

ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* (OCR) & *GROUND*
FAULT RELAY (GFR) PADA SISTEM 20 KV ULTG MAROS
MENGUNAKAN ALAT UJI CMC 356



AAS PUTRA LAREKENG

105 82 1287 13

MUHAMMAD IQBAL

105 82 1596 15

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020

ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* (OCR) & *GROUND
FAULT RELAY* (GFR) PADA SISTEM 20 KV ULTG MAROS
MENGUNAKAN ALAT UJI CMC 356

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

AAS PUTRA LAREKENG

105 82 1287 13

MUHAMMAD IQBAL

105 82 1237 15

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2020

13/02/2020

1 cap
Sub. Alumni

R/015/ELT/2019
LAR



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS KINERJA OVER CURRENT RELAY (OCR) & GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA SISTEM 20 KV ULTG MAROS MENGGUNAKAN ALAT UJI CMC 356**

Nama : 1. Aas Putra Larekeng
2. Muhammad Iqbal

Stambuk : 1. 105 82 1287 13
2. 105 82 1596 15

Makassar, 16 Januari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T

Pembimbing II

Ir. Abd Hafid,M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ PENGESAHAN

Skripsi atas nama . **Aas Putra Larekeng** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1287 13 dan **Muhammad Iqbal** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1596 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/20201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 11 Januari 2020.

Panitia Ujian :

Makassar,

21 Jumadil Awal 1441 H

16 Januari 2020 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

b. Sekertaris : Adriani, S.T.,M.T

3. Anggota

: 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

2. Rahmania, S.T.,M.T

3. H. Antarissubhi, S.T.,M.T

Mengetahui :

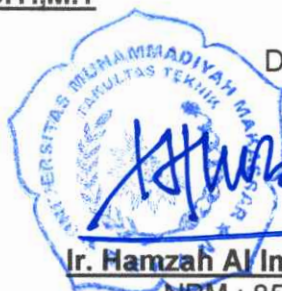
Pembimbing I

Pembimbing II


Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T


Ir. Ahd Hafid,M.T

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah pensyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : **“ANALISIS KINERJA OVER CURRENT RELAY (OCR) & GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA SISTEM 20 KV ULTG MAROS MENGGUNAKAN ALAT UJI CMC 356”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi tehnis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Adriani, S.T., M.T sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. Rizal A Duyo, ST, MT, Selaku Pembimbing I dan Ir.Abdul Hafid, M.T selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta setiap pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajarmengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda,Ibunda dan Istri yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 dan angkatan 2015 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermamfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Januari 2020

Penulis

ABSTRAK

Aas Putra Larekeng dan Muhammad Iqbal 2019. Analisis Kinerja Over Current Relay (OCR) - Ground Fault Relay (GFR) pada sistem 20 kv ULTG Maros Menggunakan Alat Uji CMC 356. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Sistem Proteksi merupakan sistem pengamanan peralatan listrik yang membutuhkan pengamanan yang andal. Dengan menggunakan relay OCR – GFR sebagai relay proteksi atau relay pengamanan. Relay OCR-GFR mempunyai beberapa type seperti relay digital dan relay numerik. Dalam sistem proteksi sering terjadi kegagalan proteksi yang dapat menyebabkan *Tidak Sensitifnya Relay* atau *Tidak Selektifnya Relay* sehingga merugikan perusahaan. Kondisi ini disebabkan oleh penggunaan relay yang sudah tidak dapat lagi di gunakan dikarenakan relay tersebut sudah *tidak sensitif* atau *tidak selektif* lagi untuk digunakan, sehingga perlu diadakan sebuah analisis untuk menentukan relay mana yang lebih bagus kinerjanya antara *relay digital* dan *relay numerik*.

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode kuantitatif dengan tahapan konsultasi dengan dosen pembimbing, studi literatur, pembuatan proposal, pengambilan data, analisa data dan pembuatan laporan. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara menguji objek dan mengamati objek yang diteliti secara langsung, sedangkan metode analisis dilakukan dengan cara menghitung, membandingkan dan menganalisa hasil dari penelitian.

Kata Kunci : *Kegagalan Proteksi, Relay Digital, Relay Numerik, Tidak Sensitif, Tidak Selektif.*

ABSTRACT

Aas Putra Larekeng and Muhammad Iqbal 2019. Performance Analysis Over Current Relay (OCR) - Ground Fault Relay (GFR) on the system 20 kV ULTG Maros system using CMC 356 Test Equipment. Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University, Makassar.

Protection system is a security system for electrical equipment that requires reliable security. By using the OCR-GFR relay as a protection relay or safety relay. OCR-GFR relays have several types such as digital relays and numerical relays. In protection systems often fail protection that can cause Relay Sensitive or Not Selective Relay so that it harms the company. This condition is caused by the use of relays that can no longer be used because the relays are no longer sensitive or selective to use, so an analysis is needed to determine which relay performs better between digital relays and numerical relays.

The research method used is a quantitative method with stages of consultation with supervisors, study of literature, making proposals, taking data, analyzing data and making reports. The method of collecting data is done by testing the object and observing the object under study directly, while the method of analysis is done by counting, comparing and analyzing the results of research.

Keywords: Protection Failure, Digital Relay, Numerical Relay, Not Sensitive, Not Selective.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Dasar Sistem Tenaga Listrik.....	6
B. Pengertian Sistem Proteksi.....	7
C. Fungsi Sistem Proteksi.....	7
D. Persyaratan Sistem Proteksi.....	8
1. Keterandalan (Realibility).....	8

2. Selektivitas (Selectivity)	9
3. Sensitivitas (Sensitivity)	9
4. Kecepatan Kerja	9
5. Ekonomis.....	9
E. Relay proteksi	10
1. Relay Sebagai Peralatan Pengaman	10
F. Relay Arus Lebih(Over Current Relay).....	11
1. Prinsip Kerja OCR	12
G. Relay Gangguan Tanah (Ground Fault Relay)	12
1. Prinsip Kerja GFR	12
H. Relay Berdasarkan Karakteristik Waktu kerjanya	13
I. Setting (OCR) Over Current Relay	14
J. Setting (GFR) Ground Fault Relay	16
K. Universal Relay Test Set Toll Omicron CMC 356	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
A. Waktu Dan Tempat	18
1. Waktu	18
2. Tempat	18
B. Metode Penelitian.....	18
1. Studi Literatur.....	18
2. Pengumpulan Data.....	18
3. Pengolahan Data	19
4. Langkah Pengujian Alat CMC 356.....	19

C. Data Parameter dan Variabel Penelitian.....	22
1. Data	22
1.1. Data Relay Digital OCR.....	22
1.2. Data Relay Digital GFR	22
1.3. Data Relay Numerik OCR.....	23
1.4. Data Relay Numerik GFR.....	24
1.5. Data Ala uji.....	24
2. Variabel Penelitian.....	24
D. Flowchart Algoritma	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Persiapan Simulasi	26
B. Data Setting Relay OCR dan GFR.....	26
1. Setting Relay OCR Digital.....	26
2. Setting Relay GFR Digital	26
3. Setting Relay OCR Numerik.....	27
4. Setting Relay GFR Numerik	27
C. Hasil Pengujian Relay OCR dan GFR.....	28
1. Hasil Uji Relay OCR Digital.....	28
1.1. Hasil Uji Pick Up	28
1.2. Hasil Uji Pick Down.....	29
1.3. Hasil Uji 1,5 Kali Arus Setting	30
1.4. Hasil Uji 2 Kali Arus Setting	31
1.5. Hasil Uji 3 Kali Arus Setting	32

1.6. Hasil Uji 4 Kali Arus Setting	33
2. Hasil Uji Relay GRF Digital	34
2.1. Hasil Uji Pick Up	34
2.2. Hasil Uji Pick Down.....	35
2.3. Hasil Uji 1,5 Kali Arus Setting	36
2.4. Hasil Uji 2 Kali Arus Setting	37
2.5. Hasil Uji 3 Kali Arus Setting	38
2.6. Hasil Uji 4 Kali Arus Setting	39
3. Hasil Uji relay OCR Numerik.....	40
3.1. Hasil Uji Pick Up	40
3.2. Hasil Uji Pick Down.....	41
3.3. Hasil Uji 1,5 Kali Arus Setting	42
3.4. Hasil Uji 2 Kali Arus Setting	43
3.5. Hasil Uji 3 Kali Arus Setting	44
3.6. Hasil Uji 4 Kali Arus Setting	45
5. Hasil Uji Relay GFR Numerik.....	46
4.1. Hasil Uji Pick Up	46
4.2. Hasil Uji Pick Down.....	47
4.3. Hasil Uji 1,5 Kali Arus Setting	48
4.4. Hasil Uji 2 Kali Arus Setting	49
4.5. Hasil Uji 3 Kali Arus Setting	50
4.6. Hasil Uji 4 kali Arus Setting.....	51
D. Perhitungan Karakteristik Waktu Secara Teori	52

E. Perbandingan Hasil Uji Dengan Perhitungan Secara Teori.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN	59



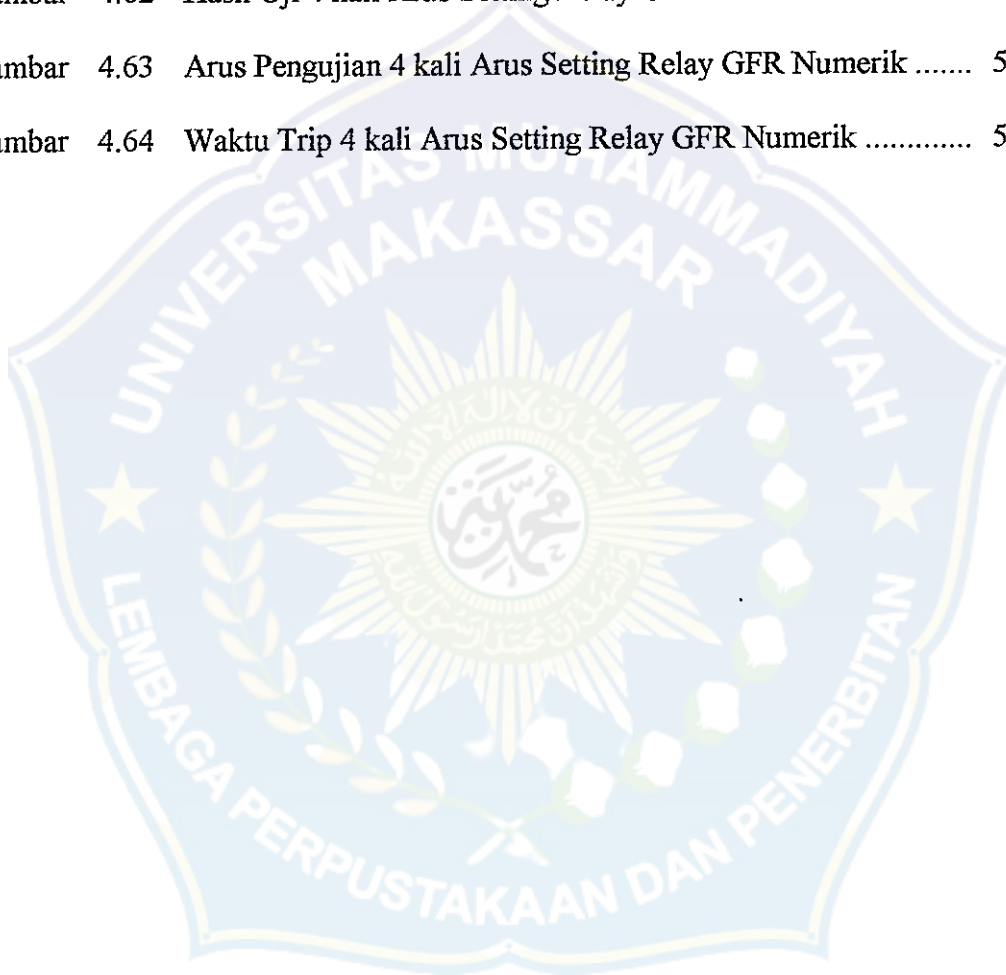
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pusat Listrik yang Dihubungkan Melalui Saluran Transmisi ke Gardu Induk.....	5
Gambar 2.2	Skema Kerja Relay	11
Gambar 2.3	Single Skema Relay Kerja OCR.....	12
Gambar 2.4	Kurva Prinsip kerja Relay Instaneous	14
Gambar 2.5	Kurva Prinsip kerja Relay Defenite.....	14
Gambar 2.6	Kurva Prinsip Kerja Relay invers	14
Gambar 2.7	Alat Uji CMC 356 Omicron	17
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 4.1	Hasil Uji Pick Up Relay OCR Digital	26
Gambar 4.2	Arus Pick UP Relay OCR Digital.....	26
Gambar 4.3	Hasil Uji Pick Down Relay OCR Digital.....	27
Gambar 4.4	Arus Pick Down Relay OCR Digital	27
Gambar 4.5	Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Digital	28
Gambar 4.6	Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Digital	28
Gambar 4.7	Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Digital	28
Gambar 4.8	Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital.....	29
Gambar 4.9	rus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital.....	29
Gambar 4.10	Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital	29
Gambar 4.11	Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital.....	30
Gambar 4.12	Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital	30

Gambar 4.13	Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital	30
Gambar 4.14	Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital	31
Gambar 4.15	Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital	31
Gambar 4.16	Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital	31
Gambar 4.17	Hasil Uji Pick UP Relay GFR Digital.....	32
Gambar 4.18	Arus Pick UP Relay GFR Digital	32
Gambar 4.19	Hasil Uji Pick Down Relay GFR Digital	33
Gambar 4.20	Arus Pick Down Relay GFR Digital.....	33
Gambar 4.21	Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Digital	34
Gambar 4.22	Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Digital.....	34
Gambar 4.23	Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Digital.....	34
Gambar 4.24	Hasil Uji 2 kalo Arus Setting Relay GFR Digital	35
Gambar 4.25	Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay GFR Digital	35
Gambar 4.26	Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay GFR Digital	35
Gambar 4.27	Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital	36
Gambar 4.28	Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital	36
Gambar 4.29	Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital	37
Gambar 4.30	Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital	37
Gambar 4.31	Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital	38
Gambar 4.32	Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital	38
Gambar 4.33	Hasil Uji Pick UP Relay OCR Numerik	38
Gambar 4.34	Arus Pick UP Relay OCR Numerik.....	39
Gambar 4.35	Hasil Uji Pick Down Relay OCR Numerik.....	39

Gambar 4.36	Arus Pick Down Relay OCR Numerik	40
Gambar 4.37	Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	40
Gambar 4.38	Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	41
Gambar 4.39	Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	41
Gambar 4.40	Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	41
Gambar 4.41	Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	42
Gambar 4.42	Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	42
Gambar 4.43	Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	42
Gambar 4.44	Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	43
Gambar 4.45	Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	43
Gambar 4.46	Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	43
Gambar 4.47	Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	44
Gambar 4.48	Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik	44
Gambar 4.49	Hasil Uji Pick UP Relay GFR Numerik	44
Gambar 4.50	Arus Pick UP Relay GFR Numerik	45
Gambar 4.51	Hasil Uji Pick Down Relay GFR Numerik	45
Gambar 4.52	Arus Pick Down Relay GFR Numerik	46
Gambar 4.53	Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	46
Gambar 4.54	Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	47
Gambar 4.55	Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	47
Gambar 4.56	Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	47
Gambar 4.57	Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	48
Gambar 4.58	Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	48

Gambar 4.59	Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	48
Gambar 4.60	Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	49
Gambar 4.61	Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	49
Gambar 4.62	Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	49
Gambar 4.63	Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	50
Gambar 4.64	Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik	50



DAFTAR TABEL

Tabel 4.5	Perhitungan Secara Teori dan hasil Uji Lapangan	54
-----------	---	----



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 5.1	CMC 356.....	59
Gambar 5.2	Kabel Arus.....	59
Gambar 5.3	Kabel Suplay DC.....	56
Gambar 5.4	Kabel Koneksi.....	60
Gambar 5.5	Kabel Roll.....	60
Gambar 5.6	Relay Numerik.....	61
Gambar 5.7	Relay Digital.....	61
Gambar 5.8	Pengujian Relay OCR.....	62
Gambar 5.9	Pengujian Relay GFR.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Zaman sekarang energi listrik merupakan kebutuhan yang pokok, baik untuk kebutuhan sehari – hari maupun untuk industri. Hal ini disebabkan karena energi listrik mudah untuk dikonversikan kedalam bentuk energi lain. Penyediaan energi listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dilakukan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik.

