

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA RANCANGAN REPLACEMENT PERALATAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN TEKNIK UTARA DI BANDARA SOEKARNO- HATTA**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



**Disusun Oleh :**

Nama : Restu Wahyu Pambudi  
NIM : 41411110014  
Program Studi : Teknik Elektro

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2012**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Restu Wahyu Pambudi  
N.I.M : 41411110014  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisa Rancangan Replacement Peralatan  
Sistem Proteksi Jaringan Teknik Utara di  
Bandara Soekarno-Hatta

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

**Penulis,**



( Restu Wahyu Pambudi )

## LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Rancangan Replacement Peralatan Sistem Proteksi Jaringan Teknik Utara di  
Bandara Soekarno-Hatta

Disusun Oleh :

Nama : Restu Wahyu Pambudi

N.I.M : 41411110014

Jurusan : Teknik Elektro

Pembimbing,



( Ir. Badaruddin, MT )

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



( Yudhi Gunardi, ST, MT )

## **ABSTRAK**

*Analisa Rancangan Replacement Peralatan Sistem Proteksi Jaringan Teknik Utara  
di Bandara Soekarno-Hatta*

*Sistem proteksi/pengaman suatu tenaga listrik yang membentuk suatu pola pengaman tidaklah hanya relay pengaman saja tetapi juga Current Transformer [CT] dan Voltage Transformer [VT] yang merupakan perangkat instrumen pada relay pengaman, sumber daya DC merupakan sumber untuk mengoperasikan relay pengaman dan pemutus tenaga PMT/CB yang akan menerima perintah akhir dari relay pengaman.. Relay proteksi dapat merasakan adanya gangguan pada peralatan yang diamankan dengan mengukur atau membandingkan besaran-besaran yang diterimanya, misalnya arus, tegangan, daya, sudut fasa, frekuensi, impedansi dan sebagainya, dengan besaran yang telah ditentukan, kemudian mengambil keputusan untuk seketika ataupun dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga. Maksud dari pekerjaan sesuai judul pekerjaan tersebut diatas mengganti rele proteksi Differential dan rele proteksi overload , short circuit serta rele hubung singkat ke tanah, rele yang akan dipasang harus mudah dicari dipasaran dan handal serta untuk mengamankan kabel penyulang dan meningkatkan kehandalan dari Gardu-gardu Jaringan Teknik Utara ke Main Power Station di Bandara Soekarno-Hatta. Langkah penyusunan tugas akhir ini adalah observasi, studi pustaka, perancangan dan uji kinerja. Hasil rancangan dan analisa perhitungan dari Arus lebih dan Arus short circuit pada setiap titik yang akan terpasang proteksi GRL 150, dimana dari data tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam menentukan setting arus defferensial DIFI1 dan DIFI2, sehingga dalam melakukan replacement peralatan proteksi deferensial DLC3 ke GRL 150 didapatkan setting yang tepat seperti:*

Lokasi		CT Ratio	DIFI 1 Setting ( A )	DIFI 1 Setting ( A )
MCS		200/5= 40	5.6	6.7
T7	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
T8	MSA	75/5= 15	5.6	17.84
	MSB	75/5= 15	5.6	17.84
T9	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
T10	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
MCR		200/5= 40	5.6	6.7

*Kata kunci : Rele Proteksi Line Deferensial GRL 150, Current Transformer, Batteray Sebagai Sumber Tegangan DC, dan Pemutus Tenaga / CB.*

## **ABSTRACT**

*Analysis of Replacement Equipment Protection System Design Engineering Network  
North at Soekarno-Hatta*

*System protection / safety of a power plant that forms a pattern of not only the safety but also the safety relay Current Transformer [CT] and Voltage Transformer [VT] which is the instrument of the safety relay, the source DC power source to operate the safety relay and circuit breaker PMT / CB who will receive the final orders of the safety relay .. Protection relays can sense a disturbance in the equipment secured by measuring or comparing quantities received, such as current, voltage, power, phase angle, frequency, impedance, and so on, with the amount that has been determined, then take the decision to immediately or with a slowdown time to open the circuit breaker. The purpose of the work according to the above job titles change Differential protection relays and overload protection relays, short circuit and short circuit to ground relay, relay to be fitted should be easy to find on the market and a reliable and secure cable to improve the reliability of the feeder and substation-substation Tissue Engineering north to Main Power Station at Soekarno-Hatta. Preparation of this final step is observation, library research, design and test performance. The results of the design and analysis and the calculation of the flow over current short circuit at any point to be installed protection GRL 150, where the data will be used as the basis for calculating the current setting menentukan defferensial DIFI1 and DIFI2, resulting in the replacement of protective equipment do deferensial DLC3 to GRL 150 obtained the appropriate settings such as:*

