

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cos phi

Cos phi meter berasal dari kata cos phi dan meter. Yang artinya, cos  $\phi$  (cosphi) yang berarti beda fasa antara daya nyata dengan daya semu, arus resistif dengan arus total, maupun tahanan resistif dengan impedansi. Dan meter yaitu satuan dari ukuran atau bisa juga diartikan alat pembaca besaran (ukuran), maka itu disebut cos phi meter.

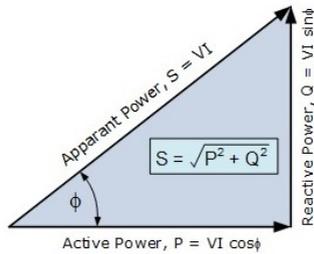
Cos phi meter adalah alat yang digunakan untuk mengetahui, besarnya faktor kerja (power factor) yang merupakan beda fase antara tegangan dan arus. Dalam pengertian sehari-hari disebut pengukur Cosinus phi ( $\phi$ ). Tujuan pengukuran  $\text{Cos}\phi$  atau pengukur nilai cosinus sudut fasa adalah memberikan penunjukan secara langsung dari selisih fasa yang timbul antara arus dan tegangan. Cara penyambungan adalah sama dengan pengukuran watt meter.

Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya, yaitu daya aktif atau real power (P), daya reaktif atau reactive power (Q), dan daya nyata atau apparent power (S).

Daya aktif adalah daya yang dimanfaatkan oleh konsumen, dapat dikonversi ke pekerjaan yang bermanfaat (pekerjaan yang sebenarnya), bisa berubah menjadi energi gerak pada motor, bisa menjadi panas pada heater, ataupun dapat diubah ke bentuk energi nyata lainnya. Perlu diingat bahwa daya ini memiliki satuan watt (W) atau kilowatt (kW).

Daya reaktif adalah daya yang digunakan untuk membangkitkan medan / daya magnetik. Daya ini memiliki satuan volt – ampere – reaktif (VAR) atau kilovar (kVAR). Daya reaktif sering juga dijelaskan dengan daya yang timbul akibat penggunaan beban yang bersifat induktif atau kapasitif. Contoh beban yang bersifat induktif (menyerap daya reaktif) adalah transformer, lampu TL, dan belitan. Pada konsumen level industri, beban induktif yang paling banyak digunakan adalah motor listrik atau pompa listrik. Sedangkan contoh beban kapasitif (mengeluarkan daya reaktif) adalah kapasitor. Pembahasan tentang hubungannya dengan faktor daya atau cos  $\phi$  akan dibahas berikutnya.

Daya nyata merupakan jumlah daya total yang terdiri dari daya reaktif (P) dan daya reaktif (Q) yang dirumuskan :  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$   
Hubungan ketiga daya itu dapat juga digambarkan dalam bentuk segitiga daya seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Segitiga Daya

Oleh karena hal ini, istilah faktor daya (PF) juga sering dikenal dengan sebutan nilai  $\cos \phi$ .

Ada dua macam yang terkandung dalam rangkaian  $\cos \phi$ , yaitu :

### 1. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Elemen atau komponen yang akan dibahas pada mata kuliah Rangkaian Listrik terbatas pada elemen atau komponen yang memiliki dua buah terminal atau kutub pada kedua ujungnya. Pembatasan elemen atau komponen listrik pada Rangkaian Listrik dapat dikelompokkan kedalam elemen atau komponen aktif dan pasif. Elemen aktif adalah elemen yang menghasilkan energi dalam hal ini adalah sumber tegangan dan sumber arus, mengenai sumber ini akan dijelaskan pada bab berikutnya. Elemen lain adalah elemen pasif dimana elemen ini tidak dapat menghasilkan energi, dapat dikelompokkan menjadi elemen yang hanya dapat menyerap energi dalam hal ini hanya terdapat pada komponen resistor atau banyak juga yang menyebutkan tahanan atau hambatan dengan simbol  $R$ , dan komponen pasif yang dapat menyimpan energi juga diklasifikasikan menjadi dua yaitu komponen atau elemen yang menyerap energi dalam bentuk medan magnet dalam hal ini induktor atau sering juga disebut sebagai lilitan, belitan atau kumparan dengan simbol  $L$ , dan komponen pasif yang menyerap energi dalam bentuk medan magnet dalam hal ini adalah kapasitor atau sering juga dikatakan dengan kondensator dengan simbol  $C$ , pembahasan mengenai ketiga komponen pasif tersebut nantinya akan dijelaskan pada bab berikutnya.

