

# Implementasi Sistem Monitoring $COS \phi$ Sebagai Kendali Konsumsi Daya Reaktif Berlebih

Hendri B<sup>1</sup>, Abdul Muis Prasetya<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara  
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan  
Telepon: 081347533602, 085292331888

\*Email: [1hendrinasri03@gmail.com](mailto:hendrinasri03@gmail.com), [2prasetya.electric@gmail.com](mailto:2prasetya.electric@gmail.com)

## Abstrak

Pada suatu sistem jaringan instalasi suatu perusahaan produk atau industri tidak menutup kemungkinan untuk mengkonsumsi beban yang sangat besar. sebagian besar industri memiliki mesin produksi berkapasitas beban yang sangat besar terutama beban induktif. beban induktif sangat berpengaruh pada kualitas  $\phi$  di sistem jaringan yang akan mengakibatkan kerugian besar baik itu dari pihak PLN (Perusahaan Milik Negara) maupun dari pihak industri. Dari hal tersebut, perlu dilakukan pemantauan nilai  $\cos \phi$ . Selain itu juga perlu dilakukan solusi agar beban reaktif pada industri tersebut tidak melampaui batas yang telah ditetapkan PLN. Dalam penelitian ini telah dilakukan pemantauan  $\cos \phi$  pada sistem kemudian akan memutuskan beban dengan mengontrol circuit breaker ketika  $\cos \phi$  diketahui melampaui batas yang telah ditentukan yaitu 0,85. Pada penelitian yang saya terapkan ketika  $\cos \phi$  jatuh sebesar 0,76 ketika daya reaktif terputus maka  $\cos \phi$  kembali normal sebesar 0,86. Relay terputus menyesuaikan seberapa besar nilai  $\cos \phi$  yang jatuh.

Kata Kunci ; Daya Reaktif Berlebih, Monitoring  $Cos \phi$ , Pemutusan Beban.

## Abstract

A product or industrial company does not rule out the potential of consuming a very significant load in an installation network system. The majority of industries, particularly inductive loads, used production units with extremely huge load capabilities. Inductive loads had a significant impact on network system quality  $\phi$ . resulting in significant losses for both the PLN (State-Owned Company) and the industry. As a result, it was necessary to monitor the value of  $\cos \phi$ . Furthermore, the solutions should be implemented so the reactive load on the industry did not exceed the PLN restrictions.  $\cos \phi$  monitoring was performed on the system in this study, and when  $\cos \phi$  exceeded a specified limit of 0.85, the load would be disconnected by manipulating the circuit breaker. In the research that I applied when the  $\cos \phi$  fell by 0.76 when the reactive power was cut off, the  $\cos \phi$  returned to normal by 0.86. The disconnected relay adjusts how much the  $\cos \phi$  value falls.

Keywords: Over-Reactive Power, Monitoring  $Cos \phi$ , Load Disconnection

DOI:

## 1. Pendahuluan

Dalam perusahaan industri, cenderung menggunakan atau mengkonsumsi daya yang lebih besar dari pada konsumen rumah tangga. Pada perusahaan industri biasanya akan mengkonsumsi daya reaktif yang lebih besar atau berlebih dari batas pemakaian daya reaktif yang ditentukan oleh

PLN (Perusahaan Listrik Negara). Hal tersebut berkaitan dengan nilai  $Cos \phi$  yang terdapat pada sistem penyaluran energi listrik yang digunakan di industri tersebut. Semakin besar nilai daya reaktif maka nilai  $Cos \phi$  pada pembebanan industri akan semakin kecil atau sudut  $\phi$  akan semakin membesar. Hal tersebut akan mengakibatkan perusahaan industri

