

RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA

Setia Graha⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Penggunaan beban-beban reaktif dalam suatu sistem tenaga listrik akan mengakibatkan menurunnya faktor daya ($\cos \phi$). Faktor daya yang buruk mengakibatkan konsumsi daya reaktif yang sangat besar. Pada industri, penggunaan daya reaktif ini akan dikenakan biaya jika faktor dayanya dibawah 0,85 sesuai standar yang telah ditetapkan PT. PLN (persero).

Untuk mengurangi bahkan menghilangkan biaya pemakaian kVAR tersebut dapat dilakukan melalui perbaikan faktor daya dengan pemasangan kapasitor dengan mengkompensasi beban-beban induktif. Kapasitor ini akan berfungsi sebagai sumber daya reaktif sehingga beban tidak lagi menyerap daya reaktif dari PLN.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan perhitungan kebutuhan daya reaktif yang dibutuhkan pada instalasi kelistrikan pada beban motor ac induksi 3 fase dan lampu TL dengan menggunakan metode kVAR, dan perhitungan kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan.

Pemasangan kapasitor untuk mengkompensasi beban-beban induktif pada instalasi kelistrikan mengakibatkan faktor daya ($\cos \phi$) akan meningkat menjadi unity sesuai dengan aturan yang ditetapkan oleh PLN. Sehingga tidak membayar biaya pemakaian kVAR.

Kata Kunci : Reaktif, Faktor Daya, Kapasitor

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat pesat dalam hal ini khususnya dalam bidang industri perkembangan tersebut telah membawa kita menuju ke arah kemajuan. Seperti Negara Indonesia ini industri sangat penting karena dalam rangka menuju menjadi Negara yang berkembang. Perkembangan dan kemajuan teknologi diberbagai bidang sangat dirasakan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam bidang industri. Berbicara tentang masalah teknologi terutama dalam penerapannya di industri maka tak lepas dari masalah kelistrikan dan penyedia tenaga listrik. Penyediaan tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting dalam suatu industri ini berfungsi sebagai penyaluran tegangan dan pembangkit tenaga listrik untuk pengoperasian mesin-mesin listrik juga sebagai penunjang suatu aktivitas kerja didalam suatu perusahaan dan industri tersebut.

Negara yang sedang berkembang, seperti Indonesia peran industri sangat penting karena Indonesia sedang menuju negara industri, perkembangan dan kemajuan teknologi di berbagai bidang sangat dirasakan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk keperluan industri. Berbicara masalah teknologi terutama bidang industri maka tak lepas dari masalah kelistrikan atau penyedia tenaga lis-

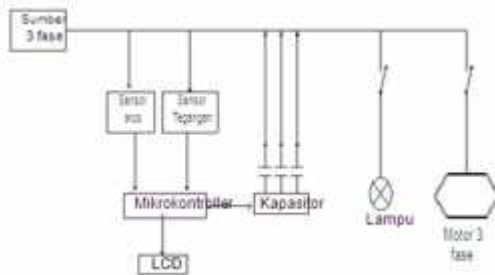
trik. Penyediaan tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting dalam perusahaan. Penyedia sumber tenaga listrik berfungsi sebagai penyaluran tegangan dan pembangkit tenaga listrik untuk pengoperasian mesin mesin listrik juga sebagai penunjang suatu aktivitas kerja di dalam suatu perusahaan tersebut.

Karena pada sisi konsumen khususnya industri besar, banyak sekali penggunaan beban berupa motor maupun belitan (trafo) maka hal ini menyebabkan rendahnya faktor daya. Sehingga banyak membutuhkan daya reaktif. Jika tidak dilakukan upaya untuk supply otonomi, maka penyerapan atau pengambilan daya reaktif dari PLN akan cukup besar sehingga berdampak dengan adanya sanksi denda kVar.

Mengingat akan pentingnya hal tersebut, maka seharusnya setiap perusahaan mempunyai sistem kapasitor bank yang bisa memberikan solusi permasalahan di atas. Dimana kapasitor bank bisa membangkitkan daya reaktif sehingga kebutuhan daya reaktif untuk mengoperasikan beban – beban motor dan trafo (membangkitkan medan magnet) bisa di supply oleh kapasitor bank ini. Dengan dipasangnya kapasitor bank ini maka kebutuhan daya reaktif terhadap PLN jauh menurun, yang pada akhirnya hal ini bisa meningkatkan faktor daya.

