

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Skenario Gangguan Beban Lebih

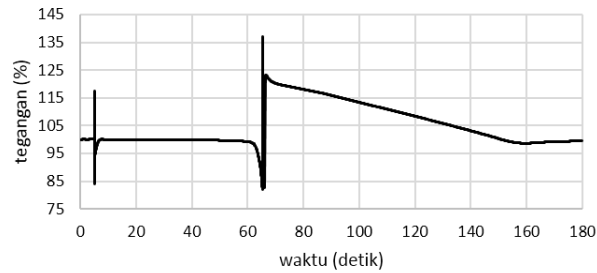
Penelitian ini membahas mengenai respon tegangan sistem pada pembangkit PT Dian Swatika Sentosa *Power Plant* terhadap gangguan beban lebih. Gangguan ini disebabkan oleh padamnya generator, sehingga mengakibatkan respon tegangan tidak stabil dan terjadinya ketidakstabilan tegangan. Maka dari itu untuk mengatasinya dengan cara melepas beban. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai pelepasan beban menggunakan metode *fuzzy logic*. Skenario yang dipakai untuk gangguan beban lebih yaitu padamnya generator.

4.2. Hasil Simulasi Skenario Generator Padam

Hasil dari skenario generator padam mengakibatkan pada penurunan tegangan setelah itu dilakukan pelepasan beban dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Perubahan respon tegangan pada simulasi dapat diamati dalam kurun waktu 180 detik. Grafik yang ditunjukkan yaitu grafik dengan keadaan sistem distribusi yang mengalami gangguan beban lebih dengan kondisi sebelum dan sesudah dilakukan pelepasan beban menggunakan metode *fuzzy logic*. Parameter yang diamati yaitu respon tegangan terhadap waktu.

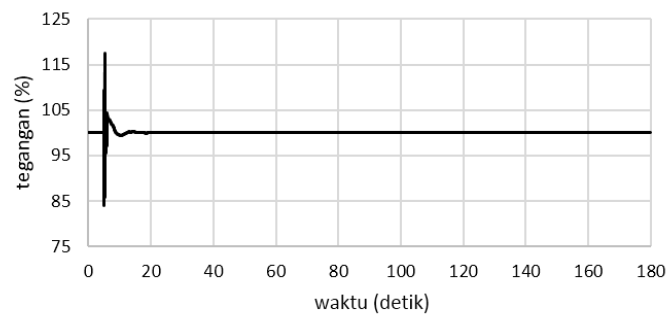
4.2.1. Generator 3 Padam

Skenario pertama adalah generator G#3 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 29 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 99,1 MW. Gambar 4.1 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#3 padam.



Gambar 4.1 Respon Tegangan Skenario 1 Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.1 menunjukkan saat G#3 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 dan detik 70, yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,857 p.u dan pada detik ke 70 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,369 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap I. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.2



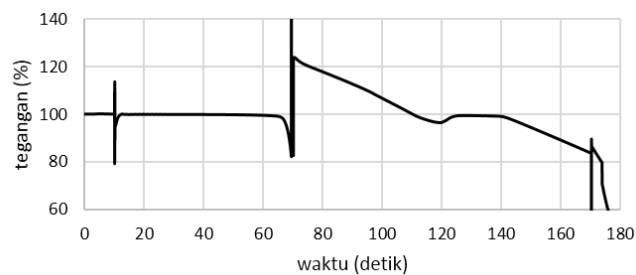
Gambar 4.2 Respon Tegangan Skenario 1 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.2 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 5 mengalami gangguan dikarenakan G#3 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap I sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 36,8 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 1 ketika daya beban lebih 29 MW dan daya generator 99,1 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 29,7 MW

dengan jenis beban yang dilepas yaitu H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), dan H17 (AOCC 3/4+SP 5)

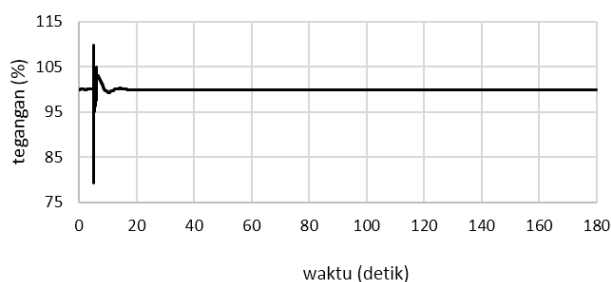
4.2.2. Generator 2 Padam

Skenario kedua adalah generator G#2 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 29,1 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 99 MW. Gambar 4.3 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#2 padam.



