

PERBAIKAN SISTEM KONTROL PERBAIKAN
FAKTOR DAYA PADA POMPA AIR BERBASIS
ARDUINO

Alhuda Ash Shiddieqy¹, Sayu Pratiwi P², Aan Febriansyah³, Surojo⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektronika, Polman Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Email : Alhudaash98@gmail.com

Abstract

A water pump with a low power factor results in an increase in the value of the current and reactive power, this can result in an increase in the reduction of the water pump efficiency. The purpose of this research is to design a control system to improve the power factor ($\cos \phi$) of the water pump automatically using a capacitor bank. When the motor operates, the current, voltage and power factor are read by the PZEM-004T sensor which is then sent to the Arduino. The data from the sensor is used as a basis for calculations to determine the value of the capacitor required by the water pump. Once the capacitor value is known, the Arduino processes the control program to activate the appropriate capacitor bank. This process will take place automatically when the load changes. Based on the test results on one single-phase water pump, the average water pump power factor can be fixed automatically to above 0.9 and the working current of the water pump drops from 0.96 A to 0.73 A as well as the reactive power. There is a difference in the reading from the measuring instrument and the calculation result with an average percentage of 0.2% due to the rounding of the calculation value in the program and also influenced by the accuracy of the reading of the measuring instrument used.

Keywords: Power factor, PZEM-004T Sensor, Water pump, Capacitor, Arduino

Abstrak

Pompa air dengan faktor daya yang rendah mengakibatkan meningkatnya nilai arus dan daya reaktif hal ini dapat mengakibatkan menurunnya efisiensi pompa air. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem kontrol untuk memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$) pada pompa air secara otomatis menggunakan kapasitor bank. Pada saat motor beroperasi, arus, tegangan dan faktor daya dibaca oleh sensor PZEM-004T yang kemudian dikirimkan ke Arduino. Data dari sensor digunakan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan nilai kapasitor yang dibutuhkan pompa air. Setelah nilai kapasitor diketahui, Arduino memproses program kontrol untuk mengaktifkan kapasitor bank yang sesuai. Proses ini akan berlangsung secara otomatis pada saat beban berubah. Berdasarkan hasil pengujian pada satu buah pompa air satu fasa, rata-rata faktor daya pompa air bisa diperbaiki secara otomatis hingga di atas 0,9 dan arus kerja dari pompa air pun turun dari 0,96 A menjadi 0,73 A begitu pula daya reaktifnya. Terdapat perbedaan hasil pembacaan dari alat ukur dan hasil perhitungan dengan rata-rata persentase sebesar 0,2% dikarenakan adanya pembulatan nilai perhitungan pada program dan juga dipengaruhi oleh keakuratan dari pembacaan alat ukur yang digunakan.

Kata kunci : Faktor daya, Sensor PZEM-004T, Pompa air, Kapasitor, Arduino

1. PENDAHULUAN

Pada beban rumah tangga terdapat banyak sekali beban listrik yang bersifat induktif, beban ini menghasilkan daya reaktif yang lumayan tinggi hal ini dapat menyebabkan meningkatnya biaya konsumsi pemakaian listrik, contoh beban listrik yang bersifat induktif ini antara lain kipas angin, blender, kulkas, *Air Conditioner* (AC), pompa air dan alat-alat yang terdapat kumparan atau lilitan yang bekerja atau beroperasi berdasarkan prinsip kerja induksi. Pada Penelitian ini pengujian menggunakan beban sebuah pompa air dengan daya 125 watt. [1]