Elemen atau kompoen listrik yang dibicarakan disini adalah elemen listrik dua terminal,yaitu :

- a. Sumber tegangan
- b. Sumber arus
- c. Resistor ( R )
- d. Induktor ( L )
- e. Kapasitor ( C )

## 2. Daya

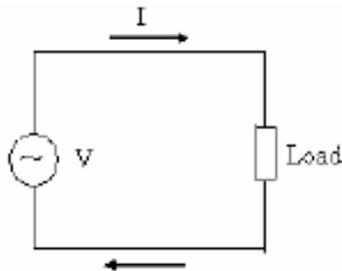
Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \phi$$

$$P = \text{Watt Jenis Beban}$$



Gambar 2.2 Arah aliran arus listrik

### a. Beban resistif

Beban resistif adalah yang merupakan suatu resistor murni, contoh: lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif

dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa.

Secara matematis dinyatakan :

$$R = V / I$$



Gambar 2.3 Arus dan tegangan pada beban resistif



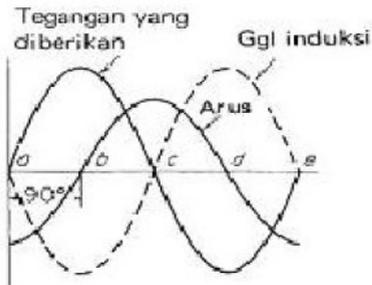
Gambar 2.4 Skematik Diagram Kerja Beban Resistif

### b. Beban Induktif

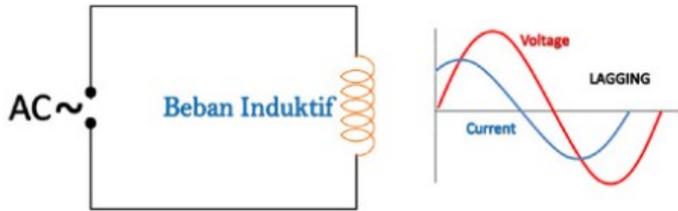
Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contoh : motor – motor listrik, induktor dan transformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar  $\phi^\circ$ .

Secara matematis dinyatakan :

$$X_L = 2\pi f.L$$



Gambar 2.5 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif



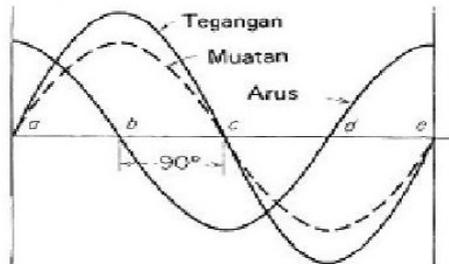
Gambar 2.6 Skematik Diagram Kerja Beban Induktif

**c. Beban Kapasitif**

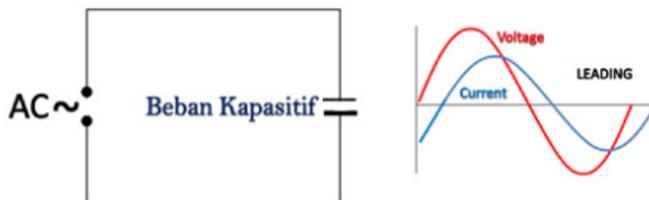
Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “leading”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar  $\varphi^\circ$ .

