

Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Motor Sinkron Dengan Metode Fuzzy Logic Control

Alvon Satria*Edy Ervianto**

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru
28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas
Riau

Email: alvon.satria27@gmail.com

ABSTRACT

In many industry most of the load usage in the inductive characteristic condition. This condition getting lower power factor of system. If a low power factor will cause a decrease in the ability and efficiency of the power system and affect the level of voltage. The use of synchronous motor in this paper is to produce reactive power to the optimal point power factor of system. The paper proposes is to improve power factor of the system using a synchronous motor. The addition of a fuzzy logic control method as the power factor controller so is always in good condition. Fuzzy logic giving command automatically to the synchronous motor to provide current to the system. Synchronous motor and fuzzy logic able to improve power factor of the system with a high of accuracy.

Keyword : *Synchronous Motors, Power Factor, Fuzzy Logic*

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem di industri yang paling banyak adalah beban yang bersifat induktif. Beban induktif adalah penyebab menurunnya faktor daya. Bahkan faktor daya yang rendah akan menyebabkan beberapa masalah seperti menurunnya kemampuan dan efisiensi dari sistem tenaga dan mempengaruhi tingkat tegangan.

Untuk alasan ini, perbaikan faktor daya sangat diperlukan. Ada beberapa teknik dalam perbaikan faktor daya diantaranya menggunakan kapasitor dan menggunakan motor sinkron (AC). Selain menerapkan kapasitor bank untuk memasok listrik dengan daya reaktif, motor sinkron juga digunakan untuk tujuan tersebut. Faktor daya motor sinkron dapat dengan mudah dikontrol karena dilengkapi dengan sumber eksitasi independen.

Dengan cara ini, faktor daya dapat ditingkatkan tanpa menghasilkan daya reaktif (motor dengan $PF = 1.0$) atau menghasilkan daya reaktif (motor dengan $PF = 0.0$) jadi tergantung aplikasi, motor sinkron dapat memasok listrik dengan pengurangan daya besar pada seluruh sistem. Motor sinkron dapat dirancang untuk secara efektif

beroperasi pada berbagai kecepatan untuk memberikan perangkat terbaik untuk berbagai macam beban.

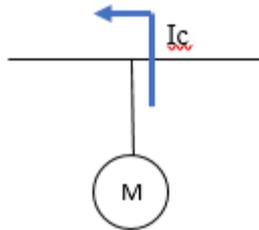
2. MOTOR SINKRON

2.1. Pengaruh Penguatan Arus Medan Pada Motor Sinkron

a. Over excitation

Keuntungan terbesar motor sinkron adalah faktor dayanya dapat diatur dengan penguatan arus eksitasi pada rotornya. Ketika arus eksitasi dinaikkan melebihi eksitasi normalnya (over eksitasi) faktor daya seperti terukur pada terminal motor menjadi leading karena motor dengan eksitasi lebih menghasilkan daya reaktif.

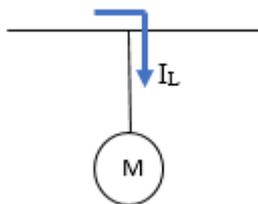
Dengan mengoperasikan motor pada faktor daya leading maka faktor daya sistem dapat ditingkatkan dan dapat memperbaiki jatuh tegangan. Motor sinkron mampu memperbaiki faktor daya sistem sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.



