

## DESAIN ADAPTIF FUZZY POWER SYSTEM STABILIZER (PSS) PADA SISTEM TENAGA MULTIMESIN

Zainal Abidin<sup>1</sup>, Affan Bachri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan  
[zainalabidin@unisla.ac.id](mailto:zainalabidin@unisla.ac.id), [affanbachri@unisla.ac.id](mailto:affanbachri@unisla.ac.id)

### ABSTRAK

In the electric power generation, the frequency and voltage stability are parameters of the reliability of the electric power system. One of the discussions in this paper is about PSS (power system stabilizer), which is an additional equipment that has the role of expanding the stability limit by adding damping to the generator. The output of the generator is frequency, voltage and power. Therefore frequency stability must be controlled properly. Fuzzy logic controller (FLC) is one of control that doesn't utilize mathematical models to solve problems. In the LFC, the system parameters both input and output are processed into linguistic variables through the fuzzification and defuzzification processes using rules and membership functions. Multi-machine systems that experience a change in load experience large oscillations for the generator which will take a long time to achieve stability (*steady state*). Using PSS with the Fuzzy method simulated in Matlab / Simulink can solve the problem of load change conditions in fast settling time.

**Kata Kunci :** Power System Stabilizer, FLC, Frequency, Stability

### 1. PENDAHULUAN

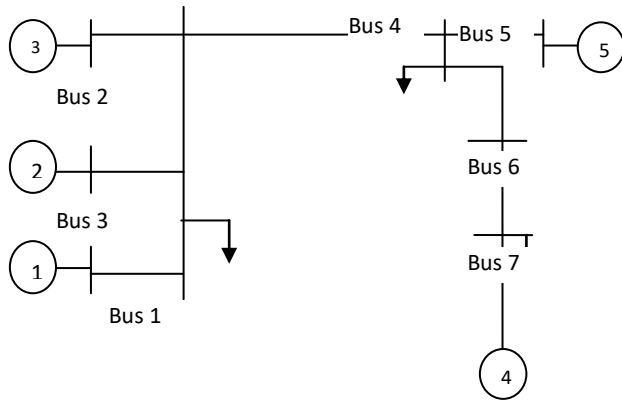
Dalam dunia ketenagalistrikan, sebuah pusat pembangkit yang besar masih membutuhkan peralatan tambahan yang disebut Power System Stabilizer (PSS). Alat tersebut memiliki peranan dalam memperluas batas stabilitas dengan menambahkan peredaman pada mesin (generator). Output dari mesin (generator) adalah frekuensi, tegangan dan daya. Oleh sebab itu, stabilitas frekuensi dan tegangan harus dikontrol dengan baik. Desain kontroler pada sistem tenaga memerlukan model matematik yang sangat kompleks sehingga memerlukan penyelesaian yang tidak sederhana. Fuzzy Logic Controller (FLC) adalah salah satu bentuk kontrol modern yang tidak memanfaatkan model matematik untuk menyelesaikan berbagai persoalan.

Dalam FLC, parameter sistem input dan output dapat diolah menjadi variabel linguistik melalui proses *fuzzifikasi* dan *defuzzifikasi* menggunakan *aturan* (role) dan fungsi keanggotaannya (membership function). FLC memiliki kemampuan beroperasi tanpa campur tangan manusia secara langsung, namun memiliki efektifitas yang sama dengan pengendalian yang dilakukan manusia. FLC mempunyai kekhususan operasional kinerja dan struktur yang sederhana, kuat dan beroperasi pada waktu sebenarnya dan mampu menyelesaikan berbagai sistem yang kompleks.

Studi PSS (Power System Stabilizer) sistem tenaga listrik telah banyak dilakukan. Unit pembangkit dilengkapi PSS sebagai penghasil sinyal tambahan dengan tujuan meningkatkan batas stabilitas sistem. Output dari PSS dimasukkan pada sisi penguatan (eksitasi) dengan masukan dari PSS yang berupa input kecepatan, input daya maupun frekuensi (f).

Kondisi beban puncak sistem tenaga listrik, sering terjadi umpan balik pada mesin sinkron yang merupakan umpan balik positif. Keadaan tersebut mengakibatkan osilasi pada parameter jika terjadi perubahan beban yang signifikan. Osilasi pada rotor tidak semakin mengecil, tetapi semakin besar jika yang adalah umpan balik positif.

