

Magnetika

RANCANG BANGUN SISTEM COS PHI ANALYZER UNTUK PENENTUAN NILAI KAPASITOR

¹Wildan Arif Furqon, ²Widodo Pudji Muljanto, ³Ni Putu Agustini

^{1,2,3}Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang, Indonesia

¹arifwildan40@gmail.com, ²widodo_pm@lecturer.itn.ac.id, ³ni_putu_agustini@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Perbaikan faktor daya sangat dibutuhkan dalam sistem kelistrikan pada beban 1 fasa dan 3 fasa. Faktor daya yang rendah $\cos\phi < 0,85$ lagging atau leading menyebabkan penggunaan daya (W) menjadi kurang optimal dan pada saat peralatan listrik dihidupkan atau dimatikan dalam waktu tidak bersamaan, maka akan menyebabkan faktor daya yang berubah-ubah. Sebagai solusi digunakan kompensator daya reaktif berupa komponen kapasitor dengan 14 variasi nilai kapasitansi dan komponen induktor dengan 4 variasi nilai induktansi yang terhubung paralel dengan sistem.¹ Mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai prosesor dalam mengontrol relay yang terletak pada rangkaian kapasitor dan induktor. Didapatkan sebuah alat perbaikan faktor daya secara otomatis dengan koreksi faktor daya tertinggi 1 dari faktor daya awal 0,60, dan koreksi faktor daya terkecil 0,99 dari faktor daya awal 0,75.

Kata Kunci: XOR, Nilai Kapasitor, Sensor Arduino Nano.

I. PENDAHULUAN

Faktor daya bisa dikatakan sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisiensi jaringan yang kita miliki dalam menyalurkan daya yang kita manfaatkan. Faktor daya yang dibatasi dari 0 hingga 1, nilai faktor daya yang rendah mendekati 0 (lagging), walaupun arus yang mengalir di jaringan sudah maksimum kenyataannya hanya porsi kecil saja yang menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi pemilik jaringan, apabila faktor daya tinggi mendekati 1 (leading), maka semakin banyak daya tampak yang diberikan sumber bisa kita manfaatkan. dari peralatan elektrik menyebabkan penggunaan daya kurang optimal dan pada saat alat-alat elektrik tersebut dihidupkan atau dimatikan dengan waktu tidak bersamaan, maka akan menyebabkan nilai faktor daya yang berubah-ubah. Sehingga untuk memiliki nilai faktor daya yang bagus kita butuh suatu sistem yang bisa mendekati 1, maka terciptalah perbaikan faktor daya. Untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan memasang kompensator kapasitif menggunakan kapasitor pada suatu jaringan tersebut. Perbaikan faktor daya memiliki bermacam – macam variasi metode, mulai dari perbaikan faktor daya menggunakan mikrokontroler ATmega32, M68HC dll.

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana mengatasi kerugian Daya ?
2. Bagaimana mengukur nilai $\cos \phi$ dengan mikrokontroler arduino ?
3. Bagaimana mencari nilai kapasitor yang diperlukan ? .

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Merancang alat untuk mengukur nilai $\cos \phi$ dengan memanfaatkan mikrokontroler arduino. Mempermudah mencari nilai kapasitor yang dibutuhkan.

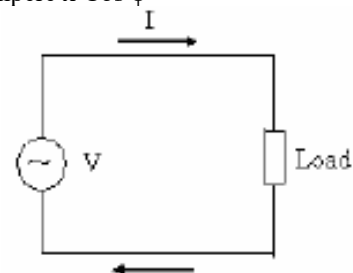
II. KAJIAN PUSTAKA

A. 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 :

$$P = V \times I \quad (1)$$

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



Gambar 1 Arah Aliran Arus Listrik

1) 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 :

$$R = V / I$$



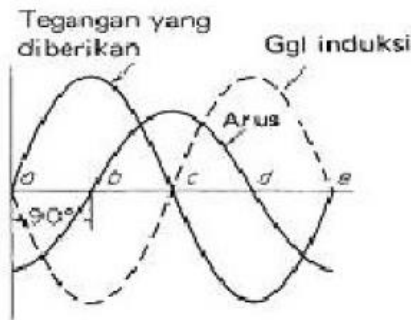
Gambar 2 Arus Dan Tegangan Pada Beban Resistif

2) 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 ϕ° .