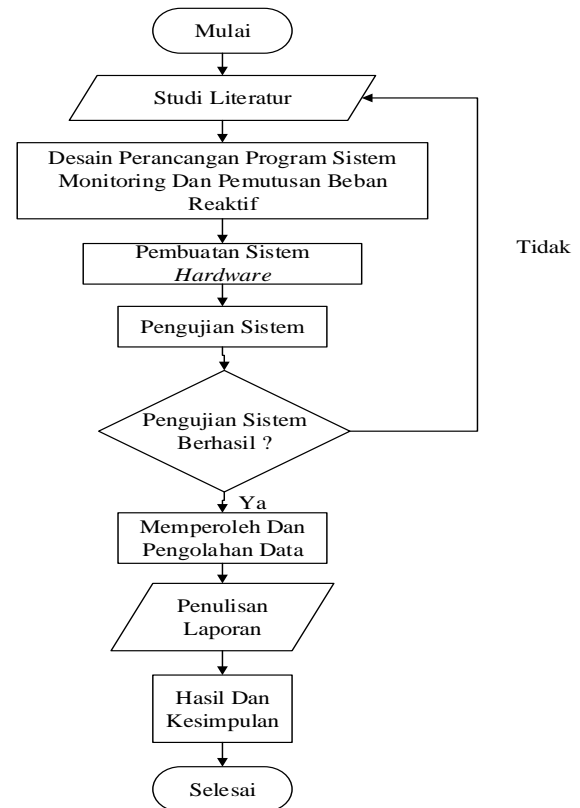
tersebut mendapatkan sanksi dari PLN. Penghasilan energi listrik dari PLN mulanya menghasilkan nilai  $\cos\phi$  yang hampir mendekati 1 atau sama dengan 1. Setelah pembebanan maka otomatis daya reaktif yang digunakan akan mengikis nilai  $\cos\phi$  pada sistem penyaluran listrik dari PLN.

Dalam hal ini perlu dilakukan monitoring  $\cos\phi$  pada sistem pembebanan pada konsumen industri dengan menggunakan sensor  $\cos\phi$ . Setelah mendapatkan nilai  $\cos\phi$  yang kurang dari 0.85 maka sistem kontrol akan memutuskan beban secara otomatis apabila nilai daya reaktif yang digunakan melebihi batas yang telah ditentukan oleh PLN dengan menggunakan mikrokontroler agar pemakaian daya reaktif yang berlebih agar tidak terkena denda dari PLN.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Langkah-Langkah Penelitian

Untuk melakukan suatu penelitian adapun langkah-langkah yang perlu diterapkan guna pelaksanaannya mudah dipahami serta teratur dalam pengerjaannya. Berikut adalah langkah-langkah penelitian yang diterapkan dalam implementasi proteksi konsumsi daya reaktif berlebih melalui monitoring  $\cos\phi$  berdasarkan gambar 6. *flowchart* perencanaan kerja.



Gambar 1. *Flowchart* Perencanaan Kerja

### 2.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari teori atau referensi mengenai permasalahan yang ada selama penelitian dilakukan, referensi tersebut sebagai berikut:

- Kalibrasi sensor, kalibrasi sensor perlu dilakukan agar sensor yang digunakan dapat menghasilkan nilai ukur yang akurat.
- Mencari data mengenai faktor daya berlebih, data disini yaitu data beban yang dikonsumsi. Data tersebut disimulasikan menggunakan *Load Unit Modul*.
- Perancangan sistem atau pemrograman Arduino untuk pemutus beban berlebih.
- Implementasi sistem monitoring  $\cos\phi$  sebagai kendali konsumsi daya reaktif berlebih

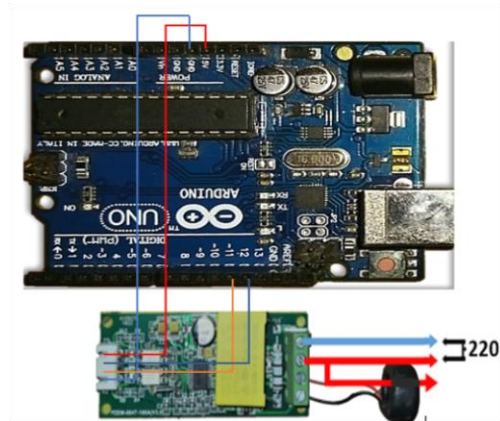
### 2.3 Prosedur Pengambilan Data

Untuk melakukan penelitian ini adapun beberapa prosedur dalam pengambilan data agar pembaca dengan sangat mudah memahami proses

terjadinya pengambilan data. Adapun proses tersebut antara lain:

a. Kalibrasi Sensor

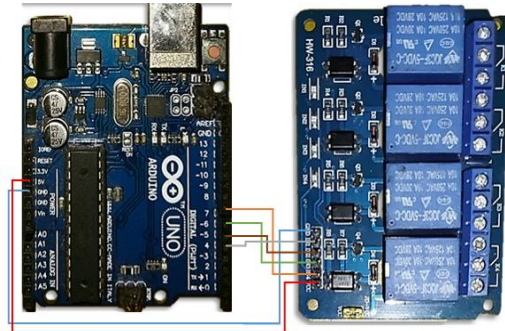
Berikut adalah skematik rangkaian terdapat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Kalibrasi