2. DESAIN DAN PERENCANAAN

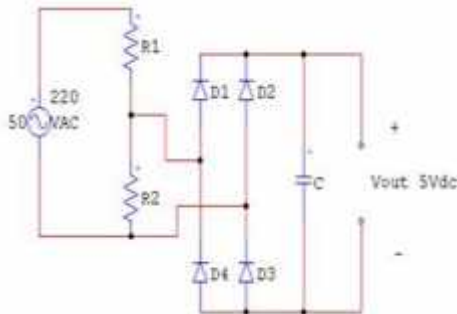
Dalam membangun switch mode power supply dengan menggunakan boost converter sebagai PFC converter dibutuhkan komponen seperti gambar blok diagram dibawah ini.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Sensor Tegangan

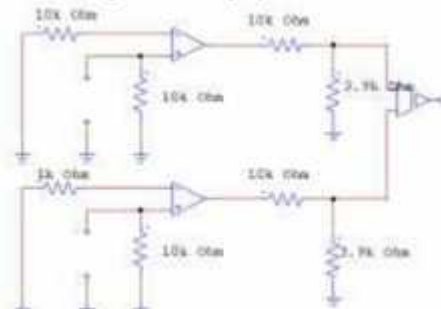
Komponen tegangan adalah sensor tegangan yang berfungsi untuk menentukan tegangan yang berfungsi untuk menentukan tegangan listrik setiap saat. Hal ini diperlukan untuk mengukur tegangan setiap saat. Sensor tegangan ini dihasilkan berupa sinyal tidak sinusoidal dimana outputnya menjadi 5 Vdc. Tegangan ini diteruskan ke ADC mikrokontroler.



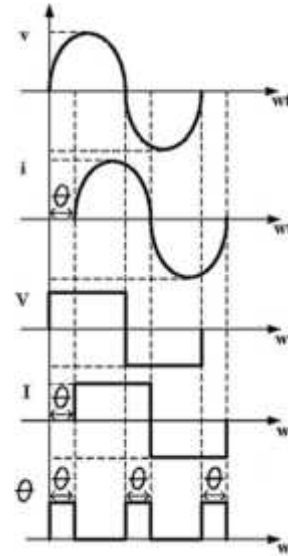
Gambar 2 Sensor Tegangan

Zero crossing detector

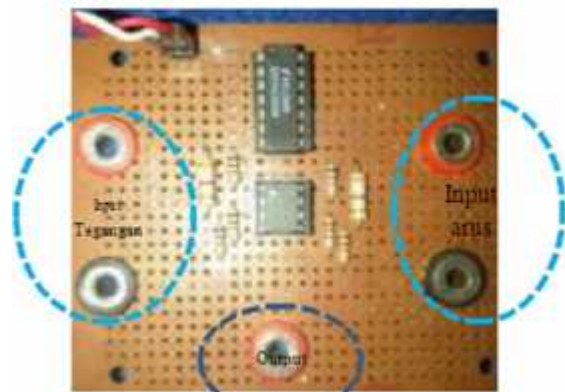
Zero crossing detector adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 Volt saat melewati titik nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan negatif menuju positif.



Gambar 3 Rangkaian Zero Crossing



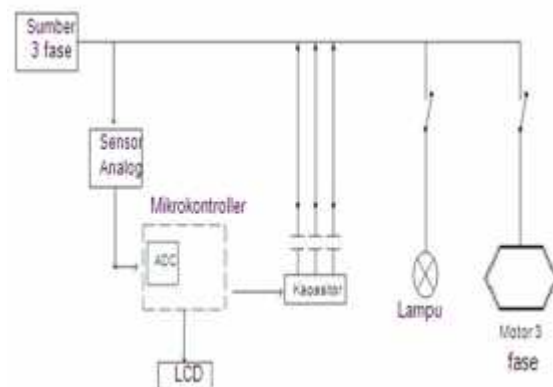
Gambar 4 Input dan Output Pada Rangkaian Phasa Detector



Gambar 5 Zero Crossing

Perencanaan Sistem

Dalam membuat rancang bangun perbaikan faktor daya dibutuhkan komponen seperti gambar blok diagram dibawah ini.



