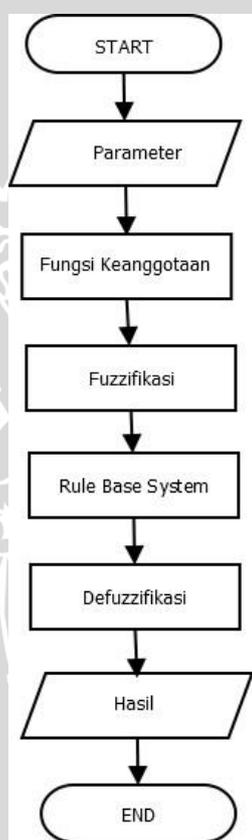


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Kontroler Logika Fuzzy(KLF)

Untuk mendapatkan hasil atau keluaran yang diinginkan dari perhitungan fuzzy maka terlebih dahulu perlu di buat fungsi keanggotaan dari nilai error dan Derror serta membuat fuzzy rule untuk menentukan keluaran dari proses fuzzy yang akan mengendalikan plant. Metode yang digunakan dalam proses defuzzifikasi menggunakan metode mamdani. Berikut dijelaskan tentang integrasi *fuzzy* dengan simulasi sehingga menghasilkan klasifikasi sesuai dengan tujuan penelitian. Rancangan integrasi disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Integrasi *Fuzzy* dengan Suhu

Dalam penelitian ini memiliki 3 variabel yaitu fungsi keanggotaan yang berbeda. Yang pertama fungsi keanggotaan berjumlah tiga, kedua fungsi keanggotaan berjumlah lima. Dan terakhir fungsi keanggotaan yang berjumlah tujuh. Dengan perbedaan fungsi keanggotaan ini terhadap plant yang sama akan dilihat bagaimana respon dari masing-masing respon sistem tersebut.

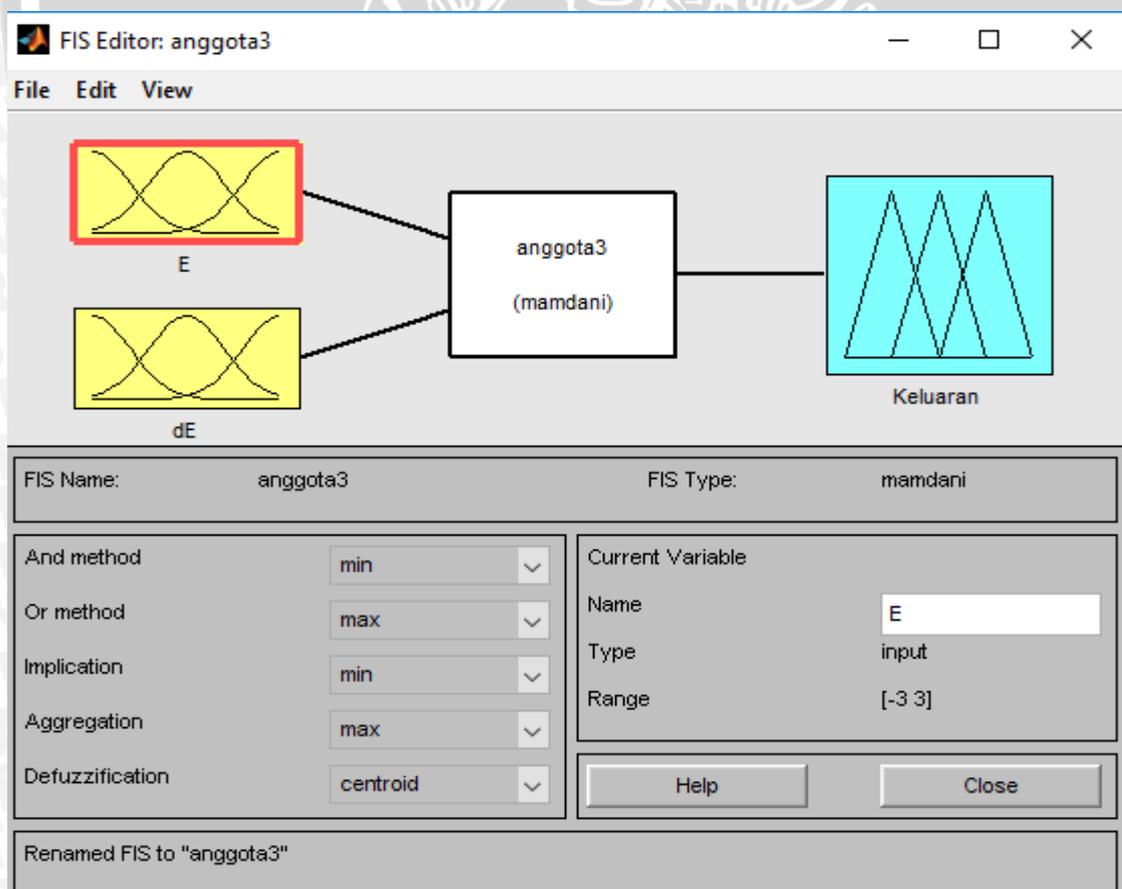
4.1.1. Variabel Masukan dan Keluaran

Sistem kontrol logika *fuzzy* yang dikembangkan dalam penelitian ini mempunyai dua *crisp input* yaitu *error* posisi dan *delta error* posisi serta satu *crisp output* yaitu perubahan tegangan. *Error* dan *delta error*. Penentuan besarnya fungsi keanggotaan *error* dilakukan dengan perhitungan toleransi *error* 25% dari *set point* yang ditentukan, sedangkan untuk fungsi keanggotaan *delta error* ditentukan dari 10% fungsi keanggotaan *error*.

Fungsi keanggotaan keluaran pematang keju merupakan representasi besarnya nilai Tegangan yang disimulasikan. Tegangan yang dirancang memiliki rentangan antara 0-100 Volt dengan rentangan Daya yang dikeluarkan antara 0-300 Watt. Besarnya fungsi keanggotaan keluaran adalah dari 0-100.