b. Pengujian relay

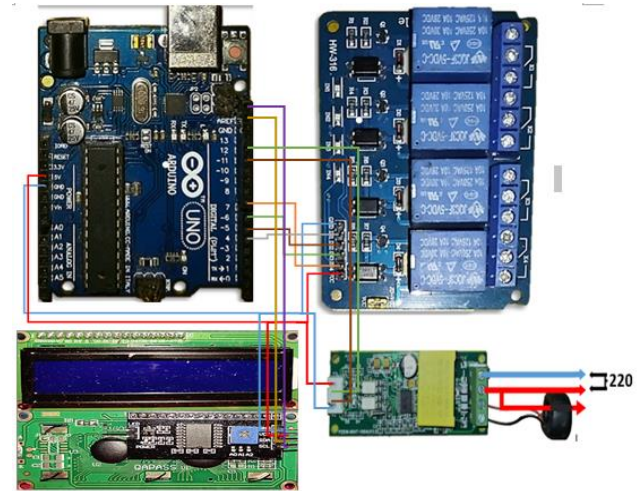
Untuk mengetahui relay memutus dengan baik.



Gambar 3. Skematik Percobaan Relay

c. Respon Kendali

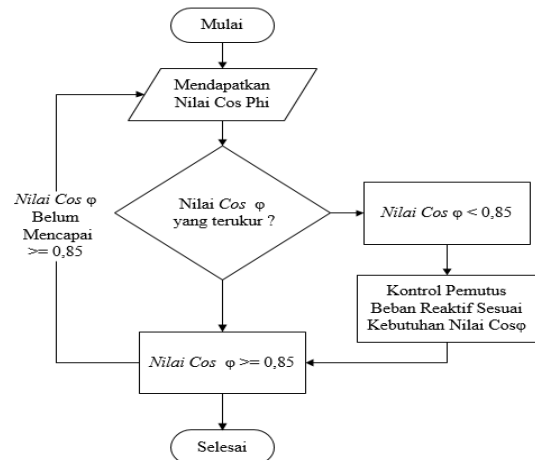
Pengujian ini dilakukan dengan mengontrol relay untuk memutus beban reaktif dengan set point  $Cos \phi \geq 0,85$ . Apabila nilai  $Cos \phi$  bernilai  $< 0,85$  maka daya reaktif akan memutus beban sesuai dengan berapa nilai error yang dibutuhkan relay. Nilai error sendiri yaitu nilai yang kurang untuk mencapai set point  $Cos \phi$ . Adapun relay akan memutus dengan menyesuaikan nilai error itu sendiri.



Gambar 3. Skematik Kendali Pemutusan Konsumsi Daya Reaktif Berlebih Melalui Monitoring  $Cos \phi$ .

2.4 Diagram Kerja

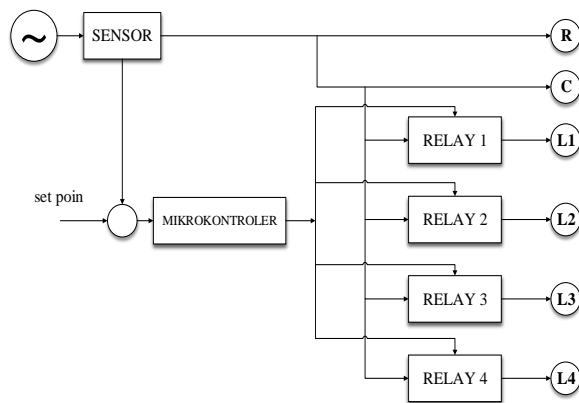
Diagram kerja pada gambar 10 bisa dilihat, pada saat SP (Set Point) masuk ke Kontroler dan kontroler akan mengatur relay yang ada pada beban, dan sensor akan membaca data yang masuk, ketika nilai daya reaktif yang mengalir pada sistem sesuai yang telah ditentukan maka langsung menuju output, dan ketika nilai daya reaktif yang ditampilkan



melebihi batas yang telah ditentukan maka sensor mengirim data ke arduino uno dan akan memerintahkan relay untuk memutus daya yang telah melebihi batas tertentu.

