsi untuk menampilkan data.