Pada keadaan beban kecil, umpan balik yang terjadi adalah umpan balik negatif. Jika diinginkan, rotor cepat kembali ke keadaan setimbang. Konstanta KE dapat menjadi besar sehingga redemen bertambah besar. Akan tetapi, dalam kondisi beban puncak hal ini tidak dapat dilakukan karena umpan balik positif yang terlalu besar. Perubahan sinyal tambahan untuk menambah redemen pada keadaan beban puncak dapat menyelesaikan masalah tersebut. Sinyal tambahan tersebut dihasilkan oleh pengaturan PSS menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC).



Gambar 1. Sistem Multimesin

## 2. METODE

Respon dinamik dalam analisis kestabilan sistem dipengaruhi oleh pemilihan model sistem. Model sistem sebagai representasi berbagai aspek sistem yang ada atau yang akan dibentuk oleh sistem tersebut.

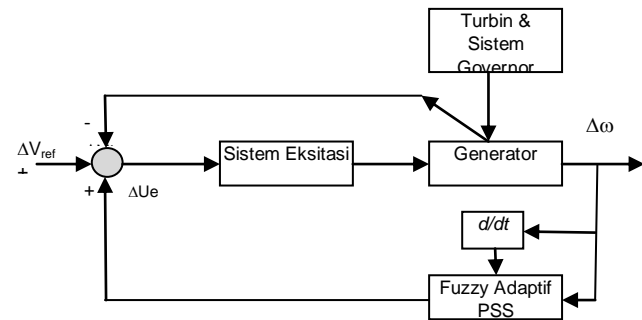
Implementasi PSS dalam sistem menggunakan parameter :

Tabel 1. Nilai Parameter

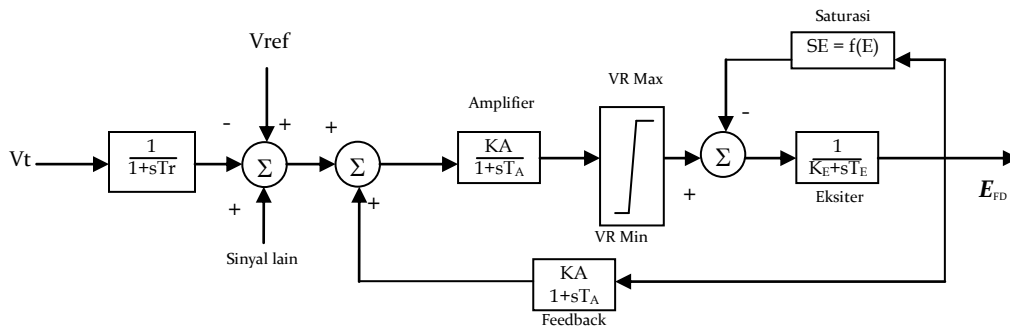
Parameter	Nilai
Konstanta T Turbin	0.2 dtk
Konstanta T Governor	0.5 dtk
Besar Beban (Load)	0.51 pu
Perubahan beban (1)	0.5 pu
Perubahan Beban (2)	0.5 pu
Waktu simulasi	99.00 dtk
Frekuensi sistem	50 Hz

### Model sistem :

Sistem dimodelkan menggunakan simulink Matlab dengan blok sistem sebagai berikut :



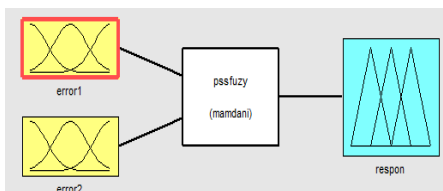
Gambar 2. Blok sistem PSS Fuzzy Logic Controller



Gambar 3. Implementasi sistem blok PSS

### Model Fuzzy

Model fuzzy yang digunakan adalah model mamdani, dengan dua input (*error*) dan satu keluaran (*respon*).



Gambar 4. Model fuzzy Mamdani

Masukan *error 1* adalah LN (large negatif) , MN (medium negatif), SN (small negatif), VS (very small), SP (small positif) , MP (medium positif) , LP (large positif) , sementara masukan *error 2* adalah LN, MN, SN, VS, SP, MP, LP, sehingga logika respon adalah :

1. Jika *error1* LN dan *error2* LP maka respon VS
2. Jika *error1* MN dan *error2* LP maka respon SP
3. Jika *error1* SN dan *error2* LP maka respon MP
4. Jika *error1* VS dan *error2* LP maka respon LP
5. Jika *error1* SP dan *error2* LP maka respon LP
6. Jika *error1* MP dan *error2* LP maka respon LP
7. Jika *error1* LP dan *error2* LP maka respon LP
  