Gambar 4. Diagram Kerja

### 2.5 Flowchart Kerja



Gambar 5. Flowchart Kerja

## 3. Hasil Dan Pembahasan

### 3.1. Pengujian Kalibrasi Sensor

Untuk mendukung keakuratan hasil pengujian dilakukan pengukuran dan kalibrasi yang berkaitan dengan kebutuhan daya reaktif yaitu tegangan, arus dan  $\cos \phi$ . Pada pengujian ini dilakukan 2 sesi yaitu sebelum dan sesudah kalibrasi untuk melihat perbandingan keakuratan setelah melakukan kalibrasi. Dalam hal ini dilakukan pengujian dengan membandingkan tegangan pada *power meter* dengan hasil pengukuran yang terdapat pada sensor. Apabila terdapat selisih maka akan menambahkan sesuai dengan selisih *error* tersebut.

#### a. Pengukuran Tegangan

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan prosedur kalibrasi yang telah dijelaskan bahwa akan dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran *power meter* dengan hasil pengukuran sensor. Berikut adalah data sebelum kalibrasi pada tabel 2 pengukuran tegangan.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Sebelum Kalibrasi

Tegangan (V)		Error
Power meter	Sensor	
100,4	100,1	0,3
110,7	110,3	0,4
121,1	120,8	0,3
129,9	129,6	0,3
140,4	140,1	0,3

150,1	149,8	0,3
161,4	161,1	0,3
170,4	170,1	0,3
180,4	180,1	0,3
191,5	191,1	0,4
200,5	200,2	0,3
209,8	209,5	0,3
219,6	219,4	0,2
220,5	220,1	0,4

Dari hasil perbandingan pada pengukuran ini terdapat sedikit selisih atau *error*. Dari selisih tersebut terdapat nilai rata-rata 0,3, sehingga pada program ditambahkan hasil pengukuran sebesar 0,3 untuk proses kalibrasi pada sensor untuk tegangan. Berikut adalah hasil kalibrasi yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Sensor Terhadap Pengukuran Tegangan

V (V)		Error
Power meter	Sensor	
100,5	100,5	0
110	110	0
120,5	120,5	0
130,7	130,7	0
140,2	140,2	0
150,1	150,1	0
160,1	160,1	0
170,3	170,3	0
180	180	0
190	190	0
200,2	200,2	0
210,5	210,5	0
220,1	220,1	0

Dari hasil yang terdapat pada pengujian setelah kalibrasi dapat dilihat bahwa selisih yang ditampilkan sebesar 0 v pada pengujian ini tidak menampilkan akurasi dikarenakan hasil sebelum kalibrasi sebesar 100%. Hal tersebut dikarenakan selisih tidak ada yang mencapai 0,5 v namun setelah kalibrasi hasil yang ditampilkan menjadi lebih maksimal.

#### b. Pengukuran Arus

Pada pengujian dan kalibrasi arus juga sama halnya dengan tegangan. Hanya saja pada pengujian ini membandingkan nilai persentase akurasi sebelum dan sesudah melakukan kalibrasi namun tetap menerapkan kalibrasi sesuai dengan selisih yang ada.

Untuk mendapatkan nilai persentasi akurasi sendiri dengan membagikan hasil pengukuran terbesar dan terkecil .Berikut adalah tabel hasil pengukuran dan pengujian.

**Tabel 3. Pengukuran Arus Sebelum Kalibrasi**

I (A)		Akurasi
Power meter	Sensor	
0,109	0,11	99%
0,119	0,12	99%
0,128	0,13	98%
0,139	0,14	99%
0,15	0,15	100%
0,16	0,16	100%
0,17	0,17	100%
0,18	0,18	100%
0,194	0,19	100%
0,2	0,2	100%
0,21	0,21	100%
0,22	0,22	100%
0,23	0,23	100%
0,216	0,21	97%

Terlihat pada hasil pengujian pengukuran arus sebelum kalibrasi masih terdapat beberapa yang tidak mencapai 100%. salah satu faktor kurangnya persentasi akurasi di sebabkan pada pembacaan sensor hanya dua angka dibelakang koma sedangkan pada pengukuran *power meter* terdapat tiga angka dibelakang koma. Berikut adalah hasil pengukuran arus setelah dikalibrasi terdapat pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Kalibrasi Sensor Terhadap Pengukuran Arus**

Arus (A)		Akurasi
Power meter	Sensor	
0,349	0,35	100%
0,38	0,38	100%
0,42	0,42	100%
0,454	0,45	99%
0,49	0,49	100%
0,525	0,52	99%
0,56	0,56	100%
0,6	0,6	100%

0,635	0,63	99%
0,677	0,67	99%
0,722	0,72	100%
0,777	0,78	100%
0,844	0,84	100%

Dari hasil yang ditampilkan terlihat bahwa pengukuran memiliki peningkatan persentasi akurasi. Terdapat beberapa yang tidak mencapai 100% dikarenakan sensor tidak dapat membaca arus tiga angka dibelakang koma.