Gambar 6 Blok Diagram Sistem

Data pengukuran dari 3 step

- Step 1 beban lampu TL
 Daya (P) = 10 Watt
 Cos = 0.8
 Tegangan (V) = 220 volt

Perhitungan kebutuhan Q dan C :

$$Q = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

$$= 10 (\tan 66,42^\circ - \tan 11,48^\circ)$$

$$= 10 (2,3 - 0,20)$$

$$= 10 \cdot 2,1 = 21 \text{ kVar}$$

- Step 2 beban Motor induksi
 Daya (P) = 1100 watt
 Cos = 0,8
 Tegangan (V) = 380 Vac

Perhitungan kebutuhan Q dan C :

$$Q = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

$$= 1100 (\tan 36,87^\circ - \tan 25,84^\circ)$$

$$= 1100 (0,75 - 0,48)$$

$$= 1100 \cdot 0,27 = 297 \text{ kVar}$$

- Step 3 beban lampu TL dan Motor Induksi
 Daya (P) = 1130
 Cos = 0,8
 Tegangan (V) = 380 Vac

Perhitungan kebutuhan Q dan C :

$$Q = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

$$= 1130 (\tan 36,87^\circ - \tan 11,48^\circ)$$

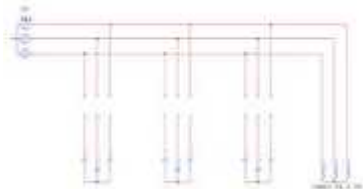
$$= 1130 (0,75 - 0,20)$$

$$= 1130 \cdot 0,55 = 621 \text{ kVar}$$

Rangkaian Simulasi

a. Rangkaian sebelum menggunakan kapasitor :

- Rangkaian beban lampu TL

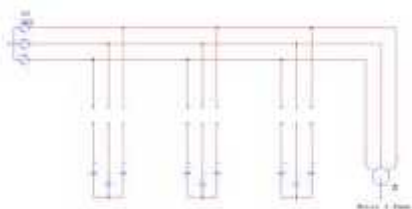


Gambar 7. Rangkaian beban lampu TL tanpa terhubung dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P)	= 10 Watt
Cos	= 0.4
Tegangan (V)	= 220 volt

- Rangkaian beban Motor Induksi

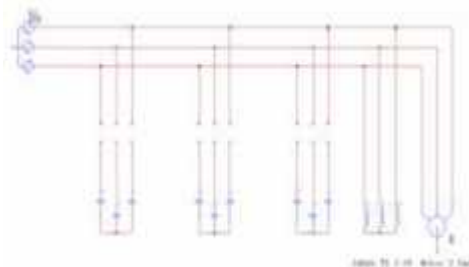


Gambar 8 Rangkaian beban Motor induksi tanpa terhubung dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P)	= 500 Watt
Cos	= 0.8
Tegangan (V)	= 380 volt

- Rangkaian beban lampu TL dan Motor Induksi

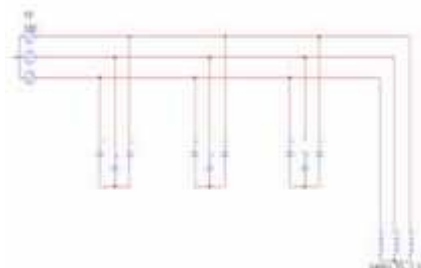


Gambar 9 Rangkaian beban lampu TL dan Motor Induksi tanpa terhubung dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P)	= 530 Watt
Cos	= 0.8
Tegangan (V)	= 380 volt

- Rangkaian sesudah menggunakan kapasitor
- Rangkaian beban lampu TL

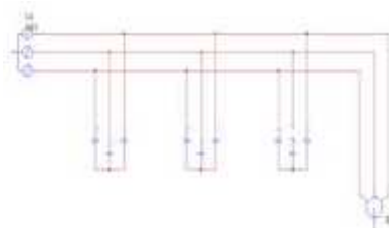


Gambar 10. Rangkaian beban lampu terhubung dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P)	= 30 Watt
Cos	= 0.98
Tegangan (V)	= 220 volt

