



**RANCANG BANGUN INJEKTOR ARUS PRIMER UNTUK  
PENGUJIAN TRIP UNIT CIRCUIT BREAKER BERTIPE  
TERMIS**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



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



**RANCANG BANGUN INJEKTOR ARUS PRIMER UNTUK  
PENGUJIAN TRIP UNIT CIRCUIT BREAKER BERTIPE  
TERMIS**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

**NAMA** : ICHLASUL AMAL S  
**NIM** : 41422110022  
**PEMBIMBING** : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : ICHLASUL AMAL  
NIM : 41422110022  
Program : Teknik Elektro  
Studi :  
Judul : RANCANG BANGUN INJEKTOR ARUS PRIMER  
UNTUK PENGUJIAN TRIP UNIT CIRCUIT BREAKER  
BERTIPE TERMIS

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:

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc  
NUPTK : 1044747648130173

Ketua Penguji : Yudhi Gunardi, S.T, M.T, Ph.D.  
NUPTK : 3162747648130103

Anggota Penguji : Fina Supegina, S.T, M.T  
NUPTK : 9550758659230172

Tanda Tangan



Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.**  
NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi SJ Teknik Elektro



**Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc**  
NUPTK: 2146770671130403

## 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** : ICHLASUL AMAL  
**NIM** : 41422110022  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Judul Tugas Akhir / Tesis** : Rancang Bangun Injektor Arus Primer Untuk Pengujian Trip Unit Circuit Breaker Bertipe Termis

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 03 Februari 2025** dengan hasil presentase sebesar **13%** 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, 03 Februari 2025

Administrator Turnitin,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Saras Nur Pratiha'.

Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ichlasul Amal  
N.I.M : 41422110022  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN INJEKTOR ARUS  
PRIMER UNTUK PENGUJIAN TRIP UNIT  
CIRCUIT BREAKER BERTIPE TERMIS

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, 20 Januari 2025



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA (Ichlasul Amal)

## ABSTRAK

Pada perusahaan pembuat panel distribusi listrik tempat penulis bekerja menggunakan injektor arus primer yang menggunakan alat alat konvensional dalam pengujian pemutus sirkuit panel yang dibangun. Alat ini terdiri dari *voltage regulator* yang dioperasikan secara memutar manual hingga tercapai nilai uji, keluaran yang tidak stabil, dan tidak adanya pengukur waktu trip dari proteksi termis pemutus sirkuit. Hal ini membuat pengujian dari pemutus sirkuit tidak dapat dipastikan keabsahannya jika dibandingkan dengan kurva produsen pemutus sirkuit.

Oleh dari itu terdapat metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat suatu pemutus sirkuit bekerja dengan mengalirkan arus listrik kuat yang dihubungkan antara masukan dan keluaran dari pemutus sirkuit tersebut. Pada alat injeksi arus tinggi yang melewati pemutus sirkuit akan mensimulasikan keadaan gangguan arus lebih dan hubung singkat, dengan membuat kondisi rangkaian tertutup pada sebuah transformator. Cara kerja alat adalah dengan variabel setpoint akan diatur nilainya, kemudian start, maka arus akan ramping naik menuju nilai setpoint. Setelah tercapai di nilai setpoint maka arus ramping akan stop dan stabil di nilai set pointnya. Saat arus uji tercapai maka akan mengaktifkan timer untuk mulai menghitung waktu trip pemutus sirkuit. Saat pemutus sirkuit trip, arus output akan off dan timer akan stop menghitung waktu. Setelah itu penguji dapat mengambil data dari pengujian yang telah dilakukan untuk memastikan kurva trip yang diberikan pabrikan apakah telah sesuai dengan pengujian yang dilakukan.

Didapatkan hasil data pengujian perbandingan alat injektor arus primer dan kurva trip yang diberikan pabrikan terbukti dapat memastikan waktu termis dari *Circuit Breaker* untuk trip di kurva yang telah ditetapkan produsen *Circuit Breaker*. Terlihat pada sampel DPX3 160 In 63A, bahwa kurva trip dan aktual pengujian terdapat selisih waktu yang lumayan jauh, lalu pada sampel CVS 160B In 88A kurva trip dan aktual pengujian masih masuk kedalam *range* yang diberikan pabrikan, dan yang terakhir pada pengujian MCB C60H-DC In 20A terlihat pada pengujian 150% *Overload* masih didalam *range* kurva trip yang diberikan pabrikan, lalu pada 200% *Overload* MCB C60H-DC In 20A juga masih didalam *range* dari kurva yang telah diberikan.

