




**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI *RECLOSER* DAN *FUSE*
PADA JARINGAN IEEE 34 MENGGUNAKAN METODE
*FUZZY MAMDANI***

LAPORAN TUGAS AKHIR



UNIVERSITAS
MOCHAMMAD NAWAWI ULUMUDIN
41422120063
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI *RECLOSER* DAN *FUSE*
PADA JARINGAN IEEE 34 MENGGUNAKAN METODE
*FUZZY MAMDANI***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Mochammad Nawawi Ulumudin
NIM : 41422120063
PEMBIMBING : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mochammad Nawawi Ulumudin
NIM : 41422120063
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Koordinasi Proteksi *Recloser* dan *Fuse* pada Jaringan IEEE 34 menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

| | | Tanda Tangan |
|-----------------|---|---|
| Pembimbing | : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc |  |
| NIDN/NIDK/NIK | : 0324109102 | |
| Ketua Penguji | : Ir. Imelda Uli V. Simanjuntak, S. T., M. T. |  |
| NIDN/NIDK/NIK | : 0301108303 | |
| Anggota Penguji | : Dian Rusdiyanto, S. T., M. T |  |
| NIDN/NIDK/NIK | : 8898033420 | |

Jakarta, 30-07-2024

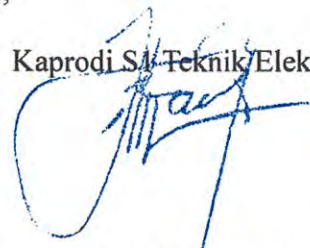
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi Sa Teknik/Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : MOCHAMMAD NAWAWI ULUMUDIN
NIM : 41422120063
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI RECLOSER
DAN FUSE PADA JARINGAN IEEE 34
MENGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jum'at, 26 Juli 2024** dengan hasil presentase sebesar **30%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Juli 2024

Administrator Turnitin,



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Nawawi Ulumudin
NIM : 41422120063
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Koordinasi Proteksi *Recloser* dan *Fuse* pada Jaringan IEEE 34 Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 27-07-2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Mochammad Nawawi Ulumudin

ABSTRAK

Konsumsi listrik perkapita di negara Indonesia mengalami peningkatan sebesar 7,58% sejak tahun 2019 hingga 2022 dengan peningkatan sebesar 1.173 kWh/kapita di tahun 2022. Peningkatan konsumsi listrik ini akan mempengaruhi seluruh sistem general dalam memasok kelistrikan hingga tempat terjauh dari jaringan lateral pembangkit yang erat keterlibatannya dengan tuntutan keandalan, sehingga memberikan efek domino dan dampak yang besar ketika terjadi gangguan. Salah satu permasalahan utama yang biasanya terjadi dari saluran distribusi yaitu gangguan hubung singkat yang mempengaruhi tingkat keandalan dengan kemunculan besarnya arus gangguan. Bertambahnya arus gangguan ini mempengaruhi kinerja proteksi terutama *fuse cut out* sebagai alat pemutus rangkaian yang sering digunakan ketika terjadi arus lebih ataupun tegangan lebih pada ujung lateral penyulang. Tentu saja, ini memberikan efek domino pada *recloser* yang biasa digunakan untuk koordinasi *fuse saving*.

Koordinasi proteksi *recloser* dan *fuse* dipengaruhi pada penentuan *setting* komponen, baik *setting* arus maupun waktu kerja. Namun, disisi lain penentuan *setting* ini terkesan kabur karena koordinasi mengandalkan jumlah yang cukup banyak. Dengan demikian, penggunaan *fuzzy mamdani* menjadi salah satu solusi untuk menentukan ketidakpastian dari nilai yang harus dipilih pada *setting* proteksi. Penggunaan *fuzzy mamdani* akan mengarah pada penentuan nilai *Time Multiple Setting (TMS) recloser* untuk mewakili pengaman dari banyaknya jumlah *fuse* yang tersebar.