PT. PLN (Persero) merupakan satu-satunya perusahaan milik negara sebagai penyedia listrik terbesar yang ada di Indonesia. Permasalahan utama yang dihadapi PT. PLN (Persero) adalah mulai terjadinya energi listrik yang tidak dapat tersalur di akibatkan banyaknya gangguan pada peralatan listrik di setiap unit PT. PLN (Persero), salah satunya pada penyulang 20 kv.

Gangguan tersebut di karenakan proteksi pada peralatan yang kurang baik akibat peralatan yang sudah tua dan kinerja relay proteksi yang sudah tidak akurat lagi. Hal ini menyebabkan PT. PLN wajib melakukan analisa kinerja proteksi di setiap unit. Salah satu langkah efesiensi yang dilakukan PT. PLN adalah mengkoordinasikan relay proteksi pada setiap peralatan yang ada agar mempunyai koordinasi proteksi yang sesuai dengan tahapannya masing-masing.

Sistem proteksi berfungsi sebagai identifikasi gangguan dan memisahkan bagian yang terganggu dari bagian lain yang masih normal sekaligus mengamankan

bagian yang masih normal dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar. Sistem proteksi terdiri dari Relai Proteksi, Transformator Tegangan (PT/CVT), Transformator Arus (CT), Pemutus Tegangan (PMT), Catu daya yang terintegrasi dalam suatu rangkaian. Untuk efektifitas dan efisiensi, maka setiap peralatan proteksi yang dipasang harus disesuaikan dengan kebutuhan dan ancaman ketahanan peralatan yang dilindungi sehingga peralatan proteksi digunakan sebagai jaminan pengaman.

Sistem proteksi di kaji atau di analisa menggunakan alat uji proteksi yang bisa mengetahui keandalan kinerja pada peralatan proteksi tersebut, alat uji yang biasa di gunakan di unit PT. PLN (Persero) adalah CMC 356.

CMC 356 merupakan alat universal untuk menguji semua generasi dan jenis relay proteksi. Enam sumber arus yang kuat (mode tiga fasa hingga 64 A / 860 VA per saluran) dengan rentang dinamis yang hebat, menjadikan unit ini mampu menguji bahkan relay elektromekanis dengan beban tinggi dengan tuntutan daya yang sangat tinggi.

CMC 356 adalah pilihan pertama untuk aplikasi yang membutuhkan keserbagunaan, amplitudo, dan daya tertinggi. Insinyur commissioning terutama akan menghargai kemampuannya untuk melakukan pemeriksaan kabel dan masuk akal dari transformator saat ini, dengan menggunakan injeksi utama arus tinggi dari set tes.

Keandalan proteksi menjadi bagian yang penting untuk dikaji atau di analisa dalam upaya meningkatkan pelayanan ke konsumen. Oleh karena itu penulis berencana untuk mengambil judul Tugas Akhir **“ANALISIS KINERJA OVER**

CURRENT RELAY (OCR) & GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA SISTEM 20 KV ULTG MAROS MENGGUNAKAN ALAT UJI CMC 356

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan pokok permasalahan yaitu :

1. Bagaimana tingkat akurasi kinerja *Relay Digital dan Relay Numerik* pada saat pengujian lapangan menggunakan alat uji CMC 356 di ULTG Maros ?
2. Bagaimana perbandingan kinerja perhitungan teori *Relay proteksi Over Current Relay (OCR) & Ground Fault Relay (GFR)* dengan hasil uji lapangan relay digital dan relay numerik menggunakan alat uji CMC 356 ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan adalah :

1. Mengetahui sejauh mana tingkat akurasi kinerja *Relay Digital dan Relay Numerik* pada saat pengujian lapangan menggunakan alat uji CMC 356 di ULTG Maros untuk menentukan relay mana yang seharusnya di gunakan.
2. Mengetahui perbandingan kinerja perhitungan teori *Relay proteksi OCR-GFR* dengan hasil uji lapangan relay digital dan relay numerik menggunakan alat uji CMC 356.

D. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan ini, maka masalah yang ditangani akan dibatasi dengan rincian sebagai berikut :

1. Dalam tugas akhir ini peneliti hanya membandingkan hasil uji relay digital dan relay numerik dengan acuan dari perhitungan teori.

2. Dalam tugas akhir ini peneliti menggunakan relay MCGG52 sebagai *relay digital* dan relay MICOM P14 sebagai *relay numerik*.
3. Dalam pengujian *relay digital* dan *numerik* peneliti telah menentukan Arus nominal sebesar 5A, TMS 0.1s, dan Kurva yang digunakan yaitu *Standar Invers* (SI).
4. Dalam pengujian karakteristik waktu trip (OCR) digunakan arus uji atau arus gangguan sebesar 7.5 A, 10A, 15A, dan 20A
5. Dalam pengujian karakteristik waktu trip (GFR) digunakan arus uji atau arus gangguan sebesar 0.75 A, 1A, 1.5A, dan 2A.
6. Dalam pengujian ini peneliti menentukan arus gangguan instan (OCR) yaitu 20A dan *TMS Instan* yaitu 0s, sedangkan arus gangguan instan (GFR) yaitu 2A dan *TMS Instan* yaitu 0s.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Perusahaan

Menambah wawasan/pengetahuan ilmu di bidang transmisi dan distribusi jaringan listrik khususnya studi kasus pada ULTG Maros.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Sebagai informasi tambahan bagi perguruan tinggi yakni Universitas Muhammadiyah Makassar khususnya Fakultas Teknik serta Jurusan Teknik Elektro terkait *Kinerja Relay Proteksi Over Current Relay (OCR) & Ground Fault Relay (GFR)*.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Sebagai bahan rujukan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan dan mengkaji terkait penggunaan *Relay Proteksi OCR & GFR*.

4. Bagi Peneliti

Sebagai bahan pelajaran dan untuk menambah wawasan keilmuan di bidang Proteksi jaringan penyulang 20kv.

F. Sistematika Penulisan

BAB I

Bab ini berisikan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan

BAB II

Bab ini berisikan teori dasar pendukung penulisan tugas akhir ini, yaitu tentang dasar sistem tenaga listrik, apa itu relay *OCR* dan *GFR*, serta alat uji yang digunakan.

BAB III

Pada bab ini berisikan waktu dan tempat penelitian, metode penelitian yang digunakan, data dan variabel penelitian, serta langkah-langkah dalam penelitian.

BAB IV

Bab ini berisi tentang hasil pengujian lapangan relay digital dan relay numerik, perhitungan secara teori, analisis perbandingan anatara hasil perhitungan secara teori dengan hasil uji lapangan.

BAB V

Berisi kesimpulan dari seluruh proses yang telah dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini serta saran.

BAB II

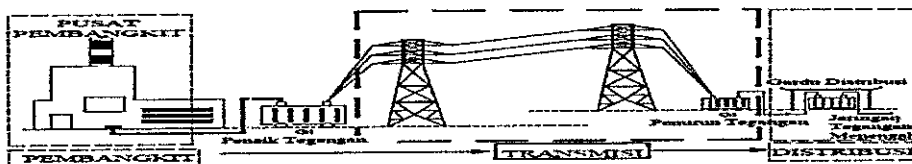
TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Sistem Tenaga Listrik.

Untuk tersedianya energi listrik bagi para konsumen, maka diperlukan berbagai sistem peralatan listrik yang cukup memadai. Peralatan listrik tersebut dikoneksikan satu sama lain sehingga secara keseluruhan membentuk sebuah sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik adalah kumpulan dari berbagai sistem pusat pembangkit listrik dan Gardu Induk yang dihubungkan dengan jaringan transmisi sehingga menjadi sebuah kesatuan interkoneksi.

Suatu energi listrik dibangkitkan oleh berbagai pusat listrik diantaranya seperti PLTA, PLTS, PLTD, PLTU dan PLTB kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi tapi terlebih dahulu tegangannya dinaikkan dengan menggunakan trafo *step Up* yang ada di pusat listrik. Kemudian energi listrik disalurkan melalui jaringan transmisi sehingga sampai pada Gardu Induk (GI) untuk diturunkan tegangannya melalui trafo *step down* menjadi tegangan distribusi 20 kV.

Gambar 2.1 merupakan skema dari pusat listrik yang terhubung melalui saluran transmisi sampai ke jaringan tegangan menengah 20 KV



Gambar 2.1 Skema Sistem Tenaga Listrik dari Transmisi ke Gardu

Induk

B. Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi tenaga listrik merupakan sistem pengamanan yang dipakai untuk menjaga peralatan tenaga listrik apabila terjadi gangguan atau kondisi abnormal agar tidak terjadi kerusakan pada peralatan. Sistem proteksi harus dapat bekerja dalam waktu yang sangat cepat sehingga gangguan dapat terisolir.

Secara umum sistem proteksi wajib bekerja dengan waktu yang sangat cepat sehingga tidak akan menimbulkan kerusakan yang fatal, sehingga jika peralatan terjadi kerusakan dapat sesegera mungkin diketahui letak kerusakannya, sehingga jika terjadi gangguan pada konsumen tidak menyebabkan konsumen merasakan pemadaman (Samaulah & Hazairin, 2004).

C. Fungsi Sistem Proteksi

Menurut Arismunandar & Kuwahara (2004) bahwa sebuah sistem proteksi dapat berfungsi untuk mengamankan suatu peralatan listrik yang berada dalam kondisi gangguan. Jika terjadi gangguan pada suatu peralatan yang diproteksi maka sistem proteksi yang digunakan akan merasakan kondisi tersebut dan akan sesegera mungkin memberikan tanda bahaya ke pemutus CB (*Circuit Breaker*).

Pemutus beban atau (*circuit breaker*) merupakan satu bagian rangkaian dengan peralatan relay pengaman. Maka dari itu pemutus beban harus mempunyai kekuatan untuk memutuskan arus hubung singkat sesaat pada kondisi maksimum yang dapat mengalir melaluinya. Fungsi lain dari sistem pengaman yaitu untuk mengetahui letak dan jenis gangguan yang terjadi. Sehingga data yang didapatkan dapat digunakan untuk acuan perbaikan pada peralatan yang telah rusak. Semua

data tersebut dianalisa kembali secara efektif agar mencegah gangguan dan untuk mengetahui apa kekurangan yang terjadi pada sistem proteksi.

Jika di rumuskan maka fungsi dari sistem proteksi yaitu sebagai berikut :

1. Mengaktifkan alarm bertujuan sebagai tanda adanya terjadi gangguan dan dapat memberikan informasi mengenai jenis apa gangguannya yang terjadi pada sistem.
2. Memastikan agar peralatan lainnya dapat diminimalisir dari bahaya kerusakannya.
3. Menonaktifkan atau memblok relay-relay yang lain agar tidak bekerja pada saat kondisi abnormal.

D. Syarat pada sistem proteksi

Menurut Suci Wulandari, dkk (2014) ada beberapa syarat yang wajib dipenuhi untuk mengamankan peralatan listrik., seperti dibawah ini :

1. Keterandalan (Reliability)

Kegagalan kerja relay dapat mengakibatkan alat yang diamankan rusak berat atau dapat mengakibatkan gangguannya meluas sehingga daerah yang mengalami pemadaman semakin luas. Relay tidak boleh bekerja dalam keadaan salah. Hal ini dapat menimbulkan pemadaman yang tidak seharusnya dan dapat menyulitkan analisa gangguan yang terjadi. Keandalan relay pengaman ditentukan dari rancangannya ,pengerjaan, beban yang akan digunakan, dan perawatannya.

2. Selektivitas (Selectivity)

Selektivitas dapat diartikan *relay* mempunyai daya beda (*discrimination*),

sehingga relay mampu dengan tepat dan cepat memilih bagian yang terkena gangguan. *Relay* bertugas mengamankan peralatan. *Relay* dapat mendeteksi terjadinya gangguan dan memberikan perintah untuk membuka pemutus tenaga dan memisahkan bagian yang terganggu tersebut. Bagian yang tidak mengalami gangguan jangan sampai dilepas dan jika tetap terjadi pemutusan hanya terbatas pada daerah yang terganggu saja.

3. Sensitivitas (*Sensitivity*)

Relay arus memiliki kepekaan yang tinggi terhadap besaran minimal (kritis) sebagaimana yang telah direncanakan. *Relay* wajib dapat bekerja pada awalnya terjadinya gangguan, sehingga gangguan lebih mudah diatasi pada awal kejadian. Hal ini dapat memberikan keuntungan dimana kerusakan pada peralatan yang harus diamankan menjadi kecil.

4. Kecepatan Kerja

Relay pengaman wajib bekerja dengan cepat. Namun *relay* juga tidak boleh bekerja terlalu cepat (kurang dari 10 ms) dan waktu kerja relay tidak boleh melampaui waktu penyelesaian kritis (*critical clearing time*). Pada sistem yang besar atau luas, kecepatan kerja relay pengaman mutlak diperlukan karena untuk menjaga kestabilan sistem tenaga listrik agar tidak terjadi terganggu. Hal ini untuk mencegah terjadinya relay salah kerja karena transient akibat surja petir.

5. Ekonomis

Hal yang juga harus diperhatikan sebagai persyaratan relay pengaman yaitu masalah harga atau biaya. *Relay* tidak akan digunakan dalam sistem tenaga listrik, jika harganya sangat mahal. Persyaratan reliabilitas, sensitivitas, selektivitas, dan

kecepatan kerja *relay* hendaknya tidak dapat menyebabkan harga *relay* tersebut menjadi mahal.