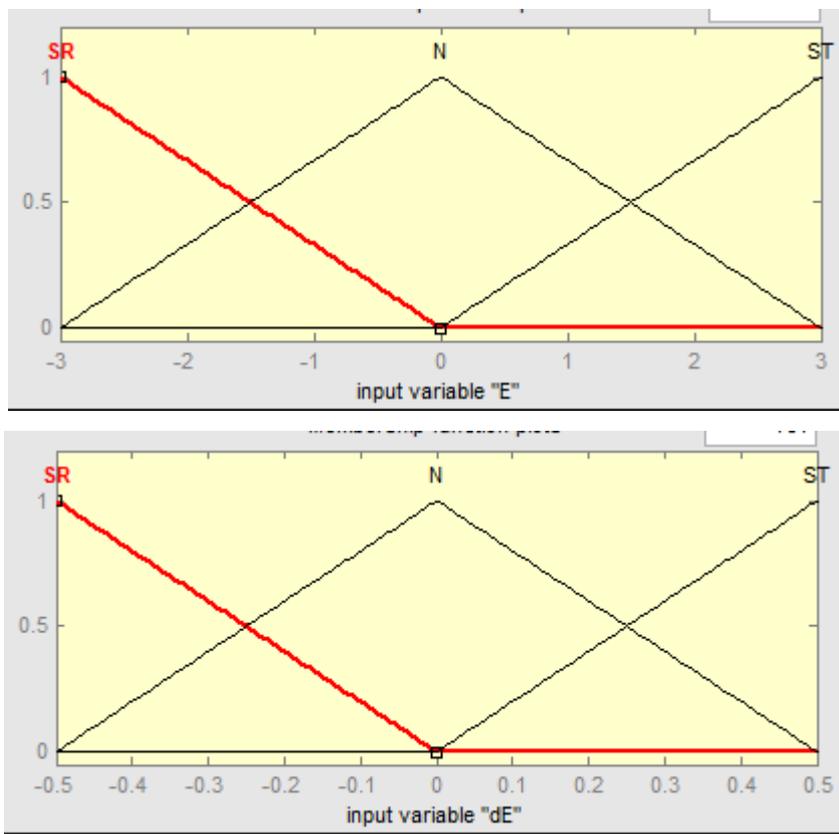
4.2. Fungsi keanggotaan berjumlah tiga

Variabel yang digunakan untuk masukan adalah *error* dan *delta error*. *Error* adalah nilai *set point* dikurangi nilai sebenarnya, sedangkan *delta error* adalah nilai *error* sekarang dikurangi *error* sebelumnya. Fungsi keanggotaan ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



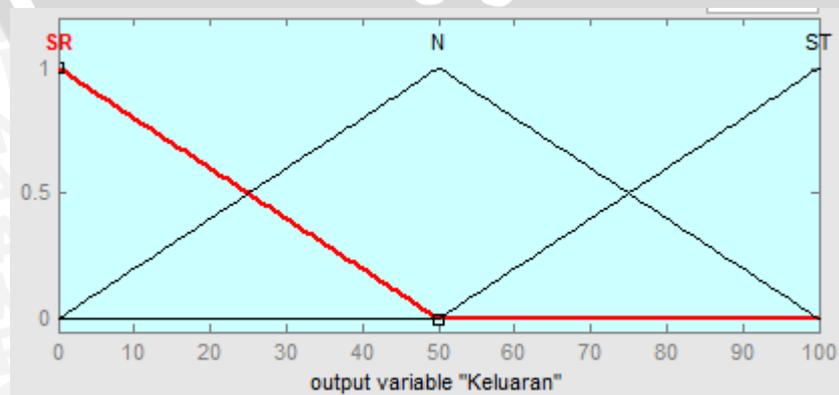
Gambar 4.2. FIS Editor dengan tiga fungsi keanggotaan

Untuk fungsi keanggotaan sebagai masukan dari error dan delta error terdiri atas 3 label, yaitu Sangat Rendah (SR), Netral (N), dan Sangat Tinggi (ST) yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Fungsi keanggotaan masukan variabel *error* dan *derror* berjumlah tiga

Fungsi keanggotaan keluaran dari sistem ini dibuat parameter berupa sinyal dengan parameter dari 0 sampai dengan 100 yang dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Fungsi keanggotaan keluaran berjumlah tiga

4.2.1. Menentukan aturan fuzzy

Aturan fuzzy (fuzzy rule) digunakan sebagai penentu keluaran dari fuzzifikasi yang akan diolah dalam proses defuzzifikasi. Jumlah aturan fuzzy yang digunakan sebanyak 9. Aturan fuzzy diperoleh dari lima fungsi keanggotaan masukan error dan delta error. Aturan fuzzy yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Aturan Fuzzy pada fungsi keanggotaan berjumlah tiga