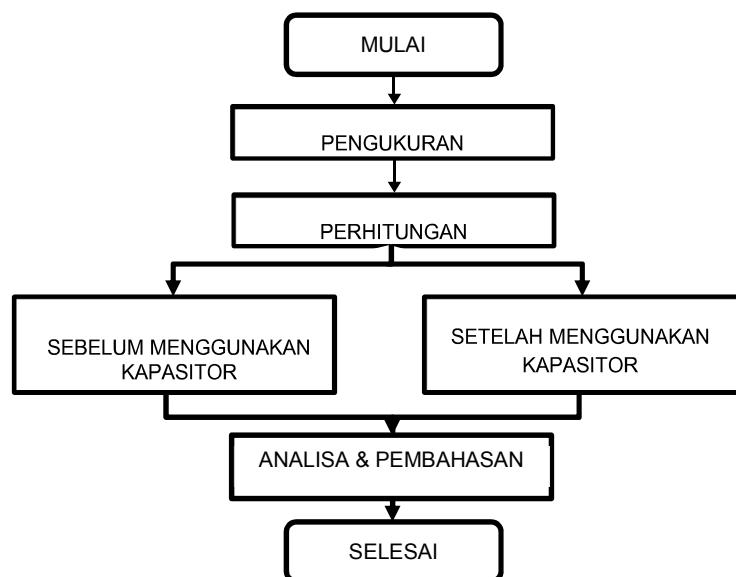
Pompa air banyak digunakan di rumah tangga yang pada umumnya memiliki efisiensi yang tidak terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan kerugian pada rangkaian magnetisasi saat berbeban ringan. Motor pada pompa air ini dirancang untuk beroperasi mendekati beban penuh sehingga jika beban turun akan mengakibatkan penurunan efisiensi pada pompa air. Rendahnya faktor daya ini juga dapat menyebabkan meningkatnya arus listrik yang dapat menyebabkan kerusakan pada kabel. [2]

Sudah banyak penelitian tentang pembuatan alat perbaikan faktor daya dengan memanfaatkan kapasitor bank yang dilakukan oleh banyak peneliti, yaitu, yang pertama oleh Haryadi pada tahun 2015 dimana dibuat sebuah alat untuk melakukan perbaikan faktor daya yang hanya menghitung dan memilih kapasitor kompensasi masih secara manual tanpa menggunakan mikrokontroler [3]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Hartono pada tahun 2004 dimana dibuat sebuah alat untuk memperbaiki faktor daya yang hanya melakukan mentoring faktor daya dan tidak melakukan pemantauan pengukuran terhadap beberapa parameter yang dapat menunjang keakuratan pada saat menganalisa kondisi beban. [4].

Berdasarkan dari referensi dua jurnal di atas, maka disimpulkan untuk menjaga dan meningkatkan efisiensi pada pompa air, maka dilakukan penelitian dengan membuat alat perbaikan faktor daya dengan memanfaatkan kapasitor bank yang disambungkan secara paralel terhadap beban dengan judul penelitian “Sistem Kontrol Perbaikan Faktor Daya Pada Pompa Air Berbasis Arduino”. Pada Penelitian ini, kondisi beban meliputi faktor daya, arus, tegangan, daya nyata, daya semu, daya reaktif, sudut fasa dan nilai kapasitor diukur dan dimonitor secara kontinyu.

2. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, Adapun alur dalam penelitian perbaikan faktor daya menggunakan beban pompa air dengan daya 125 watt dapat dilihat pada Gambar 1.1.



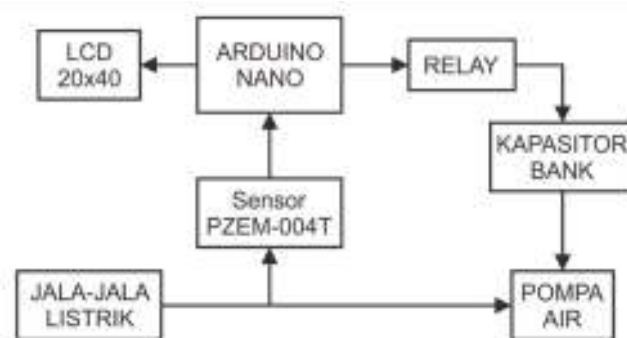
Gambar 1.1. Alur Penelitian

2.1. pengumpulan dan pengolahan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur tegangan, arus, daya reaktif, dan faktor daya menggunakan power quality analyzer. kemudian data yang di dapatkan akan diolah untuk mendapatkan nilai kapasitor yang di butuhkan. Besaran kapasitor yang telah ditentukan kemudian dihubungkan secara paralel ke beban untuk meningkatkan nilai faktor dayanya.