Secara matematis dinyatakan :

$$X_L = 2\pi f L \quad (2)$$



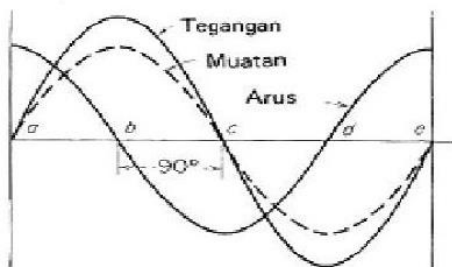
Gambar 3 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif

3) 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 ϕ° .

Secara matematis dinyatakan :

$$X_C = 1 / 2\pi f C \quad (3)$$



Gambar 4 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif

B. 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.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (4)$$

$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

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

2) Daya reaktif

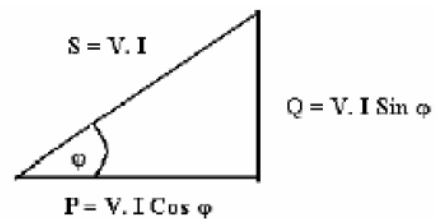
Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (5)$$

$$Q = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \phi$$

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 5 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

$$S = P + jQ, \quad (6)$$

mempunyai nilai/ besar dan sudut

$$S = S < \phi$$

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

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

$$S = P + jQ$$

Dari gambar 2 terlihat bahwa

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

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

maka :

$$S \angle \phi = V \cdot I \cos \phi + j V \cdot I \sin \phi$$

$$S \angle \phi = V \cdot I \cdot (\cos \phi + j \sin \phi)$$

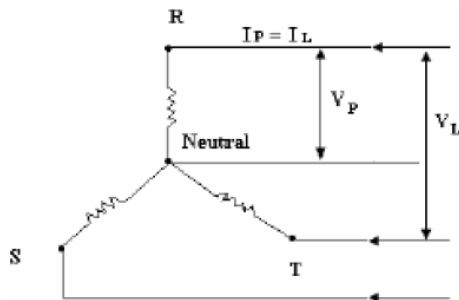
$$S \angle \phi = V \cdot I \cdot e^{j\phi}$$

$$S \angle \phi = V \cdot I \phi^*$$

$$S \angle \phi = V \cdot I^*$$

Sedangkan untuk rangkaian tiga fasa mempunyai 2 bentuk hubungan yaitu :

Hubungan Wye (Y)



Gambar 6 Hubungan bintang

dimana :

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

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

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

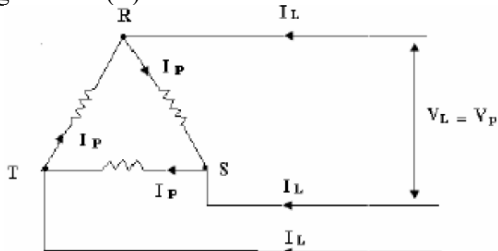
Bila I_L adalah arus saluran dan I_P adalah arus fasa, maka akan berlaku

hubungan :

$I_L = I_P$

$V_L = 3 V_P$

Hubungan Delta (Δ)



Gambar 7 Hubungan delta

Di mana :

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

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

$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = V_L$ (VP) ; 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 :

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

C. 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 (ϕ). Tujuan pengukuran $\cos \phi$ 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.

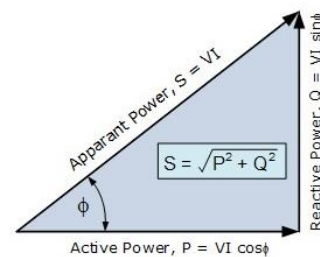
Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya, yaitu daya aktif atau real power (P), daya reaktif atau reactive power (Q), dan daya nyata atau apparent power (S).

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). Sedangkan 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 8 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