		<i>error</i>		
		SR	N	ST
<i>derror</i>	SR	SR	SR	N
	N	SR	N	ST
	ST	N	ST	ST

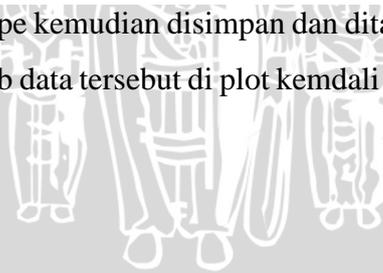
Dimana: SR = Sangat Rendah

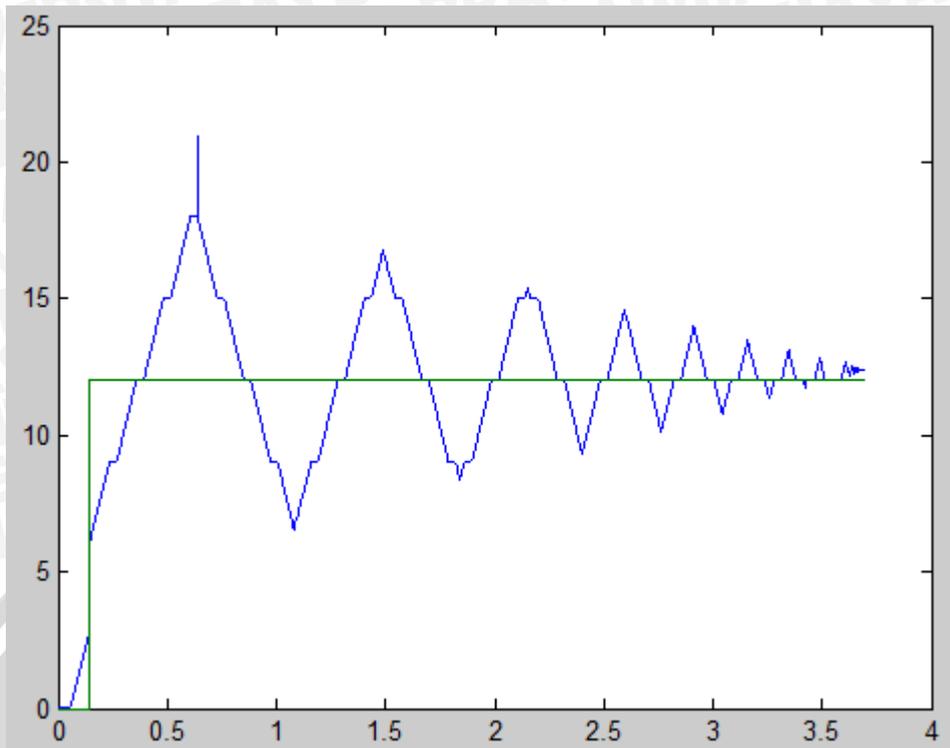
N = Netral

ST = Sangat Tinggi

4.2.2. Analisis respon sistem dengan tiga fungsi keanggotaan

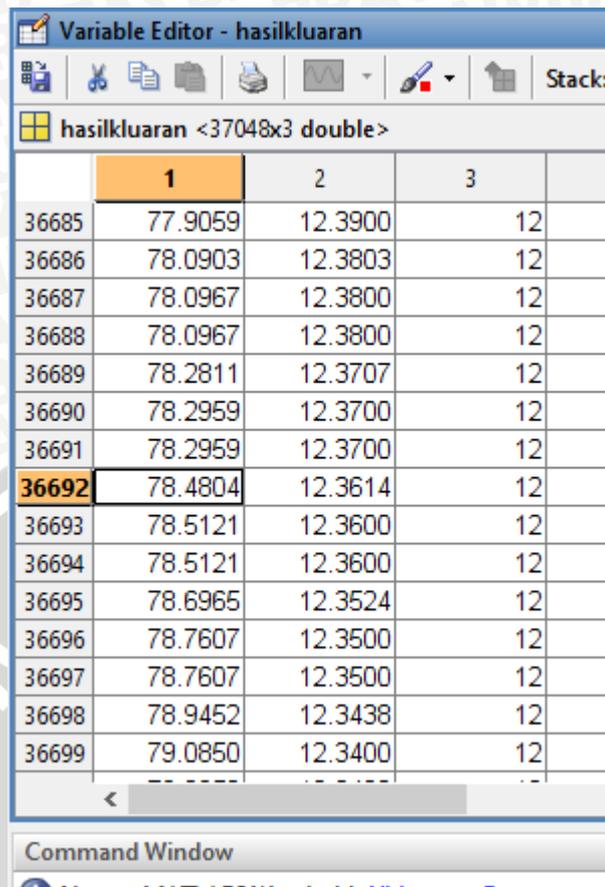
Hasil yang didapat dari scope kemudian disimpan dan ditampilkan kembali data-data nya dalam bentuk nilai. Dari Matlab data tersebut di plot kemdali dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.5





Gambar 4.5. Grafik dari hasil plot dengan tiga fungsi keanggotaan

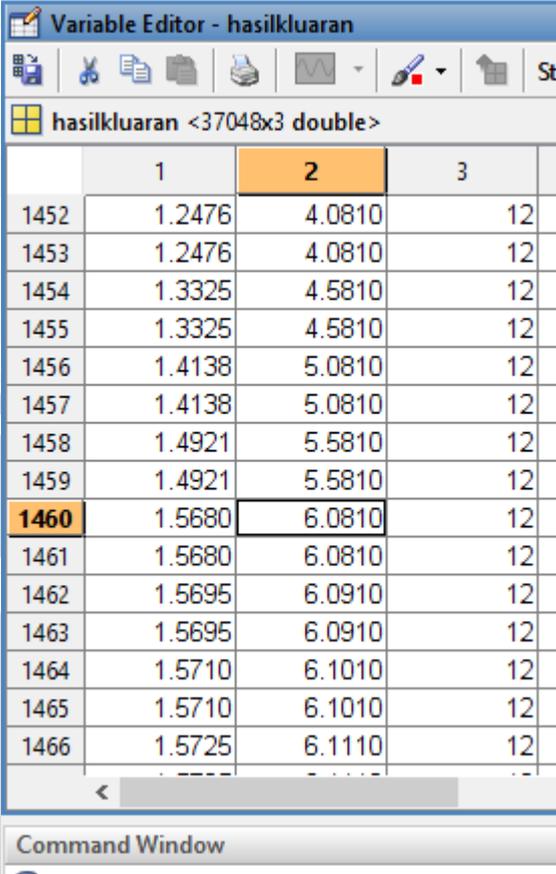
Dari grafik dapat dianalisa parameter dari sistem orde dua untuk nilai settling time (t_s), peak time (t_p) dan time delay (t_d). Pada data hasil dari percobaan untuk nilai settling time didapat data no 39157 yaitu 42.6958 detik ditunjukkan pada gambar 4.5.



	1	2	3	
36685	77.9059	12.3900	12	
36686	78.0903	12.3803	12	
36687	78.0967	12.3800	12	
36688	78.0967	12.3800	12	
36689	78.2811	12.3707	12	
36690	78.2959	12.3700	12	
36691	78.2959	12.3700	12	
36692	78.4804	12.3614	12	
36693	78.5121	12.3600	12	
36694	78.5121	12.3600	12	
36695	78.6965	12.3524	12	
36696	78.7607	12.3500	12	
36697	78.7607	12.3500	12	
36698	78.9452	12.3438	12	
36699	79.0850	12.3400	12	

Gambar 4.6. Nilai settling time (ts) dengan tiga fungsi keanggotaan

Untuk nilai t_d didapat dari grafik pada data no 1460 yaitu 1.5680 detik dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Variable Editor - hasilkluaran

hasilkluaran <37048x3 double>

	1	2	3
1452	1.2476	4.0810	12
1453	1.2476	4.0810	12
1454	1.3325	4.5810	12
1455	1.3325	4.5810	12
1456	1.4138	5.0810	12
1457	1.4138	5.0810	12
1458	1.4921	5.5810	12
1459	1.4921	5.5810	12
1460	1.5680	6.0810	12
1461	1.5680	6.0810	12
1462	1.5695	6.0910	12
1463	1.5695	6.0910	12
1464	1.5710	6.1010	12
1465	1.5710	6.1010	12
1466	1.5725	6.1110	12

Command Window

Gambar 4.7. Nilai delay time (td) dengan tiga fungsi keanggotaan

Untuk nilai peak time (tp) didapat dari grafik pada data no 1420 yaitu 4.4199 detik, dapat dilihat pada gambar 4.8.

	1	2	3
6412	3.6996	20.2279	12
6413	3.7953	20.4525	12
6414	3.8910	20.6381	12
6415	4.0824	20.8912	12
6416	4.4652	20.9262	12
6417	4.5087	20.8912	12
6418	4.5087	20.8912	12
6419	4.8341	20.3912	12
6420	4.8341	20.3912	12
6421	5.0332	19.8912	12
6422	5.0332	19.8912	12
6423	5.1938	19.3912	12
6424	5.1938	19.3912	12
6425	5.3339	18.8912	12
6426	5.3339	18.8912	12

Gambar 4.8. Nilai peak time (tp) dengan tiga fungsi keanggotaan

Nilai Dari *Error Steady State* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$ess = \left| \frac{12.36 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$ess = 3\%$$

Nilai Dari *Error Steady State* sebesar 3% melebihi dari nilai *set point*.