Secara matematis dinyatakan :

$$XC = 1 / 2\pi fC$$



Gambar 2.7 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif



Gambar 2.8 Skematik Diagram Kerja Beban Kapasitif

## a. Perhitungan Daya

### 1. Daya aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P = 3 \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \varphi$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

### 2. Daya reaktif

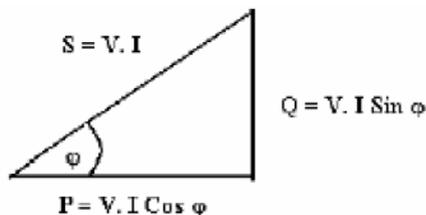
Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$Q = 3 \cdot VL \cdot IL \cdot \sin \varphi$$

### 3. Daya semu

Daya nyata (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.



Gambar 2.9 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

$S = P + jQ$ , mempunyai nilai/ besar dan sudut

$$S = S < \varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} < \varphi$$

Untuk mendapatkan daya satu phasa, maka dapat diturunkan persamaannya seperti di bawah ini :

$$S = P + jQ$$

Dari gambar 2 terlihat bahwa

$$P = V.I \cos \varphi$$

$$Q = V. I \sin \varphi$$

maka :

$$S_{1\varphi} = V. I. \cos \varphi + j V. I \sin \varphi$$

$$S_{1\varphi} = V. I. (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$

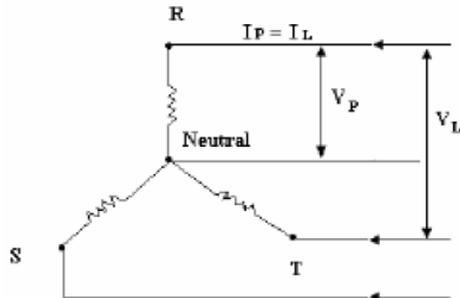
$$S_{1\varphi} = V. I. e^{j < \varphi}$$

$$S_{1\varphi} = V. I \varphi^*$$

$$S_{1\varphi} = V. I^*$$

Sedangkan untuk rangkaian tiga fase mempunyai 2 bentuk hubungan yaitu :

Hubungan Wye (Y)



Gambar 2.10 Hubungan bintang

dimana :

$V_{RS} = V_{RT} = V_{ST} = V_L$  ; Tegangan antar fasa

$V_{RN} = V_{SN} = V_{TN} = V_P$  ; Tegangan fasa

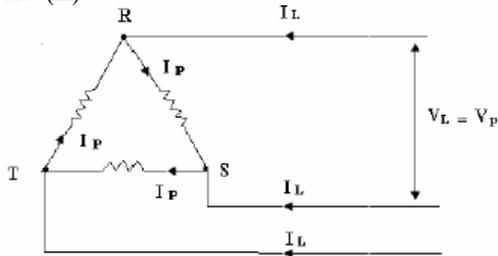
$I_R = I_S = I_T = I_L (I_P)$  ; Arus fasa /Arus saluran

Bila  $I_L$  adalah arus saluran dan  $I_P$  adalah arus fasa, maka akan berlaku hubungan :

$$I_L = I_P$$

$$V_L = 3 V_P$$

## Hubungan Delta ( $\Delta$ )



Gambar 2.11 Hubungan delta

Di mana :

$I_{RS} = I_{ST} = I_{TR} = I_P$  ; Arus fasa

$I_R = I_S = I_T = I_L$  ; Arus saluran

$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = V_L (V_P)$  ; Tegangan antar fasa

Bila  $V_L$  adalah tegangan antar fasa dan  $V_P$  adalah tegangan fasa maka berlaku hubungan :