E. Relay Proteksi

Relay proteksi merupakan salah satu bagian dari peralatan pengaman sistem tenaga listrik yang dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan, yang secara otomatis dapat memberikan respon berupa sinyal sehingga dapat menggerakkan sistem mekanis pemutus tenaga agar dapat terpisahkan dari bagian yang mengalami gangguan. Relay proteksi digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik, terutama untuk :

1. Memberikan tanda adanya bahaya berupa alarm untuk membuka *Circuit breaker* (CB) agar dapat memisahkan sebagian peralatan dari sistem selama terjadinya kondisi gangguan atau kondisi yang abnormal.
2. Memustuskan bagian dari sistem yang abnormal sehingga mencegah kesalahan yang akan terjadi berikutnya.
3. Melepaskan *circuit breaker* (CB) apabila gangguan dianggap membahayakan peralatan listrik misalnya : trafo, generator dan sebagainya.

Gangguan pada sistem tenaga listrik tidak dapat dihindarkan, akan tetapi dapat mengurangi akibat dari gangguan sekecil mungkin dan dalam waktu sesingkat mungkin dengan menggunakan relay proteksi.

1. Relay Merupakan Peralatan Pengaman.

Relay merupakan peralatan sistem tenaga listrik yang dapat digunakan untuk memberikan sinyal kepada *Circuit breaker*, sehingga dapat memutuskan

dan menghubungkan pelayanan penyaluran pada bagian sistem tenaga listrik. *Relay* tersebut akan memberikan sinyal kepada *circuit breaker* untuk memutuskan sistem tenaga listrik jika terjadi gangguan. *Relay proteksi* terdiri dari sebuah bagian operasi dan seperangkat kontak. bagian operasi menerima masukan arus dari tarfo arus ataupun trafo tegangan, tegangan dari trafo atau kombinasi dari keduanya. Keadaan keluaran dari relay adalah menutup dan ditahan atau biasa disebut dengan *block*. Jika keadaan tertutup maka relay memberikan sinyal untuk melakukan proses pembukaan dari *circuit breaker* (CB) dan pada gilirannya akan mengisolasi gangguan dari bagian sistem tenaga listrik lain yang sehat.



Gambar 2.2 Skema dari Kerja Relay

F. Relay Arus Lebih (OCR)

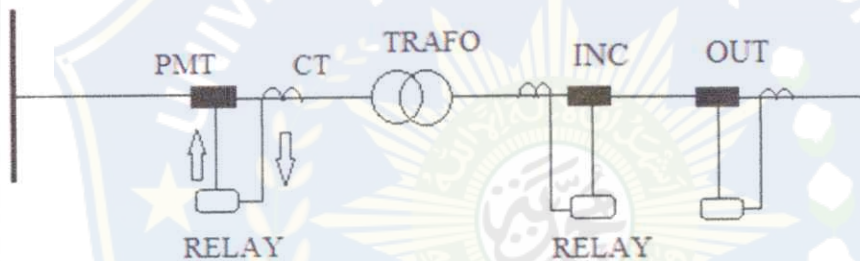
Menurut Yoyok Triyono, dkk (2013). Relay arus lebih merupakan suatu jenis relay yang dapat bekerja berdasarkan besarnya arus masukannya, jika besarnya arus masukan melebihi dari harga yang telah diatur (I_p) maka relay arus lebih akan bekerja. I_p merupakan arus kerja menurut gulungan sekunder dari trafo arus (CT). Bila gangguan terjadi di dalam daerah perlindungan relay maka besarnya arus gangguan (I_f) yang dinyatakan terhadap gulungan sekunder CT. Relay akan bekerja apabila memenuhi keadaan sebagai berikut :

$I_f < I_p$ tidak bekerja (Tertutup)

$I_f > I_p$ Relay bekerja (Padam)

1. Prinsip kerja OCR

Menurut Darmawan dan Dimas, prinsip kerja dari *relay OCR* yaitu berdasarkan adanya arus lebih yang terjadi di relay, yang disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau beban lebih untuk memberikan perintah trip kepada PMT sesuai dengan karakteristik waktunya.



Gambar 2.3 Skema kerja Relai OCR

G. Relay Gangguan Tanah

Pada dasarnya prinsip kerja dari *relay GFR* sama dengan relay arus lebih namun berbeda dalam kegunaannya. Apabila *relay OCR* mendeteksi gangguan antara fasa maka pada *relay GFR* mendeteksi gangguan antara fasa dengan pentanahan sehingga dapat membatasi arus gangguan ke tanah.

1. Prinsip kerja Relay GFR

Dalam keadaan sistem normal beban I_r , I_s , I_t seimbang atau sama besar, sehingga pada kawat netral tidak akan menimbulkan arus dan relay hubung tanah

yang tidak di aliri arus. Sedangkan bila terjadi ketidakseimbangan arus gangguan hubung singkat ke tanah maka akan menimbulkan arus urutan nol pada kawat netral sehingga relay hubung tanah akan bekerja.

H. Relay Berdasarkan Karakteristik Waktu Kerjanya.

Menurut Ir.Wahyudi Sarimun N.,MT (2011), berdasarkan karakteristik waktu kerjanya (kurva) *relay* dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya :

1. Instantaneous

Relay tersebut bekerja tanpa adanya waktu tunda, tapi masih bekerja dengan waktu cepat sebesar 50 s/d 100 milidetik. Dengan karakteristik seperti terlihat pada gambar 2.4, bekerjanya didasarkan pada besarnya arus gangguan hubung singkat yang dipilih.



Gambar 2.4 Kurva Prinsip kerja *Relay Instaneous*

2. Devinite Time Delay

Relay ini dapat memberikan perintah pada CB atau PMT pada saat terjadi gangguan hubung singkat dan besarnya arus gangguan yang melampaui dari arus settingngannya, dimana waktu kerjanya lebih lama dari waktu setelan instan dan setelan relay didasarkan pada setelan arus beban.



Gambar 2.5 Kurva Prinsip kerja Relay Defenite

3. *Inverse Time Relay*

Setelan proteksi dengan mempergunakan karakteristik inverse time relay adalah karakteristik yang grafiknya terbalik antara arus dan waktu, dimana makin besar arus makin kecil waktu yang dibutuhkan untuk membuka PMT.



Gambar 2.6 Kurva Prinsip kerja Relay Invers

I. Setting OCR (*Over Current Relay*)

1. Setting arus

Batas penyetelan relay arus lebih adalah relay tidak boleh bekerja pada kondisi beban peralatan maksimum. Arus setting wajib lebih besar dari pada arus beban maksimumnya. Begitupun dengan Arus penyetelannya wajib memperhatikan kesalahan *pick up* yang sesuai dengan *British standar pick up* =1,05-1,3 Iset.

Relay OCR arus settingnya baik pada sisi primer maupun pada sisi sekunder

transformator tenaga adalah :

$$I_{set}(\text{primer}) = 1,05 \times I_n \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

$I_{set}(\text{primer})$ Setelan Arus primer

I_n Arus nominal (Arus Beban)

Nilai ini merupakan nilai primer agar mendapatkan nilai sekunder yang dapat disettingkan pada *relay OCR*, maka dihitung dengan *ratio CT* yang terpasang pada sisi primer maupun sisi sekunder dari trafo.

$$I_{set}(\text{sekunder}) = I_{set}(\text{primer}) \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$I_{set}(\text{sekunder})$ Setelan Arus Sekunder

2. Setting Waktu

Penyetelan waktu kerja relay di pertimbangkan terhadap kecepatan dan selektivitas kerja dari relay, sehingga relay tidak salah dalam mengoperasikan peralatan, yang dapat menyebabkan sistem kerja dari pengaman tidak berarti. Untuk setting waktu sesuai standar IEEE 242-2001. Berdasarkan standar IEEE 242-2001 mengenai proteksi waktu kerja relay sekitar 0,3 - 0,4 detik untuk relay analog dan 0,2-0,4 detik untuk relay digital. Tujuan dari ini untuk memastikan zona back-up yang dapat bekerja ketika zona primer gagal dan dapat menghindari terjadinya trip secara bersamaan.

$$t = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0,02} - 1} \dots \dots \dots (2.3)$$

J. Setting GFR (Ground Fault Relay)

1. Setelan Arus

Jarak settingannya dari relay ini misalnya 20% - 80% dari rating arusnya atau bahkan bisa lebih rendah, adapun referensi yang lain menggunakan 10% - 50%, sehingga *setting* I_{set} adalah sebagai berikut :

$$I_{set} (Primer) = 10\% \times I_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$I_{set} (Primer)$ Setelan arus primer

I_n Arus nominal (Arus gangguan hubung singkat terkecil)

$$I_{set} (Sekunder) = I_{set} (primer) \times \frac{1}{Ratio CT} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$I_{set} (Sekunder)$ Setelan Arus sekunder

2. Setting Waktu

Hasil dari perhitungan arus hubung singkat yang digunakan untuk menentukan nilai setelan waktu kerja *relay (TMS)* sama dengan *relay OCR*, *relay GFR* menggunakan rumus settingan TMS yang sama, tetapi waktu kerja relaynya yang diinginkan berbeda. Relay GFR lebih sensitif dibandingkan dengan *relay OCR*.

Menghitung nilai TMS yang akan kita setting pada *relay GFR* di sisi 20 kv *incoming* dan sisi 150 kv trafo tenaga, kita ambil arus hubung singkat satu phasa ke tanah.

K. Universal Test Set Tool Relay OMICRON CMC 356

1. Pengertian CMC 356

CMC 356 merupakan alat universal untuk menguji semua generasi dan jenis relay proteksi. Ada enam sumber arus yang kuat (mode tiga fasa hingga 64 A / 860 VA per saluran) dengan rentang dinamis yang hebat, menjadikan unit ini mampu menguji bahkan relay elektromekanis dengan beban tinggi dengan tuntutan daya yang sangat tinggi.



Gambar 2.7. Alat Uji CMC 356 Omicron

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

1. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan April 2019 sampai dengan September 2019.

2. Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Maros.

B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini diselesaikan dalam jangka waktu pengerjaan 6 bulan, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan tahapan konsultasi dengan dosen pembimbing, studi literatur, pembuatan proposal, pengambilan data, analisa data dan pembuatan laporan.

1. Studi Literatur

Data didapatkan dari berbagai referensi serta informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber informasi diperoleh diantaranya dari buku, artikel publikasi, skripsi, dan karya-karya ilmiah lainnya.

2. Pengumpulan Data

Pada penelitian kali ini data didapatkan berdasarkan hasil perhitungan teori serta data dari pengujian langsung di lapangan, Data-data tersebut nantinya dipergunakan dalam perencanaan analisa perbandingan teori dengan hasil uji menggunakan alat uji CMC 356.

3. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini persiapan segala sesuatu yang bersangkutan dengan proses perencanaan dan analisa data, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan jenis relay proteksi penyulang 20 kv . penentuan dalam memilih jenis relay yang di gunakan berdasarkan relay yang sudah tidak digunakan.
2. Melihat setting relay penyulang 20kv. Langkah ini di tunjukan untuk kebutuhan analisa.
3. Menguji relay proteksi penyulang 20 kv. Langkah ini di tunjukan untuk mengetahui hasil kinerja relay.
4. Menghitung karakteristi waktu trip secara teori dengan rumus

$$t = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0,02} - 1} \dots\dots (2.3)$$

5. Membandingkan hasil uji di lapangan dengan data perhitungan teori. Data dari hasil uji di lapangan dibandingkan dengan data perhitungan teori guna mengetahui akurasi peralatan di lapangan apakah masih layak untuk di pergunakan atau tidak.

4. Langkah Pengujian Alat Uji CMC 356

Dalam melakukan persiapan pengujian ada beberapa hal yang harus di perhatikan, mulai dari keselamatan saat melakukan pengujian sampai langkah – langkah apa saja yang harus di lakukan dalam pengujian, adapun langkah – langkahnya sebagai berikut :

a. Peringatan Untuk Keselamatan Diri

Adapun beberapa aturan keselamatan dasar yang perlu di perhatikan

sebelum melakukan pengujian, yaitu :

1. Isolasi
2. Amankan untuk mencegah penyambungan kembali
3. Periksa Isolasi
4. Pentanahan dan hubung singkat
5. Tutupi atau lindungi komponen beraliran listrik yang berdekatan

b. Langkah Pertama Memulai

Langkah pertama yang harus di lakukan yaitu :

1. Menginstal perangkat lunak *Test Universe 3.0*
2. Klik dua kali ikon desktop layar awal Test Universe
3. Sambungkan peralatan uji CMC ke catu daya yang memadai ke komputer
4. Menyalakan peralatan uji CMC melalui saklar daya atau tombol power
5. Associate-kan atau menghubungkan koneksi peralatan uji CMC dengan komputer.

c. Layar Awal *Test Universe*

Layar awal adalah elemen pengelolaan dalam perangkat lunak *Test*

Universe, Dari layar awal anda dapat :

1. Membuka control center, semua modul pengujian, dan alat pengujian.
2. Mengatur lingkungan kerja.
3. Membuka bantuan, panduan PDF, dan tutorial.
4. Menjalankan alat diagnosis untuk pemecahan masalah.
5. Membuka utilitas pemeriksaan dan kalibrasi untuk peralatan uji CMC.

6. Menjalankan aplikasi pilihan melalui entri kustom.

d. Langkah Pertama Menggunakan *Quick CMC*

Modul pengujian *Quick CMC* adalah titik awal yang tepat untuk langkah pertama dengan *Test Universe*, Dengan *Quick CMC* pengujian relay menerapkan tegangan dan arus pada relay tersebut.

1. Pada *Star Page* Omicron, klik *Quick CMC* untuk menjalankan modul pengujian.
2. Periksa panel riwayat status *Quick CMC* dan pastikan *Quick CMC* tersambung ke peralatan uji CMC yang telah dinyalakan dan di associate.
3. Mengaktifkan Output Arus dan Output Tegangan serta mengimput Biner 1 dan 2, biner satu untuk sinyal trip dan biner 2 sebagai sinyal mulai.
4. Masukkan nilai Arus, Sudut, dan Frekuensi yang harus di hasilkan CMC.
5. Tampilan fasor menampilkan sinyal output.
6. Pilih Output biner untuk kontak relay menutup saat pengujian.
7. Klik tombol mulai hingga menghasilkan nilai uji peralatan.