Gambar 4.3 Respon Tegangan Skenario 2 Padam Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.3 menunjukkan saat G#2 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 dan detik 70, yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,798 p.u, pada detik ke 70 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,395 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap I. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

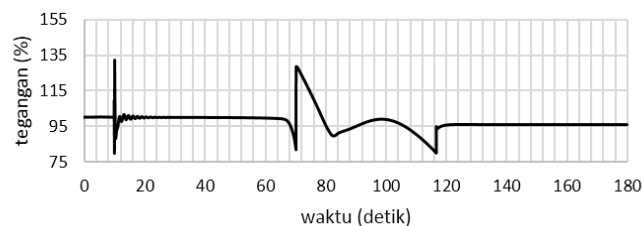


Gambar 4.4 Respon Tegangan Skenario 2 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.4 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 5 mengalami gangguan dikarenakan G#2 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap I sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 36,8 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 2 ketika daya beban lebih 29,1 MW dan daya generator 99 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 29,76 MW dengan jenis beban yang dilepas yaitu H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), dan (AOCC 3/4+SP 5).

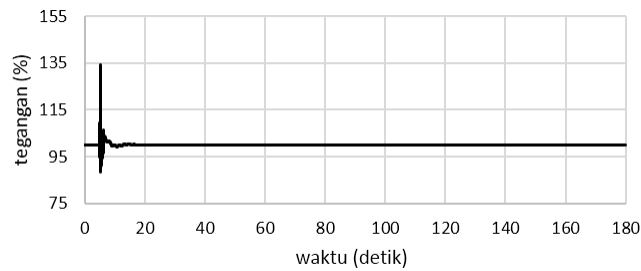
4.2.3. Generator 1 Padam

Skenario ketiga adalah generator G#1 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 29,2 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 98,9 MW. Gambar 4.5 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#1 padam.



Gambar 4.5 Respon Tegangan Skenario 3 Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.5 menunjukkan saat G#1 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 dan detik 70, yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,8187 p.u, pada detik ke 70 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,28 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap I. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.6.

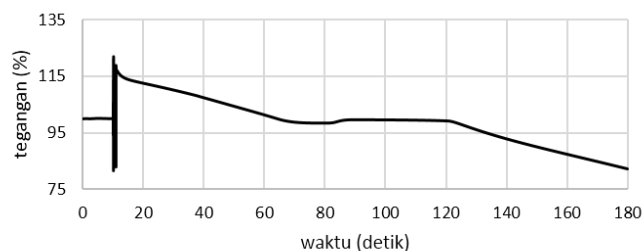


Gambar 4.6 Respon Tegangan Skenario 3 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.6 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 5 mengalami gangguan dikarenakan G#1 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap I sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 36,8 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 3 ketika daya beban lebih 29,2 MW dan daya generator 98,9 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 29,79 MW dengan jenis beban yang dilepas yaitu H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), dan H17 (AOCC 3/4+SP 5).

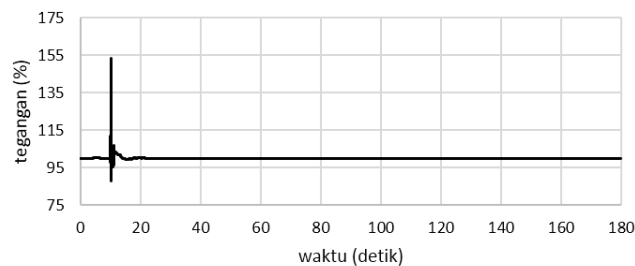
4.2.4. Generator 2 dan 3 Padam

Skenario keempat adalah generator G#2 dan G#3 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 58,1 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 70 MW. Gambar 4.7 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#2 dan G#3 padam.



Gambar 4.7 Respon Tegangan Skenario 4 Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.7 menunjukkan saat G#2 dan G#3 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,85 p.u, pada detik ke 10,07 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,2188 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap II. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



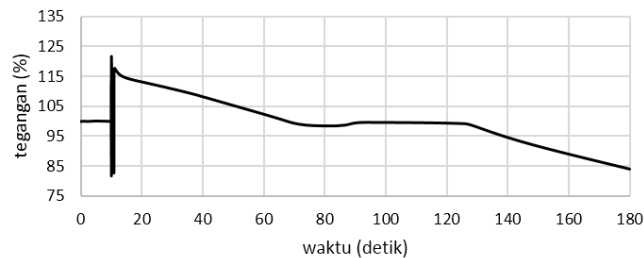
Gambar 4.8 Respon Tegangan skenario 4 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.8 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 10 mengalami gangguan dikarenakan G#2 dan G#3 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap II sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 68 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 4 ketika daya beban lebih 58,1 MW dan daya generator 70 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 59,1 MW dengan jenis beban yang dilepas H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), H17 (AOCC 3/4+SP 5), H11 (PM 1), H7 (PM 2), H3 (PM 3), dan H8 (SP 1/1 + AOCC 5).