$V_L = V_P$

$I_L = 3 \cdot I_P$

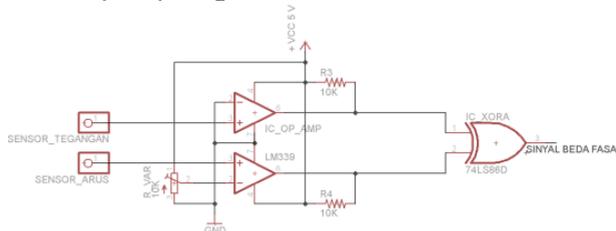
Dari kedua macam rangkaian di atas, untuk mendapatkan daya tiga fasanya

maka dapat digunakan rumus :

$S(3) = 3 \cdot V_L \cdot I_L$

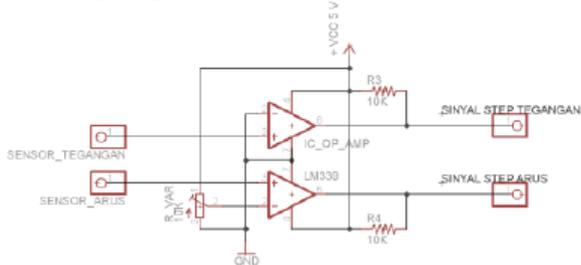
## 2.3 Metode deteksi perangkat analiser nilai kapasitor (Zero Crossing)

Rangkaian phase detector berfungsi untuk membandingkan sinyal step arus dan tegangan dan dibaca beda fasanya menggunakan IC Gerbang XOR 74LS86 seperti pada gambar 9.



Gambar 2.12 Rangkaian Phase detector

Rangkaian Zero crossing berfungsi untuk mengkonversi sinyal sinusoidal arus dan tegangan menjadi sinyal step. IC Op-Amp LM339 sebagai komparator [4] seperti pada gambar 10.

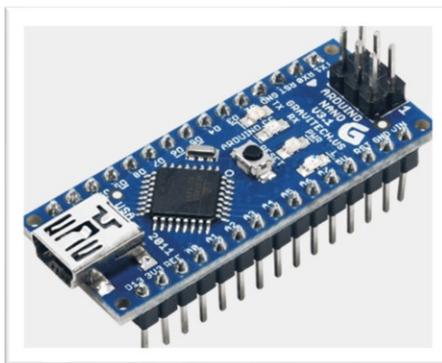


Gambar 2.13 Rangkaian zero crossing

## 2.4 Purwarupa Alat Deteksi Nilai Kapasitor

### 2.4.1. Arduino

Arduino Nano adalah papan kecil, lengkap, dan ramah papan tempat memotong roti berdasarkan ATmega328 (Arduino Nano 3.0) atau ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Ini memiliki fungsi yang kurang lebih sama dari Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Tidak hanya memiliki colokan listrik DC, dan bekerja dengan kabel USB Mini-B, bukan yang standar. Nano dirancang dan diproduksi oleh Gravitech.



Gambar 2.14 Arduino Nano

Arduino Nano 2.3 (ATmega168): manual (pdf), file Eagle. Catatan: karena versi gratis Eagle tidak dapat menangani lebih dari 2 lapisan, dan

versi Nano ini 4 lapis, diterbitkan di sini tanpa perusakan, sehingga pengguna dapat membuka dan menggunakannya dalam versi gratis Eagle.

Spesifikasi:

- 1) Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau ATmega328
- 2) Tegangan Pengoperasian: (level logika) 5 V
- 3) Tegangan Input: (disarankan) 7-12 V
- 4) Tegangan Input: (batas) 6-20 V
- 5) Digital I / O Pins: 14 (dimana 6 menyediakan output PWM)
- 6) Pin Input Analog: 8
- 7) Arus DC per Pin I / O: 40 mA
- 8) Memori Flash: 16 KB (ATmega168) atau 32 KB (ATmega328) yang 2 KB digunakan oleh bootloader
- 9) SRAM: 1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
- 10)EEPROM: 512 byte (ATmega168) atau 1 KB (ATmega328)
- 11)Kecepatan Clock: 16 MHz
- 12)Dimensi: 0,73 "x 1,70"
- 13)Power

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi Mini-B USB, catu daya eksternal 6-20V yang tidak diatur (pin 30), atau catu daya eksternal yang diatur 5V (pin 27). Sumber daya dipilih secara otomatis ke sumber tegangan tertinggi.