### c. Pengukuran $\cos \phi$

Pengujian  $\cos \phi$  sendiri sedikit berbeda, nilai akurasi yang diberikan tergantung pada hasil pengukuran pada arus dan tegangan. Secara otomatis nilai pengukuran  $\cos \phi$  membak ketika tegangan dan arus telah di kalibrasi tanpa mengubah program asli dari  $\cos \phi$  sendiri. Berikut adalah hasil pebrbandingan nilai  $\cos \phi$  antara sebelum dan sesudah pengkalibrasian pada arus dan tegangan.

**Tabel 5. Pengukuran  $\cos \phi$  Sebelum Kalibrasi**

$\cos \phi$		Akurasi
Power meter	Sensor	
0,998	0,99	99%
0,987	0,99	100%
0,989	0,99	100%
0,989	1	99%
0,991	1	99%
0,992	1	99%
0,992	1	99%
0,993	1	99%
0,994	1	99%
0,994	1	99%
0,994	1	99%
0,995	1	100%
0,995	1	100%
0,994	1	99%

Dari hasil pengukuran sebelum kalibrasi terlihat bahwa rata-rata persentasi akurasi sebesar 99%. Namun akan ada perbandingan setelah tegangan dan arus terkalibrasi. Adapun hasil kalibrasi diterapkan pada tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Kalibrasi Sensor Terhadap Pengukuran  $\cos \phi$**

$Cos \phi$		Akurasi
Power meter	Sensor	
0,957	0,96	100%
0,956	0,96	100%
0,955	0,95	99%
0,953	0,95	100%
0,953	0,95	100%
0,952	0,95	100%
0,95	0,95	100%
0,949	0,95	100%
0,944	0,94	100%
0,941	0,94	100%
0,928	0,93	100%
0,913	0,91	100%
0,89	0,89	100%

Pada hasil pengungkuran setelah kalibrasi terdapat rata-rata nilai persentasi akurasi yang didapatkan berkisar 100%.

### 3.2. Pengujian Relay

Dilakukan pengujian ini untuk dapat memastikan memastikan *relay* dapat berjalan sesuai dengan perintah perogram. Pada pengujian ini *relay* yang diinginkan dapat menyala satu persatu. Sesuai dengan perintah port yang diberikan pada ke empat *relay*. Untuk mengetahui lebih jelas maka pada *relay ON* dikondisikan pada angka 1, sedangkan dalam keadaan *OFF relay* dikondisikan angka 0 yang berlaku pada pengujian berikutnya. Pada pengujian ini juga akan dilakukan percobaan berdasarkan nilai  $Cos \phi$ .

#### a. Pengujian Relay Manual

Dari pengujian ini dilakukan berdasarkan program sederhana untuk pengecekan *relay* dapat berfungsi dengan baik. Adapun proses pengujian yaitu memerintahkan *relay* sesuai program yang telah diberikan port pada masing-masing *relay*. Dai hasil pengujian ini diharapkan *relay* yang diperintahkan hidup sesuai dengan harapan yaitu relai akan menyala satu persatu secara manual dan beurutan mulai dari *relay* 1 sampai dengan 4. Berikut adalah hasil pengujian yang diterapkan pada tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Relay program sederhana**

Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Pada pengujian ini menunjukkan bahwa *relay* dapat berfungsi dengan baik saat diperintahkan sesuai dengan program yang ada mulai dari *relay* 1 sampai dengan *relay* 4 untuk mendukung percobaan pengujian berikutnya

#### b. Pengujian Relay Berdasarkan Nilai $Cos \phi$ .

Sedikit berbeda dengan pengujian *relay* dengan program sederhana. Pada Pengujian ini menambahkan sedikit perintah yaitu *relay* akan menyala berdasarkan nilai *error Cos  $\phi$*  yang diberikan dengan nilai *Cos  $\phi$  set poin* yaitu 0.85. pengujian ini akan mengatur  $Cos \phi$  yang diberikan sebagai nilai  $Cos \phi$  yang terukur secara manual untuk melihat respon *Relay* telah sesuai dengan yang diharapkan. Adapun pada pengujian ini dilakukan untuk proses respon kendali secara otomatis. Berikut adalah hasil pengujian diterapkan pada tabel 8.