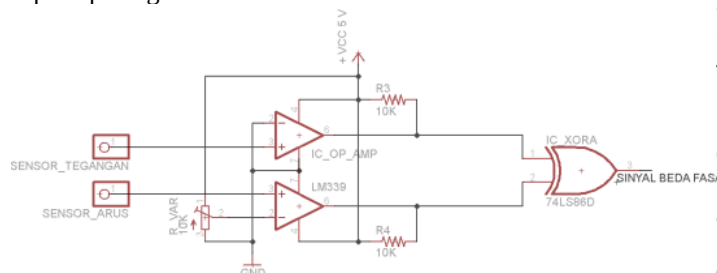
dan sumber arus, mengenai sumber ini akan dijelaskan pada bab berikutnya. Elemen lain adalah elemen pasif dimana elemen ini tidak dapat menghasilkan energi, dapat dikelompokkan menjadi elemen yang hanya dapat menyerap energi dalam hal ini hanya terdapat pada komponen resistor atau banyak juga yang menyebutkan tahanan atau hambatan dengan simbol R, dan komponen pasif yang dapat menyimpan energi juga diklasifikasikan menjadi dua yaitu komponen atau lemen yang menyerap energi dalam bentuk medan magnet dalam hal ini induktor atau sering juga disebut sebagai lilitan, belitan atau kumparan dengan simbol L, dan kompone 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)

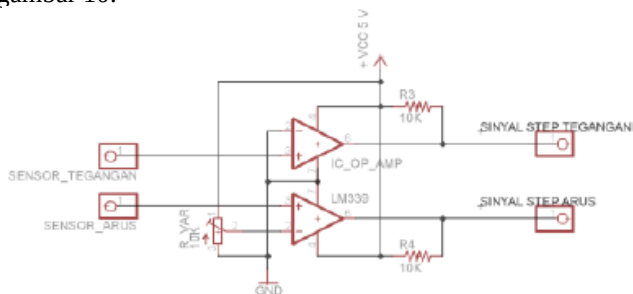
2. Metode deteksi perangkat analiser nilai kapasitor (Zero Crossing)

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 9 Rangkaian Phase detector

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

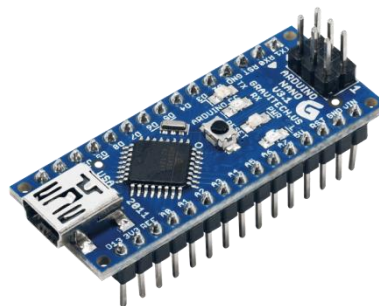


Gambar 10 Rangkaian zero crossing

D. Purwarupa alat deteksi nilai kapasitor

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 11 Arduino Nano

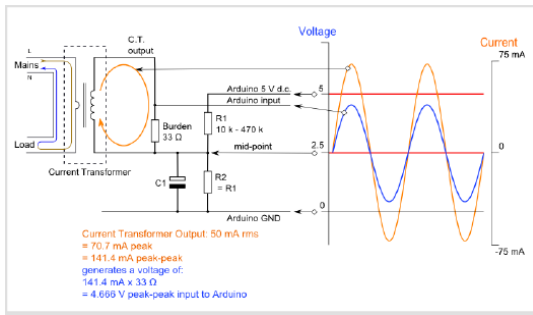
Arduino Nano 2.3 (ATmega168): manual (pdf), file Eagle. Catatan: karena versi gratis Eagle tidak dapat menangani lebih dari 2 lapisan, dan versi Nano ini 4 lapis, diterbitkan di sini tanpa kerusakan, sehingga pengguna dapat membuka dan menggunakannya dalam versi gratis Eagle.

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

2. Sensor arus

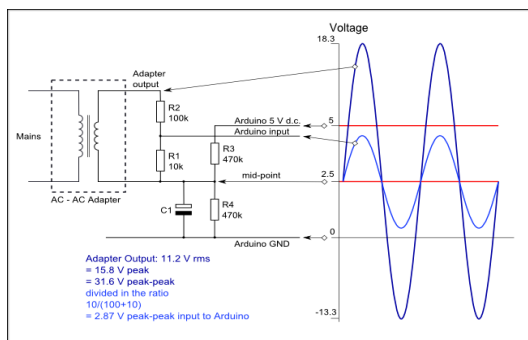
Sensor arus menggunakan seri SCT-013 100A, sensor ini akan memberikan tegangan output yang linier dengan perubahan arus yang diukur. Sinyal keluaran SCT-013 100A tergantung sinyal masukan, jika arus yang diukur adalah arus AC maka sinyal keluaran merupakan sinyal AC dan jika arus yang diukur adalah arus DC maka sinyal keluaran merupakan sinyal DC. Pada penelitian ini arus yang akan diukur adalah arus AC sehingga perlu ditambahkan rangkaian pengkondisian sinyal agar aman bagi arduino. Rangkaian sensor yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 12. Rangkaian Sensor Arus.

3. Sensor tegangan

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 13. Rangkaian Sensor Tegangan.