8. Jika *error1* LN dan *error2* MP maka respon SN
9. Jika *error1* MN dan *error2* MP maka respon VS
10. Jika *error1* SN dan *error2* MP maka respon SP
11. Jika *error1* VS dan *error2* MP maka respon MP
12. Jika *error1* SP dan *error2* MP maka respon MP
13. Jika *error1* MP dan *error2* MP maka respon LP
14. Jika *error1* LP dan *error2* MP maka respon LP
  
15. Jika *error1* LN dan *error2* SP maka respon MN
16. Jika *error1* MN dan *error2* SP maka respon SN
17. Jika *error1* SN dan *error2* SP maka respon VS
18. Jika *error1* VS dan *error2* SP maka respon SP
19. Jika *error1* SP dan *error2* SP maka respon SP
20. Jika *error1* MP dan *error2* SP maka respon MP
21. Jika *error1* LP dan *error2* SP maka respon LP
  
22. Jika *error1* LN dan *error2* VS maka respon MN
23. Jika *error1* MN dan *error2* VS maka respon MN
24. Jika *error1* SN dan *error2* VS maka respon SN
25. Jika *error1* VS dan *error2* VS maka respon VS
26. Jika *error1* SP dan *error2* VS maka respon SP
27. Jika *error1* MP dan *error2* VS maka respon MP
28. Jika *error1* LP dan *error2* VS maka respon MP

29. Jika *error1* LN dan *error2* SN maka respon LN
30. Jika *error1* MN dan *error2* SN maka respon MN
31. Jika *error1* SN dan *error2* SN maka respon SN
32. Jika *error1* VS dan *error2* SN maka respon SN
33. Jika *error1* SP dan *error2* SN maka respon VS
34. Jika *error1* MP dan *error2* SN maka respon SP
35. Jika *error1* LP dan *error2* SN maka respon MP
  
36. Jika *error1* LN dan *error2* MN maka respon LN
37. Jika *error1* MN dan *error2* MN maka respon LN
38. Jika *error1* SN dan *error2* MN maka respon MN
39. Jika *error1* VS dan *error2* MN maka respon MN
40. Jika *error1* SP dan *error2* MN maka respon SN
41. Jika *error1* MP dan *error2* MN maka respon VS
42. Jika *error1* LP dan *error2* MN maka respon SP
  
43. Jika *error1* LN dan *error2* LN maka respon LN
44. Jika *error1* MN dan *error2* LN maka respon LN
45. Jika *error1* SN dan *error2* LN maka respon LN
46. Jika *error1* VS dan *error2* LN maka respon LN
47. Jika *error1* SP dan *error2* LN maka respon MN
48. Jika *error1* MP dan *error2* LN maka respon SN
49. Jika *error1* LP dan *error2* LN maka respon VS

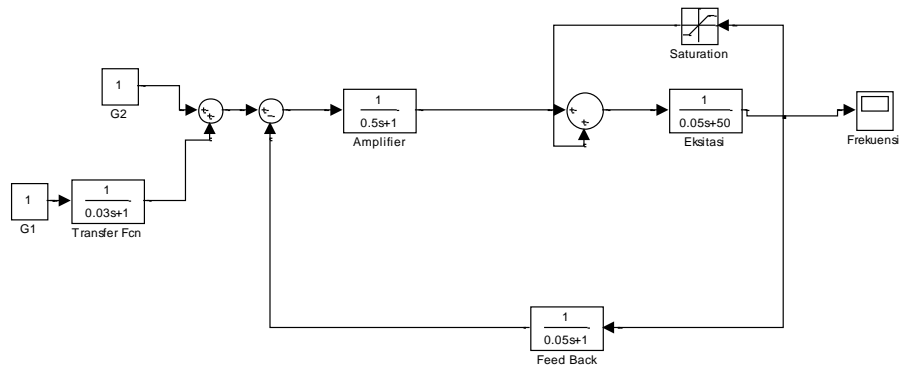
Aturan tabel (rule table) untuk Fuzzy Logic Controller (FL) dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

**Tabel 2. Aturan Tabel FLC**

$\Delta e$	LN	MN	SN	VS	SP	MP	LP
<b>E</b>	LP	VS	SP	MP	LP	LP	LP
<b>MP</b>	SN	VS	SP	MP	MP	LP	LP
<b>SP</b>	MN	SN	VS	SP	SP	MP	LP
<b>VS</b>	MN	MN	SN	VS	SP	MP	MP
<b>SN</b>	LN	MN	SN	SN	VS	SP	MP
<b>MN</b>	LN	LN	MN	MN	SN	VS	SP
<b>LN</b>	LN	LN	LN	LN	MN	SN	VS