C. Data (Parameter) dan Variabel penelitian

1. Data

1.1. Data Relay Digital (OCR)

Merk : GEC ALSTHOM
Type : MCGG52H1CD0753D
Serial No. : 330091J
Tegangan Nominal (Vn) : 48/125 Vdc
Arus Nominal (In) : 5 A
Rasio CT : 400/5
Frekuensi : 50/60 Hz
Setting : 1 x In
TMS : 0.1s
Kurva : Standart Invers (SI)
Instan : 4 x In
TMS Instan : 0s

1.2. Data Relay Digital (GFR)

Merk : GEC ALSTHOM
Type : MCGG52H1CD0753D
Serial No. : 330091J
Tegangan Nominal (Vn) : 48/125 Vdc
Arus Nominal (In) : 5 A
Rasio CT : 400/5

Frekuensi : 50/60 Hz
Setting : $0.1 \times I_n$
TMS : 0.1s
Kurva : Standart Invers (SI)
Instan : $4 \times I_n$
TMS Instan : 0s

1.3. Data Relay Numerik (OCR)

Merk : MICOM
Type : P14NZ11A2B0510A
Srial No. : 32933560/05/14
Tegangan Nominal (V_n) : 100/120 Vdc
Arus Nominal (I_n) : 1A/5A
Rasio CT : 400/5
Frekuensi : 50 Hz
Setting : 400 A
TMS : 0.1s
Kurva : Standart Invers (SI)
Instan : 1600 A
TMS Instan : 0s

1.4. Data Relay Numerik (GFR)

Merk	: MICOM
Type	: P14NZ11A2B0510A
Srial No.	: 32933560/05/14
Tegangan Nominal (Vn)	: 100/120 Vdc
Arus Nominal (In)	: 1A/5A
Rasio CT	: 400/5
Frekuensi	: 50 Hz
Setting	: 40 A
TMS	: 0.1s
Kurva	: Standar Invers (SI)
Instan	: 160 A
TMS Instan	: 0s

1.5. Data Alat Uji

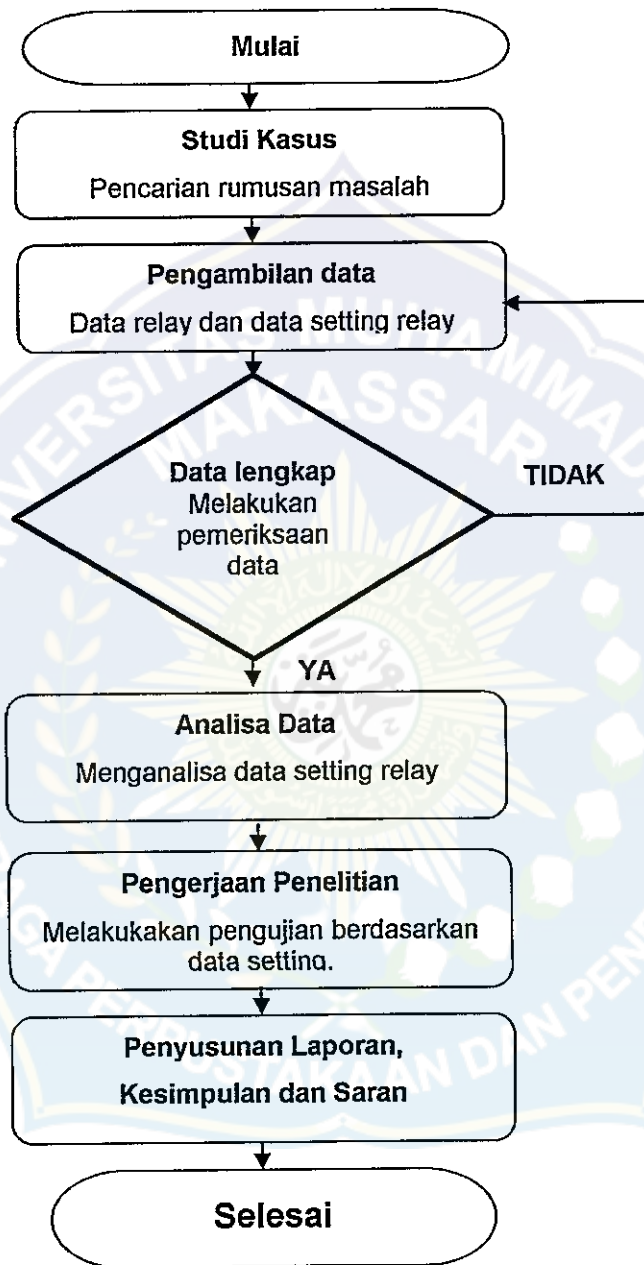
Merk	: OMICRON
Type	: CMC 356
Standar	: IEC 61850 IEDs

2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$$\text{Waktu trip OCR/GFR Standard Inverse (SI)} \quad t = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0,02} - 1}$$

D. Flowchart Algoritma



Gambar 3.1 *Flowchart Tahapan Penelitian*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan simulasi

Simulasi ini dilakukan menggunakan alat uji cmc 356, dengan relay yang akan disimulasikan atau yang akan diuji yaitu *relay digital* dan *relay numerik*, *relay digital* yang digunakan yaitu *relay MCGG 52* dan *relay numerik* yang digunakan yaitu *relay MICOM P14*.

B. Data Setting Relay OCR - GFR

1. Setting Relay OCR Digital

$$I_{set} = 1 \times I_n$$

$$I_{Nominal} = 5 \text{ A}$$

$$TMS = 0.1s$$

$$Ratio \text{ CT} = 400/5 \text{ A}$$

$$Kurva = \textit{Standar Invers (SI)}$$

$$Instan = 4 \times I_n$$

$$TMS \text{ Instan} = 0s$$

2. Setting Relay GFR Digital

$$I_{set} = 0.1 \times I_n$$

$$I_{Nominal} = 5 \text{ A}$$

$$TMS = 0.1s$$

$$Ratio \text{ CT} = 400/5 \text{ A}$$

$$Kurva = \textit{Standar Invers (SI)}$$

$$Instan = 4 \times I_n$$

$TMS\ Instan = 0s$

3. Setting Relay OCR Numerik

$Iset = 400\ A$

$I\ Nominal = 5\ A$

$TMS = 0.1s$

$Ratio\ CT = 400/5\ A$

$Kurva = Standar\ Invers\ (SI)$

$Instan = 1600\ A$

$TMS\ Instan = 0s$

4. Setting Relay GFR Numerik

$Iset = 40\ A$

$I\ Nominal = 5\ A$

$TMS = 0.1s$

$Ratio\ CT = 400/5\ A$

$Kurva = Standar\ Invers\ (SI)$

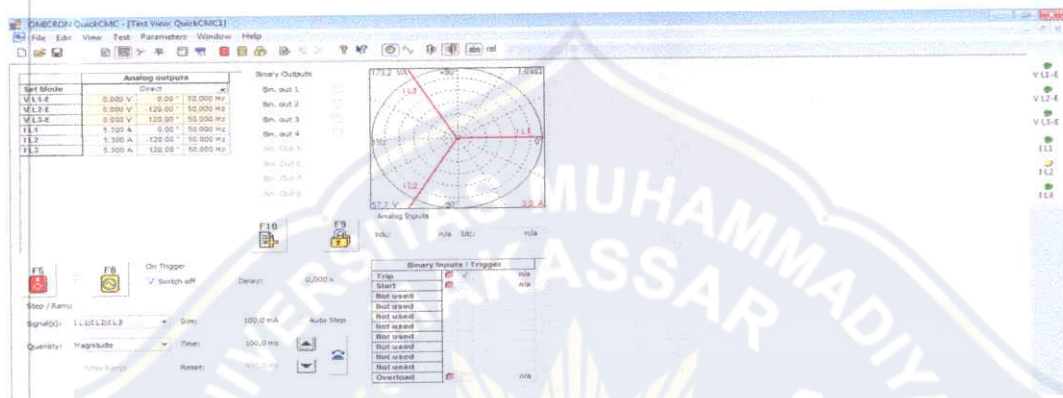
$Instan = 160\ A$

$TMS\ Instan = 0s$

C. Hasil Pengujian Relay OCR dan GFR

1. Hasil Uji Relay OCR Digital.

1.1. Hasil Uji Pick Up



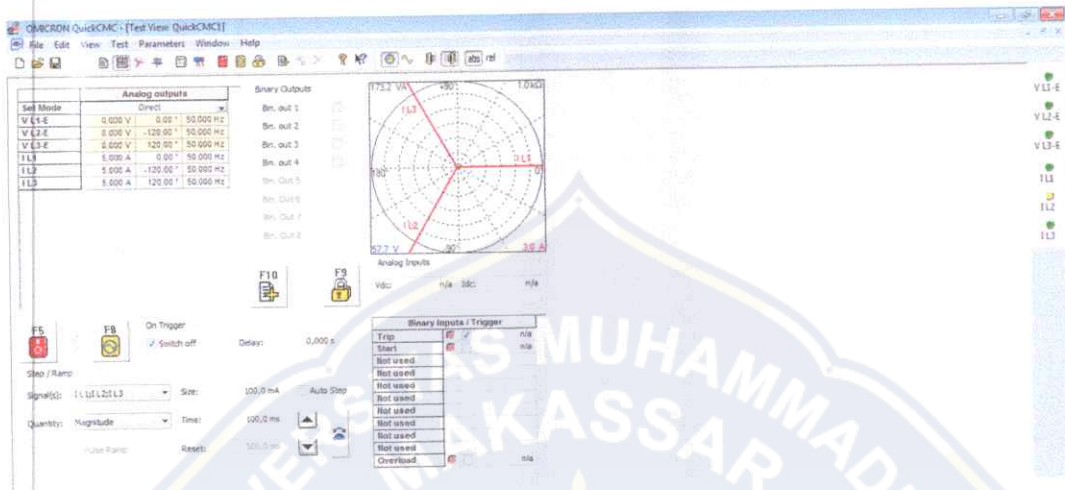
Gambar 4.1 : Hasil Uji *Pick UP* Relay OCR Digital

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
VL1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
VL2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
VL3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
IL1	5,300 A	0,00 °	50,000 Hz
IL2	5,300 A	-120,00 °	50,000 Hz
IL3	5,300 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.2 : Arus *Pick UP* Relay OCR Digital

Pada pengujian *Arus Pick UP*, Nilai setting relay di **5 Ampere**, kemudian kami memakai sistem coba-coba untuk menaikkan arus melebihi arus setting dengan kelipatan **0.1 Ampere** sampai relaynya bekerja atau menunjukkan alarm, jika diperhatikan **gambar 4.2.** di atas arus *pick up* bekerja pada **5.3 Ampere**.

1.2. Hasil Uji Pick Down



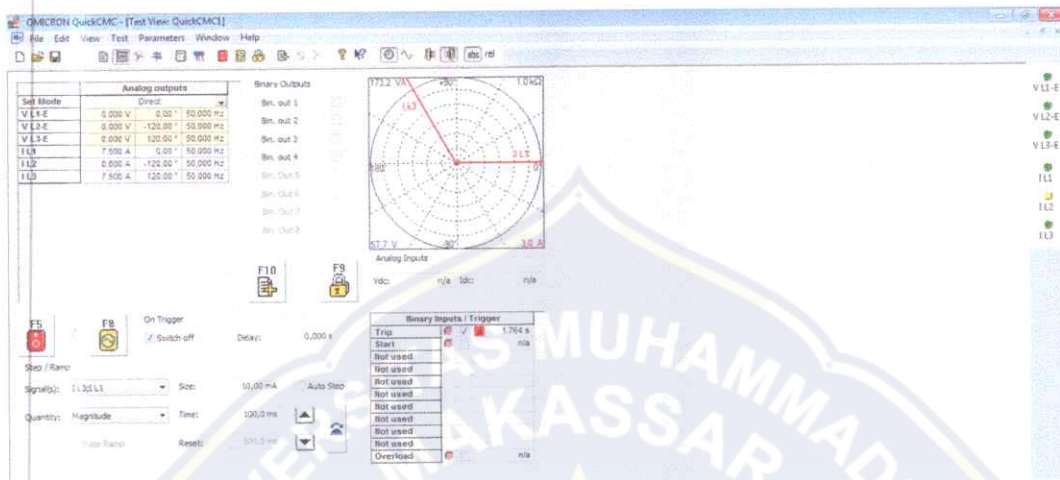
Gambar 4.3 : Hasil Uji Pick Down Relay OCR Digital

Set Mode	Analog outputs		
	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	5,000 A	0,00 °	50,000 Hz
I L2	5,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	5,000 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.4 : Arus Pick Down Relay OCR Digital

Pada pengujian Arus Pick Down, pengujian menggunakan arus pick up hasil pengujian sebelumnya yaitu **5.3 Ampere**, lalu kemudian diturunkan dengan kelipatan **0.1 Ampere** sampai *alarm pick up* yang tadinya muncul pada relay hilang, dari hasil **gambar 4.4** alat uji di atas arus *pick down* bekerja pada **5 Ampere**.

1.3. Hasil Uji 1,5 kali dari Arus Setting



Gambar 4.5 : Hasil Uji 1.5 kali Arus *Setting Relay OCR Digital*

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	7,500 A	0,00 °	50,000 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	7,500 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.6 : Arus Pengujian 1.5 kali Arus *Setting Relay OCR Digital*

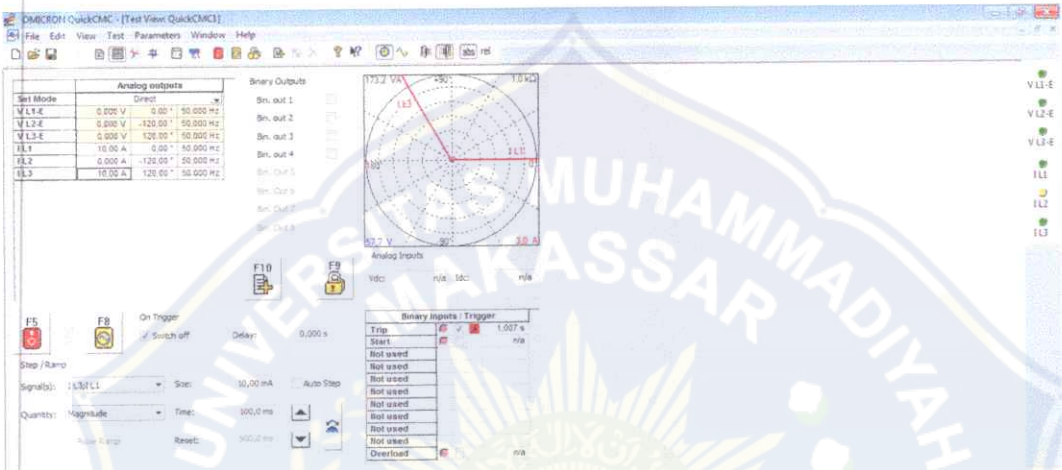
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☒	☒	1,764 s
Start	☒	☐	n/a

Gambar 4.7 : Waktu Trip 1.5 kali Arus *Setting Relay OCR Digital*

Pada pengujian 1,5 kali Arus Setting (OCR) relay diuji fase – fase telah ditentukan Arus setting nominal yang digunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian mulai menguji relay di 1,5 kali Arus setting yaitu **7.5 Ampere**, relay akan bekerja

dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.7** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 1.5 kali Arus setting yaitu **1.764 second**.