E. 2.5 LCD 20x4

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*. [6]

F. Trafo 1 A

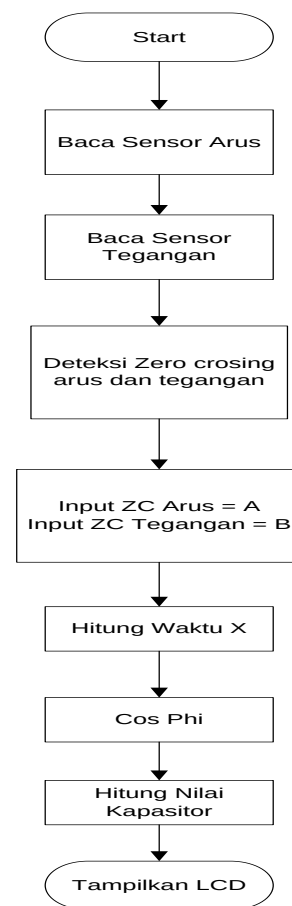
Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Trafo (Transformator) dapat ditemukan di mana-mana dibanyak peralatan listrik sekitar kita. Tanpa trafo (transformator) kita tidak dapat menggunakan sebageian besar peralatan listrik kita. Sebuah trafo (transformator) memiliki dua kumparan yang dinamakan kumparan primer dan kumparan sekunder. Trafo (transformator) dirancang sedemikian rupa sehingga hampir seluruh fluks magnet yang dihasilkan arus padakumparan 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.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan penelitian diperlukan adanya penulisan yang sistematis dengan tujuan memudahkan bagaimana langkah pengerjaan laporan dan proses pembuatan alat. Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir digambarkan secara runtut dalam bentuk konsep penelitian.

A. Perancangan Sistem

Hardware atau perangkat keras merupakan salah satu bagian penting dalam pembuatan sistem ini. Perangkat yang dibuat terdiri dari satu papan dimana keseluruhan komponen dari sistem berada di papan tersebut. Di bagian papan terdapat satu lcd 20x4 yang akan memunculkan nilai cos phi dan nilai kapasitor.

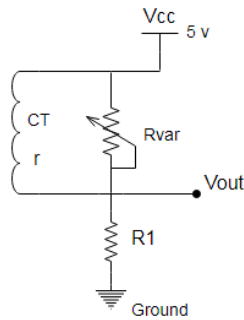


Gambar 14. Flow Diagram Sistem

B. Faktor Daya

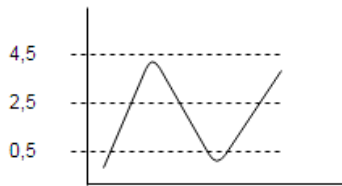
1. Daya (I , V)
2. Cos phi (cos φ)

C. Perancangan Sensor Arus



$$V = \frac{R1}{\left(\frac{r \times Rvar}{r + Rvar}\right) + R1} \times 5v \quad (7)$$

Tegangan pada CT dan pada Rvar keluaran Vout harus 2,5 volt karena pada gelombang sinus dimana gelombang sinus memiliki tegangan nol (0), min (-), plus (+) dan sedangkan arduino tidak bisa mendeteksi tegangan min (-), maka dari itu gelombang kita geser ke atas seperti pada gambar dibawah ini.

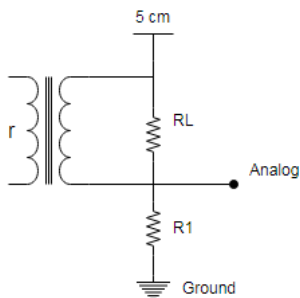


1. Rumus Absolute

$$\begin{aligned} & \sqrt{(Vout - 2,5)^2} \\ &= \sqrt{(0,5 - 2,5)^2} \\ &= \sqrt{-2^2} \\ &= \sqrt{4} \\ &= 2 \\ &\text{Atau} \\ &= \sqrt{(4,5 - 2,5)^2} \\ &= \sqrt{2^2} \\ &= \sqrt{4} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Maka nilai tegangan rata-rata V= 2 volt

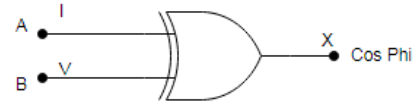
a. Perancangan Sensor Tegangan



Faktor daya 1 jika dihitung $1 - 1 = 0$ maka tidak ada selisih atau nilai sempurna. Jika factor daya $0,9 = 1 - 0,9 = 0,1$ terdapat pada tiap satu gelombang, jika menggunakan 50 Hz maka periode gelombang 20ms, jadi jika perbedaan 2ms maka akan melenceng 0,1 atau 10%.