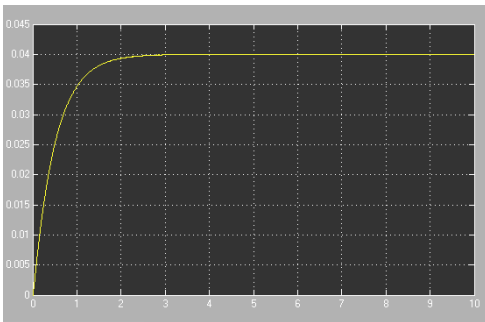
### 3. PEMBAHASAN

#### a. Model simulasi PSS tanpa fuzzy



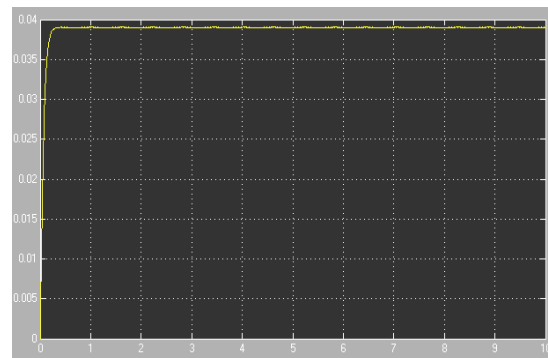
Gambar 5. Implementasi PSS dalam Simulink Matlab

Running simulasi menunjukkan :



Gambar 6. Hasil running PSS

Running program simulasi :

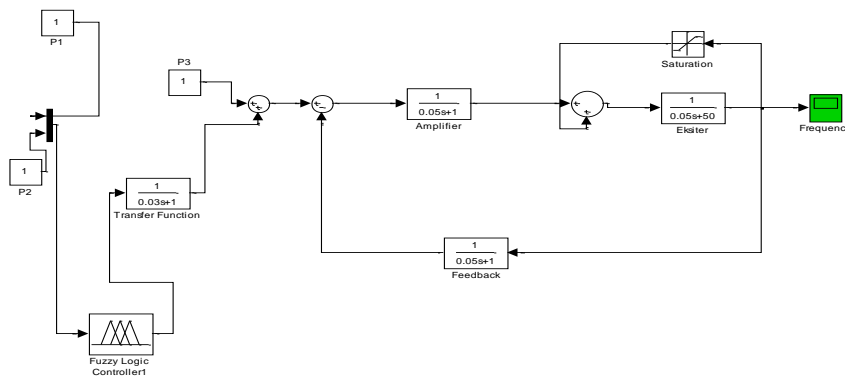


Gambar 8. Hasil Running simulasi PSS-LFC

Hasil simulasi menunjukkan frekuensi PSS tanpa metode Fuzzy mengalami kondisi *settling time* pada waktu 2 detik. Ini berarti pemulihan frekuensi ke posisi steady state dicapai dalam waktu 2 detik.

Dari hasil running fuzzy PSS didapatkan *settling time* pada 0.2 detik, hal ini berarti FLC dapat mempercepat pemulihan frekuensi ke kondisi steady state dalam waktu yang lebih cepat.

#### b. PSS dengan Fuzzy



Gambar 7. Model PSS dengan fuzzy

**c. KESIMPULAN**

1. Sistem multi mesin yang mengalami perubahan beban mengalami osilasi yang cukup besar bagi generator yang akan membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai kestabilan (*steady state*).
2. Dengan menggunakan PSS dengan metode Fuzzy (PSS- FLC) dapat mengatasi permasalahan kondisi perubahan beban dalam *settling time* yang cepat.

**REFERENSI**

- [1] Hossein, H. 2006. Application Genetic Algorithm to Design PID Controller for PSS
- [2] Imam Robandi, Prof. Desain Sistem Tenaga Modern (Optimisasi, Logika Fuzzy, Algoritma Genetika). 2006. Andi Offset, Jogjakarta
- [3] Lin, Y.J.; Systematic approach for the design of a fuzzy power system stabilizer, Power System Technology, 2004. PowerCon 2004. 2004 International Conference on Volume 1, 21-24 Nov. 2004, pp.747 - 752 Vol.1.
- [4] Rashidi, M.; Rashidi, F.; Monavar, H.; *Tuning of power system stabilizers via genetic algorithm for stabilization of power system*, Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference on Volume 5, 5-8 Oct. 2003, pp.4649 - 4654 vol.5
- [5] Sambariya DK, Rajeev Gupta. 2004. *Fuzzy Logic Based Power System Stabilizer For Multimachine*
- [6] V S Vakula, 2017. *Fuzzy Membership Function Design For Effective Generator Reactive Power Reserve Management*.