- Rangkaian beban Motor Induksi

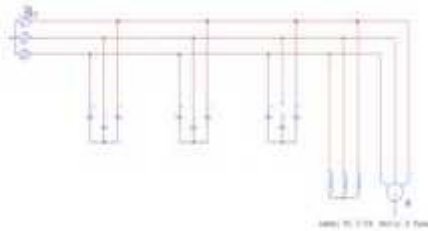


Gambar 11. Rangkaian beban motor induksi terhubung dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P) = 500 Watt
 Cos = 0.98
 Tegangan (V) = 380 volt

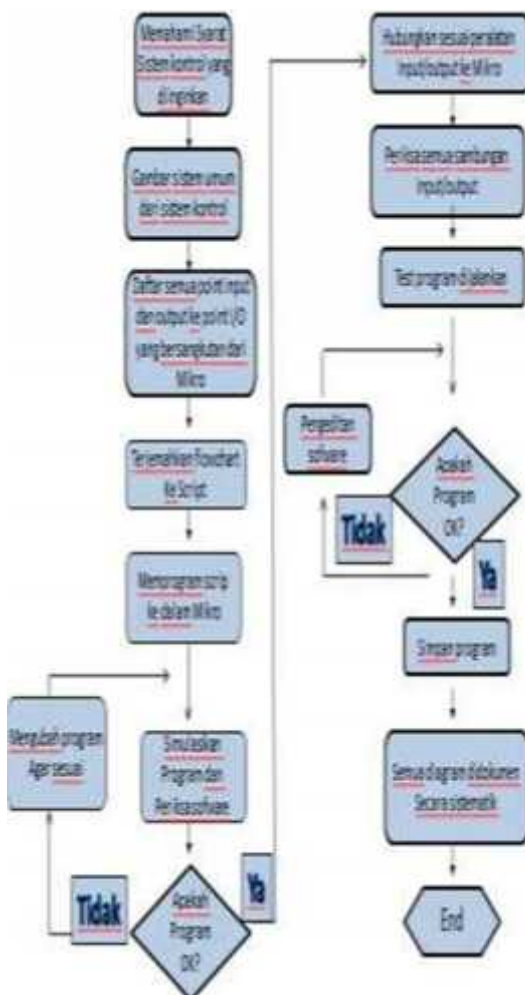
- Rangkaian beban lampu TL dan Motor Induksi



Gambar 12. Rangkaian beban lampu dan motor induksi terhubung dengan Kapasitor

Didapat data sebagai berikut :

Daya (P) = 530 Watt
 Cos = 0.98
 Tegangan (V) = 220 volt



Gambar 13. Flowchart main program

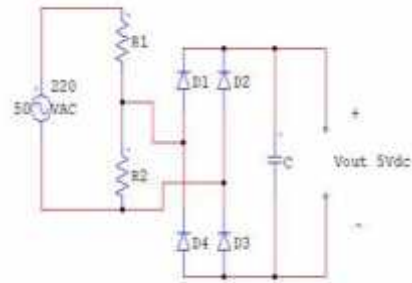
3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian sensor

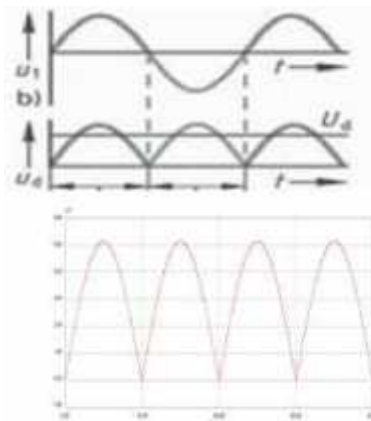
Dari pengujian rangkaian sensor dan tegangan didapatkan bentuk gelombang sinus, dimana setiap fase dipasang rangkaian sensor tegangan dan arus yaitu untuk mengambil sinyal tegangan input tersebut agar bisa dibaca oleh rangkaian fase detector dengan memasang resistor pembagi tegangan yang dipasang secara parallel antara fase-netral. Untuk mengambil sinyal arus digunakan hall effect yang digelangkan dengan salah satu fasa pada bagian primernya dan sekundernya dipasang resistor secara parallel agar dapat menghasilkan tegangan yang dikehendaki. Sinyal ini yang nantinya masuk ke rangkaian fase detector.

Output dari sensor tegangan yang dihasilkan sebesar 5.4 div dengan probe kali 1 dan Volt/div sebesar 2. dengan mengalikan ketiganya tegangan sebesar 10.8 volt. Pada sensor arus gelombang yang dihasilkan sebesar 1.8 div dengan 1 probe kali dan 1 volt/div, tegangan dapat dihitung dengan mengalikan ketiganya dan hasilnya sebesar 1.8 volt.