**Tabel 8. Hasil Pengujian Relay Berdasarkan Nilai  $Cos \phi$ .**

Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4	$Cos \phi$
1	1	1	1	> 0,85
0	1	1	1	0,85-0,80
0	0	1	1	0,80-0,75
0	0	0	1	0,75-0,70

Pada pengujian ini akan merespon *Relay* sesuai nilai  $cos \phi$ . Dari tabel diatas, yang diinginkan yaitu, apabila  $cos \phi > 0,85$  maka *Relay* tidak terjadi pemutusan. Respon *relay* memutus satu apabila nilai  $cos \phi$  0,85 sampai dengan 0,80 begitupun seterusnya. *Relay* akan terus memutus setiap nilai *error* berkurang 0,05.

#### c. Pengujian Respon Kendali

Pengujian ini merupakan respon *relay* terhadap beban daya reaktif agar penggunaan  $Cos \phi$  tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, *relay* tidak terhubung langsung dengan beban RLC. Hal ini

dikarenakan peralatan dan bahan yang digunakan terbatas. Namun dapat dibuktikan dengan perhitungan berdasarkan rumus daya reaktif. Pada percobaan respon kendali ini diharapkan *relay* memutus sesuai dengan kurangnya nilai *cos φ* berdasarkan *set point* yang ada yaitu  $\geq 0,85$ . Adapaun pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan melihat ketika beban dimainkan maka daya reaktif akan mempengaruhi *Cos φ* hingga mencapai 0,85 akan di perlihatkan pada tabel 9.

**Tabel 9. Data Hasil *Cos φ* Pemutusan Beban RC Tanpa Respon Kendali *Relay***

V (V)	I (A)	Cos $\phi$	Q (VAr)	Relay				SW		
				1	2	3	4	R	L	C
223,9	1,85	0,88	196,62	1	1	1	1	111111	1111	111111
224,4	1,85	0,76	268,63	1	1	1	1	011111	1111	001111
225,2	1,82	0,64	313,54	1	1	1	1	001111	1111	000111
226,8	1,89	0,37	398,19	1	1	1	1	000011	1111	000001

Pada tabel 10. diatas menjelaskan bahwa *relay* dalam keadaan sebelum terjadinya respon kendali. Pengujian dilakukan mulai dari sebelum melakukan pemutusan beban R dan C yaitu posisi semua *relay* dalam keadaan ON =1 hingga melakukan pemutusan beban OFF = 0. Pemutusan beban R dan C dilakukan untuk menurunkan nilai *cos φ*. Dengan memutus beban R dan C dapat mebuat nilai *cos φ* berkurang dari nilai *set point* yang merespon kendali *relay* untuk memutus daya reaktif sesuai dengan kebutuhan pencapain nilai *cos φ*. Tabel respon kendali disampaikan pada tabel 9. Adapun persamaan perhitungan nilai daya reaktif yang terukur pada pengujian ini

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

Dengan Keterangan:

$$Q = \text{Daya Reaktif (VAr)}$$

$$V = \text{Tagangan (V)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$\cos \phi = \text{Power Factor}$$

$$\phi = \text{Sudut (40,5}^\circ\text{)}$$

Analisa Sebelum pemutusan beban reaktif:

$$Q = 224,4 \times 1,85 \times \sin (40,5^\circ)$$

$$= 269,61 \text{ Var}$$

**Tabel 10. Data Hasil Monitoring *Cos φ* Dengan Respon Kendali Daya Reaktif**

V (V)	I (A)	Cos $\phi$	Q (VAr)	Relay				SW		
				1	2	3	4	R	L	C
224,7	1,58	0,86	180,42	0	1	1	1	011111	0111	001111
226,2	1,2	0,90	118,15	0	0	1	1	001111	0011	000111
227,3	0,87	0,91	81,81	0	0	0	1	000011	0001	000001

*Relay* berkaitan pada beban induktif yaitu *relay1*= SW1, *relay2*= SW2, *relay3* = SW3, dan *relay4* = SW4 beban reaktif atau induktif. pada tabel diatas sangat berkaitan dengan tabel 9. pada tabel ini hasil pengujian respon kendali dari nilai *cos φ* yang kurang dari 0,85. Terlihat bahwa setelah terjadinya pemutusan beban reaktif nilai *cos φ* yang dihasilkan kembali normal. semakin banyak nilai *cos φ* yang berkurang maka semakin besar pula nilai daya reaktif yang harus terputus. Perlu diketahui bawa urutan *switch* atau SW1 hingga SW4 merupakan beban reaktif prioritas terendah hingga yang tertinggi. Hal tersebut disusun agar pemutusan beban dilakukan mulai dari prioritas terendah hingga prioritas tertinggi. Adapun persamaan perhitungan nilai daya reaktif yang terukur pada pengujian ini.