Gambar 2.1 Motor Sinkron dengan Over Excitation

b. Under excitation

Jika eksitasi kurang dari eksitasi normalnya (under excitation), faktor daya motor menjadi lagging dan akan menarik daya reaktif dari sistem



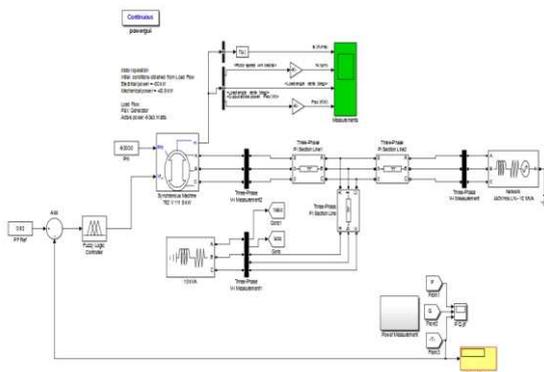
Gambar 2.1. Motor Sinkron Dengan Under Excitation

3. METHODOLOGY

Tujuan dari penulisan ini adalah penggunaan Fuzzy Logic sebagai alat untuk mengontrol motor sinkron yang akan memberikan arus untuk memperbaiki faktor daya sistem.

3.1. Perancangan Sistem

Yang pertama dilakukan adalah membuat simulasi sistem dengan software Matlab/SIMULINK.



Gambar 3.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem diatas menggunakan parameter atau spesifikasi sebagai berikut :

- Sumber 10 MVa

Type	Swing
Sudut phasa	0°
Tegangan	762 V
Frekuensi	50

- Beban 1 Mva

Tegangan	762 V
Daya aktif	800 kW
Daya reaktif	600 kVar

- Motor 112 Kw

Daya aktif	112 kW
Tegangan	440 V
Frekuensi	50
Jumlah kutub	2

Pada teori diatas, cara motor sinkron memperbaiki faktor daya sistem adalah dengan penguatan arus medan (over excitation). Namun pada simulasi yang telah dibuat, hanya tegangan medan yang bisa diatur. Hubungan arus dan tegangan medan adalah jika tegangan medan di naikkan, maka arus medan juga ikut naik. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_f = I_f \cdot R_f$$

Dimisalkan tegangan yang diberikan adalah 35 V, maka arus medan yang akan masuk adalah 269 A

$$R = 0,13$$

$$V_f = I_f \cdot R_f$$

$$I_f = \frac{V_f}{R_f}$$

$$I_f = \frac{35}{0,13}$$

$$I_f = 269 \text{ A}$$

Maka arus medan (I_f) yang diberikan oleh motor sinkron ke sistem adalah 269 A.

3.2. Perancangan Fuzzy Logic

Dalam sistem perancangan fuzzy logic, ada 3 komponen yang harus dilakukan, yaitu :

- **Fuzzyfication**

Membuat membership function pada input. Pada penelitian ini, menggunakan dua input. Yaitu cos phi dan cos phi error.

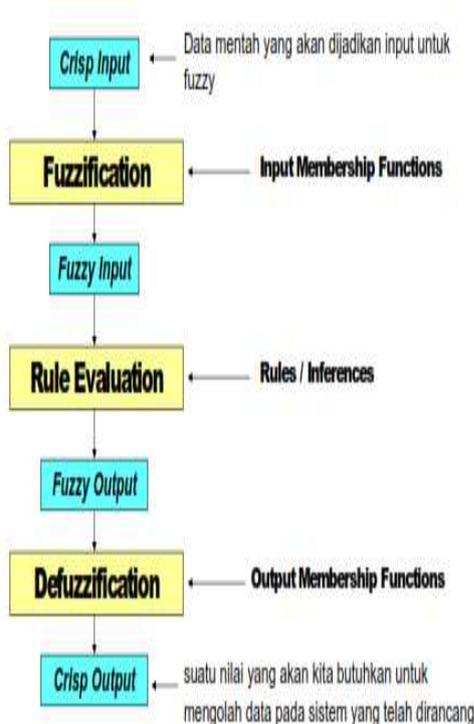
- **Inference**

Melakukan penalaran menggunakan fuzzy input dan fuzzy rules yang telah ditentukan sehingga menghasilkan output. Secara sintaks, suatu fuzzy rule dituliskan sebagai:

IF antecedent THEN consequent

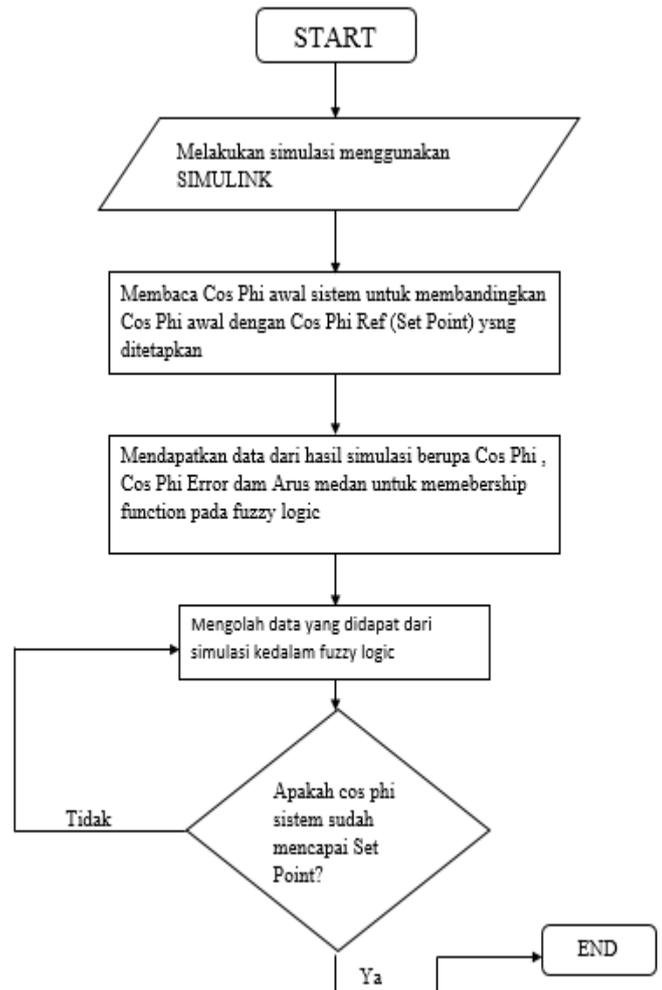
- **Defuzzification**

Proses defuzzification adalah suatu nilai fuzzy output yang berasal dari rule evaluasi diambil kemudian dimasukkan kedalam suatu membership function output.



Gambar 3.1. Perancangan Fuzzy

3.3. Flowchart



Gambar 3.2. Flowchart Simulasi

4. HASIL

4.1. Menghitung Cos Phi awal Sistem

$$\text{Beban} = 800 \text{ kW} + 600 \text{ kVar}$$

$$\text{Motor Sinkron} = 112 \text{ kW} + 114 \text{ kVar}$$

$$\text{Total beban sistem} = 912 \text{ kW} + 600 \text{ kVar}$$

- **Cos Phi Awal Sistem Dengan Beban**

$$\text{beban sistem} = \text{beban}$$

$$\text{beban sistem} = 800 \text{ kW} + 600 \text{ kVar}$$

$$PF = \cos \left(\tan^{-1} \left(\frac{600}{800} \right) \right) = 0,8 \text{ lagging}$$

- **Cos phi awal sistem dengan beban dan motor sinkron tanpa arus penguatan**

$$\text{Beban sistem} = \text{beban} + \text{motor sinkron}$$

$$\text{Beban sistem} = (800 \text{ kW} + 600 \text{ kVar}) + (112 \text{ kW} - 714 \text{ kVar})$$