*Kata kunci : Injektor, Injektor Primer, Injeksi arus Primer, Circuit Breaker.*

## **ABSTRACT**

*In the electrical distribution panel manufacturing company where the author works, a primary current injector using conventional tools is used for testing the circuit breakers of the built panels. This equipment consists of a voltage regulator that is manually operated by turning until the test value is reached, unstable output, and the absence of a trip time meter for the thermal protection of the circuit breaker. This makes it impossible to ensure the validity of the circuit breaker testing when compared to the manufacturer's tripping curve.*

*Therefore, there is a method that can be used to determine how accurately a circuit breaker works by passing a strong electric current connected between the input and output of the circuit breaker. In the high current injection device that passes through the circuit breaker, it will simulate overcurrent and short circuit conditions by creating a closed circuit condition on a transformer. The way the device works is that the setpoint variable will be set to its value, then start, and the current will ramp up to the setpoint value. Once it reaches the setpoint value, the ramping current will stop and stabilize at the setpoint value. When the test current is reached, it will activate the timer to start counting the circuit breaker trip time. When the circuit breaker trips, the output current will turn off and the timer will stop counting. After that, the tester can take data from the test that has been carried out to ensure whether the trip curve provided by the manufacturer matches the test that was conducted.*

*The test data results comparing the primary current injector device and the trip curve provided by the manufacturer have proven to ensure the thermal time of the Circuit Breaker to trip at the curve set by the Circuit Breaker manufacturer. It is observed in the DPX3 160 In 63A sample that there is a significant time difference between the trip curve and the actual test. In the CVS 160B In 88A sample, the trip curve and the actual test are still within the range provided by the manufacturer. Lastly, in the MCB C60H-DC In 20A test, it is observed that at 150% Overload, it is still within the trip curve range provided by the manufacturer, and at 200% Overload, the MCB C60H-DC In 20A is also still within the provided curve range.*

*Keywords: Injector, Primary Injector, Primary Current Injection, Circuit Breaker*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur telah dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “RANCANG BANGUN INJEKTOR ARUS PRIMER UNTUK PENGUJIAN TRIP UNIT CIRCUIT BREAKER BERTIPE TERMIS”. Tugas Akhir ini telah diajukan guna memenuhi salah satu syarat kelulusan program sarjana strata satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penulis, ingin menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penyelesaian tugas akhir ini dapat tercapai. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rezeki dan hidayah-Nya.
2. Orang tua, keluarga, dan Istriku Salma Regina yang telah memberikan doa serta dukungan kepada penulis selama ini.
3. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc. selaku dosen pembimbing saya dan memberikan saran dan perbaikan untuk tugas akhir saya.
4. Bapak Miftah Rizka, S.T. selaku pembimbing teknis kelistrikan saya.
5. Seluruh dosen program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penulis telah berupaya dengan penuh dedikasi dan memanfaatkan seluruh pengetahuan serta informasi yang diperoleh dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis berharap besar bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi civitas akademika Universitas Mercu Buana, pembaca, dan penulis sendiri. Penulis menyadari sepenuhnya berbagai keterbatasan yang ada, oleh karena itu penulis memohon maaf jika terdapat keterbatasan dalam materi. Penulis sangat mengapresiasi dan mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang konstruktif demi penyempurnaan Tugas Akhir ini, sehingga di masa mendatang dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 20 Januari 2025



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/ <i>COVER</i> .....	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.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Diagram Fishbone.....	13
2.3 Moulded Case Circuit Breaker.....	15
2.3.1 Moulded Case Circuit Breaker EasyPact CVS160B In 88A.....	16
2.3.2 Moulded Case Circuit Breaker DPX3 160 In 63A.....	20
2.3.3 Miniature Circuit Breaker C60H-DC In 20A.....	24
2.4 Transformator.....	28
2.4.1 Prinsip Kerja Transformator.....	28
2.5 Switch-Mode Power Supply.....	29
2.6 Digital Potentiometer.....	31
2.7 Class D Amplifier.....	32

