

**PERANCANGAN SISTEM INTEGRASI PLN DAN
GENSET MENGGUNAKAN REAKTOR
*SATURATED CORE FAULT CURRENT
LIMITER (SCFCL)***

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

**NANANG ROHIM PERMANA
183112700240054**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

**PERANCANGAN SISTEM INTEGRASI PLN DAN
GENSET MENGGUNAKAN REAKTOR
*SATURATED CORE FAULT CURRENT
LIMITER (SCFCL)***

Oleh:

NANANG ROHIM PERMANA
183112700240054



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Perancangan Sistem Integrasi PLN dan Genset Menggunakan Reaktor *Saturated Core Fault Current Limiter* (SCFCL)”

Yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 20 Agustus 2024


Nanang Rohim Permana
1831127002400054

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“Perancangan Sistem Integrasi PLN dan Genset Menggunakan Reaktor *Saturated Core Fault Current Limiter* (SCFCL)”

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Jakarta, 20 Agustus 2024

Nama : Nanang Rohim Permana
NIM : 183112700240054



Pembimbing Utama,

(Ir. Idris Kusuma, M.T.)
NID. 0102990618

Pembimbing Pendamping,

(W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T.)
NID. 040017016

Ketua Program Studi,

(Ir. Idris Kusuma, M.T.)
NID. 0102990618


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nanang Rohim Permana
NPM : 183112700240054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Integrasi PLN dan Genset Menggunakan Reaktor *Saturated Core Fault Current Limiter* (SCFCL)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I : Ir. Idris Kusuma, M.T.


(.....)

Pembimbing II : W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T.


(.....)

Penguji I : Ir. Rulivanto, M.T., Ph.D.


(.....)

Penguji II : Ir. Rianto Nugroho, M.T.


(.....)

Penguji III : Dr. Viktor Vekky R Repi, S.T., M.T.


(.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Agustus 2024

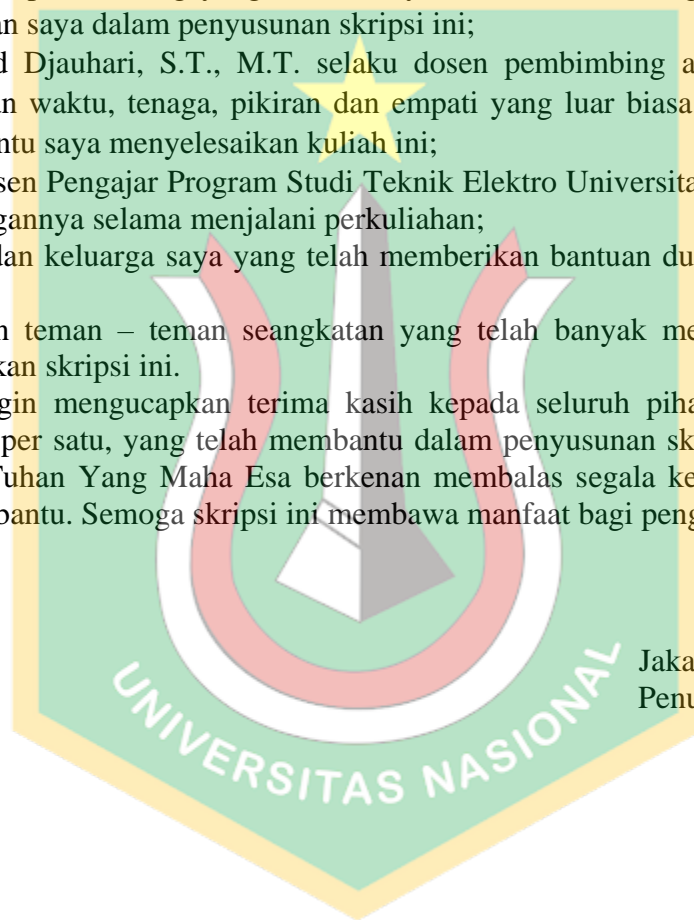
KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Idris Kusuma, M.T. dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2). Bapak Fuad Djauhari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
- (3). Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
- (4). Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5). Sahabat dan teman – teman seangkatan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.



Jakarta, 20 Agustus 2024
Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas Akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Nanang Rohim Permana
NPM : 183112700240054
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Perancangan Sistem Integrasi PLN dan Genset Menggunakan Reaktor *Saturated Core Fault Current Limiter (SCFCL)*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan semestinya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 20 Agustus 2024
Yang Menyatakan


Nanang Rohim Permana

ABSTRAK

Nanang Rohim Permana, "Perancangan Sistem Integrasi PLN dan Genset Menggunakan Reaktor Saturated Core Fault Current Limiter (SCFCL)" Program S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Idris Kusuma, M.T. dan W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., Agustus 2024, 67 Halaman + xiii + 2 lampiran