Fuzzy Mamdani memberikan nilai justifikasi yang luas serta efisien untuk menentukan nilai TMS pada *recloser* yang akan disetting. *Error* waktu kerja operasi proteksi perbandingan perhitungan konvensional dengan simulasi dari Matlab sebesar 14,52% untuk bagian *overcurrent relay* dan 12,72% untuk bagian *ground fault relay*. Penggunaan metode *fuzzy mamdani* dalam melakukan menentukan nilai *setting* TMS *recloser* pada koordinasi proteksi *recloser* dan *fuse* menghasilkan koordinasi yang baik saat terjadi gangguan hubung singkat dengan pengaman koodinasi proteksi pada wilayah batasan *fuse saving*.

Kata Kunci: *Recloser, Fuse, IEEE 34, Fuzzy Mamdani*

ABSTRACT

Electricity consumption per capita in Indonesia increased by 7.58% from 2019 to 2022 with an increase of 1,173 kWh/capita in 2022. This increase in electricity consumption would affect the entire general system in supplying electricity to the furthest place from the plant's lateral tissues, which are closely involved with reliability demands, thus providing a domino effect and a large impact when a disturbance occurs. One of the main problems that usually arise from the distribution channel is short-circuit interference, which affects the degree of reliability with the occurrence of a large current interference. This increasing disturbance current affects protection performance, especially fuse cut out as a circuit breaker that is often used when more current occurs or more voltage occurs at the lateral end of the refiner. Of course, this has a domino effect on the recloser commonly used for fuse-saving coordination.

The coordination of recloser and fuse protection is influenced by determining component settings, both current and runtime settings. However, on the other hand, the determination of this setting seems blurred because the coordination relies on a considerable amount. Thus, the use of fuzzy mamdani is one solution for determining uncertainty of the value to be chosen at the protection setting. The use of fuzzy Mamdani leads to the determination of the Time Multiple Setting (TMS) recloser value to represent the safety of a large number of scattered fuses.

Fuzzy Mamdani gave a wide and efficient justification value to determine the TMS value during the recloser to be set. Error time-of-work protection versus conventional computation with simulations from Matlab amounted to 14.52% for overcurrent relay parts and 12.72% for ground fault relay parts. The use of fuzzy Mamdani methods in determining TMS recloser on the coordination of recloser protection and fuse protection results in good coordination when there is a short interconnection of protective coordination security in brick areas as a fuse-saving.

Key Words: Recloser, Fuse, IEEE 34, Fuzzy Mamdani

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya yang begitu besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Analisis Koordinasi Proteksi *Recloser* dan *Fuse* pada Jaringan IEEE 34 menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*” tepat pada waktunya. Tidak lupa sholawat serta salam semoga selalu terlimpah curahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Adapun tujuan ditulisnya laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1). Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini tidak jauh dari dukungan bimbingan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Orang-orang tercinta yang selalu memberikan dukungan.
2. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc selaku Kaprodi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc selaku pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu kesuksesan pelaksanaan proses tugas akhir.
4. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Isti Fauziah sebagai rekan diskusi khusus dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Muthia Maharani yang memberikan masukan terhadap pengerjaan metode *fuzzy* yang digunakan tugas akhir ini serta penggunaan dari perangkat lunak Matlab.
7. Wulan Nursyifa Rumbaman sebagai narasumber mengenai penggunaan perangkat lunak ETAP 12.6.0 serta mekanisme kerja proteksi tenaga.
8. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

9. Teman – teman semua yang turut andil dalam memberikan masukan berbagai banyak hal dalam penulisan tugas akhir

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis harapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini. Penulis berharap kedepannya laporan ini dapat bermanfaat untuk para pembaca.