Nilai Dari *MP* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

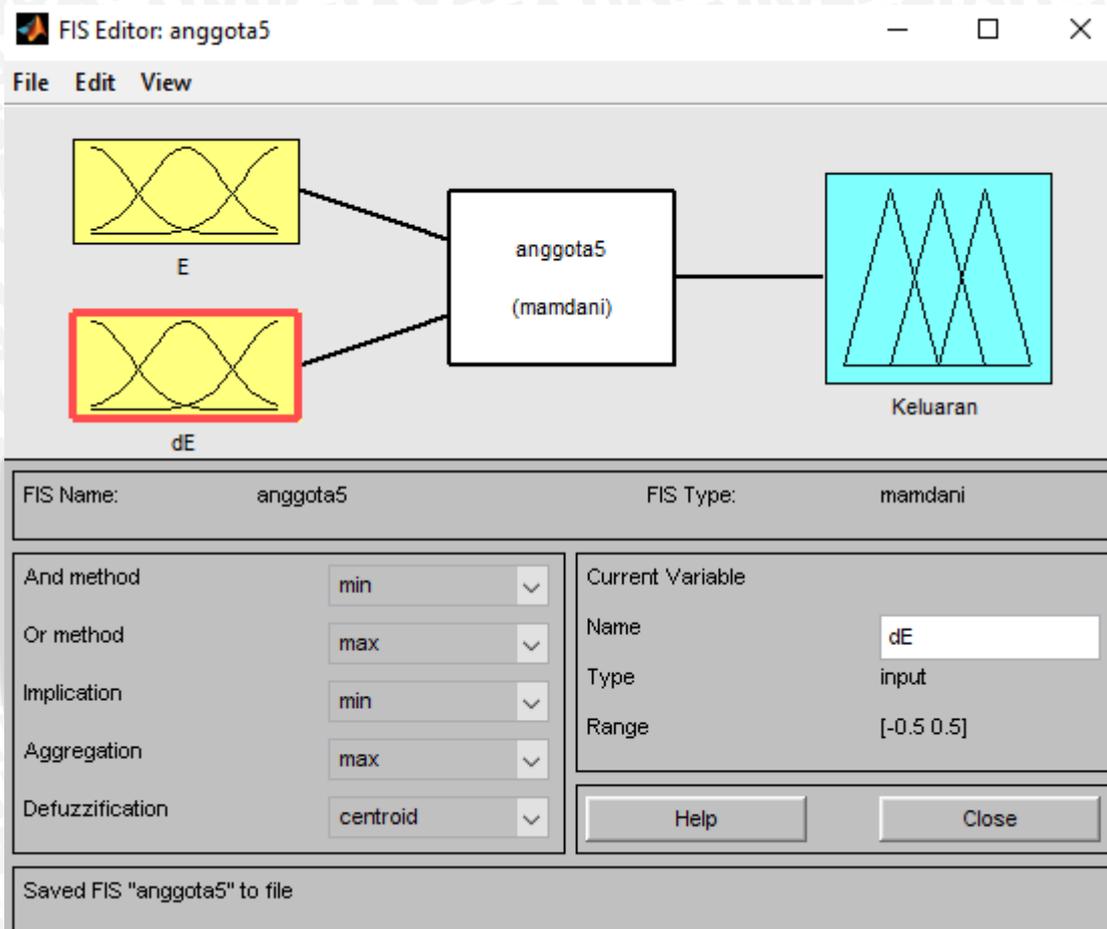
$$MP = \left| \frac{20.89 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$MP = 74\%$$

Nilai Dari *MP* sebesar 74% melebihi dari nilai *set point*.

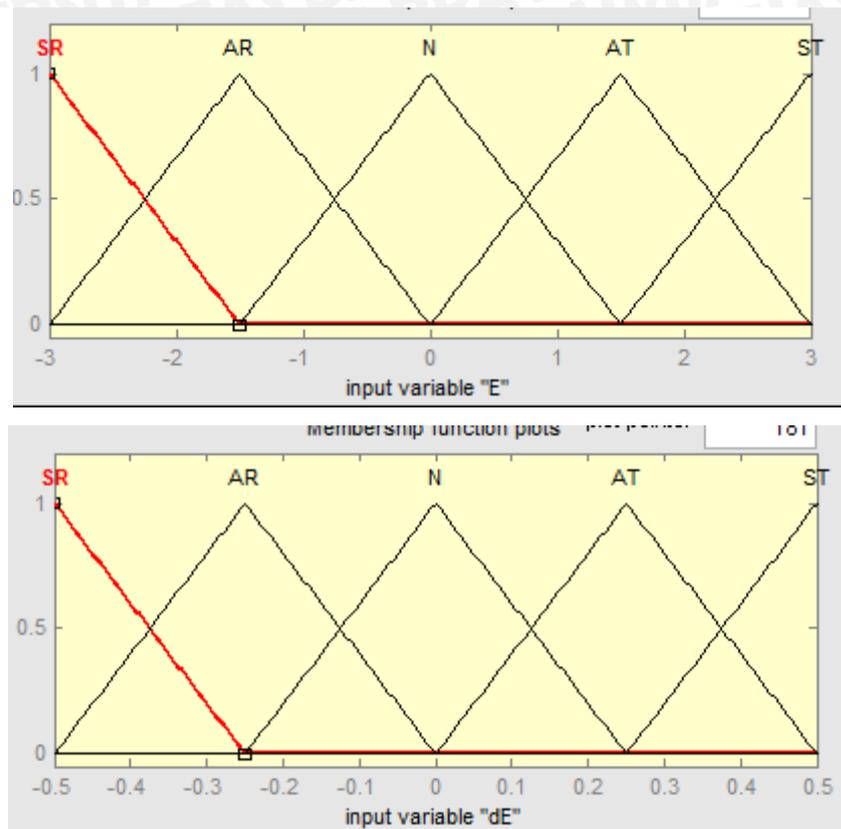
4.3. Fungsi keanggotaan berjumlah lima

Variabel yang digunakan untuk masukan adalah error dan delta error. Error adalah nilai set point dikurangi nilai sebenarnya, sedangkan delta error adalah nilai error sekarang dikurangi error sebelumnya. Fungsi keanggotaan ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