1.4. Hasil Uji 2 kali dari Arus Setting



Gambar 4.8 : Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
IL1	10,00 A	0,00 °	50,000 Hz
IL2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
IL3	10,00 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.9 : Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital

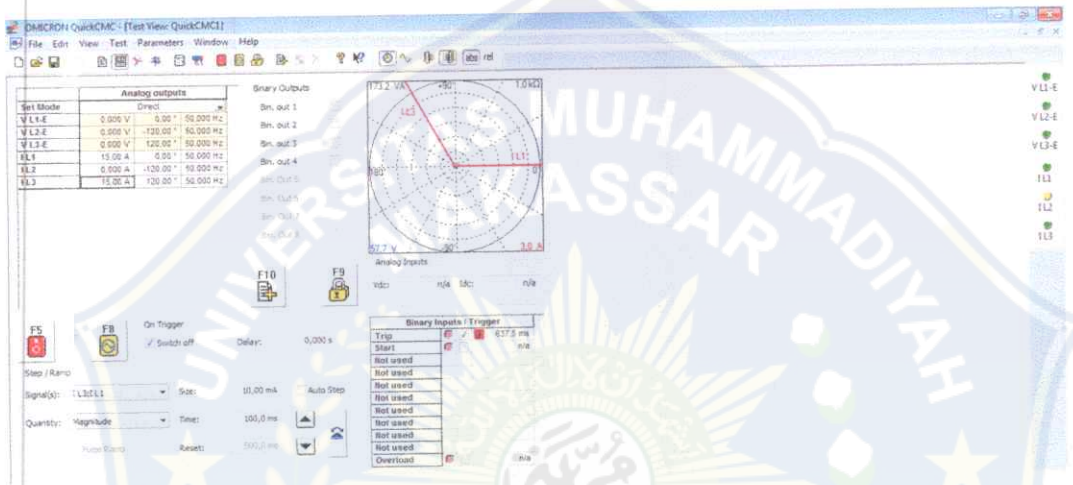
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☒	☒	1,007 s
Start	☒	☐	n/a

Gambar 4.10 : Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Pada pengujian 2 kali Arus Setting (OCR) relay diuji fasa – fasa telah ditentukan Arus setting nominal yang digunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay

diuji 2 kali Arus setting yaitu **10 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.10** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 2 kali Arus setting yaitu **1.007 second**.

1.5. Hasil Uji 3 kali dari Arus Setting



Gambar 4.11 : Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Set Mode	Analog outputs		
	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	15,00 A	0,00 °	50,000 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	15,00 A	120,00 °	50,000 Hz

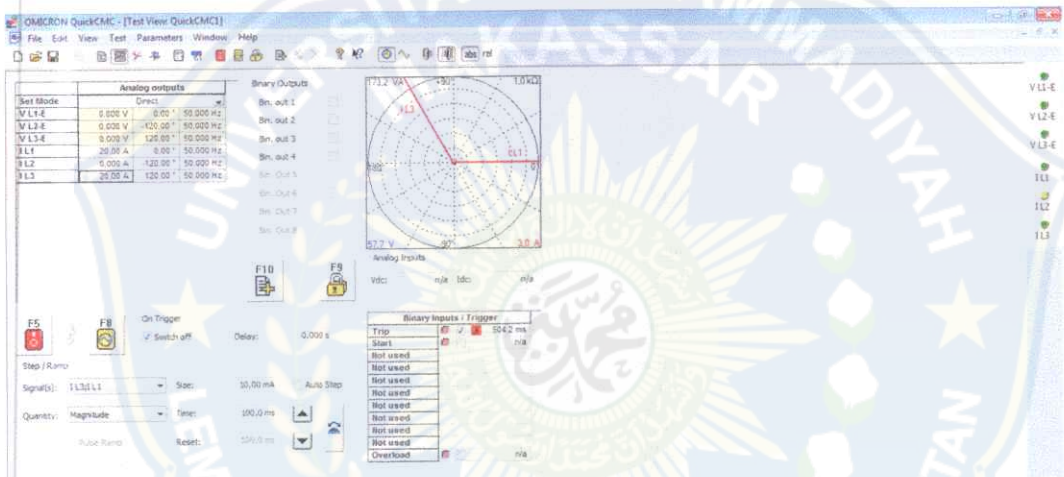
Gambar 4.12 : Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Binary Inputs / Trigger			
Trip	☒	☒	637,5 ms
Start	☒	☐	n/a

Gambar 4.13 : Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Pada pengujian 3 kali Arus Setting (OCR) relay diuji phasa – phasa telah ditentukan Arus setting nominal yang digunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay diuji 3 kali Arus setting yaitu **15 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.13** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 3 kali Arus setting yaitu **0.637 second**.

1.6. Hasil Uji 4 kali dari Arus Setting



Gambar 4.14 : Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	20,00 A	0,00 °	50,000 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	20,00 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.15 : Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital

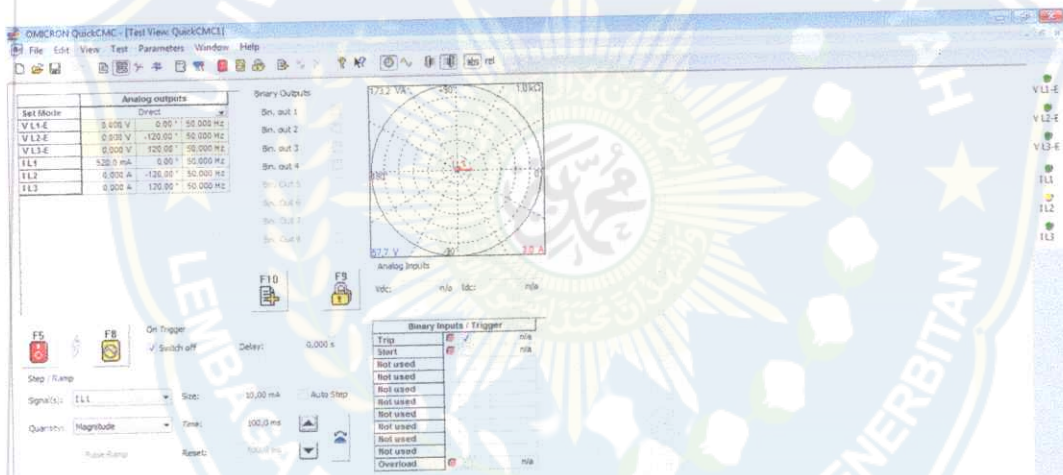
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☒	☒	504,2 ms
Start	☒	☒	n/a

Gambar 4.16 : Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay OCR Digital

Pada pengujian 4 kali Arus Setting (OCR) relay di uji phasa – phasa telah ditentukan Arus setting nominal yang digunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay diuji di 4 kali Arus setting yaitu **20 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.16** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 4 kali Arus setting yaitu **0.504 second**, dan bersamaan dengan indikasi *Instan relay*.

2. Hasil Uji Relay GFR Digital.

2.1 Hasil Uji Pick Up



Gambar 4.17 : Hasil Uji Pick UP Relay GFR Digital

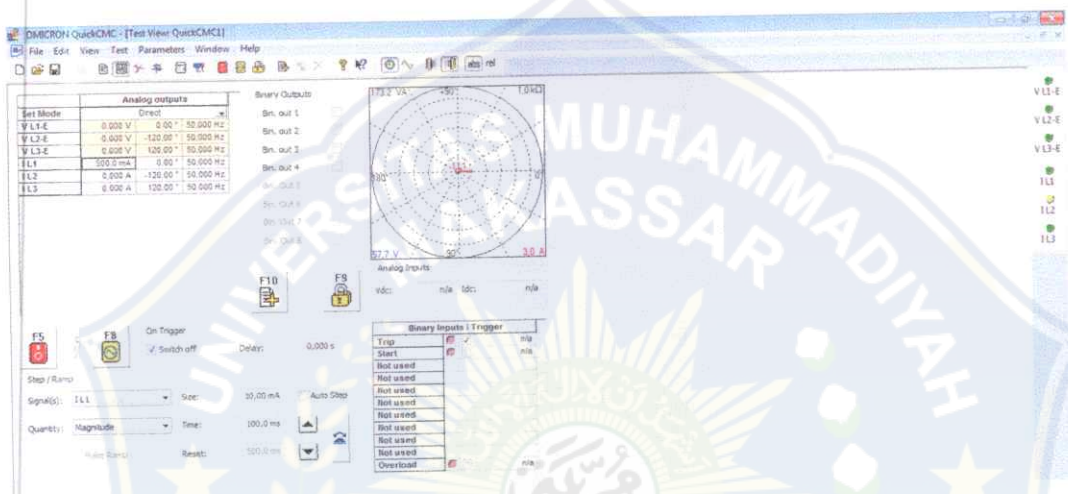
Analog outputs			
Set Mode	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	520,0 mA	0,00 °	50,000 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	0,000 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.18 : Arus Pick UP Relay GFR Digital

Pada pengujian Arus *Pick UP*, telah ditentukan arus setting relay sebesar **0.5 Ampere**, kemudian kami memakai sistem coba-coba untuk menaikkan arus

melebihi arus setting dengan kelipatan **0.01 Ampere** sampai relaynya bekerja atau menunjukkan alarm, dari **gambar 4.18** di atas arus *pick up* bekerja pada **0.52 Ampere**.

2.2 Hasil Uji Pick Down



Gambar 4.19 : Hasil Uji *Pick Down* Relay GFR Digital

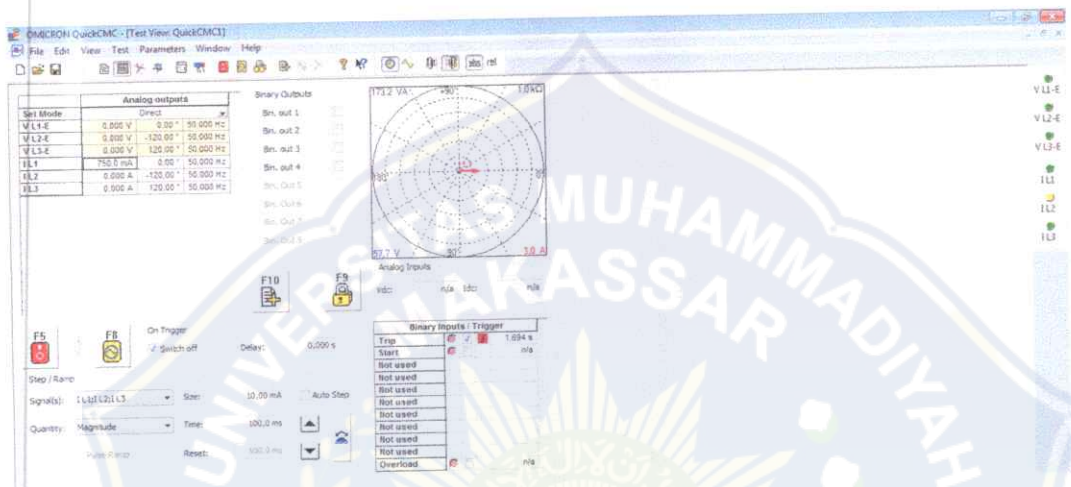
	Analog outputs		
Set Mode	Direct		
VL1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
VL2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
VL3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
IL1	500,0 mA	0,00 °	50,000 Hz
IL2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
IL3	0,000 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.20 : Arus *Pick Down* Relay GFR Digital

Pada pengujian Arus *Pick Down*, pengujian menggunakan arus pick up hasil pengujian sebelumnya yaitu **0.52 Ampere**, kemudian relay diuji pada kelipatan

0.01 Ampere sampai alarm *pick up* yang tadinya muncul pada relay hilang, dari gambar 4.20. hasil uji di atas arus *pick down* bekerja pada **0.5 Ampere**.

2.3 Hasil Uji 1,5 kali dari Arus Setting



Gambar 4.21 : Hasil Uji 1.5 kali Arus *Setting Relay GFR Digital*

Analog outputs	
Set Mode	Direct
V L1-E	0,000 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	0,000 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	0,000 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	750,0 mA 0,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz

Gambar 4.22 : Arus Pengujian 1.5 kali Arus *Setting Relay GFR* Digital

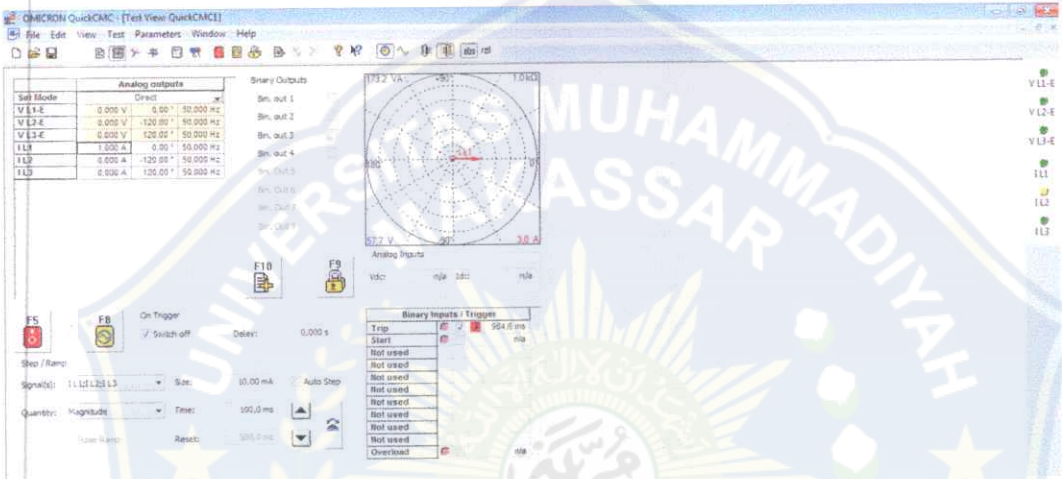
Binary Inputs / Trigger				
Trip				1,694 s
Start				n/a

Gambar 4.23 : Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Pada pengujian 1,5 kali Arus Setting (GFR) relay di uji phasa – Ground telah ditentukan arus setting relay sebesar **0.5 Ampere**,kemudian relay diuji 1,5 kali

Arus setting yaitu **0.75 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.23** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 1.5 kali Arus setting yaitu **1.694 second**.