Rangkaian yang digunakan untuk sensor tegangan menggunakan 2 buah resistor, 4 buah dioda, dan 1 buah kapasitor. Input tegangan adalah 220 Vac dan menghasilkan tegangan output 5 Vdc untuk masuk ke ADC mikrokontroler.



Gambar 14 Rangkaian sensor tegangan



Gambar 15. Gelombang output sensor tegangan

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa sensor tegangan dapat bekerja secara optimal dengan nilai error relatif kecil.

Pengujian Mikrokontroler

Pada bagian ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui baik atau tidak kinerja mikrokontroler mulai dari pengujian port masukan, keluaran hingga yang dibutuhkan untuk antarmuka sensor adalah komunikasi I²C pada mikrokontroler ATmega8535.

Pengujian minimum sistem digunakan untuk mengetahui apakah mikrokontroler ATmega 8535 bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan rangkaian osilator kristal dan port masukan keluaran yang dimiliki oleh mikro-kontroler ATmega 8535.

Gambar 16 menunjukkan rangkaian minimum system ATmega16. Peralatan yang digunakan untuk pengujian ini antara lain :

1. Rangkaian minimum system mikrokontroler
2. DC Power Supply 5 Volt
3. Modul LED
4. Kabel penghubung
5. Seperangkat downloader AVR ATmega 8535
6. Seperangkat PC beserta software cvAVR C Compiler



Gambar 16. Minimum Sistem Mikrokontroler

Adapun listing program dari pengujian mikrokontroler dengan indikator modul LED adalah :

```
#include <mega8535.h>
void delay(int n)
{
    int i;

    for(i=0;i<n;i++)
    {int b;
    for(b=0;b<=150;i++);
    }
}
```

```
void kiri()
{
    unsigned char a=0x7f;
    int i;

    for(i=0;i<8;i++)
    {
        a=((a<<1)|(a>>7)); // instruksi geser bit
        PORTA=a;
        delay(200);
    }
}

// *** program utama
void main(void)
{
    PORTA=0x00;
    DDRA=0xFF;

    while (1)
    {
        kiri();
    }
}
```

Setelah listing program di-download ke mikrokontroler, maka tampilan LED pada port A akan menyala secara berjalannya. Dari hasil tersebut dapat dianalisa bahwa minimum system dan port mikrokontroler ATmega 8535 dapat berfungsi dengan baik dan dapat diisi.

Pengujian tampilan data ke LCD

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD masih berfungsi dengan baik atau tidak. Cara pengujian seperti pada program dibawah ini.

```
#include <mega8535.h>

// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
.equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
#endasm
#include <lcd.h>

lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Abdus Samad");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("PENS-ITS");
while (1)
{
    // Place your code here
}
}
```

Maka hasil dari listing dari program diatas seperti gambar dibawah



Gambar 17. Pengujian tampilan LCD

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada tahap akhir, dilakukan penggabungan dari sub bagian diatas, sekaligus mengetahui sejauh mana alat ukur yang dirancang bekerja dengan baik atau tidak.



Gambar 18 Keseluruhan Sistem

4. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat, simulasi, perhitungan serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan alat, maka dapat disimpulkan:

1. Pada sistem ini perbaikan factor daya dapat mengurangi rugi-rugi daya pada sistem
2. Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat
3. Pemasangan kapasitor dapat memperbaiki kualitas arus listrik.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Harten P.Ven, Setiawan E., 1998, *Instalasi Arus Kuat*, Jilid I dan II, Penerbitan Bina Cipta Bandung.
2. Harten P.Ven, Setiawan E., 1998, *Instalasi Arus Kuat*, Jilid I dan II, Penerbitan Trimitra Mandiri.
3. Rahardjo, Yadi Yunus., *Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi 3 fase*, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
4. Riyono Y., 2002, *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, Edisi Revisi, Penerbit Andi Yogyakarta.
5. Datasheet of ATmega16 8-bit Microcontroller with 16K Bytes InSystem Programmable Flash.
6. <http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/78532/ATMEL/ATMEGA16.pdf>
7. <http://www.fineprint.com>
8. www.dunialistrik.com