Jakarta, 27 Juli 2024

Penulis

Mochammad Nawawi Ulumudin



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | |
|---|--------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i> | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI | v |
| ABSTRAK | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Penelitian Terkait | 5 |
| 2.2 IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3 Sistem Kerja Proteksi <i>Recloser</i> | 16 |
| 2.4 <i>Fuse Cut Out</i> | 18 |
| 2.4.1 Sistem Kerja Proteksi <i>Fuse</i> | 18 |
| 2.4.2 Pemilihan <i>Fuse Cut Out</i> Berdasarkan Kapasitas Pemutusan..... | 19 |
| 2.4.3 Pemilihan <i>Fuse Cut Out</i> Berdasarkan Arus Beban..... | 19 |
| 2.5 Sistem Kerja <i>Fuse Saving</i> | 20 |
| 2.6 Sistem Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> | 20 |
| 2.7 Sistem <i>Fuzzy</i> | 21 |
| 2.7.1 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> | 22 |
| 2.7.2 Sistem <i>Fuzzy</i> Mamdani pada Penelitian..... | 29 |
| 2.7.3 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> pada Matlab..... | 31 |
| 2.8 Gangguan Jaringan Distribusi..... | 36 |
| 2.9 Gangguan Arus Hubung Singkat..... | 38 |
| 2.9.1 Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Tanah..... | 38 |
| 2.9.2 Gangguan Hubung Singkat 2 fasa..... | 38 |
| 2.9.3 Gangguan Hubung Singkat 3 fasa..... | 39 |
| 2.10 Perangkat Lunak ETAP..... | 40 |
| 2.11 Perhitungan <i>Error</i> | 40 |
| BAB III..... | 42 |
| METODOLOGI PENELITIAN..... | 42 |
| 3.1 Metodologi Penelitian..... | 42 |
| 3.2 Blok Diagram..... | 43 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian..... | 44 |
| 3.4 Perancangan Sistem <i>Single Line Diagram</i> IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> | 45 |
| 3.4.1 Perancangan <i>Grid</i> | 46 |
| 3.4.2 Perancangan Trafo..... | 47 |
| 3.4.3 Perancangan Beban..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.4 Perancangan <i>Line</i> | 50 |
| 3.4.5 Perancangan Kapasitor..... | 51 |
| 3.4.6 Perancangan <i>Recloser</i> | 53 |
| 3.4.7 Perancangan <i>Fuse</i> | 55 |
| 3.5 Simulasi Sistem IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> pada Perangkat Lunak ETAP 12.6.0 . | 55 |
| 3.5.1 Simulasi <i>Load Flow</i> | 56 |
| 3.5.2 Simulasi <i>Short Circuit</i> pada Sistem IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> pada Aplikasi ETAP 12.6.0..... | 57 |
| 3.5.3 Simulasi Menampilkan Laporan Hasil Keluaran Pengujian Hubung Singkat pada Aplikasi ETAP 12.6.0 | 61 |
| 3.6 Perancangan Sistem <i>Fuzzy Mamdani</i> | 63 |
| 3.6.1 Diagram Alir Sistem <i>Fuzzy</i> | 63 |
| 3.6.2 Simulasi Metode <i>Fuzzy</i> Aplikasi Matlab..... | 64 |
| BAB IV | 71 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 71 |
| 4.1 Hasil Simulasi <i>Load Flow</i> pada IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> | 71 |
| 4.2 Hasil Nilai <i>Setting Recloser</i> dan <i>Fuse</i> | 73 |
| 4.2.1 <i>Setting Fuse</i> | 76 |
| 4.2.2 <i>Setting Recloser</i> | 78 |
| A. <i>Setting OCR Recloser</i> Perhitungan Konvensional | 79 |
| B. <i>Setting OCR Recloser</i> Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> pada Aplikasi Matlab..... | 85 |
| C. <i>Setting GFR Recloser</i> Perhitungan Konvensional..... | 92 |
| D. <i>Setting GFR Recloser</i> Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> pada Aplikasi Matlab | 98 |
| 4.3 Perbandingan Nilai Waktu Kerja <i>Recloser</i> Hasil Perhitungan dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> | 106 |