2.2 perancangan Hardware dan system kontrol

Proses pembuatan hardware sistem kontrol perbaikan faktor daya dilakukan dengan menentukan komponen elektrik yang akan di gunakan seperti kapasitor bank, sensor, relay, Arduino Nano. Perancangan ini mengacu pada blok diagram dibawah ini :



Gambar 1. 1 Blok Diagram

Dari jala-jala PLN disambungkan ke pompa air, kemudian sensor pzem akan bekerja untuk mengukur besaran arus, tegangan dan faktor daya pada pompa air. Setelah terbaca oleh sensor maka sensor akan mengirimkan data yang terbaca ke Arduino untuk diolah. Arduino akan mengaktifkan relay yang sesuai dengan kapasitor yang di butuhkan oleh beban.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan nilai kapasitor yang dibutuhkan

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan, diperlukan pengukuran pada beban pompa air yang faktor daya ingin ditingkatkan, pengukuran ini menggunakan *Power Quality Analyzer*, parameter yang diukur pada sensor ini antar lain pengukuran nilai tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, faktor daya dan juga besar nilai tahanan, parameter tersebutlah yang dapat mempengaruhi perubahan nilai faktor daya pada beban tersebut. Hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Pengukuran Pompa Air

Beban Pompa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya aktif (W)	Daya reaktif (VAR)	Faktor daya
Dengan beban	217	0.96	151.1	144.97	0.72
Tanpa beban	217.7	0.99	123.9	177.75	0.57

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan pada beban pompa air, maka harus dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa besar nilai kapasitor yang dibutuhkan sesuai dengan

faktor daya dari beban tersebut proses ini dilakukan secara otomatis di Arduino. Berikut perhitungan penentuan nilai kapasitor pada beban pompa air:

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif kompensator (Q_c) yaitu:

$$\cos \phi_1 = 0.72, \text{ maka } \phi_1 = 43.95^\circ$$

$$\cos \phi_2 = 1.00, \text{ maka } \phi_2 = 0^\circ$$

maka daya reaktif kompensator menjadi:

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \\ Q_c &= 151,1 (\tan 43,95^\circ - \tan 0^\circ) \\ Q_c &= 145,66 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Setelah diketahui Q_c , maka dihitung nilai hambatan kompensator (X_c) menjadi:

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c}$$

$$X_c = \frac{217^2}{145.66}$$

$$X_c = 323.28$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C menjadi:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot X_c} = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 323.28}$$

$$C = 9.8 \mu F$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi

1.00 pada motor induksi adalah $9.8 \mu F$. nilai ini sesuai dengan yang terdeteksi pada alat perbaikan faktor daya ini.

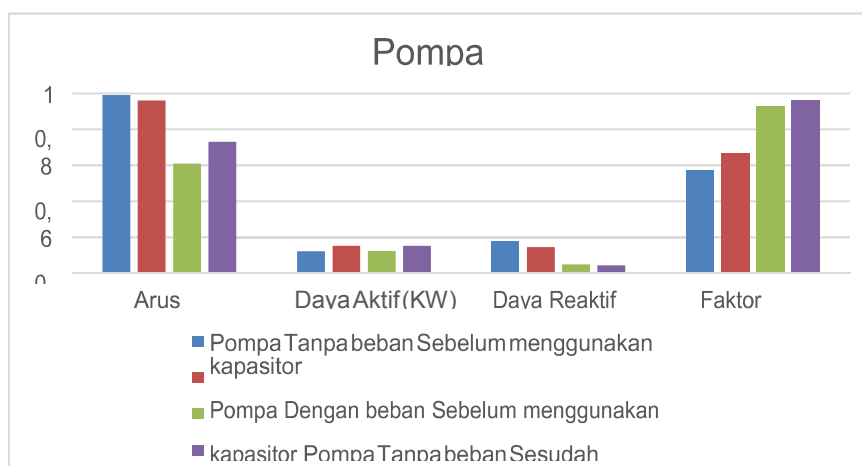
3.2 Pengujian sistem kontrol perbaikan faktor daya

Pada pengujian ini menggunakan beban pompa air dengan daya sebesar 125 watt dan beberapa kapasitor. setelah itu hasil dari pengujian akan di tampilkan pada 2 buah LCD, LCD 1 digunakan untuk menampilkan data sebelum dilakukan perbaikan faktor daya dan LCD kedua digunakan untuk menampilkan data setelah di lakukam perbaikan faktor daya Data hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Alat