Chip FTDI FT232RL pada Nano hanya diberdayakan jika papan sedang didukung melalui USB. Akibatnya, ketika dijalankan dengan daya eksternal (non-USB), output 3.3V (yang dipasok oleh chip FTDI) tidak tersedia dan RX dan TX LED akan berkedip jika pin digital 0 atau 1 tinggi.

Memory

ATmega168 memiliki memori flash 16 KB untuk menyimpan kode (yang 2 KB digunakan untuk bootloader); ATmega328 memiliki 32 KB, (juga dengan 2 KB digunakan untuk bootloader). ATmega168 memiliki 1 KB SRAM dan EEPROM 512 byte (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM); ATmega328 memiliki 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM.

## Masukan dan Keluaran

Masing-masing dari 14 pin digital pada Nano dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi pada 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (terputus secara default) 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus: Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip Serial FTDI USB-to-TTL. Interupsi Eksternal: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, naik atau turunnya tepi, atau perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk detailnya.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`.

SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, yang, meskipun disediakan oleh perangkat keras yang mendasarinya, saat ini tidak termasuk dalam bahasa Arduino.

LED: 13. Ada LED bawaan yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai TINGGI, LED menyala, ketika pin RENDAH, mati.

Nano memiliki 8 input analog, yang masing-masing memberikan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default mereka mengukur dari ground ke 5 volt, meskipun apakah mungkin untuk mengubah ujung atas rentang mereka menggunakan fungsi `analogReference()`. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1) I2C: 4 (SDA) dan 5 (SCL). Mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan `Wire` (dokumentasi di situs web `Wiring`).

Ada beberapa pin lain di papan tulis:

- a. AREF. Tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- b. Reset. Bawa baris ini RENDAH untuk mengatur ulang mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset ke perisai yang memblokir yang ada di papan tulis.

## Komunikasi

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega168 dan ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). FTDI FT232RL pada papan saluran komunikasi serial ini melalui USB dan driver FTDI (termasuk

dengan perangkat lunak Arduino) menyediakan port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana untuk dikirim ke dan dari papan Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip FTDI dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1.

Pustaka SoftwareSerial memungkinkan komunikasi serial pada salah satu pin digital Nano. Atmega168 dan ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino mencakup perpustakaan Wire untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C; lihat dokumentasi untuk detailnya. Untuk menggunakan komunikasi SPI, silakan lihat lembar data ATmega168 atau ATmega328.

#### Pemrograman

Arduino Nano dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino (unduh). Pilih "Arduino Diecimila, Duemilanove, atau Nano w / ATmega168" atau "Arduino Duemilanove atau Nano w / ATmega328" dari menu Tools> Board (sesuai dengan mikrokontroler di papan Anda). Untuk detailnya, lihat referensi dan tutorialnya.

ATmega168 atau ATmega328 pada Arduino Nano hadir dengan bootloader yang memungkinkan Anda untuk mengunggah kode baru tanpa menggunakan programmer perangkat keras eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli (referensi, file header C).

Anda juga dapat mem-bypass bootloader dan memprogram mikrokontroler melalui header ICSP (In-Circuit Serial Programming); lihat instruksi ini untuk detailnya.

#### Reset Otomatis (Perangkat Lunak)

Alih-alih membutuhkan penekanan fisik tombol reset sebelum diunggah, Arduino Nano dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengaturan ulang oleh perangkat lunak yang dijalankan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol aliran perangkat keras (DTR) FT232RL terhubung ke jalur reset ATmega168 atau ATmega328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Ketika garis ini dinyatakan (diambil rendah), garis reset turun cukup lama untuk mengatur ulang chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda mengunggah kode hanya dengan menekan tombol unggah di lingkungan

Arduino. Ini berarti bahwa bootloader dapat memiliki batas waktu lebih pendek, karena penurunan DTR dapat dikoordinasikan dengan baik dengan dimulainya pengunggahan.