| 4.3.1 Perbandingan Nilai Waktu Kerja <i>Recloser</i> (OCR) Hasil Perhitungan dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> | 106 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.2 Perbandingan Nilai Waktu Kerja <i>Recloser</i> (GFR) Hasil Perhitungan dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> | 108 |
| 4.4 Hasil Kurva Koordinasi pada Simulasi <i>Star Protective Device</i> Hubung Singkat Tiga Fasa | 110 |
| 4.5 Hasil Kurva Koordinasi pada Simulasi <i>Star Protective Device</i> Hubung Singkat Fasa ke Tanah | 112 |
| 4.6 Perbandingan Hasil Kurva Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan Fuse Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> dengan Metode <i>Cloud Energy Storage System</i> | 114 |
| BAB V | 115 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 115 |
| 5.1 Kesimpulan | 115 |
| 5.2 Saran | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA | 117 |
| LAMPIRAN | 120 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> | 15 |
| Gambar 2. 2 Operasi Urutan Kerja <i>Recloser</i> | 16 |
| Gambar 2. 3 Karakteristik <i>Fuse</i> | 18 |
| Gambar 2. 4 Kurva Koordinasi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> pada Skema <i>Fuse Saving</i> | 20 |
| Gambar 2. 5 Fungsi Keanggotaan Kurva Linear Naik..... | 23 |
| Gambar 2. 6 Fungsi Keanggotaan Kurva Linear Turun..... | 23 |
| Gambar 2. 7 Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga..... | 24 |
| Gambar 2. 8 Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium..... | 25 |
| Gambar 2. 9 Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu | 25 |
| Gambar 2. 10 Fungsi Keanggotaan Kurva S Pertumbuhan | 26 |
| Gambar 2. 11 Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu..... | 26 |
| Gambar 2. 12 Fungsi Keanggotaan Kurva-S Tiga Parameter | 27 |
| Gambar 2. 13 Fungsi Keanggotaan Kurva Lonceng..... | 28 |
| Gambar 2. 14 Aturan 3 Proposi..... | 30 |
| Gambar 2. 15 Grafik Fungsi Keanggotaan Trimf | 32 |
| Gambar 2. 16 Grafik Fungsi Keanggotaan Trimf..... | 32 |
| Gambar 2. 17 Grafik Fungsi Keanggotaan Gbellmf..... | 33 |
| Gambar 2. 18 Grafik Fungsi Keanggotaan Gaussmf..... | 34 |
| Gambar 2. 19 Grafik Fungsi Keanggotaan Pimf..... | 34 |
| Gambar 2. 20 Grafik Fungsi Keanggotaan Sigmf..... | 35 |
| Gambar 2. 21 Grafik Fungsi Keanggotaan Smf..... | 35 |
| Gambar 2. 22 Grafik Fungsi Keanggotaan Zmf..... | 36 |
| Gambar 2. 23 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah | 38 |
| Gambar 2. 24 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa | 39 |
| Gambar 2. 25 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa | 39 |
| Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan <i>Single Line Diagram</i> IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i> ETAP 12.6.0..... | 43 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 3 Penempatan Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> Pada <i>Single Line Diagram IEEE 34 Node Test Feeder</i> | 45 |
| Gambar 3. 4 (a) <i>Power Grid Info Editor</i> (b) <i>Power Grid Rating Editor</i> (c) <i>Power Grid Rating Editor</i> | 47 |
| Gambar 3. 5 (a) <i>Winding Transformer Info Editor</i> 1 (a) <i>Winding Transformer - Info Trafo Editor</i> 2 | 48 |
| Gambar 3. 6 (a) <i>Winding Transformer Rating Trafo Editor</i> 1 (b) <i>Winding Transformer Rating Trafo Editor</i> 2 | 48 |