4.2.5. Generator 1 dan 3 Padam

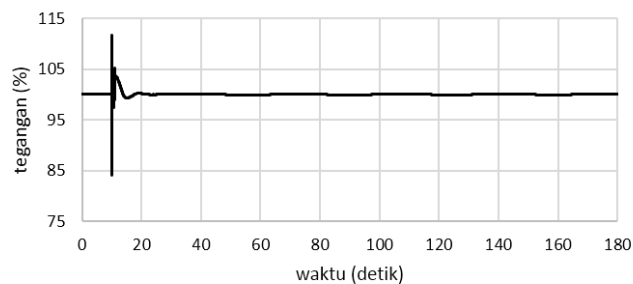
Skenario kelima adalah generator G#1 dan G#3 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 58,2 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai

sebesar 69,9 MW. Gambar 4.9 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#1 dan G#3 padam.



Gambar 4.9 Respon Tegangan Skenario 5 Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.9 menunjukkan saat G#1 dan G#3 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,8267 p.u, pada detik ke 10,07 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,1726 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap II. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



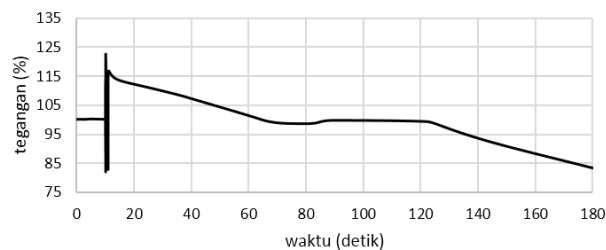
Gambar 4.10 Respon Tegangan Skenario 5 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.10 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 10 mengalami gangguan dikarenakan G#1 dan G#3 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap II sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 68 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 5 ketika daya beban lebih 58,2 MW dan daya

generator 69,9 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 59,4 MW dengan jenis beban yang dilepas H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), H17 (AOCC 3/4+SP 5), H11 (PM 1), H7 (PM 2), H3 (PM 3), dan H8 (SP 1/1 + AOCC 5).

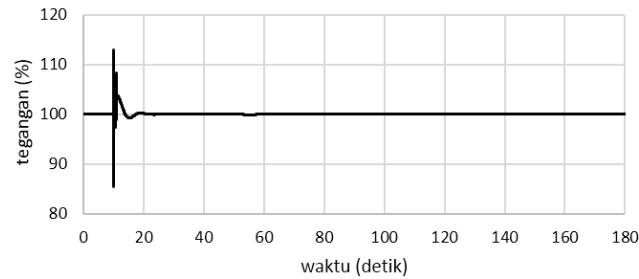
4.2.6. Generator 1 dan 2 Padam

Skenario keenam adalah generator G#1 dan G#2 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 58,3 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 69,8 MW. Gambar 4.11 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#1 dan G#2 padam.



Gambar 4.11 Respon Tegangan Skenario 6 Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.11 menunjukkan saat G#1 dan G#2 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,8485 p.u, pada detik ke 10,08 tegangan mengalami kenaikan sebesar 1,2 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap II. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

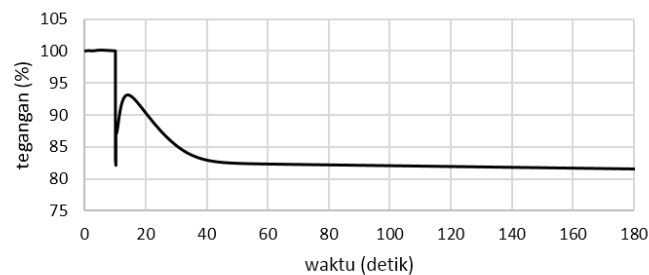


Gambar 4.12 Respon Tegangan Skenario 6 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.12 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 10 mengalami gangguan dikarenakan G#1 dan G#2 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap II sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas sebesar 68 MW. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 6 ketika daya beban lebih 58,3 MW dan daya generator 69,8 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 59,7 MW dengan jenis beban yang dilepas H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), H17 (AOCC 3/4+SP 5), H11 (PM 1), H7 (PM 2), H3 (PM 3), dan H8 (SP 1/1 + AOCC 5).