Pengaturan ini memiliki implikasi lain. Ketika Nano terhubung ke komputer yang menjalankan Mac OS X atau Linux, Nano akan me-reset setiap kali koneksi dibuat dari perangkat lunak (melalui USB). Selama setengah detik berikutnya, bootloader berjalan pada Nano. Meskipun diprogram untuk mengabaikan data yang cacat (mis. Apa pun selain mengunggah kode baru), itu akan mencegat beberapa byte pertama data yang dikirim ke papan setelah koneksi dibuka. Jika sketsa yang berjalan di papan menerima konfigurasi satu kali atau data lain saat pertama kali dimulai, pastikan bahwa perangkat lunak yang digunakannya berkomunikasi menunggu satu detik setelah membuka koneksi dan sebelum mengirim data ini.

#### 2.4.2. Sensor Arus SCT 013-000

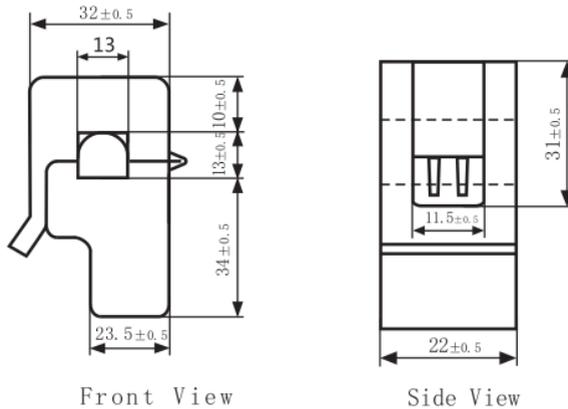


Gambar 2.15 Sensor SCT 013-000

Sensor SCT-013-000 adalah sensor yang digunakan sebagai kelengkapan untuk membaca seberapa besar nilai arus yang lewat pada suatu penghantar terhadap suatu beban. Prinsip kerja dasar dari sensor arus ini adalah sebuah penghantar yang dilewati oleh arus akan dilewatkan oleh sebuah ring toroid yang lalu nantinya akan menimbulkan medan magnet, sehingga pada komponen sensor tadi

memiliki fluks magnet yang menginduksi kumparan di dalam sensor tersebut sehingga akan memunculkan sinyal listrik yang nantinya akan dibaca dan dikonversikan oleh arduino. Beberapa karakteristik dari sensor ini yaitu:

- Dimensinya berkisar antara 13mm x 13mm.
- Panjang kabel sampai menuju jack output  $\pm 1$ m.
- Inti material ferrite.
- Fire resistance property: in accordance with UL 94-V0.
- Ketahanan sifat dielektrik : 1000V AC/1 MIN 5mA.



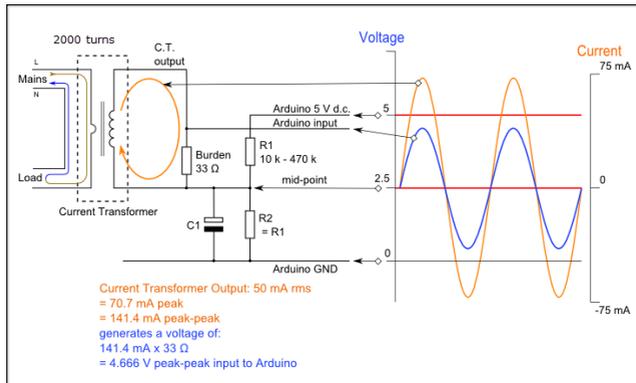
Gambar 2.16 Dimensi Sensor SCT 013-000

input current	output voltage	non-linearity	build-in sampling resistance (R <sub>t</sub> )
0-100A	0-50mV	$\pm 3\%$	$\Omega$
turn ratio	resistance grade	work temperature	dielectric strength(between shell and output)
100A:0.05A	Grade B	-25°C ~ +70°C	1000V AC/1min 5mA