| Gambar 3. 7 (a) <i>Static Load Editor Info</i> dan (b) <i>Static Load Editor Loading</i> | 49 |
| Gambar 3. 8 <i>Cable Editor</i> | 50 |
| Gambar 3. 9 (a) <i>Capacitor Info Editor CAP 1</i> (b) <i>Capacitor Info Editor CAP 2</i> | 51 |
| Gambar 3. 10 (a) <i>Capacitor Rating Editor CAP 1</i> (b) <i>Capacitor Rating Editor CAP 2</i> | 52 |
| Gambar 3. 11 (a) <i>Info Recloser Editor</i> (b) <i>Rating Recloser Editor</i> | 53 |
| Gambar 3. 12 <i>Library Pick – Recloser</i> | 54 |
| Gambar 3. 13 <i>Coordination Editor</i> | 54 |
| Gambar 3. 14 (a) <i>Info Fuse Editor</i> (b) <i>Rating Fuse Editor</i> | 55 |
| Gambar 3. 15 Operasi Simulasi <i>Load Flow</i> | 56 |
| Gambar 3. 16 Operasi Simulasi <i>Load Flow Analysis Alert View</i> | 57 |
| Gambar 3. 17 Penempatan Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> | 58 |
| Gambar 3. 18 Area <i>Fuse saving</i> dan <i>Fuse blowing</i> pada IEEE 34 Node test feeder ETAP 12.6.0 | 58 |
| Gambar 3. 19 Titik Uji Gangguan Hubung Singkat..... | 59 |
| Gambar 3. 20 Pengujian Hubung Singkat oleh <i>Fault Insertion (PD Sequence of Operation)</i> | 60 |
| Gambar 3. 21 Pengecekan Operasi Urutan Kerja Proteksi ketika Hubung Singkat oleh <i>Fault Insertion (PD Sequence of Operation)</i> | 60 |
| Gambar 3. 22 Langkah menampilkan <i>Report Manager</i> | 61 |
| Gambar 3. 23 <i>IEC Sequence of Operation Report Manager-Result for Short Circuit</i> | 62 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 3. 24 IEC <i>Sequence of Operation Report Manager-Result for Sequence of Operation</i> | 62 |
| Gambar 3. 25 <i>Star View Manager</i> | 63 |
| Gambar 3. 26 Diagram Alir Sistem <i>Fuzzy</i> | 64 |
| Gambar 3. 27 <i>Fuzzy Logic Designer</i> | 65 |
| Gambar 3. 28 Penambahan Variabel | 66 |
| Gambar 3. 29 <i>Input dan Output Variabel</i> | 67 |
| Gambar 3. 30 <i>Rule Editor</i> | 69 |
| Gambar 3. 31 <i>Rule Viewer</i> | 70 |
| Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan <i>Voltage p.u Data Sistem Node IEEE 34 dengan Simulasi ETAP 12.6.0</i> | 73 |
| Gambar 4. 2 <i>Fuzzy Logic Designer OCR</i> | 85 |
| Gambar 4. 3 <i>Input Membership Function I_s OCR pada Aplikasi Matlab</i> | 87 |
| Gambar 4. 4 <i>Input Membership Function TMS_{OCR} pada Aplikasi Matlab</i> | 88 |
| Gambar 4. 5 <i>Output Membership Function Waktu Kerja Proteksi (t.kerja) OCR pada Aplikasi Matlab</i> | 90 |
| Gambar 4. 6 <i>Rules Editor OCR</i> | 91 |
| Gambar 4. 7 <i>Rule Viewer OCR</i> | 92 |
| Gambar 4. 8 <i>Fuzzy Logic Designer GFR</i> | 99 |
| Gambar 4. 9 <i>Input Membership Function I_s GFR pada Aplikasi Matlab</i> | 100 |
| Gambar 4. 10 <i>Input Membership Function TMS_{GFR} pada Aplikasi Matlab</i> | 102 |
| Gambar 4. 11 <i>Output Membership Function Waktu Kerja Proteksi (t.kerja) GFR pada Aplikasi Matlab</i> | 104 |
| Gambar 4. 12 <i>Rule Editor GFR</i> | 105 |
| Gambar 4. 13 <i>Rule Viewer GFR</i> | 106 |
| Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Waktu Kerja OCR <i>Recloser</i> Perhitungan Konvensional dan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> | 108 |
| Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Waktu Kerja OCR <i>Recloser</i> Perhitungan Konvensional dan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> | 109 |
| Gambar 4. 16 Kurva Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> 1 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa di <i>Node 826</i> | 110 |