Lokasi		CT Ratio	DIFI 1 Setting ( A )	DIFI 1 Setting ( A )
MCS		200/5= 40	5.6	6.7
T7	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
T8	MSA	75/5= 15	5.6	17.84
	MSB	75/5= 15	5.6	17.84
T9	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
T10	MSA	60/5= 12	5.6	22.3
	MSB	60/5= 12	5.6	22.3
MCR		200/5= 40	5.6	6.7

*Keywords: Line Protection Rele Deferensial GRL 150, Current Transformer, Battery For DC Voltage Source, and Switchgear Power / CB.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul ” ANALISA RANCANGAN REPLACEMENT PERALATAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN TEKNIK UTARA DI BANDARA SOEKARNO-HATTA ” dengan baik.

Laporan ini disusun melengkapi syarat akhir studi dan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1). Dalam pembuatan Laporan tugas Akhir ini penyusun banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kepada:

1. Bp. H. Probosutejo selaku Ketua Pembina Yayasan.
2. Bp. Prof. Dr. H. Suharyadi, MS. selaku Wakil Ketua Pembina Yayasan.
3. Bp. Dr. Ir. Arisetyanto Nugroho, MM. selaku Rektor Universitas Mercubuana.
4. Bp. Ir. Torik Husein, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik di Universitas Mecubuana.
5. Bp. Yudhi Gunardi, ST, MT selaku Kepala Jurusan Teknik Industri Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga terwujudnya laporan Tugas Akhir ini.



6. Bp. Ir. Badaruddin, MT Selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga terwujudnya laporan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah membimbing penyusun selama belajar di Universitas Mercubuana.
8. Segenap staf laboratorium dan bengkel Jurusan Teknik Elektro di Universitas Mercubuana.
9. Keluarga penyusun yang telah memberikan materiil, doa dan dukungan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini.
10. Dan semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu penyusun dalam melaksanakan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan serta masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Jakarta, 28 Februari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman judul .....	i
Halaman Pernyataan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar.....	xv

### BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penulisan Tugas Akhir .....	5
1.5 Metode Penyusunan Tugas Akhir .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	8

### BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar Listrik .....	10
-------------------------------	----

2.1.1 Arus Listrik .....	11
2.1.2 Kuat Arus .....	13
2.1.3 Rapat Arus .....	14
2.2.4 Tahanan dan Daya Hantar Penghantar .....	16
♣ Konduktansi.....	19
♣ Admitansi.....	20
♣ Impedansi.....	21
♣ Kapasitansi.....	22
2.1.5 Potensial atau Tegangan .....	23
2.1.6 Hukum Ohm .....	24
2.1.7 Hukum Kirchoff .....	25
2.2 Sistem Distribusi Daya Listrik.....	26
2.3 Perangkat Rele Proteksi.....	27
2.3.1 Relay .....	29
2.3.2 Trafo Arus (CT) .....	32
a) Definisi dan Fungsi Trafo Arus (CT) .....	33
b) Prinsip Kerja Trafo Arus (CT) .....	33
c) Aplikasi Trafo Arus (CT) .....	37
d) Pengenal (Rating) Trafo Arus (CT) .....	40
e) Ketelitian / Akurasi Trafo Arus (CT) .....	41
2.3.3 Pemutus Tenaga (PMT/CB) .....	47
a) Pengertian Pemutus Tenaga (PMT/CB) .....	47

b) Jenis - Jenis Pemutus Tenaga (PMT/CB) .....	47
2.3.4 Baterai .....	48
2.3.5 Pengawatan (Wiring) .....	49
<b>BAB III. Pembahasan Relay Deferensial dan Relay Deferensial GRL 150</b>	
3.1 Relai Deferensial.....	50
3.1.1. Prinsip Kerja dari Rele Deferensial.....	51
3.1.2. Beberapa Masalah Terhadap Rele Deferensial.....	52
3.1.3. Rele Deferensial Perentase (Rele Deferensial Bias).....	54
3.1.4. Karakteristik Rele Deferensial.....	56
3.2 Rele Deferensial Tipe GRL 150 .....	57
❖ Cara Kerja Current Differensial Protection GRL 150.....	58
❖ Karakteristik Current Differensial Protection GRL 150.....	59
3.2 Sistem Koordinasi Rele Proteksi Arus Lebih dan Hubungan Singkat Di Bandara Soekarno-Hatta pada Jaringan Listrik Teknik Loop Utara .....	70
3.3.1. Jenis – Jenis Kurva.....	73
<b>BAB IV. DATA DAN PERHITUNGAN KALKULASI PROTEKSI DEFERENSIAL GRL 150</b>	
4.1 Data Kalkulasi Perhitungan.....	75
4.2 Koordinasi Rele Proteksi Hubung Singkat Dan Arus Lebih Pada Jaringan Listrik Bandara Soekarno – Hatta.....	76
➤ Perhitungan Hubung Singkat dan Arus Lebih.....	76
4.3 Perhitungan Setting Kalkulasi DIFI Step I dan Step II.....	97