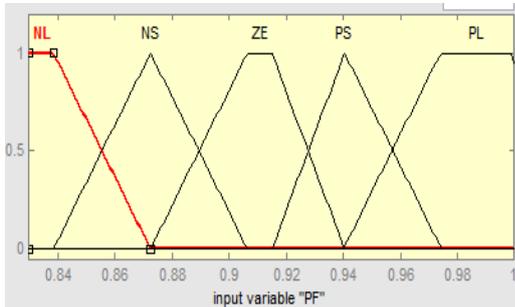
$$\text{Beban Total Sistem} = 912 \text{ kW} + 714 \text{ kVar}$$

$$PF = \cos(\tan^{-1}(\frac{714}{912})) = 0,78 \text{ lagging}$$

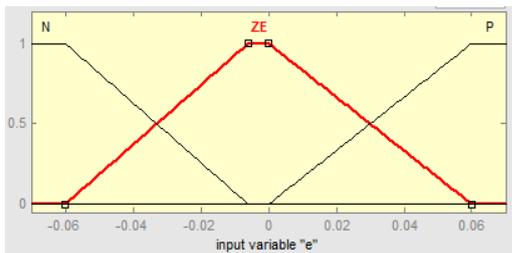
Cos phi sistem awal dengan beban total adalah 0,78 lagging

mf1 is Very Low
mf2 is Low
mf3 is Normal
mf4 is High
mf5 is Very High

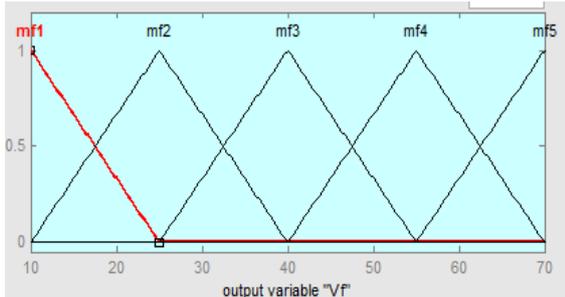
4.2. Hasil Input Dan Output Setelah Simulasi



Gambar 4.1. Membership Function of PF



Gambar 4.2. Membership Function of Error



Gambar 4.3. Membership Function of Vf

4.3. Fuzzy Rule

- Fuzzy Variabel
 - a. Power Factor (PF)
 - PF is Negative Large (NL)
 - PF is Negative Small (NS)
 - PF is Normal (NML)
 - PF is Positive Small (PS)
 - PF is Positive Large (PL)
 - b. Error (e)
 - e is Negative (N)
 - e is Zero (ZE)
 - e is Positive (P)
 - c. Output : Vf (tegangan medan)

Tabel 4.2. Fuzzy Controller Action

Power Factor	Direction of Correction	Output (Membership Vf)
Very Low	Increase Agressively	mf5
Low	Increase Gently	mf2, mf3, mf4
Normal	No Change	No change
High	Decrease Gently	mf1, mf2