Gambar 4. 17 Kurva Koordinasi Proteksi *Recloser* dan *Fuse* 1 Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Tanah Fasa di *Node* 826.....112



DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka | 6 |
| Tabel 2. 2 Nilai Konstanta α dan β pada Kurva Tipe <i>Inverse</i> | 18 |
| Tabel 3. 1 Komponen Perancangan yang Digunakan | 46 |
| Tabel 3. 2 Komponen-Komponen <i>Membership Function Editor</i> | 68 |
| Tabel 4. 1 Nilai Tegangan Simulasi | 71 |
| Tabel 4. 2 Nilai Arus Nominal Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> | 74 |
| Tabel 4. 3 Nilai Arus Nominal Penyederhanaan Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> pada Bagian <i>Fuse Saving Area</i> | 75 |
| Tabel 4. 4 Rating <i>Fuse Cut Out</i> | 76 |
| Tabel 4. 5 Nilai Arus Hubung Singkat dari Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i> | 77 |
| Tabel 4. 6 Nilai Arus Hubung Singkat dari Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i> pada <i>Fuse Saving Area</i> | 78 |
| Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai TMS dengan Waktu 0,9 Detik <i>Fuse Saving Area</i> Hubung Singkat 3 Fasa Pada <i>Setting OCR Recloser</i> | 82 |
| Tabel 4. 8 Tabel Hasil Perhitungan Nilai Waktu Kerja OCR <i>Recloser</i> pada <i>Fuse Saving Area</i> Hubung Singkat 3 Fasa | 84 |
| Tabel 4. 9 Nilai Domain I_s OCR | 86 |
| Tabel 4. 10 Variabel <i>Input</i> Arus I_s OCR | 87 |
| Tabel 4. 11 Nilai Domain TMS_{OCR} | 88 |
| Tabel 4. 12 Variabel <i>Input</i> TMS_{OCR} | 89 |
| Tabel 4. 13 Nilai Domain t_{kerja} OCR | 89 |
| Tabel 4. 14 Variabel <i>Output</i> t_{kerja} OCR | 90 |
| Tabel 4. 15 Rules <i>Fuzzy</i> OCR | 91 |
| Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Nilai TMS dengan Waktu 0,3 Detik <i>Fuse Saving Area</i> Hubung Singkat Fasa ke Tanah Pada <i>Setting GFR Recloser</i> | 95 |
| Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Nilai Waktu Kerja GFR <i>Recloser</i> pada <i>Fuse Saving Area</i> Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah | 98 |
| Tabel 4. 18 Nilai Domain I_s GFR | 100 |
| Tabel 4. 19 Variabel <i>Input</i> Arus I_s GFR | 101 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 20 Nilai Domain TMS_{GFR} | 101 |
| Tabel 4. 21 Variabel <i>Input</i> TMS_{GFR} | 102 |
| Tabel 4. 22 Nilai Domain t_{kerja} GFR..... | 103 |
| Tabel 4. 23 Variabel <i>Output</i> t_{kerja} GFR | 104 |
| Tabel 4. 24 Rules <i>Fuzzy</i> GFR..... | 105 |
| Tabel 4. 25 Perbandingan Hasil Waktu Kerja OCR <i>Recloser</i> Perhitungan Konvensional dengan Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani pada Aplikasi Matlab | 107 |
| Tabel 4. 26 Perbandingan Hasil Waktu Kerja GFR <i>Recloser</i> Perhitungan Konvensional dengan Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani pada Aplikasi Matlab | 109 |
| Tabel 4. 27 Hasil Koordinasi Waktu Pemutusan Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> pada Simulasi <i>Star Protective Device</i> Hubung Singkat Tiga Fasa..... | 111 |
| Tabel 4. 28 Hasil Koordinasi Waktu Pemutusan Koordinasi Proteksi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse</i> pada Simulasi <i>Star Protective Device</i> Hubung Singkat Fasa ke Tanah | 113 |