2.4 Hasil Uji 2 kali dari Arus Setting



Gambar 4.24 : Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
VL1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
VL2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
VL3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
IL1	1,000 A	0,00 °	50,000 Hz
IL2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
IL3	0,000 A	120,00 °	50,000 Hz

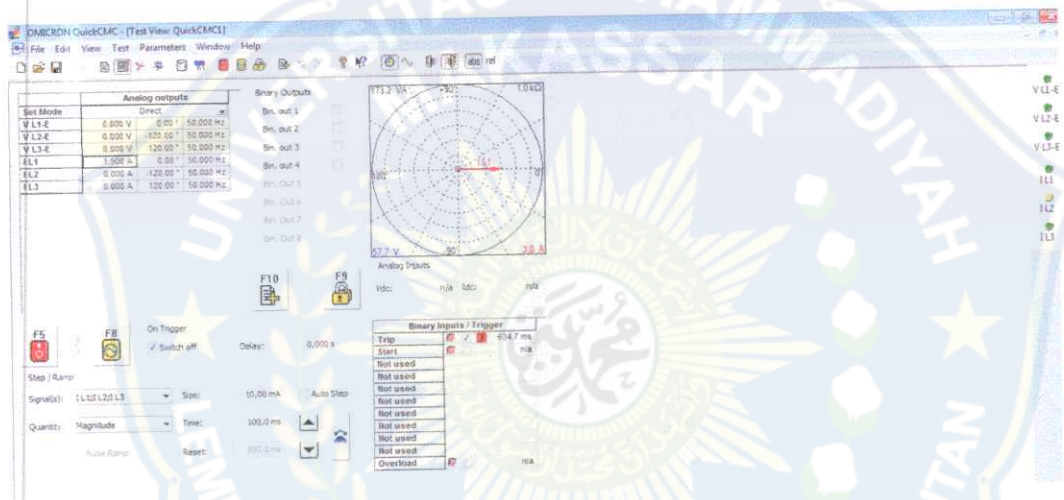
Gambar 4.25 : Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Binary Inputs / Trigger			
Trip			984,6 ms
Start			n/a

Gambar 4.26 : Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Pada pengujian 2 kali Arus Setting (GFR) relay di uji phasa – Ground telah ditentukan Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian relay diuji 2 kali Arus setting yaitu **1 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.26** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 2 kali Arus setting yaitu **0.984 second**.

2.5 Hasil Uji 3 kali dari Arus Setting



Gambar 4.27 : Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Analog outputs			
Set Mode	Direct		
V L1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
V L2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
V L3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
I L1	1,500 A	0,00 °	50,000 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
I L3	0,000 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.28 : Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Binary Inputs / Trigger			
Trip		☒	634,7 ms
Start		☐	n/a

Gambar 4.29 : Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Pada pengujian 3 kali Arus Setting (GFR) relay di uji fase – Ground telah ditentukan Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian relay diuji 3 kali Arus setting yaitu **1.5 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.28** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 3 kali Arus setting yaitu **0.634 second**.

2.6 Hasil Uji 4 kali dari Arus Setting



Gambar 4.30 : Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Analog outputs			
Direct			
Set Mode			
VL1-E	0,000 V	0,00 °	50,000 Hz
VL2-E	0,000 V	-120,00 °	50,000 Hz
VL3-E	0,000 V	120,00 °	50,000 Hz
IL1	2,000 A	0,00 °	50,000 Hz
IL2	0,000 A	-120,00 °	50,000 Hz
IL3	0,000 A	120,00 °	50,000 Hz

Gambar 4.31 : Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital

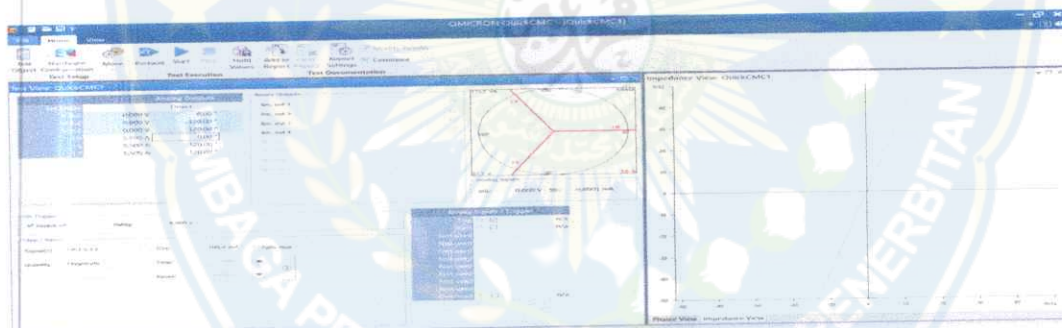
Binary Inputs / Trigger				
Trip				215,0 ms
Start				n/a

Gambar 4.32 : Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay GFR Digital

Pada pengujian 4 kali Arus Setting (GFR) relay di uji fasa – Ground telah ditentukan Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian relay diuji 4 kali Arus setting yaitu **2 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.32** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 4 kali Arus setting yaitu **0.215 second** bersamaan dengan indikasi *Instan relay*.

3. Hasil Uji Relay OCR Numerik.

3.1 Hasil Uji Pick Up



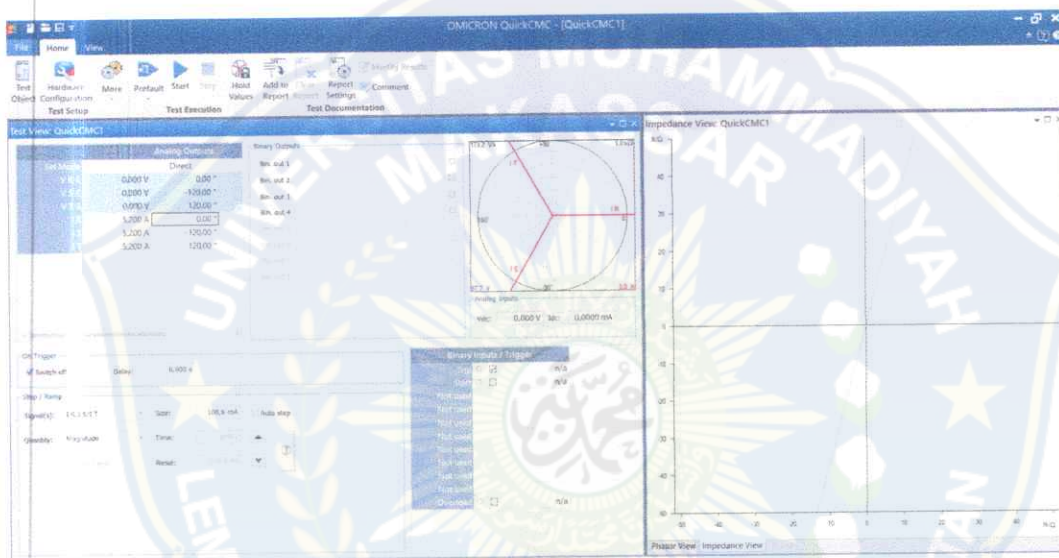
Gambar 4.33 : Hasil Uji Pick UP Relay OCR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	5,500 A	0,00 °
I S	5,500 A	-120,00 °
I T	5,500 A	120,00 °

Gambar 4.34 : Arus Pick UP Relay OCR Numerik

Pada pengujian Arus *Pick UP*, telah ditentukan arus setting relay di **5 Ampere**, kemudian kami memakai sistem coba-coba untuk menaikkan arus melebihi arus setting dengan kelipatan **0.1 Ampere** sampai relaynya bekerja atau menunjukkan alarm, dari gambar 4.34. hasil uji di atas arus *pick up* bekerja pada **5.5 Ampere**.

3.2 Hasil Uji Pick Down



Gambar 4.35 : Hasil Uji Pick Down Relay OCR Numerik

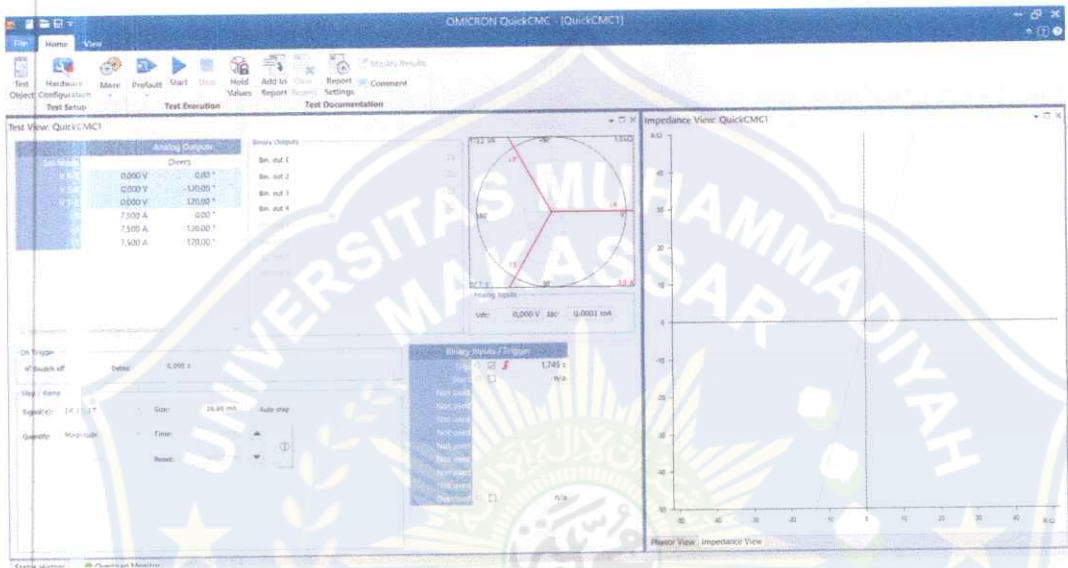
Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	5,200 A	0,00 °
I S	5,200 A	-120,00 °
I T	5,200 A	120,00 °

Gambar 4.36 : Arus Pick Down Relay OCR Numerik

Pada pengujian Arus Pick Down, pengujian menggunakan arus pick up hasil pengujian sebelumnya yaitu **5.5 Ampere**, kemudian diturunkan dengan kelipatan

0.1 Ampere sampai alarm *pick up* yang tadinya muncul pada relay hilang, dari gambar 4.36. hasil uji di atas arus *pick down* bekerja pada 5.2 Ampere.

3.3 Hasil Uji 1.5 kali dari Arus Setting



Gambar 4.37 : Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Analog Outputs			
Set Mode		Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °	
V S-E	0,000 V	-120,00 °	
V T-E	0,000 V	120,00 °	
IR	7,500 A	0,00 °	
IS	7,500 A	-120,00 °	
IT	7,500 A	120,00 °	

Gambar 4.38 : Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

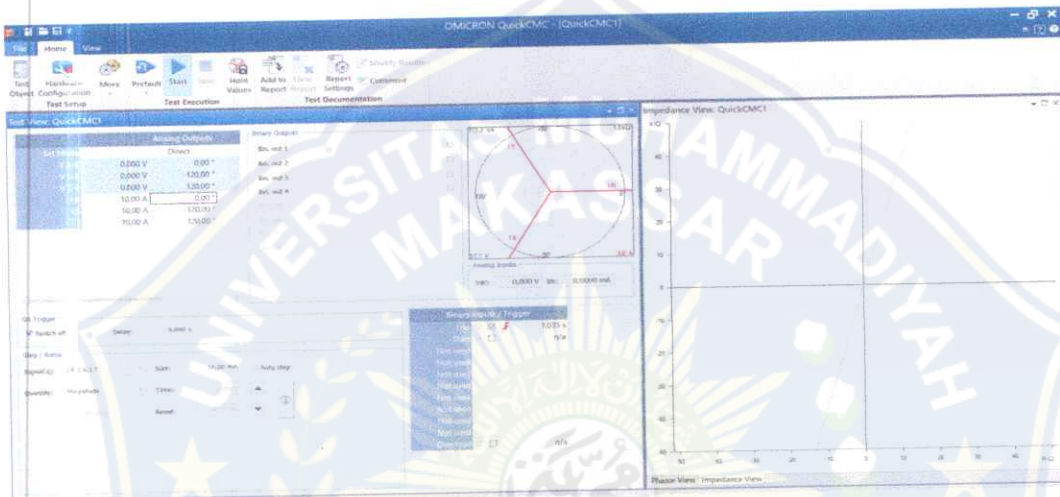
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☐	☒	1,745 s
Start	☐	☐	n/a

Gambar 4.39 : Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Pada pengujian 1,5 kali Arus Setting (OCR) relay di uji fasa – fasa telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu 5 Ampere, kemudian relay

mulai diuji 1,5 kali Arus setting yaitu **7.5 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.39** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 1.5 kali Arus setting yaitu **1.745 second**.

3.4 Hasil Uji 2 kali dari Arus Setting



Gambar 4.40 : Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
IR	10,00 A	0,00 °
IS	10,00 A	-120,00 °
IT	10,00 A	120,00 °

Gambar 4.41 : Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

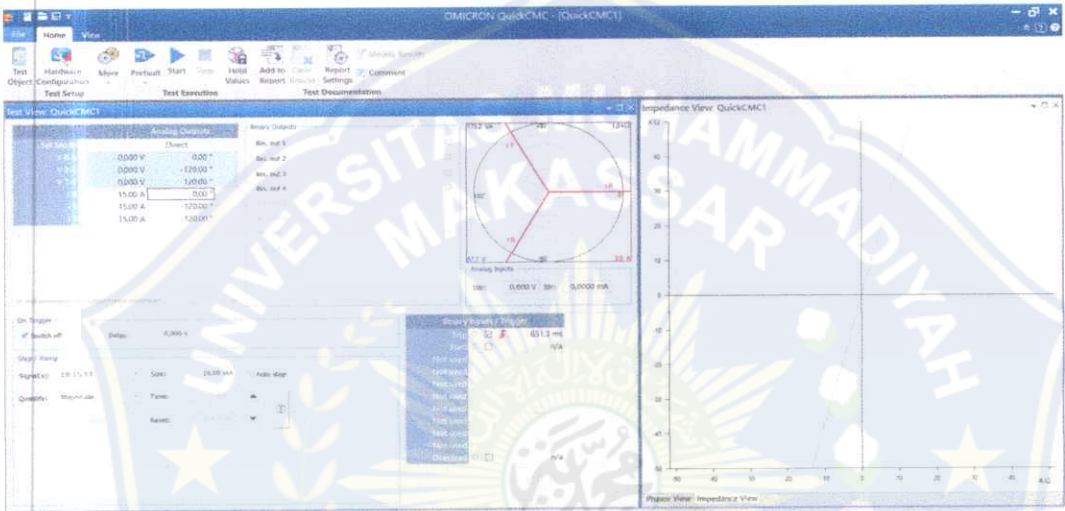
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☐	☒	1,035 s
Start	☐	☐	n/a

Gambar 4.42 : Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Pada pengujian 2 kali Arus Setting (OCR) relay di uji fasa – fasa telah ditentukan Arus setting yang di gunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay diuji 2

kali Arus setting yaitu **10 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.42** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 2 kali Arus setting yaitu **1.035 second**.