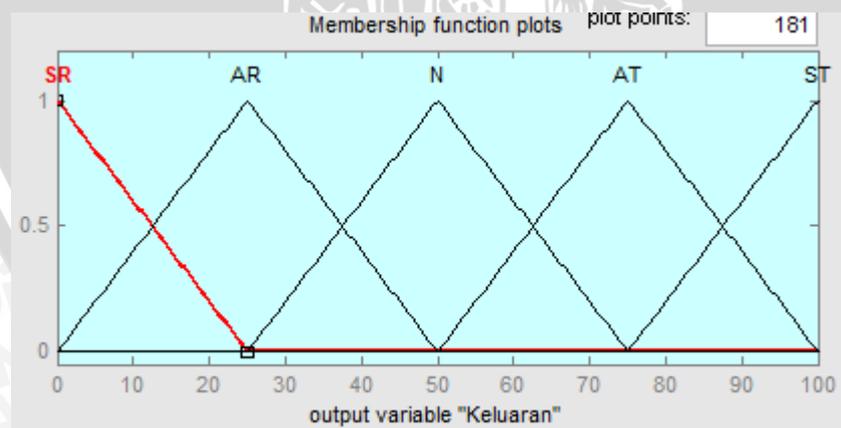
Gambar 4.9. FIS Editor dengan lima fungsi keanggotaan

Untuk fungsi keanggotaan sebagai masukan dari error dan delta error terdiri atas 5 label, yaitu Sangat Rendah (SR), Agak Rendah (AR), Netral (N), Agak tinggi (AT) dan Sangat Tinggi (ST) yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Fungsi keanggotaan masukkan variable *error* dan *derror* berjumlah lima

Fungsi keanggotaan keluaran dari sistem ini dibuat parameter berupa sinyal dengan parameter dari 0 sampai dengan 100 yang dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Fungsi keanggotaan keluaran berjumlah lima

4.3.1. Menentukan aturan fuzzy

Aturan fuzzy (fuzzy rule) digunakan sebagai penentu keluaran dari fuzzifikasi yang akan diolah dalam proses defuzzifikasi. Jumlah aturan fuzzy yang digunakan sebanyak 25. Aturan fuzzy diperoleh dari lima fungsi keanggotaan masukan error dan delta error. Aturan fuzzy yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Aturan Fuzzy pada fungsi keanggotaan berjumlah lima

		Error				
		SR	AR	N	AT	ST
D error	SR	SR	SR	SR	AR	N
	AR	SR	AR	AR	N	AT
	N	SR	AR	N	AT	ST
	AT	AR	N	AT	AT	ST
	ST	N	AT	ST	ST	ST

Dimana: SR = Sangat Rendah

AR = Agak Rendah

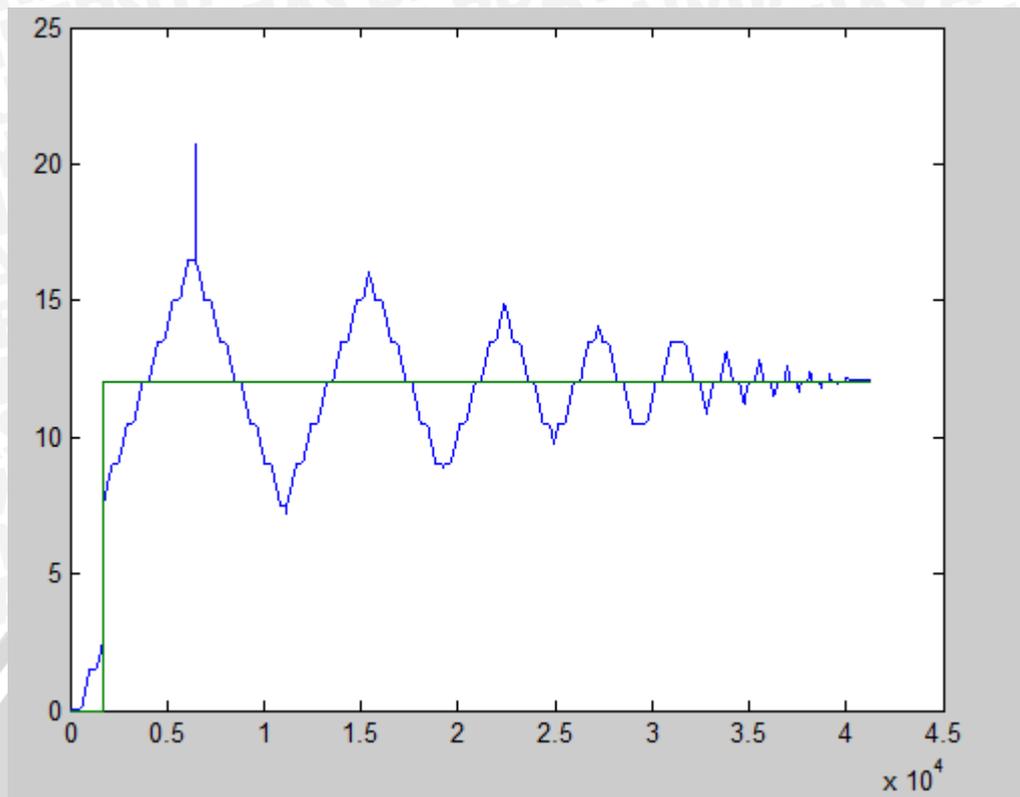
N = Netral

AT = Agak Tinggi

ST = Sangat Tinggi

4.3.2. Analisis respon sistem dengan lima fungsi keanggotaan

Hasil yang didapat dari scope kemudian disimpan dan ditampilkan kembali data-data nya dalam bentuk nilai. Dari Matlab data tersebut di plot kemdali dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.12



Gambar 4.12. Grafik dari hasil plot dengan lima fungsi keanggotaan

Dari grafik dapat dianalisa parameter dari sistem orde dua untuk nilai settling time (t_s), peak time (t_p) dan time delay (t_d). Pada data hasil dari percobaan untuk nilai settling time didapat pada 37058 dengan waktu 36.0852 detik ditunjukkan pada gambar 4.13.