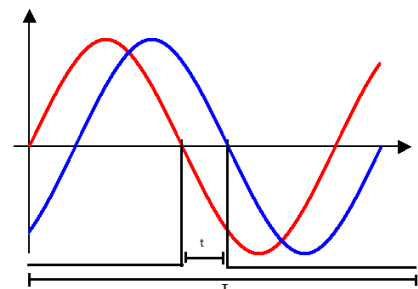
Maka cara mendeteksinya.

- XOR atau eksklusif or



Berdasarkan tabel kebenarannya, bila nilainya sama maka akan jadi nol dan bila nilai tidak sama maka akan jadi satu.

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



$$\begin{aligned} \Delta T(\cos \phi) &= \frac{t}{T} \\ &= \frac{1 \text{ ms}}{20 \text{ ms}} \\ &= 1 - 0,05 \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

A. Perhitungan Nilai Capasitor

$$Qc = Q1 - Q2$$

Qc : Daya Reaktif Capasitor yang di butuhkan

Q1 : Daya Reaktif sebelum perbaikan

Q2 : Daya Reaktif yang ingin dicapai



Gambar 15. Segitiga Daya

1. Daya Semu ($S = V \times I$)
2. Daya Nyata ($P = V \times I \times \cos \phi$)
3. Daya Reaktif ($Q = V \times I \times \sin \phi$)

Jika

V= 220 Volt ,

$I = 4,32 \text{ A}$,
 $\cos \varphi 1 = 0,60$ ($\varphi = \cos^{-1} 0,60 = 53,13^\circ$)
 dan
 $\cos \varphi 2 = 0,99$ ($\varphi = \cos^{-1} 0,99 = 8,10^\circ$)
 Maka :

a) Daya Reaktif Q1 sebelum perbaikan

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q1 = \sqrt{(V \times I)^2 - (V \times I \times \sin \varphi)^2}$$

$$Q1 = \sqrt{(220 \times 4,32)^2 - (220 \times 4,32 \times 53,13^\circ)^2}$$

$$Q1 = \sqrt{903260,16 - 578071,29}$$

$$Q1 = \sqrt{325188,87}$$

$$Q1 = 570,25 \text{ VAR}$$

b) Daya Reaktif Q2 dengan nilai $\cos \varphi$ yang ingin dicapai

$$Q2 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q2 = \sqrt{(V \times I)^2 - (V \times I \times \sin \varphi)^2}$$

$$Q2 = \sqrt{(220 \times 4,32)^2 - (220 \times 4,32 \times 8,10^\circ)^2}$$

$$Q2 = \sqrt{903260,16 - 17931,88}$$

$$Q2 = \sqrt{885328,28}$$

$$Q2 = 940,91 \text{ VAR}$$

c) Nilai Capacitor yang dibutuhkan

$$Qc = Q1 - Q2$$

$$Qc = 570,25 \text{ VAR} - 940,91 \text{ VAR}$$

$$Qc = -370,66 \text{ VAR}$$

Untuk merubah Farad ke μF dapat menggunakan rumus :

$$C = \frac{Qc}{-V^2 \times \omega}$$

$$C = \frac{-370,66 \text{ VAR}}{-220^2 \times 2\pi f}$$

$$C = \frac{-370,66 \text{ Kvar}}{-48400 \times 2 \times 3,14 \times 50}$$

$$C = \frac{-15197600}{-370,66 \text{ VAR}}$$

$$C = 243 \times 10^{-5} \text{ Farad}$$

$$C = 24,38 \mu F$$

Jika
 $V = 380 \text{ Volt}$,
 $I = 4,32 \text{ A}$,
 $\cos \varphi 1 = 0,60$ ($\varphi = \cos^{-1} 0,60 = 53,13^\circ$)
 dan
 $\cos \varphi 2 = 0,99$ ($\varphi = \cos^{-1} 0,99 = 8,10^\circ$)
 Maka :

a) Daya Reaktif Q1 sebelum perbaikan

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q1 = \sqrt{(V \times I)^2 - (V \times I \times \sin \varphi)^2}$$