3.5 Hasil Uji 3 kali dari Arus Setting



Gambar 4.43 : Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Analog Outputs			
Set Mode	Direct		
V R-E	0,000 V	0,00 °	
V S-E	0,000 V	-120,00 °	
V T-E	0,000 V	120,00 °	
I R	15,00 A	0,00 °	
I S	15,00 A	-120,00 °	
I T	15,00 A	120,00 °	

Gambar 4.44 : Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

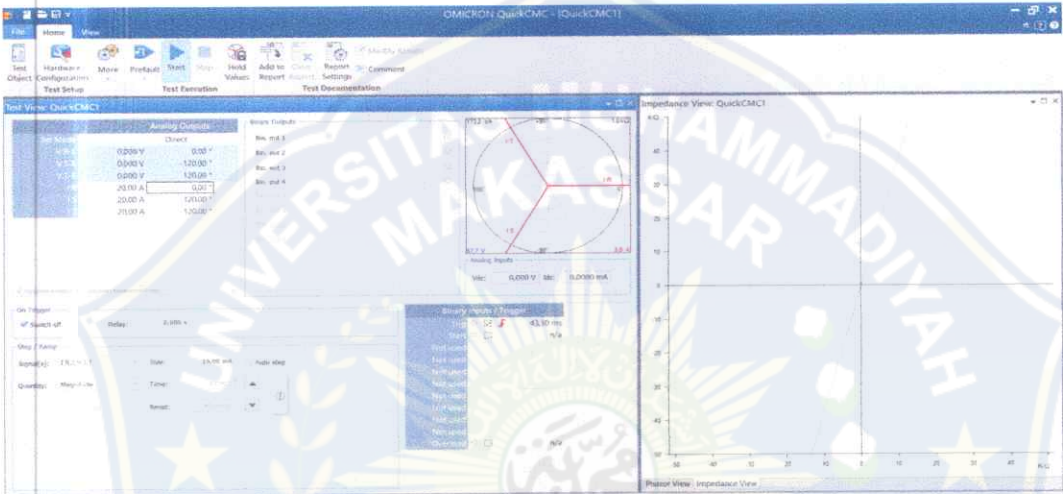
Binary Inputs / Trigger			
Trip	☒	☐	651,3 ms
Start	☐	☐	n/a

Gambar 4.45 : Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Pada pengujian 3 kali Arus Setting (OCR) relay di uji phasa – phasa telah ditentukan nilai Arus setting yang digunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay diuji

3 kali Arus setting yaitu **15 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.45** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 3 kali Arus setting yaitu **0.651 second**.

3.6 Hasil Uji 4 kali dari Arus Setting



Gambar 4.46 : Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Analog Outputs		
Direct		
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	20,00 A	0,00 °
I S	20,00 A	-120,00 °
I T	20,00 A	120,00 °

Gambar 4.47 : Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Binary Inputs / Trigger		
Trip Start	☒	43,30 ms
Stop	☐	n/a

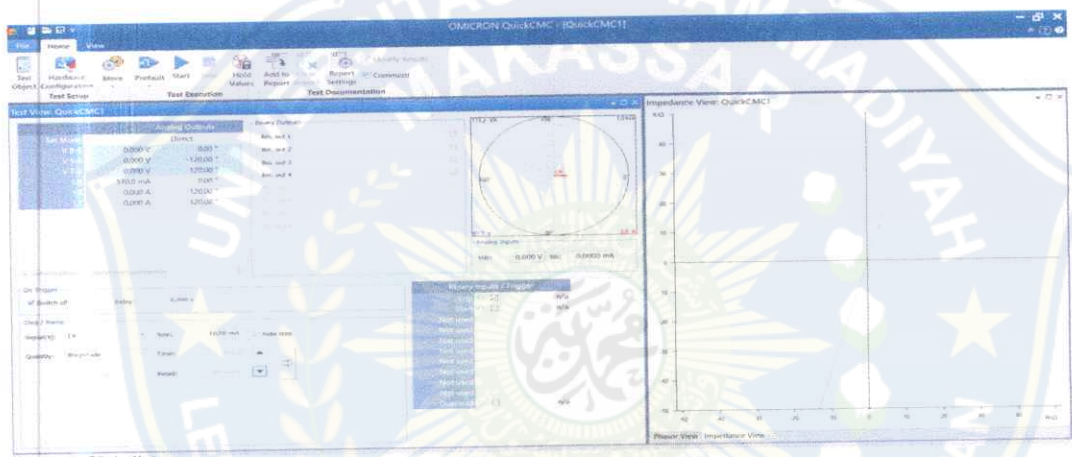
Gambar 4.48 : Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay OCR Numerik

Pada pengujian 4 kali Arus Setting (OCR) relay di uji phasa – phasa telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu **5 Ampere**, kemudian relay

mulai diuji 4 kali Arus setting yaitu **20 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.48** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 4 kali Arus setting yaitu **0.043 second** bersamaan dengan indikasi *Instan relay*.

4. Hasil Uji Relay GFR Numerik.

4.1 Hasil Uji Pick Up



Gambar 4.49 : Hasil Uji Pick UP Relay GFR Numerik

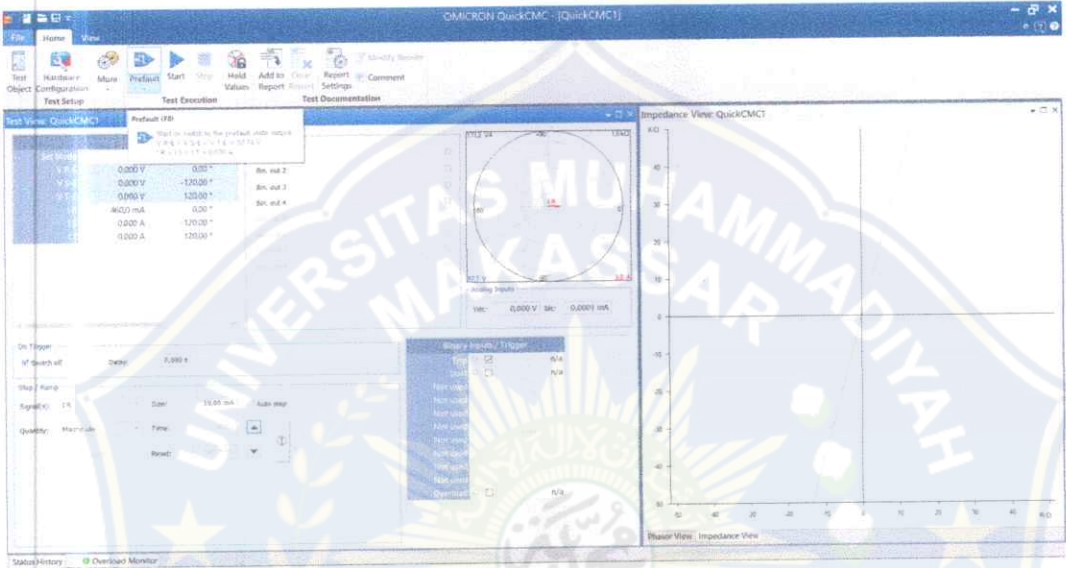
Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	510,0 mA	0,00 °
I S	0,000 A	-120,00 °
I T	0,000 A	120,00 °

Gambar 4.50 : Arus Pick UP Relay GFR Numerik

Pada pengujian Arus Pick UP, ditentukan nilai arus setting relay sebesar **0.5 Ampere**, kemudia kami memakai sistem coba-coba untuk menaikkan arus melebihi arus setting dengan kelipatan **0.01 Ampere** sampai relaynya bekerja atau

menunjukkan alarm, dari **gambar 4.50** di atas arus pick up bekerja pada **0.51 Ampere**.

4.2 Hasil Uji Pick Down



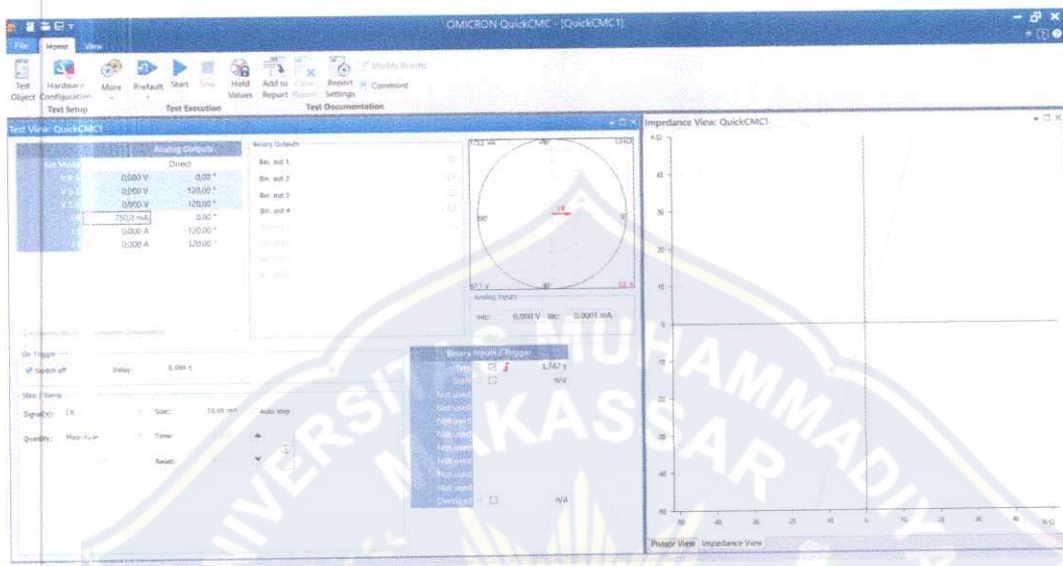
Gambar 4.51 : Hasil Uji Pick Down Relay GFR Numerik

Set Mode			$V_{R-E} = V_{S-E} = V_{T-E} = 5$	
			$I_R = I_S = I_T = 0,000\text{ A}$	
V_{R-E}	0,000 V	0,00 °		
V_{S-E}	0,000 V	-120,00 °		
V_{T-E}	0,000 V	120,00 °		
I_R	460,0 mA	0,00 °		
I_S	0,000 A	-120,00 °		
I_T	0,000 A	120,00 °		

Gambar 4.52 : Arus Pick Down Relay GFR Numerik

Pada pengujian Arus Pick Down, pengujian menggunakan arus pick up hasil pengujian sebelumnya yaitu **0.51 Ampere**, kemudian diturunkan dengan kelipatan **0.01 Ampere** sampai *alarm pick up* yang tadinya muncul pada relay hilang, dari **gambar 4.52** di atas arus pick down bekerja pada **0.46 Ampere**.

4.3 Hasil Uji 1.5 kali dari Arus Setting



Gambar 4.53 : Hasil Uji 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	750,0 mA	0,00 °
I S	0,000 A	-120,00 °
I T	0,000 A	120,00 °

Gambar 4.54 : Arus Pengujian 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

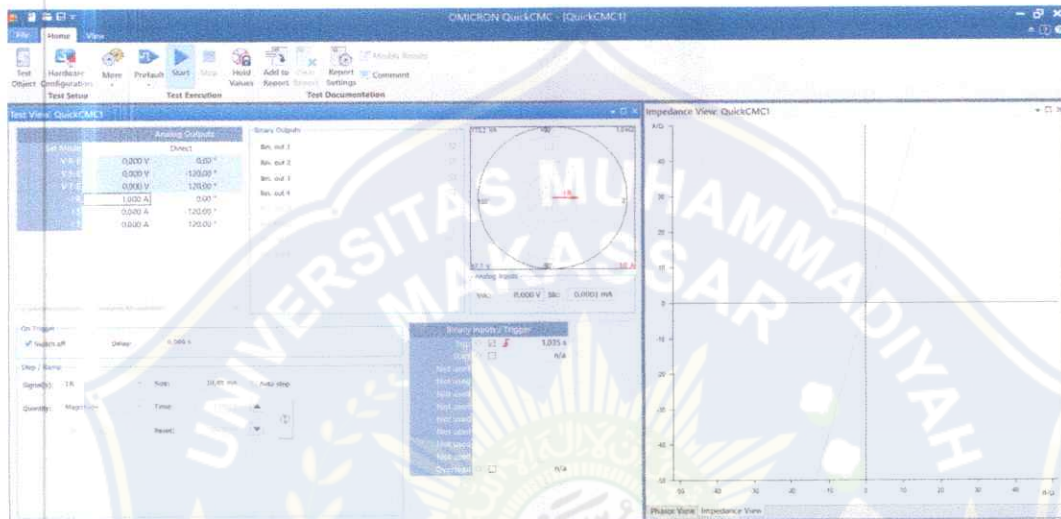
Binary Inputs / Trigger		
Trip	☒	1,747 s
Start	☐	n/a

Gambar 4.55 : Waktu Trip 1.5 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Pada pengujian 1,5 kali Arus Setting (GFR) relay di uji fasa – Ground telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian dilakukan pengujian relay 1,5 kali Arus setting yaitu **0.75 Ampere**, relay akan

bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.55** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 1.5 kali Arus setting yaitu **1.747 second**.

4.4 Hasil Uji 2 kali dari Arus Setting



Gambar 4.56 : Hasil Uji 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	1,000 A	0,00 °
I S	0,000 A	-120,00 °
I T	0,000 A	120,00 °

Gambar 4.57 : Arus Pengujian 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

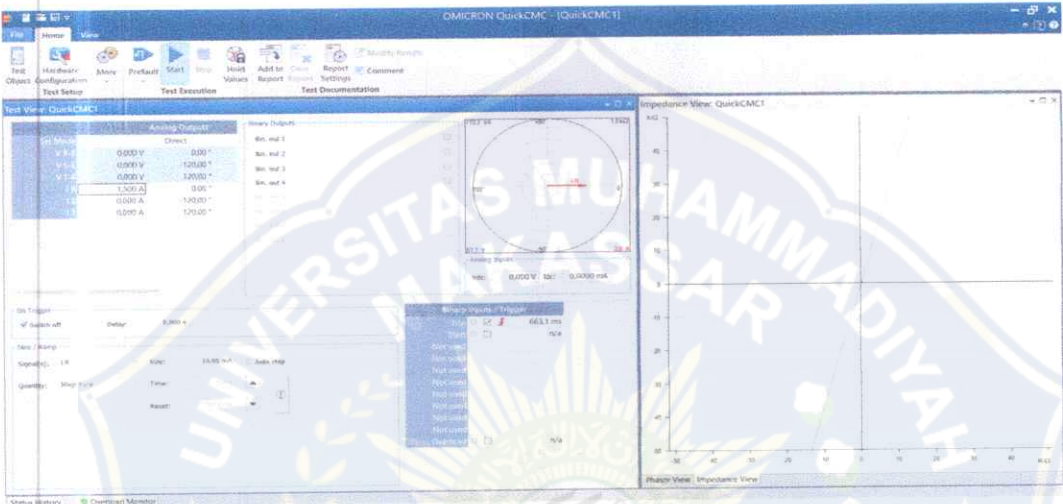
Binary Inputs / Trigger		
Trip	☒	1,035 s
Start	☐	n/a

Gambar 4.58 : Waktu Trip 2 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Pada pengujian 2 kali Arus Setting (GFR) relay di uji phasa – Ground telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian dilakukan pengujian relay di 2 kali Arus setting yaitu **1 Ampere**, relay akan bekerja

dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.58** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 2 kali Arus setting yaitu **1.035 s**.