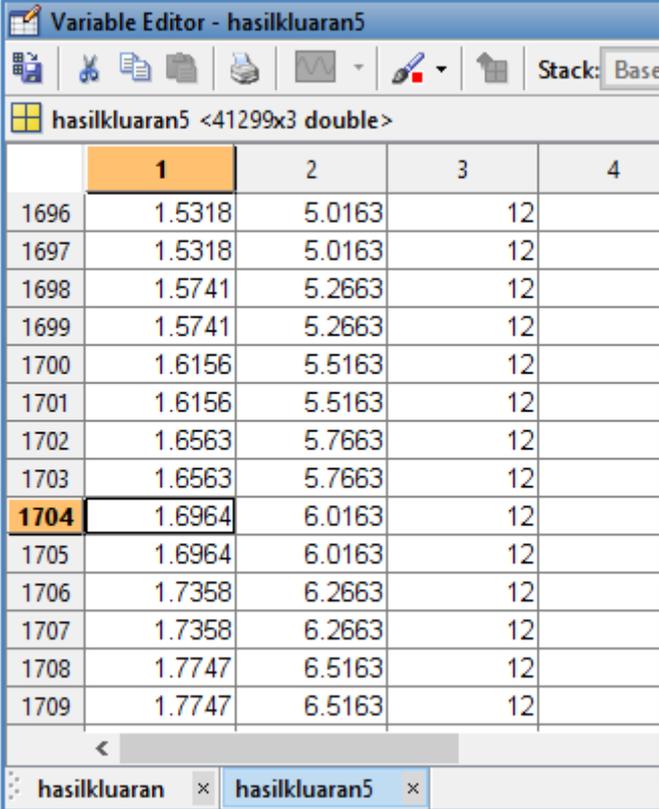


The screenshot shows a 'Variable Editor' window for a variable named 'hasilkluaran5' of type 'double' with dimensions 41299x3. The table contains 13 rows of data, with the row for ID '37058' highlighted. The columns are numbered 1, 2, 3, and 4.

	1	2	3	4
37055	36.0711	12.3000	12	
37056	36.0821	12.2923	12	
37057	36.0852	12.2900	12	
37058	36.0852	12.2900	12	
37059	36.0962	12.2822	12	
37060	36.0992	12.2800	12	
37061	36.0992	12.2800	12	
37062	36.1102	12.2721	12	
37063	36.1131	12.2700	12	
37064	36.1131	12.2700	12	
37065	36.1240	12.2621	12	
37066	36.1269	12.2600	12	
37067	36.1269	12.2600	12	
37068	36.1378	12.2520	12	

Gambar 4.13. Nilai settling time (ts) dengan lima fungsi keanggotaan

Untuk nilai t_d didapat dari grafik pada data no 1704 yaitu 1.6964 detik dapat dilihat pada Gambar 4.14.



	1	2	3	4
1696	1.5318	5.0163		12
1697	1.5318	5.0163		12
1698	1.5741	5.2663		12
1699	1.5741	5.2663		12
1700	1.6156	5.5163		12
1701	1.6156	5.5163		12
1702	1.6563	5.7663		12
1703	1.6563	5.7663		12
1704	1.6964	6.0163		12
1705	1.6964	6.0163		12
1706	1.7358	6.2663		12
1707	1.7358	6.2663		12
1708	1.7747	6.5163		12
1709	1.7747	6.5163		12

Gambar 4.14. Nilai delay time (td) dengan lima fungsi keanggotaan

Untuk nilai peak time (tp) didapat dari grafik pada data no 6486 yaitu 4.4723 detik. dapat dilihat pada gambar 4.15.

	1	2	3
6482	4.1793	20.4698	12
6483	4.1793	20.4698	12
6484	4.2525	20.5660	12
6485	4.3258	20.6398	12
6486	4.4723	20.7203	12
6487	4.7390	20.6398	12
6488	4.7390	20.6398	12
6489	4.9416	20.3898	12
6490	4.9416	20.3898	12
6491	5.0756	20.1398	12
6492	5.0756	20.1398	12
6493	5.1844	19.8898	12
6494	5.1844	19.8898	12
6495	5.2790	19.6398	12

Gambar 4.15. Nilai peak time (tp) dengan lima fungsi keanggotaan

Nilai Dari *Error Steady State* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$ess = \left| \frac{12.36 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$ess = 2.4\%$$

Nilai Dari *Error Steady State* sebesar 2.4% melebihi dari nilai *set point*.

Nilai Dari *MP* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$MP = \left| \frac{20.89 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

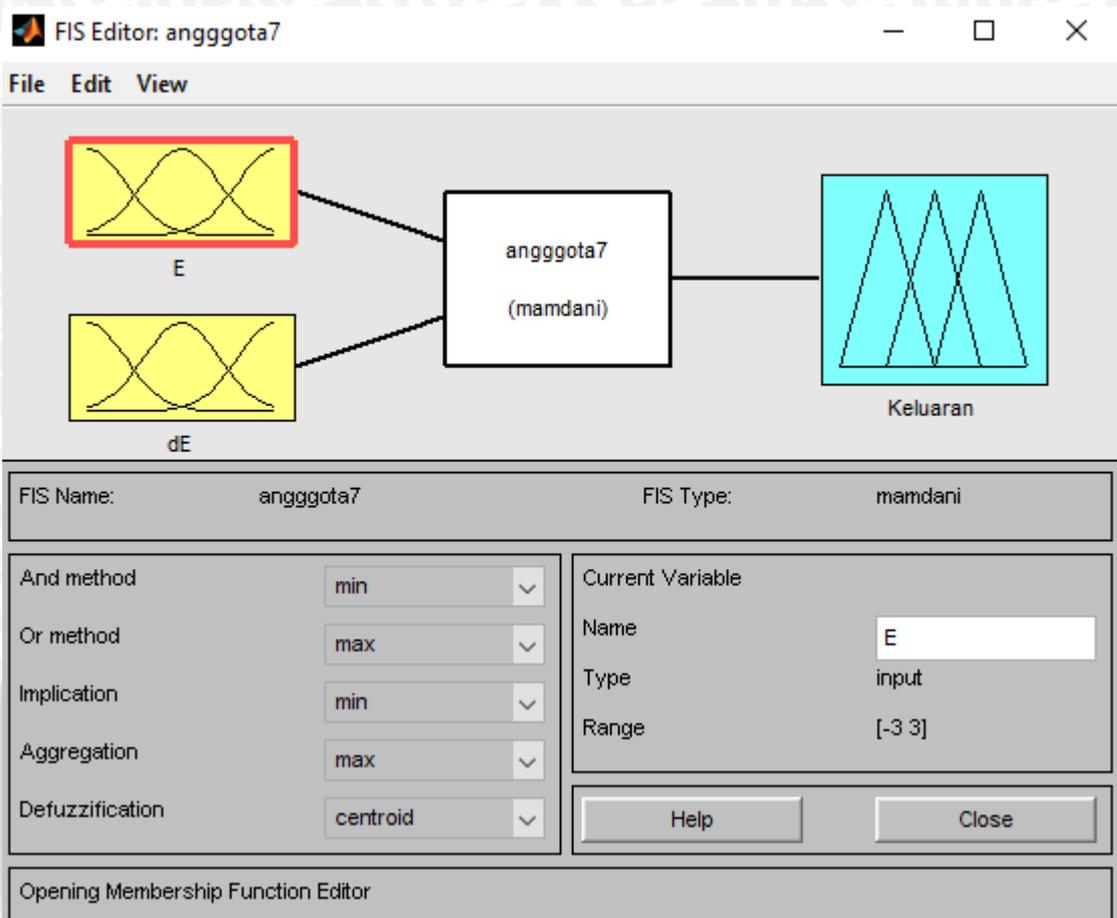
$$MP = 72.6\%$$

Nilai Dari *MP* sebesar 72.6% melebihi dari nilai *set point*.