$$Q1 = \sqrt{(380 \times 4,32)^2 - (380 \times 4,32 \times 53,13^\circ)^2}$$

$$Q1 = \sqrt{2694850,56 - 1724678,09}$$

$$Q1 = \sqrt{970172,47}$$

$$Q1 = 984,97 \text{ VAR}$$

b) Daya Reaktif Q2 dengan nilai $\cos \varphi$ yang ingin dicapai

$$Q2 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q2 = \sqrt{(V \times I)^2 - (V \times I \times \sin \varphi)^2}$$

$$Q2 = \sqrt{(380 \times 4,32)^2 - (380 \times 4,32 \times 8,10^\circ)^2}$$

$$Q2 = \sqrt{2694850,56 - 53499,69}$$

$$Q2 = \sqrt{2641350,87}$$

$$Q2 = 1625,22 \text{ VAR}$$

c) Nilai Capacitor yang dibutuhkan

$$Qc = Q1 - Q2$$

$$Qc = 984,97 \text{ VAR} - 1625,22 \text{ VAR}$$

$$Qc = -640,25 \text{ VAR}$$

Untuk merubah Farad ke μF dapat menggunakan rumus :

$$C = \frac{Qc}{-V^2 \times \omega}$$

$$C = \frac{-640,25 \text{ VAR}}{-380^2 \times 2\pi f}$$

$$C = \frac{-640,25 \text{ VAR}}{-144400 \times 2 \times 3,14 \times 50}$$

$$C = \frac{-45341600}{-640,25 \text{ VAR}}$$

$$C = 141 \times 10^{-5} \text{ Farad}$$

$$C = 14,12 \mu F$$

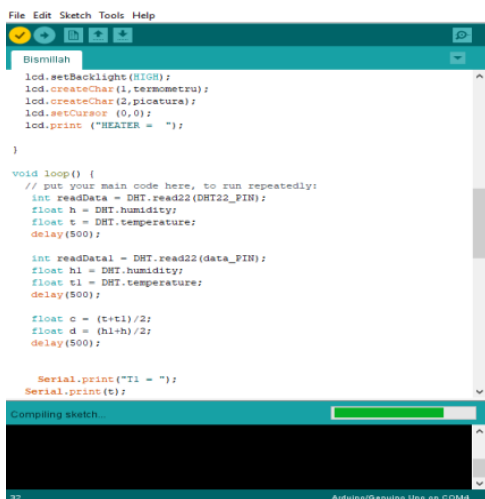
IV. SIMULASI DAN ANALISA

Bagian ini akan membahas mengenai pengujian alat dan analisa data dari mulai program, setiap komponen dan secara keseluruhan. Pengujian pada sistem perbaikan factor daya untuk mencari nilai kapasitor yang dibutuhkan. untuk mencari ini langkah pertama mulai dari pengujian tegangan dan arus pada trafo, pengujian XOR, pengujian program, pengujian LCD, pengujian sensor CT dan pengujian sistem secara keseluruhan. Tujuan dari pengujian untuk mengetahui apakah alat sudah bisa bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Sekaligus untuk mencari kekurangan dari alat yang telah dibuat.

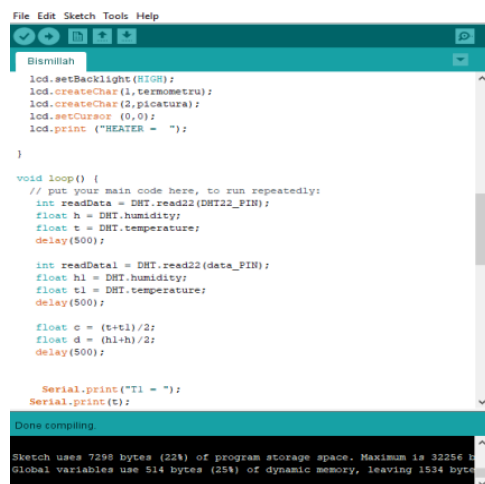
1) Pengujian Program

Pengujian Program merupakan tahap untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat sudah benar dan bisa diupload ke mikrokontroler Arduino nano pengujian penting dilakukan karena merupakan tahap memberikan perintah awal terhadap mikrokontroler, tahap ini tidak memakan waktu lama. Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan pengujian program. Dari hasil pengujian program tidak ditemukan error yang menandakan program telah siap untuk diupload. Berikut langkah-langkah pengujian program:

1. Setelah program dibuat dan sudah ada di layar sketch Arduino nano.
2. Klik icon verify bertanda centang yang ada pada pojok atas sebelah kiri.
3. Program akan melakukan compiling seperti yang ada pada Gambar 22 proses compiling sketch Arduino.
4. Jika selesai maka akan muncul tulisan *done compiling* seperti Gambar 23 yang bertuliskan *done compiling*.