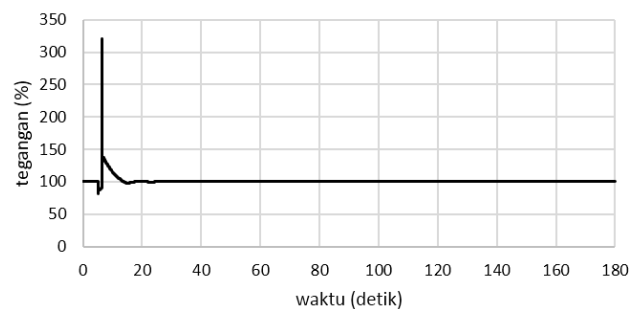
4.2.7. Generator 1, 2, dan 3 padam

Skenario ketujuh adalah generator G#1, G#2, dan G#3 yang normalnya menyuplai daya mengalami gangguan hingga generator tersebut padam. Sistem akan kehilangan suplai daya sebesar 87,3 MW sehingga sistem hanya dapat menyuplai sebesar 40,8 MW. Gambar 4.13 akan menunjukkan respon tegangan ketika G#1, G#2, G#3 padam.



Gambar 4.13 Respon Tegangan Skenario 7 Padam Sebelum Pelepasan Beban

Gambar 4.13 menunjukkan saat G#1, G#2, dan G#3 padam menyebabkan ketidakstabilan tegangan pada detik 10 yang mengakibatkan pada detik 10 mengalami penurunan tegangan hingga 0,8397 p.u sampai detik ke 180 tegangan terus mengalami penurunan sebesar 0,816 p.u dan apabila ingin mengembalikan tegangan pada sistem ke situasi normal maka harus dilakukan pelepasan beban, dengan besaran nilai beban yang telah didapatkan dari *fuzzy logic* maka pelepasan beban yang dilakukan yaitu Tahap III. Adapun respon tegangan setelah pelepasan beban dengan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Respon Tegangan Skenario 7 Setelah Pelepasan Beban

Gambar 4.14 menunjukkan respon tegangan yang terjadi setelah pelepasan beban, ketika detik 10 mengalami gangguan dikarenakan G#1, G#2, dan G#3 padam, setelah itu dilakukan pelepasan beban Tahap III sehingga tegangan berangsur pulih hingga pada detik ke 180, dan sistem pun menjadi normal kembali. Total beban yang dilepas berdasarkan hasil simulasi *fuzzy logic* untuk pelepasan beban skenario 7 ketika daya beban lebih 87,3 MW dan daya generator 40,8 MW maka didapatkan nilai total pelepasan beban sebesar 88 MW dengan jenis beban yang dilepas H13 (SP 1/2), H14 (SP3/6), H17 (AOCC 3/4+SP 5), H11 (PM 1), H7 (PM 2), H3 (PM 3), H8 (SP 1/1 + AOCC 5), H2 (P M 4 + PM5), dan H4 (PM 6).

4.3. Perbandingan Menggunakan *Fuzzy logic* dan Perhitungan

Perbandingan hasil dari logika *fuzzy* dan tanpa logika *fuzzy* dilakukan dengan menghitung akurasi. Persentase tingkat kesalahan dan persentase tingkat akurasi dari metode *fuzzy logic* digunakan untuk menentukan daya pelepasan beban

dari PT Dian Swastatika Sentosa. Hasil perbandingan antara perhitungan dengan hasil logika *fuzzy* ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan *Fuzzy Logic* dan Perhitungan

Beban Lebih (MW)	Daya Generator (MW)	Pelepasan Beban tanpa <i>fuzzy</i> (MW)	Pelepasan Beban <i>Fuzzy logic</i> (MW)	Error (%)	Akurasi (%)
29	99,1	29,77307187	29,7	0,25	99,75
29,1	99	29,87427575	29,8	0,25	99,75
29,2	98,9	29,97547969	29,8	0,59	99,41
40,8	87,3	41,71559587	40,3	3,39	99,61
58,1	70	59,22626593	59,1	0,21	99,79
58,2	69,9	59,32748965	59,4	0,12	99,88
58,3	69,8	59,42871345	59,7	0,46	99,54
69,8	58,3	71,0699117	70,8	0,38	99,62
69,9	58,2	71,17114355	70,8	0,52	99,48
70	58,1	71,27237546	70,8	0,66	99,34
87,3	40,8	88,78655108	88	0,89	99,11
98,9	29,2	100,5313447	100	0,53	99,47
99	29,1	100,632597	100	0,63	99,37
99,1	29	100,7338495	100	0,73	99,27

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa kesalahan rata-rata pelepasan beban menggunakan *fuzzy logic* adalah 0,686%. Sedangkan pada percobaan yang telah dilakukan persentase kesalahan tertinggi yang diperoleh adalah 3,393% dan untuk nilai persentase terendah diperoleh sebesar 0,122%. Untuk nilai akurasi rata-rata pelepasan beban menggunakan *fuzzy logic* adalah 99,3%, sedangkan untuk nilai dari persentase akurasi tertinggi yang telah dilakukan pada percobaan sebesar 99,87% dan untuk nilai akurasi terendah sebesar 96,61 %.