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM .....	33
3.1 Diagram Alir .....	34
3.2 Diagram Blok .....	35
3.3 Perancangan Perangkat Keras .....	36
3.3.1 Perancangan Elektronik .....	36
3.3.1.1 IC X9C103 .....	38
3.3.1.2 IC IRS 2092 .....	38
3.3.1.3 Material Elektronik Pendukung .....	39
3.3.2 Perancangan Mekanik .....	42
3.3.2.1 Layout Box Casing .....	42
3.3.2.2 Layout Kontrol Tampak Depan .....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	46
4.1 Perangkat Penunjang Pengujian .....	46
4.2 Diagram pengawatan .....	47
4.3 Hasil Pengambilan Data Sampel Circuit Breaker .....	48
4.4 Hasil Pengujian .....	52
4.4.1 Pengujian Circuit Breaker Sampel 1 (MCCB DPX 160 In 63A) .....	52
4.4.2 Pengujian Circuit Breaker Sampel 2 (MCB C60H-DCIn 20A) .....	56
4.4.3 Pengujian Circuit Breaker Sampel 3 (MCB C60H-DCIn 20A) .....	60
4.4.4 Pengujian Circuit Breaker Sampel 4 (MCCB CVS160B In 88A) .....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	60
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	77
Lampiran 1. Hasil Pengecekan <i>Turnitin</i> .....	77
Lampiran 2. Dan lain-lain .....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fishbone Diagram Studi Literatur Rancang Bangun Injektor Arus 100A .....	13
Gambar 2.2. Prinsip Kerja Thermal – Magnetic Trip Unit.....	15
Gambar 2.3. Datasheet MCCB EasyPact CVS160B 88 A .....	16
Gambar 2.4. Kurva Trip MCCB EasyPact CVS160B 88-125 A .....	18
Gambar 2.5. Datasheet MCCB DPX3 160 In 63 A .....	20
Gambar 2.6. Kurva Trip MCCB DPX3 In 63 A .....	22
Gambar 2.7. Datasheet MCB Acti9 C60H-DC 20 A .....	24
Gambar 2.8. Kurva Trip MCB Acti9 C60H-DC 20 A .....	26
Gambar 2.9. Fluks pada transformator .....	29
Gambar 2.10. Diagram Switch-Mode Power Supply .....	30
Gambar 2.11. Pinout Digital Potensiometer .....	31
Gambar 2.12. IC IRS2092 sebagai penguat kelas D .....	32
Gambar 3.1. Diagram Alir Prinsip Kerja Primary Injector.....	34
Gambar 3.2. Diagram blok prinsip kerja Injeksi Arus Primer.....	35
Gambar 3.3. Skema wiring diagram mainline pada alat Injeksi Arus Primer... ..	36
Gambar 3.4. Skematik Komponen Display, Counter, dan Timer.....	37
Gambar 3.5. Layout PCB Kontroller.....	37
Gambar 3.6. Blok Diagram IC X9C103.....	38
Gambar 3.7. Blok Diagram IC IRS2092.....	38
Gambar 3.8. Tampak Atas Alat.....	42
Gambar 3.9. Tampak Belakang Alat.....	43
Gambar 3.10. Tampak Kontroller Alat .....	43
Gambar 3.11. Desain Tampak Kontrol Depan Alat.....	44
Gambar 3.12. Aktual Tampak Kontrol Depan Alat.....	45
Gambar 4.1. Tang ampere Fluke True RMS Clamp Meter 319 sebagai alat ukur pembanding keluaran injektor arus primer yang dirancang bangun.....	46
Gambar 4.2. Single Line Diagram pengujian Circuit Breaker 2 Pole pada	

rancang bangun alat injektor arus primer.....	47
Gambar 4.3. Single Line Diagram pengujian Circuit Breaker 3 Pole pada	
rancang bangun alat injektor arus primer.....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Studi Literatur.....	9
Tabel 3.1 List Material Elektronik Tambahan.....	39
Tabel 4.1 Tabel Pengujian MCCB DPX3 160 In 63A.....	48
Tabel 4.2 Tabel Pengujian MCB C60H-DC In 20A.....	49
Tabel 4.3 Tabel Pengujian MCB C60H-DC In 20A.....	50
Tabel 4.4 Tabel Pengujian MCCB Easypact EZC160B In 88A.....	51