Gambar 16. Proses *Compiling Sketch*



Gambar 17. *Sketch Program Berhasil Diupload*

2) Pengukuran arus dan tegangan pada trafo

Tegangan listrik merupakan selisih atau beda potensial antara kedua kutub. Ukuran tegangan listrik dinyatakan dalam satuan volt

Tabel 1. Pengukuran *Beban Trafo*

No	Tegangan Input	Arus	Kondisi
1.	220 VAC	0,02A	Berbeban
2.	380VAC	0,34A	Berbeban

Dari hasil pengukuran pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa tegangan pada *trafo* ketika ada beban dan tanpa beban sedikit berbeda dan arus yang muncul pada avo meter berubah secara terus menerus

3) Pengujian XOR Dan Nilai Capacitor



Gambar 18. Pengujian XOR

Tabel 2. Pengujian XOR Dan Nilai Capacitor

No	Cos Phi	Nilai Capacitor
1	0,95	457
2	0,91	578
3	0,82	636
4	0,82	761
5	0,82	981

Dari hasil data pengujian yang ada pada tabel 2, XOR berfungsi dengan baik dan dapat menentukan nilai capacitor yang dibutuhkan.

4) Pengujian LCD

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa LCD dapat bekerja dengan baik.

Tabel 3 Pengujian LCD

No.	Status LCD	Karakter	Bright/Contrast
1.	Menyala	Terbaca	Sesuai
2.	Menyala	Terbaca	Sesuai
3.	Menyala	Terbaca	Sesuai
4.	Menyala	Terbaca	Sesuai



Gambar 19. Gambar Arus Dan Tegangan Pada Pengujian LCD



Gambar 20. Gambar Cos Phi Dan Nilai Kapasitor Pada Pengujian LCD

Dari hasil percobaan dan setelah diamati LCD berfungsi dengan sebaik karena setelah 4 kali pengupload tidak pernah terjadi eror atau gagal upload. Hasil dari percobaan LCD dapat dilihat pada Gambar 19 Dan Gambar 20. Hasil Percobaan LCD

5) Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui apakah sensor yang digunakan mampu bekerja dengan baik atau tidak . Pengujian dilakukan dengan melihat hasil nilai Arus, Tegangan, cos phi dan nilai kapasitor yang ada pada layar Lcd. Langkah-langkah dalam pengujian :

- Hubungkan pin satu dan pin 3 pada setiap sensor DHT22 ke Terminal Vin dan GND.
- Hubungkan pin 2 DHT22 sensor 1 ke Pin 2 Wemos.
- Hubungkan Pin 2 DHT22 sensor 2 ke pin 3 Wemos.
- Upload Program yang disiapkan ke Wemos.
- Amati hasil yang ada pada LCD.

Berikut adalah tabel pengujian sensor dengan variable Beban Dummy Load :

Tabel 4. Pengujian Sensor Arus

No	I (arduino)	I (alat ukur)
1	0,1 A	0,18 A
2	0,2 A	0,25 A
3	0,3 A	0,33 A
4	0,4 A	0,48 A
5	0,5 A	0,55 A

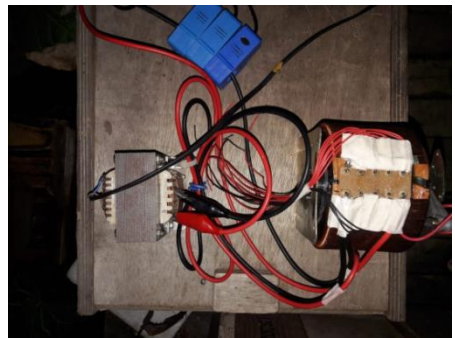
Tabel 5. Pengujian Sensor Tegangan

No	V (arduino)	V (alat ukur)
1	2,55 V	1 V
2	3,82 V	2 V
3	4,67 V	3 V
4	5,52 V	4 V
5	6,79 V	5 V

Dari Tabel 4 dan 5. Dapat dilihat Presentase error perbandingan antara data Arduino dan alat ukur berdasarkan sensor, sensor dapat bekerja dengan baik walaupun terdapat selisih.

6) Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan sebanyak 1 kali dengan kondisi dan tempat yang sama, tujuan dari pengujian keseluruhan adalah untuk mengetahui kehandalan serta sebagai tolok ukur keberhasilan keseluruhan sistem alat yang telah dirangkai, apakah sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan atau mengalami banyak kendala/ kesalahan.



Gambar 21. Rangkaian Yang Digunakan Untuk Pengujian

Secara keseluruhan sistem telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

V. KESIMPULAN

Setelah penulis selesai melakukan perancangan, pengujian dan analisa sistem, maka dari kegiatan tersebut didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Alat penelitian ini dari pengujian sensor arus dengan menggunakan alat ukur Tang Ampere dan CT dengan beban resistif, induktif, kapasitif terdapat selisih rata² 0,8% dan tegangan dengan menggunakan alat ukur Tank Ampere dan Transformator Step Down (TRAFO) dengan beban resistif, induktif, kapasitif terdapat selisih rata² 0,75% , dari pengujian arus dan tegangan terdapat nilai cost phi dan nilai capasitor yg di butuhkan, dan kenaikan dan penurunan nilai cos phi dan nilai capasitor tergantung besar kecilnya arus dan tegangan yang terdapat pada beban yg digunakan.

Saran

Dalam penelitian ini penulis tidaklah mungkin lepas dari kesalahan dan kekurangan, baik dalam penulisan dan penjelasan laporan maupun dari segi perancangan dan pembuatan alat, agar mengurangi hal tersebut maka kedepannya penelitian ini dapat dipelajari dan dapat dijadikan batu loncatan sebagai salah satu referensi, agar kedepannya sistem yang dikembangkan akan menjadi jauh lebih baik.Maka dari itu penulis menyarankan penelitian ini tidak hanya diterapkan pada beban 1 fasa saja, tetapi bisa juga untuk beban 3 fasa

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allegromicro. 2006. ACS712, Fully Integrated, Half Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor. Massachusetts : Allegromicro.
- [2] Hadi, Abdul. 1994. Sistim Distribusi Daya Listrik. Jakarta.: Penerbit Erlangga.
- [3] Gonen, Turan. 1987. Electric Power Distribution Sistem Engineering. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- [4] Kadir, A., Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik, Jakarta : UI – Press, 2000.
- [5] Sumardjati, P., Instalasi Motor, Bandung : POLBAN, 2000.
- [6] Tinus, A., Studi Pengaruh Capacitor Bank Switching Terhadap Kualitas Daya Listrik Di Gardu Induk Waru PLN P3B, Surabaya : Universitas Kristen Petra, 2007.
- [7] Dorf C. Richard, James A. Svoboda, 1996, Introduction to Electric Circuits, 3rd Edition, John Wiley & Son, Singapore
- [8] Harmonyati B.K, 1981, Rangkaian Listrik I, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- [9] Hyat, William, 1972, Engineering Circuit Analysis, Mc Graw Hill., Singapore
- [10] Rinaldo Jaya Sitorus dan Eddy Warman,” Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor,” SINGUDA ENSIKOM VOL.3 NO. 2, Agustus 2013
- [11] Supriono dan I Nyoman Wahyu Satiawan,” Peningkatan Kinerja Lampu TL (Fluorescent) Pada Catu Daya Dengan Regulasi Tegangan Buruk,” Jurnal Teknik Elektro Vol. 5, No. 2, September 2005
- [12] Sylvia Handriyani, ”Analisa Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di Kud Tani Mulyo Lamongan,” Jurusan Teknik Elektro FTI – ITS, Januari 2012
- [13] Shilpa Murali dan K Jamuna, ” Power Factor Correction of luorescent Lamp with Electronic Ballast Topology,” IJAREEIE, Vol. 4, Issue 4, April 2015
- [14] Ardhin Najadiya Setya dan Achmad Imam Agung,” Efisiensi Energi Listrik Dalam Upaya Meningkatkan Power Quality dan Penghematan Energi Listrik di Gedung Universitas Ciputra (UC) Apartment Surabaya.” Jurusan Teknik Elektro, Vol. 06, No. 03 Tahun 2017