4.4. Fungsi keanggotaan berjumlah tujuh

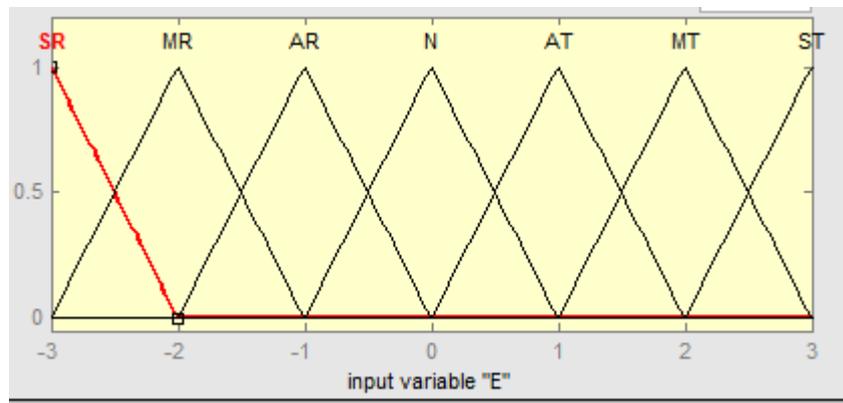
Variabel yang digunakan untuk masukan adalah error dan delta error. Error adalah nilai setpoint dikurangi nilai sebenarnya, sedangkan delta error adalah nilai error sekarang dikurangi error sebelumnya. Fungsi keanggotaan ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

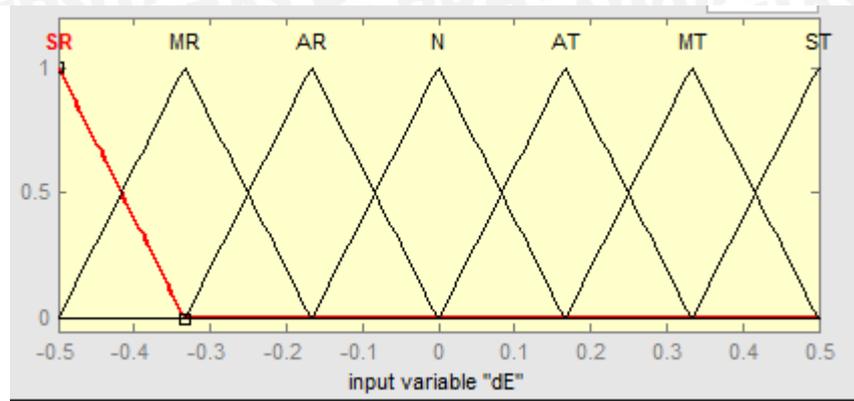




Gambar 4.16. FIS Editor dengan tujuh fungsi keanggotaan

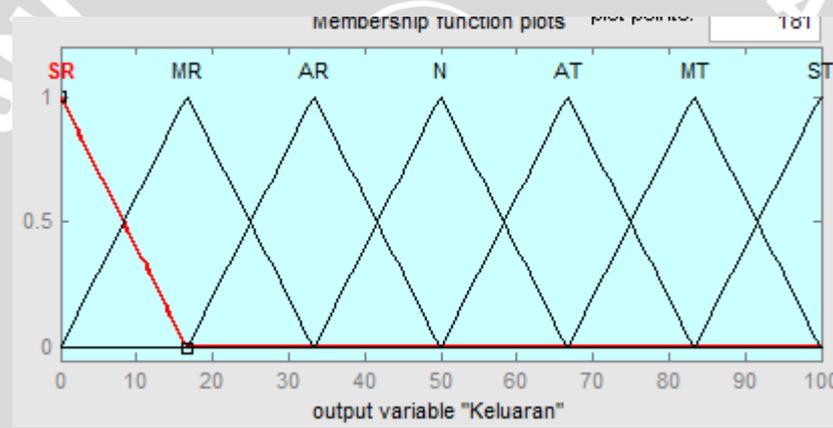
Untuk fungsi keanggotaan sebagai masukan dari error dan delta error terdiri atas 7 label, yaitu Sangat Rendah (SR), Menengah Rendah (MR), Agak Rendah (AR), Netral (N), Agak tinggi (AT), Medium Tinggi (MT), dan Sangat Tinggi (ST) yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.17.





Gambar 4.17. Fungsi keanggotaan masukan variable *error* dan *derror* berjumlah tujuh

Fungsi keanggotaan keluaran dari sistem ini dibuat parameter berupa sinyal dengan parameter dari 0 sampai dengan 100 yang dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Fungsi keanggotaan keluaran berjumlah tujuh

4.4.1. Menentukan aturan *fuzzy*

Aturan fuzzy (fuzzy rule) digunakan sebagai penentu keluaran dari fuzzifikasi yang akan diolah dalam proses defuzzifikasi. Jumlah aturan fuzzy yang digunakan sebanyak 49. Aturan fuzzy diperoleh dari tujuh fungsi keanggotaan masukan error dan delta error. Aturan fuzzy yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Aturan Fuzzy pada fungsi keanggotaan berjumlah lima

		error						
		SR	MR	AR	N	AT	MT	ST
derror	SR	SR	SR	SR	SR	MR	AR	N
	MR	SR	SR	SR	MR	AR	N	AT
	AR	SR	SR	MR	AR	N	AT	MT
	N	SR	MR	AR	N	AT	MT	ST
	AT	MR	AR	N	AT	MT	ST	ST
	MT	AR	N	AR	MT	ST	ST	ST
	ST	N	AR	MT	ST	ST	ST	ST

Dimana:

SR: Sangat Rendah

MR: Menengah rendah

AR: Agak Rendah

AT: Agak Tinggi

MT: Menengah Tinggi

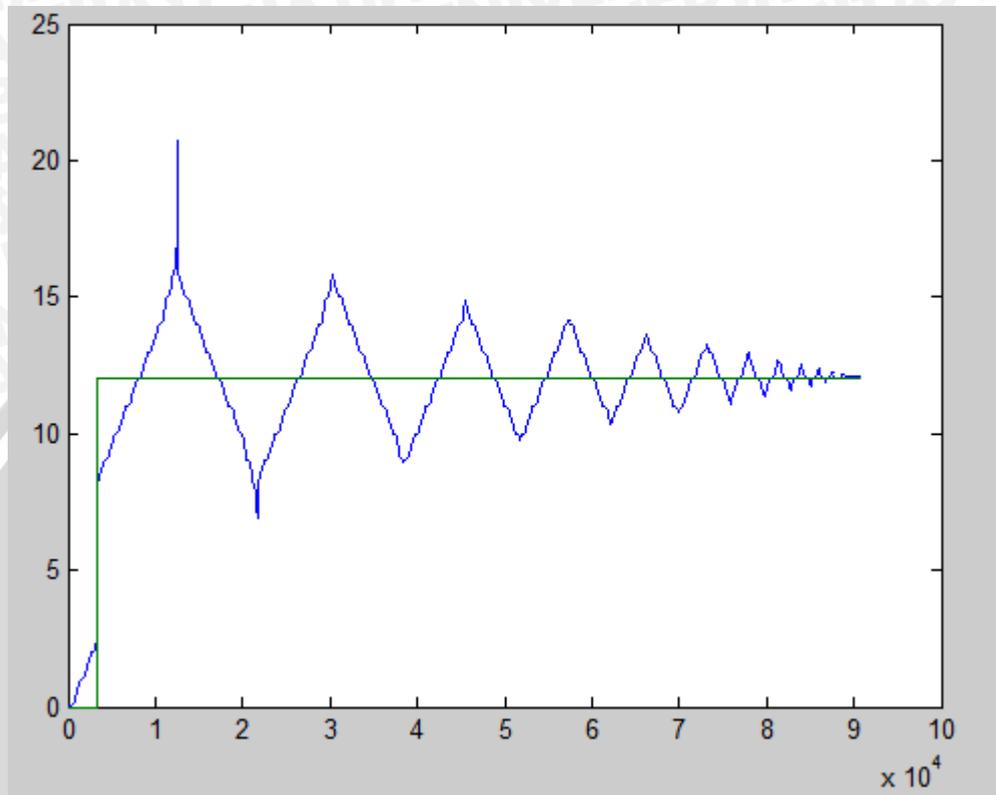
ST: Sangat Tinggi

N: Netral



4.4.2. Analisis respon sistem dengan tujuh fungsi keanggotaan

Hasil yang didapat dari scope kemudian disimpan dan ditampilkan kembali data-data nya dalam bentuk nilai. Dari Matlab data tersebut di plot kemdali dalam bentuk grafik seperti gambar 4.13.



Gambar 4.19. Grafik dari hasil plot dengan tujuh fungsi keanggotaan

Dari grafik dapat dianalisa parameter dari sistem orde dua untuk nilai settling time (t_s), peak time (t_p) dan time delay (t_d). Pada data hasil dari percobaan untuk nilai settling time didapat pada 84226 dengan waktu 39.8988 detik ditunjukkan pada gambar 4.20.

	1	2	3	4
84223	39.8950	12.2628		12
84224	39.8987	12.2606		12
84225	39.8988	12.2605		12
84226	39.8988	12.2605		12
84227	39.9025	12.2583		12
84228	39.9042	12.2572		12
84229	39.9042	12.2572		12
84230	39.9079	12.2549		12
84231	39.9097	12.2539		12
84232	39.9097	12.2539		12
84233	39.9133	12.2516		12
84234	39.9151	12.2506		12
84235	39.9151	12.2506		12
84236	39.9188	12.2483		12

Gambar 4.20 Nilai settling time (t_s) dengan tujuh fungsi keanggotaan

Untuk nilai delay time (t_d) didapat dari grafik pada data no 3324 yaitu 1.7297 detik dapat dilihat pada gambar 4.21.

	1	2	3
3315	1.5927	5.2786	12
3316	1.6208	5.4453	12
3317	1.6208	5.4453	12
3318	1.6485	5.6120	12
3319	1.6485	5.6120	12
3320	1.6759	5.7787	12
3321	1.6759	5.7787	12
3322	1.7029	5.9454	12
3323	1.7029	5.9454	12
3324	1.7297	6.1121	12
3325	1.7297	6.1121	12
3326	1.7562	6.2788	12
3327	1.7562	6.2788	12
3328	1.7825	6.4455	12

Gambar 4.21 Nilai delay time (t_d) dengan tujuh fungsi keanggotaan

Untuk nilai peak time (t_p) didapat dari grafik pada data no 12514 yaitu 4.5384 detik dapat dilihat pada gambar 4.22.

	1	2	3	4
12507	4.1827	20.3552	12	
12508	4.1827	20.3552	12	
12509	4.2431	20.4499	12	
12510	4.2971	20.5219	12	
12511	4.2971	20.5219	12	
12512	4.3574	20.5879	12	
12513	4.4177	20.6387	12	
12514	4.5384	20.6951	12	
12515	4.7658	20.6387	12	
12516	4.7658	20.6387	12	
12517	4.9284	20.4720	12	
12518	4.9284	20.4720	12	
12519	5.0364	20.3053	12	
12520	5.0364	20.3053	12	

Gambar 4.22. Nilai peak time (t_p) dengan tujuh fungsi keanggotaan

Nilai Dari *Error Steady State* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$ess = \left| \frac{12.26 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$ess = 2.1\%$$

Nilai Dari *Error Steady State* sebesar 2.1% melebihi dari nilai *set point*.

Nilai Dari *MP* didapat dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$MP = \left| \frac{20.69 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$MP = 72.4\%$$

Nilai Dari *MP* sebesar 72.4% melebihi dari nilai *set point*.

4.5. Membandingkan hasil respon sistem

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan di dapat tiga hasil yang berbeda. Perbedaan karakteristik dari nilai yang telah dianalisis dapat dilihat pada Tabel 4.2.

	Fungsi keanggotaan 3	Fungsi keanggotaan 5	Fungsi keanggotaan 7
ts	78.4804	42.6958	39.8988
td	1.5680	1.6964	1.7297
tp	4.5087	4.4723	4.3584
mp	74%	7.26%	72.4%
ess	3%	2.4%	2.1%

Tabel 4.4. Karakteristik sistem hasil pengujian

Dilihat dari data hasil simulasi table 4.4. bahwa fungsi keanggotaan yang berjumlah tujuh lebih teliti dalam menganalisa gangguan pada sistem dibandingkan dengan fungsi keanggotaan yang berjumlah tiga dan lima.