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

Dengan Keterangan:

$$Q = \text{Daya Reaktif (VAr)}$$

$$V = \text{Tagangan (V)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$\cos \phi = \text{Power Factor}$$

$$\phi = \text{Sudut (30,6}^\circ\text{)}$$

Analisa sudah pemutusan beban reaktif:

$$Q = 224,7 \times 1,58 \times \sin (30,6^\circ)$$

$$= 180,72 \text{ VAr}$$

## VI. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dari monitoring *Cos φ* sebagai kendali konsumsi daya reaktif berlebih dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pengontrolan beban reaktif untuk perbaikan nilai *Cos φ* dapat dilakukan menggunakan program mikrokontroler secara otomatis.

- b. Semakin besar beban induktif yang diberikan maka semakin besar pula daya reaktif yang terbaca sehingga nilai  $\cos \phi$  akan semakin kecil.
- c. Pemutusan beban reaktif berlebih dapat meminimalisir jatuhnya nilai  $\cos \phi$  sesuai dengan yang diharapkan. Dapat dilihat pada tabel 9 sebelum relay memutuskan, ketika beban  $R$  dan  $C$  dimainkan secara bervariasi maka nilai  $\cos \phi$  yang terukur  $<0,85$ . Pada tabel 10 adalah hasil pemutusan beban dengan nilai  $\cos \phi >0,85$ . dapat dilihat pada tabel tersebut memiliki nilai  $\cos \phi >0,85$ .

#### B. Saran

Adapun kekurangan pada percobaan ini yaitu semua *relay* akan kembali *ON* pada situasi  $\cos \phi$  kembali normal dan akan memutuskan kembali sesuai dengan kebutuhan nilai  $\cos \phi$  yang ada. Saran agar dapat melakukan pengujian dan penelitian berikutnya keadaan kontrol *relay* tidak perlu *ON* kembali setelah  $\cos \phi$  telah mencapai batas stabil.

#### Referensi

- [1] Agus Putranto, (2014,). *Sistim monitoring dan kontrol motor AC 3 phase melalui Inverter ATV312 yang tersambung pada jaringan komunikasi data serial RS485 dengan protokol Modbus menggunakan Visual Basic*, p. 1.
- [2] Dickson, K. (2019). Pengertian Arus Listrik (Electric Current). *Teknik elektro*.
- [3] Iman, K. (2016,). LCD dengan I2C Module untuk Arduino.
- [4] Kho, D. (2016). Besaran dan Satuan Listrik / Elektronika. *Teknik elektronika*.
- [5] Kurniawan. (2011). Segitiga daya. *Teknik teknik dasar*.
- [6] Kusumandaru, D. (2015). Daya listrik. *Teknik listrik*, p. 1.
- [7] Mutofan, (2017). Manajemen pemanfaatan energi listrik pada pompa di pdam tirta moedal produksi ii kota semarang melalui audit energi listrik
- [8] Nasution, (2014). Rancang bangun alat monitoring daya 3 phase berbasis micro controller. *Seminar nasional ilmu computer*, 19.
- [9] Sulistyio, Kiswanto, Yuyut Suraniyanto, & M. Taufik, (2007). Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Daya (Capacitor Bank) Pada Sistem Kelistrikan Gedung Rsg-Gas.
- [10] Sution, (2014). Rancang bangun alat monitoring daya 3 phase berbasis mikrokontroler yang dapat di baca secara online pada laboratorium mikroprosesor politeknik negeri malang. *Seminar nasional ilmu komputer (SNIK-2014)*, 19.
- [11] Sitepu, J. (2019). Macam-Macam Sensor Arus pada Rangkaian Elektronik.
- [12] Sugeng, m. (2017). Pengertian Tegangan Listrik AC dan DC. *Tentang ilmuku*.