Tabel 2.1 Paramater Sensor SCT 013-000

Dengan memanfaatkan sinyal hasil induksi medan magnet terhadap kumparan di dalam sensor, maka akan diperoleh nilai arus yang dilewatkan menuju beban, dengan teknik seperti ini akan membentuk sinyal berupa gelombang sinusioda. Prinsip tersebut diterapkan pada sensor arus SCT 013-000 yang memiliki spesifikasi range pengukuran arus dari 0A sampai 100A. Dibagian dalam dari sensor ini terdapat dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, pada kumparan primer dililitkan kesuatu inti besi. Nilai arus yang terdeteksi akan dialirkan dari kumparan primer

menuju kumparan sekunder untuk selanjutnya dibaca nilainya oleh arduino.



Gambar 2.17 Skematik Diagram Kerja Sensor SCT 013-000

Prinsip dasarnya adalah arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menginduksi inti besi yang telah dililitkan kumparan sekunder sehingga akan memunculkan nilai listrik dari hasil induksi, nilai inilah yang dimanfaatkan oleh arduino untuk diolah dan dikalkulasikan demi mendapatkan parameter tertentu.

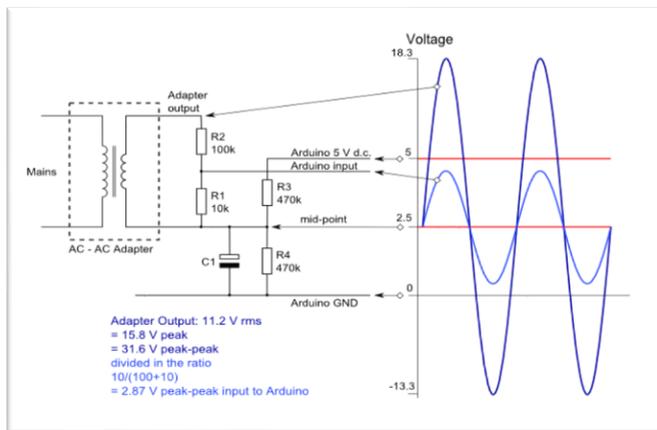
### 2.4.3. Sensor Tegangan Trafo 1 A



Gambar 2.18 Trafo Step Down 1 A

Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Trafo (Transformator) dapat ditemukan di mana-mana dibanyak peralatan listrik sekitar kita. Tanpa trafo (transformator) kita tidak dapat menggunakan sebagian besar peralatan listrik kita. Sebuah trafo (transformator) memiliki dua kumparan yang dinamakan kumparan primer dan kumparan sekunder. Trafo (transformator) dirancang sedemikian rupa sehingga hampir seluruh fluks magnet yang dihasilkan arus pada kumparan primer dapat masuk ke kumparan sekunder. Bentuk trafo (transformator) hampir sama dengan cincin induksi Faraday, terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada inti besi lunak secara terpisah.

Dalam perancangan sensor tegangan digunakan transformator step-down untuk menurunkan tegangan dari level tegangan tinggi ke level tegangan rendah. Keluaran trafo masih berupa tegangan AC sehingga dibutuhkan rangkaian pengkondisian sinyal agar di dapat tegangan yang aman bagi Arduino rangkaian sensor tegangan yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 2.19 Skematik Diagram Kerja Sensor SCT 013-000 Tegangan.

#### 2.4.4. LCD 20x4

LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek

penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun.



Gambar 2.20 LCD ( Liquid Crystal Display )20 x 4

*Liquid Crystal Display* (LCD) 20x4 Karakter, merupakan jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada tugas akhir ini LCD 20x4cm dimanfaatkan sebagai penampil nilai kapasitor dan  $\cos \phi$  memudahkan dalam hal *monitoring*.