Beban Pompa	Kondisi	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya aktif (W)	Daya reaktif (VAR)	Faktor daya
Tanpa beban	Sebelum	217.7	0.99	123.9	177.75	0.57
	Sesudah	217.9	0.61	124.7	49.24	0.93
Dengan beban	Sebelum	217	0.96	151.1	144.97	0.72
	Sesudah	217.2	0.73	152.9	44.56	0.96

Pada pengujian ini beban yang digunakan adalah pompa air dengan daya 125 watt. Dari tabel hasil pengujian alat perbaikan faktor daya dapat diketahui jika nilai faktor daya meningkat maka nilai arus dan daya reaktif akan menurun sehingga dapat meningkatkan efisiensi pada pompa air yang digunakan. Pada data tersebut juga dapat diketahui Ketika pompa air tanpa beban daya reaktif yang dihasilkan lebih besar dibandingkan daya reaktif pada pompa air dengan beban. Pada pompa air dengan beban dibutuhkan kapasitor sebesar $9.8 \mu F$ dengan faktor daya yang diinginkan mencapai 1.00 tetapi pada saat pengujian yang dilakukan hanya mencapai 0.96 sedangkan pada pompa air tanpa beban dibutuhkan kapasitor sebesar $11.94 \mu F$ dengan faktor daya yang diinginkan sebesar 1.00 tetapi pada saat pengujian yang dilakukan hanya mencapai 0.93. Faktor daya tidak bisa mencapai 1.00 dikarenakan pompa air membutuhkan daya reaktif agar dapat membangkitkan medan magnet (*magnetic field*) untuk kumparan rotor pada pompa air. Untuk melihat grafik perbandingan pompa berbeban dengan pompa tanpa beban dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3. Perbandingan Pompa Dengan Beban Dan Pompa Tanpa Beban

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis Arduino untuk pompa air yang telah diuraikan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Membuat alat perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis Arduino yang dapat membaca nilai faktor daya pada beban listrik dengan baik dan dapat mengontrol nilai kompensator yang dibutuhkan secara otomatis.
2. Alat perbaikan faktor daya otomatis dapat meningkatkan nilai faktor daya pada beban induktif.

Dimana hasil sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat perbedaannya ataupun perubahannya pada 2 buah LCD berbeda. Untuk pengukuran dan percobaan pada beban pompa air dengan daya sebesar 125 watt. terjadi kenaikan efisiensi faktor daya dari nilai faktor daya awal 0,72 menjadi 0,96 pada pompa air berbeban dan nilai awal 0.57 menjadi 0.93 pada pompa air tanpa beban.

3. Dari percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui nilai faktor daya maksimum pada beban pompa air dengan daya 125 sebesar 0,96 pada pompa dengan beban dan 0,93 pada pompa tanpa beban.

4.2 Saran

Dari keseluruhan Penelitian yang telah dikerjakan ini ada beberapa saran yang disampaikan untuk mengembangkan Penelitian ini kedepannya, yaitu:

1. Disarankan menggunakan Solid State Relay (SSR), karena jika menggunakan relay mekanis akan rentan rusak jika digunakan terus menerus.
2. Disarankan menggunakan beban dengan daya yang lebih besar agar perubahan data dapat dirasakan dengan signifikan.

Judul Penelitian ini masih bisa di kembangkan dengan menambahkan sistem *Internet Of Things* (IOT).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiranto and W. Nur, Analisa Optimasi Perbaikan Faktor Daya Dan Drop Tegangan Dengan Menggunakan Kapasitor Bank Pada Line 5 PT Bukit Asam (Persero) Tbk, Lampung: Universitas Lampung, 2017.
- [2] M. M. E. and N. P., Perancangan Sistem Kontrol Perbaikan Faktor Daya, SUNGAILIAT: POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG, 2018.
- [3] E. B. Haryadi, Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Peralatan Rumah Tangga, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.
- [4] T. N. Hartono, Perangkaian Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis, Malang: Universitas Brawijaya, 2014.