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 121

5.2 Saran..... 121

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kemampuan Hantar Arus (KHA) .....	15
Tabel 2.2 Batas Kesalahan Trafo Arus Metering.....	43
Tabel 2.3 Batas Kesalahan Trafo Arus Metering.....	43
Tabel 2.4 Kesalahan Rasio dan Pergeseran Fasa Trafo Arus Proteksi .....	44
Table 3.1 GRL150 Models.....	59
Tabel 4.1 (a) Data Kabel Yang Akan Digunakan Sebagai Dasar Kalkulasi Perhitungan .....	75
Tabel 4.1 (b) Data Trafo Yang Akan Digunakan Sebagai Dasar Kalkulasi Perhitungan .....	75
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Arus Lebih dan Arus Short Circuit.....	96
Tabel 4.3 Hasil dari setting kalkulasi pada GRL .....	120

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Segi Tiga Daya.....	10
Gambar 2.2	Arah arus listrik dan arah gerakan elektron .....	12
Gambar 2.3	Kerapatan arus listrik .....	14
Gambar 2.4	Resistansi Konduktor .....	17
Gambar 2.5	Saluran Transmisi ditinjau dari Sudut Rangkaian.....	19
Gambar 2.6	Loop arus Kirchoff .....	25
Gambar 2.7	Relay.....	31
Gambar 2.8	Prinsip Kerja Relay .....	32
Gambar 2.9	Rangkaian pada Trafo Arus.....	34
Gambar 2.10	Rangkaian Ekuivalen.....	35
Gambar 2.11	Diagram Fasor Arus dan Tegangan pada Trafo Arus .....	36
Gambar 2.12	Kurva kejenuhan CT untuk Metering dan Proteksi.....	38
Gambar 2.13	Luas Penampang Inti Trafo Arus .....	38
Gambar 2.14	Trafo Arus Rasio Tunggal 150 – 300 / 5 – 5 A.....	39
Gambar 2.15	Trafo Arus Rasio Ganda 800 - 1600 / 5-5-5 A dan 1000 - 2000 / 5 A .....	39
Gambar 2.16	Kurva Faktor Batas Ketelitian.....	43
Gambar 2.16	Susunan dasar suatu baterai.....	48
Gambar 3.1	Blok diagram utama rele proteksi .....	50
Gambar 3.2	Pengawatan Dasar Relay Differensial.....	52
Gambar 3.3	Sistem Pengaman Relay Differensial.....	53
Gambar 3.4	Karakteristik Trafo Arus (CT) Pada Relay Differensial.....	54
Gambar 3.5	Relay Differensial Persentase (Relay Differensial Bias) .....	56
Gambar 3.6	Karakteristik Operasi Dari Sebuah Relay Differensial.....	57
Gambar 3.7	Prinsip Pengoperasian Relai Diferensial .....	58
Gambar 3.8	Current Differential Protection .....	60

Gambar 3.9	Menunjukkan karakteristik pada arus diferensial ( $I_d$ ) dan menahan arus ( $I_r$ ) pesawat .....	62
Gambar 3.10	Karakteristik setting arus diferensial.....	62
Gambar 3.11	Arus diferensial dan arus hambatan (arus tahanan) .....	64
Gambar 3.12	Definisi dari DIFI2.....	66
Gambar 3.13	Setting DIFI2 terhadap Akomodasi saturasi CT .....	67
Gambar 3.14	Kesalahan Eksternal Dengan Satu Saturasi CT.....	68
Gambar 3.15	Kesalahan Internal Pada Arus Beban.....	69
Gambar 3.16	(a) Normal Inverse .....	73
Gambar 3.16	(b) Veri Inverse .....	73
Gambar 3.16	(c) Extrime Inverse.....	74
Gambar 3.16	(d) Long Inverse.....	74
Gambar 4.1	Single line dari Gardu Induk PLN ke MPS (Bandara Soekarno -Hatta) .....	76
Gambar 4.2	Single line dari Jaringan Teknik Loop Utara (Bandara Soekarno -Hatta) .....	79
Gambar 4.3	Denah single line diagram jaringan loop teknik utara dengan ukuran panjang kabel dan rasio CT.....	97