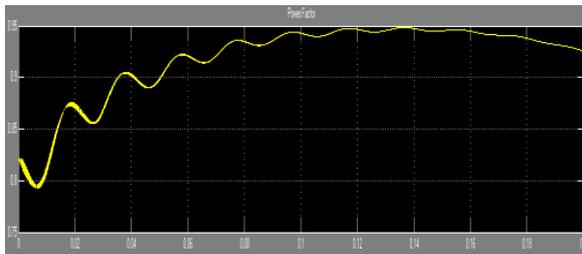
Tabel 4.3. Tabel Fuzzy Rule Base

PF \ e	NL	NS	ZE	PS	PL
N	mf5	mf4	mf3		
ZE	mf4	mf3	mf3	mf2	mf1
P			mf3	mf2	mf2

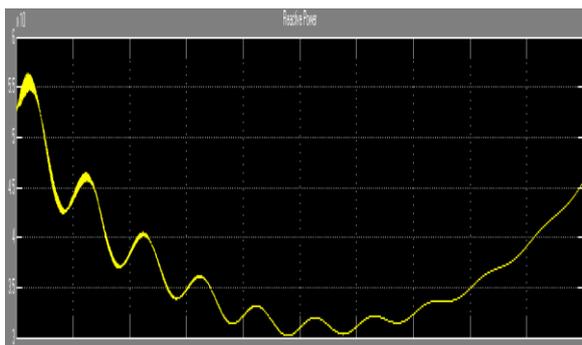
• Fuzzy Rule base

1. If (PF is NL) and (e is N) then (Vf is mf5)
2. If (PF is NS) and (e is N) then (Vf is mf4)
3. If (PF is ZE) and (e is N) then (Vf is mf3)
4. If (PF is NL) and (e is ZE) then (Vf is mf4)
5. If (PF is NS) and (e is ZE) then (Vf is mf3)
6. If (PF is ZE) and (e is ZE) then (Vf) is mf3)
7. If (PF is PS) and (e is ZE) then (Vf is mf2)
8. If (PF is PL) and (e is ZE) then (Vf is mf1)
9. If (PF is ZE) and (e is P) then (Vf is mf3)
10. If (PF is PS) and (e is P) then (Vf is mf2)
11. If (PF is PL) and (e is P) then (Vf is mf2)

4.4. Grafik Hasil

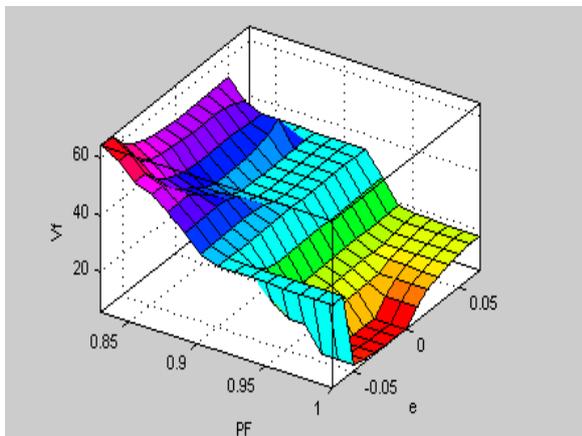


Gambar 4.4. Grafik Cos Phi



Gambar 4.5. Grafik Daya Reaktif

Dari kedua gambar diatas dapat dilihat bahwa cos phi sistem telah meningkat dari 0,74 lag menjadi 0,92 lag. Daya reaktif sistem yang sebelumnya tinggi menjadi turun karena cos phi sistem sudah naik.



Gambar 4.6. Sursafe Diagram

5. KESIMPULAN dan SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian dapat diambil kesimpulan :

1. Motor sinkron mampu memperbaiki faktor daya sistem dengan penguatan arus medan berlebih yaitu sebesar 269 A.
2. Dengan penguatan arus medan yang berlebih, motor sinkron berubah sifat yang awalnya reaktif induktif berubah menjadi reaktif kapasitif.
3. Dengan menggunakan pengontrolan fuzzy logic, motor secara otomatis terinstruksikan untuk mendapatkan penguatan arus medan berlebih sesuai kebutuhan cos phi sistem yang rendah.

5.2. SARAN

1. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, diharapkan dapat membuat perancangan fuzzy logic dengan lebih banyak input dan membership agar hasil yang diperoleh lebih akurat.
2. Diharapkan penelitian lebih lanjut dapat melakukan simulasi dengan *software* yang berbeda dengan variasi tinjauan yang lebih banyak agar respon sistem terhadap diberikannya arus/tegangan lebih cepat merubah cos phi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Audley D. Grey. 2005. *Power Factor Improvement Using Fuzzy Logic Control Of An AC Synchronous Motor*. Tennessee Tech University
- Huiyong Xu Cong Wang, *Power Factor Improvement In Industrial Facilities Using Fuzzy Logic Excitation Control Of Synchronous Motor*. China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing, China
- Moe Kay Thi Khaing. 2014. *Power Factor Correction With Synchronous Condenser For Power Quality Improvement In Industrial Load*. Mandalay Technological University. Mandalay, Myanmar
- Rajagukguk, Tongam, Buhari. 2009. *Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar Dan Faktor Daya Pada Motor Sinkron Tiga Fasa*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Indonesia.
- P. Kripakaran, J. Sathishkumar, R.Gopi Krishna. 2014. *Power Factor Correction Using Fuzzy logic Control*. College of Engineering and Technology