4.5 Hasil Uji 3 kali dari Arus Setting



Gambar 4.59 : Hasil Uji 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	1,500 A	0,00 °
I S	0,000 A	-120,00 °
I T	0,000 A	120,00 °

Gambar 4.60 : Arus Pengujian 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Binary Inputs / Trigger		
Trip	☒	663,1 ms
Start	☐	n/a

Gambar 4.61 : Waktu Trip 3 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Pada pengujian 3 kali Arus Setting (GFR) relay di uji phasa – Ground telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian dilakukan pengujian relay 3 kali Arus setting yaitu **1.5 Ampere**, relay akan bekerja

dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.61** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 3 kali Arus setting yaitu **0.663 s**.

4.6 Hasil Uji 4 kali dari Arus Setting



Gambar 4.62 : Hasil Uji 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Analog Outputs		
Set Mode	Direct	
V R-E	0,000 V	0,00 °
V S-E	0,000 V	-120,00 °
V T-E	0,000 V	120,00 °
I R	2,000 A	0,00 °
I S	0,000 A	-120,00 °
I T	0,000 A	120,00 °

Gambar 4.63 : Arus Pengujian 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Binary Inputs / Trigger			
Trip	☐	☒	36,80 ms
Start	☐	☐	n/a

Gambar 4.64 : Waktu Trip 4 kali Arus Setting Relay GFR Numerik

Pada pengujian 4 kali Arus Setting (GFR) relay di uji phasa – Ground telah ditentukan nilai Arus setting yang di gunakan yaitu **0.5 Ampere**, kemudian relay

diuji menggunakan 4 kali Arus setting yaitu **2 Ampere**, relay akan bekerja dan menghitung waktu trip relay tersebut, dari **gambar 4.64** di atas waktu yang di dapatkan dari pengujian 4 kali Arus setting yaitu **0.036 s** bersamaan dengan indikasi *Instan relay*.

D. Perhitungan karakteristik waktu trip secara teori

Berdasarkan standar IEEE 242-2001 mengenai koordinasi proteksi waktu kerja relay berkisar antara 0.3 – 0.4 detik untuk relay analog dan 0.2 – 0.4 detik.

1. Perhitungan 1,5 kali Arus setting

$$t = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0,02} - 1} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$t = \frac{0,14 \times 0.1}{\left(\frac{7.5}{5}\right)^{0,02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0.1}{1.5^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{1.00814 - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{0.00814}$$

$$t = 1.719 \text{ s}$$

2. Perhitungan 2 kali Arus setting

$$t = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0,02} - 1}$$

$$t = \frac{0,14 \times 0.1}{\left(\frac{10}{5}\right)^{0,02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0.1}{2^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{1.01396 - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{0.01396}$$

$$t = 1.003 \text{ s}$$

3. Perhitungan 3 kali Arus setting

$$t = \frac{0.14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0.1}{\left(\frac{15}{5}\right)^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0.1}{3^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{1.02222 - 1}$$

$$t = \frac{0.014}{0.02222}$$

$$t = 0.630 \text{ s}$$

4. Perhitungan 4 kali Arus setting

$$t = \frac{0.14 \cdot TMS}{\left(\frac{I_f}{I_s}\right)^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0}{\left(\frac{20}{5}\right)^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0.14 \times 0}{4^{0.02} - 1}$$

$$t = \frac{0}{1.02811 - 1}$$

$$t = \frac{0}{0.02811}$$

$$t = 0 \text{ s}$$

E. Perbandingan hasil uji dengan perhitungan secara teori

Tabel 4.5 Perhitungan Secara Teori dan hasil Uji Lapangan

Nama relay	Data perhitungan	hasil	Data hasil uji di lapangan
MGGG52 OCR	I Setting = 5 A I Pick Up = 5 A I Pick Down = - TMS = 0,1 Racio CT = 400/5 T 1,5 x Iset = 1.719 s T 2 x Iset = 1.003 s T 3 x Iset = 0.630 s T 4 x Iset = 0 s		I Setting = 5 A I Pick Up = 5.3 A I Pick Down = 5 A TMS = 0,1 Racio CT = 400/5 T 1,5 x Iset = 1.764 s T 2 x Iset = 1.007 s T 3 x Iset = 0.637 s T 4 x Iset = 0.504 s
MGGG52 GFR	I Setting = 500 mA I Pick Up = 500 mA I Pick Down = - TMS = 0,1 Racio CT = 400/5 T 1,5 x Iset = 1.719 s T 2 x Iset = 1.003 s		I Setting = 500 mA I Pick Up = 520 mA I Pick Down = 500 mA TMS = 0,1 Racio CT = 400/5 T 1,5 x Iset = 1.694 s T 2 x Iset = 0.984 s

		$T_{3 \times Iset} = 0.630 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0 \text{ s}$	$T_{3 \times Iset} = 0.634 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0.215 \text{ s}$
MICOM P14 OCR		$I_{Setting} = 5 \text{ A}$ $I_{Pick Up} = 5 \text{ A}$ $I_{Pick Down} = -$ $TMS = 0,1$ $Racio CT = 400/5$ $T_{1,5 \times Iset} = 1.719 \text{ s}$ $T_{2 \times Iset} = 1.003 \text{ s}$ $T_{3 \times Iset} = 0.630 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0 \text{ s}$	$I_{Setting} = 5 \text{ A}$ $I_{Pick Up} = 5.5 \text{ A}$ $I_{Pick Down} = 5.2 \text{ A}$ $TMS = 0,1$ $Racio CT = 400/5$ $T_{1,5 \times Iset} = 1.745 \text{ s}$ $T_{2 \times Iset} = 1.035 \text{ s}$ $T_{3 \times Iset} = 0.651 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0.043 \text{ s}$
MICOM P14 GFR		$I_{Setting} = 500 \text{ mA}$ $I_{Pick Up} = 500 \text{ mA}$ $I_{Pick Down} = -$ $TMS = 0,1$ $Racio CT = 400/5$ $T_{1,5 \times Iset} = 1.719 \text{ s}$ $T_{2 \times Iset} = 1.003 \text{ s}$ $T_{3 \times Iset} = 0.630 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0 \text{ s}$	$I_{Setting} = 500 \text{ mA}$ $I_{Pick Up} = 510 \text{ mA}$ $I_{Pick Down} = 460 \text{ mA}$ $TMS = 0,1$ $Racio CT = 400/5$ $T_{1,5 \times Iset} = 1.747 \text{ s}$ $T_{2 \times Iset} = 1.035 \text{ s}$ $T_{3 \times Iset} = 0.663 \text{ s}$ $T_{4 \times Iset} = 0.036 \text{ s}$

Berdasarkan tabel 4.5 terlihat bahwa hasil perhitungan teori dengan data hasil uji lapangan masih dalam kondisi yang sesuai (tidak terlalu jauh

perbedaannya). Jika diperhatikan hasil table di atas relay numerik lebih selektif di bandingkan dengan relay digital dalam pengujian instan relay. Sehingga dapat di simpulkan bahwa relay numerik mempunyai tingkat selektifitas lebih baik di bandingkan dengan relay digital.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan disimpulkan bahwa :

1. Dalam pengujian instan yang dilakukan diketahui bahwa *relay numerik* lebih cepat bekerja dari pada *relay digital*, yaitu waktu relay numerik OCR 0.043s sedangkan relay digital OCR 0.504s, dan relay numerik GFR 0.036s sedangkan relay digital GFR 0.215s. Hal ini menyatakan bahwa *relay numerik* lebih sensitif di bandingkan dengan *relay digital* untuk pengujian instan.
2. Dalam perbandingan hasil perhitungan karakteristik waktu trip yaitu 1.003s pada perhitungan gangguan 2 kali arus setting dengan hasil uji lapangan *relay OCR digital* 1.007s, *relay GFR digital* 0.984 dan *relay OCR numerik* 1.035s , *relay GFR numerik* 1.035s, kedua relay mempunyai karakteristik waktu yang tidak terlalu jauh berbeda dari perhitungan secara teori, sehingga dapat disimpulkan kedua relay tersebut baik untuk digunakan.

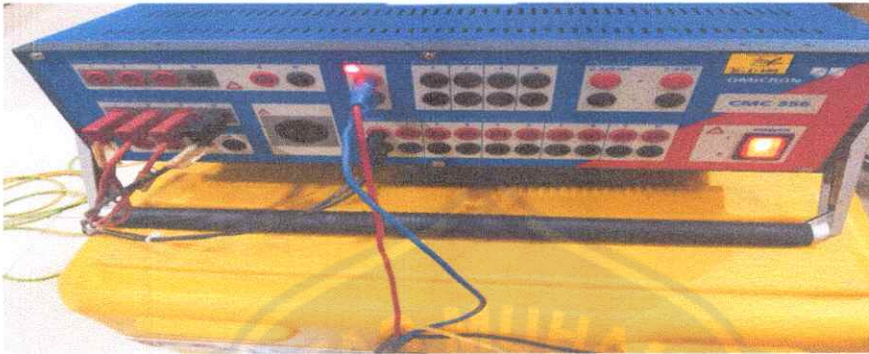
B. Saran

Perlunya dilakukan pengecekan dan pengujian lebih detail lagi disaat ingin memilih relay mana yang akan digunakan nantinya, karena peneliti sadar penentuan pemilihan relay yang akan digunakan dilapangan nantinya akan mempertimbangkan banyak faktor selain dari hasil uji karakteristik waktu trip.

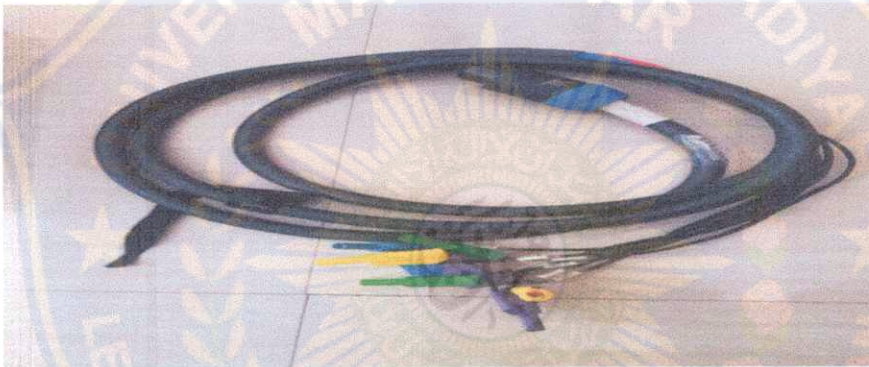
DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar A & S. Kuwahara.2004.*Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid III*.PT. Pradnya Paramita.Jakarta.
- GetStarted.ID.2 2013, Buku Panduan Omicron
- IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power System, IEEE Standart 242- 2001.
- Ir.Wahyudi Sarimun N.,MT (2011), Buku Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik.
- PLN Pusdiklat, 2014. *Proteksi dan kontrol transformator*.Jakarta
- Samaulah,Hazairin.2004.*Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Unsri, Palembang.
- Suci Wulandari.2014. Sistem Proteksi Tenaga listrik. Politeknik Sriwijaya.
- Triyono Yoyok, Ontoseno Penangsang & Sjamsjul Anam. 2013.Analisis Studi Rele Pengaman (Over Current Relay Dan Ground Fault Relay) pada Pemakaian Distribusi Daya Sendiri dari PLTU Rembang. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539*, Hlm 159-160.

LAMPIRAN



Gambar 5.1 : CMC 356



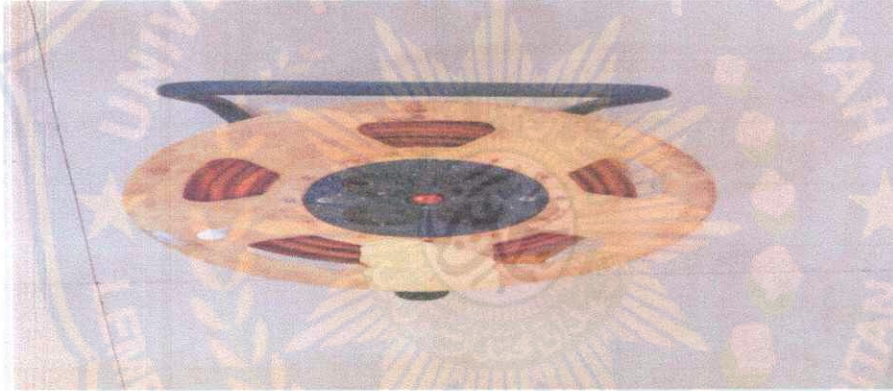
Gambar 5.2 : Kabel Arus



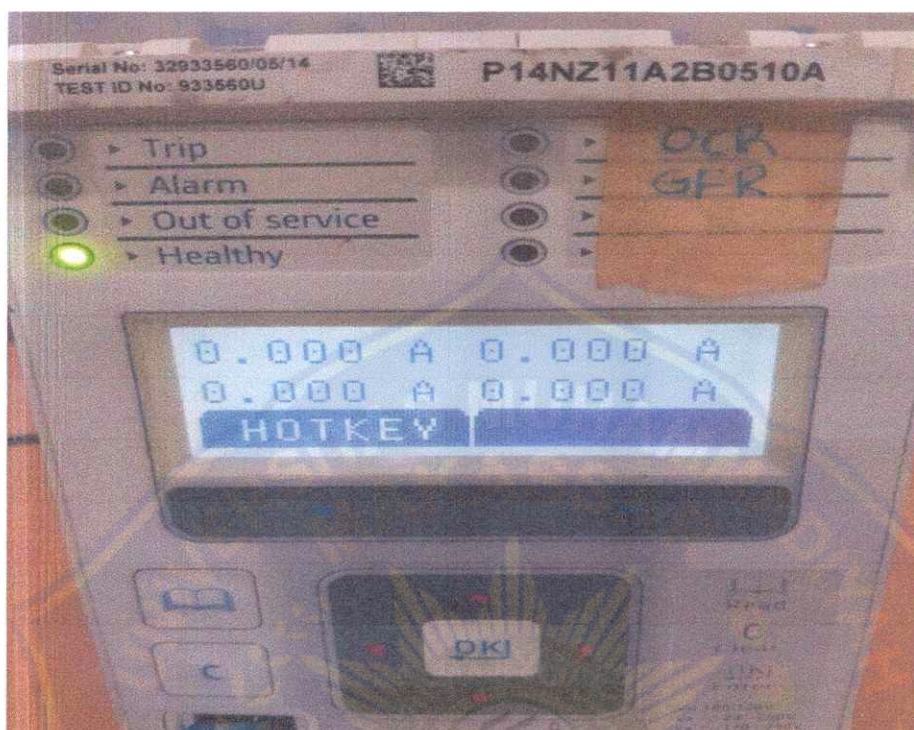
Gambar 5.3 : Kabel Suplay DC



Gambar 5.4 : Kabel Koneksi



Gambar 5.5 : Kabel Roll



Gambar 5.6 : Relay Numerik



Gambar 5.7 : Relay Digital



Gambar 5.8 : Pengujian Relay OCR



Gambar 5.9 : Pengujian Relay GFR