#### **2.4.4.1. Sistem dan Material LCD 20x4**

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan segmen-segmen dan lapisan elektroda pada lapisan belakang LCD. Apabila elektroda LCD diaktifkan dengan sumber tegangan, molekul-molekul organik yang terdapat di dalam LCD akan menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen.

Lapisan LCD ini berlapis-lapis dan memiliki polizer cahaya vertikal depan dan polizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tersebut tidak dapat melewati molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi lebih gelap dan akan membentuk karakter yang kita inginkan.

#### **2.4.4.2. Memori LCD 20x4**

Dalam modul LCD (Liquid Crystal Display) di dalamnya terdapat mikrokontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter

yang ada di dalam LCD. Mikrokontroler pada display ini dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD adalah:

- a. **DDRAM (Display Data Random Access Memory)** merupakan memori tempat menyimpan dan memproses karakter yang akan ditampilkan.
- b. **CGRAM (Character Generator Random Access Memory)** merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang dibentuk dapat diubah-ubah sesuai keinginan.
- c. **CGROM (Character Generator Read Only Memory)** merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang telah dirancang secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD, sehingga user hanya tinggal mengambilnya saja sesuai alamat memorinya dan tidak dapat mengedit karakter dasar yang terdapat dalam memori CGROM tersebut.

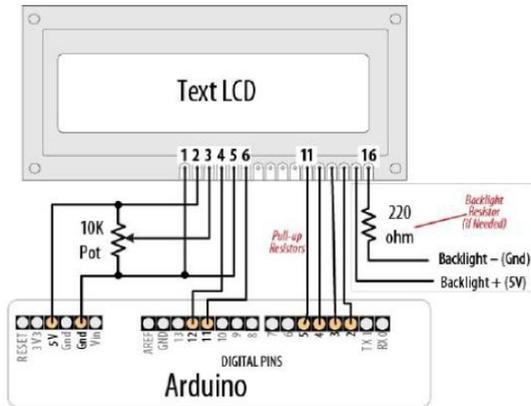
#### **2.4.4.3. Register Pada LCD 20x4**

Ada 2 jenis register yang digunakan pada LCD untuk melakukan tugas kontrolnya sebagai pembentuk karakter diantaranya:

- a. **Register Perintah** yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke LCD pada saat proses penulisan data.
- b. **Register Data** yaitu register untuk menuliskan atau membaca data menuju DDRAM tentunya dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

#### **2.4.4.4. Sumber Cahaya Di Dalam Sebuah Perangkat LCD**

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. Gambar 2.10 di bawah ini adalah koneksi pin Arduino dengan tampilan LCD, sebagai berikut :



Gambar 2.21 Koneksi Pin Arduino dengan Tampilan LCD

Berikut ini merupakan keuntungan jika kita ingin menggunakan tampilan LCD 20 x 4 karakter :

1. Konsumsi daya rendah
2. Biaya rendah
3. Bentuknya padat dan ringan
4. Panas yang dipancarkan sedikit
5. Penggunaannya mudah

#### 2.4.4.5. Konfigurasi Pin LCD 20x4

Berikut adalah konfigurasi kaki-kaki LCD karakter 20x4 untuk mengkoneksikannya ke board arduino:

Pin No	Symbol	Details
1	GND	Ground
2	Vcc	Supply Voltage +5V
3	V <sub>o</sub>	Contrast adjustment
4	RS	0->Control input, 1-> Data input
5	R/W	Read/ Write
6	E	Enable
7 to 14	D0 to D7	Data
15	VB1	Backlight +5V
16	VB0	Backlight ground

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD 20x4

Berdasarkan Tabel 2.2 di atas, pin arduino untuk fungsi RS, Enable, D4 – D7 dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. Jadi tidak harus sama persis. Dalam tugas akhir ini, penulis mengubah fungsi RS ke pin digital 7, fungsi Enable ke pin 6, fungsi D4 – D7 masing-masing ke pin 5 – pin 2.

### 2.4.5. Flowchart