Arus hubung singkat adalah masalah yang sering terjadi pada jaringan listrik, yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan membahayakan keselamatan operator. Untuk mencegah masalah ini, reaktor pembatas arus dapat digunakan sebagai komponen untuk membatasi arus hubung singkat. Reaktor ini berfungsi untuk membatasi aliran arus selama terjadi hubung singkat, menjaga stabilitas sistem, dan melindungi peralatan dari kerusakan. Permasalahan pada penelitian ini yaitu menentukan peralatan yang digunakan dalam pergantian sistem supply backup dari 3 generator dengan kapasitas daya total 6 MW yang sebelumnya menggunakan genset di alihkan ke supply menggunakan PLN sebagai sumber utama melalui kedua trafo dengan total 7 MVA dan mengatasi besarnya rus hubung singkat dengan reaktor pembatas arus. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang sistem backup hubung singkat dengan biaya operasional yang murah dan handal. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini melakukan analisis simulasi dengan software ETAP 19.0.1. Hasil simulasi *short circuit analysis* setelah pemasangan reaktor pembatas arus hubung singkat mendapatkan hasil yang signifikan dalam mengurangi nilai arus hubung singkat pada LVMDB Synchron. Reaktor pembatas arus hubung singkat dapat mengurangi nilai arus hubung singkat dengan jenis gangguan 3 phasa dari 82,696 kA menjadi 55,193 kA, jenis gangguan *Line to Groud* dari 93,068 kA menjadi 55,399 kA, jenis gangguan *Line to Line* dari 68,524 kA menjadi 46,827 kA, dan jenis gangguan *Double Line to Ground* dari 72,364 kA menjadi 56,814 kA. Dengan adanya reaktor pembatas arus hubung singkat dengan reaktansi sebesar 0,00288 ohm, nilai arus hubung singkat pada LVMDB Synchron dapat dikurangi sebesar 31% hingga 40%.

Kata kunci: Reaktor pembatas arus, ETAP, Arus hubung singkat

ABSTRACT

Nanang Rohim Permana, "Design of PLN and Genset Integration System Using FCL Reactor Saturated Core Fault Current Limiter (SCFCL)", Bachelor of Electrical Engineering Program, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Idris Kusuma, M.T. and W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., Agustus 2024, 67 Pages + xiii + 2 attachments

Short circuit currents are a frequent problem in electrical networks, which can cause damage to equipment and endanger operator safety. To prevent this problem, a current limiting reactor can be used as a component to limit short circuit current. This reactor functions to limit current flow during a short circuit, maintain system stability, and protect equipment from damage. The problem in this research is determining the equipment used in replacing the backup supply system from 3 generators with a total power capacity of 6 MW which previously used generators to be switched to supply using PLN as the main source through two transformers with a total of 7 MVA and overcoming the large short circuit current by current limiting reactor. The aim of this research is to design a short circuit backup system with low operational costs and reliability. The method used in this research is simulation analysis using ETAP 19.0.1 software. The results of the short circuit analysis simulation after installing the short circuit current limiting reactor obtained significant results in reducing the short circuit current value in LV MDB Synchron. The short circuit current limiting reactor can reduce the value of short circuit current with 3 phase fault type from 82,696 kA to 55,193 kA, Line to Ground fault type from 93,068 kA to 55,399 kA, Line to Line fault type from 68,524 kA to 46,827 kA, and other types of fault Double Line to Ground from 72,364 kA to 56,814 kA. With the presence of a short circuit current limiting reactor with a reactance of 0.00288 ohms, the short circuit current value in LV MDB Synchron can be reduced by 31% to 40%.

Keyword: *Current limiting reactor, ETAP, Short circuit current*



DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HAL PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Urgensi Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Arus Hubung Singkat	8
2.3 <i>Current Limiting Reaktor</i>	15
2.4 Penempatan Reaktor.....	17
2.5 Macam-macam Bentuk Jaringan Tenaga Listrik.....	19
2.6 Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	20
2.7 <i>Failure Current Limiter</i>	21
2.8 <i>Saturated Core Fault Current Limiter (SCFCL)</i>	22
2.9 Metode Mengatasi Arus Hubung Singkat	24
2.10 Etap <i>Power Station 19</i>	24
2.11 Analisis Aliran Daya	26
BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN	27
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.3 Tahapan Penelitian	27
3.4 Tahapan Persiapan.....	29
3.5 Metode Analisis Data	29
3.6 <i>Single Line Diagram</i>	29
3.7 Simulasi ETAP	38
3.8 Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i> Awal.....	39
3.9 Rancangan Kebutuhan Reaktor Pembatas Arus Hubung Singkat.....	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Analisis Hasil Simulasi ETAP	47
4.2 Analisis Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i>	47
4.3 Simulasi <i>Short Circuit Analysis</i> Akhir	48
4.4 Koreksi Nilai Kontribusi Arus Hubung Singkat Generator	54

4.5 Analisis Arus Hubung Singkat Setelah Perancangan Reaktor	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN	68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi arus hubung singkat	9
Gambar 2.2 Rangkaian pengujian <i>transformer</i> untuk mencari impedansi <i>transformer</i>	9
Gambar 2.3 Contoh hubungan seri MVAsc	11
Gambar 2.4 Contoh hubungan parallel MVAsc	12
Gambar 2.5 Rangkaian hubung singkat simetri.....	12
Gambar 2.6 Rangkaian hubung singkat dua fasa	13
Gambar 2.7 rangkaian hubung singkat dua fasa ke tanah	14
Gambar 2.8 rangkaian hubung singkat satu fasa ke tanah.....	14
Gambar 2.9 <i>Current limiting reactor</i>	15
Gambar 2.10 Penampang melintang reaktor	16
Gambar 2.11 Reaktor generator.....	18
Gambar 2.12 Sistem <i>straight bus</i>	18
Gambar 2.13 Sistem <i>ring bus</i>	18
Gambar 2.14 Sistem <i>star bus</i>	19
Gambar 2.15 Reaktor penyulang	19
Gambar 2.16 Diagram skematik SCFCL.....	23
Gambar 2.17 Medan magnet pada SCFCL.....	23
Gambar 2.18 ETAP 19	24
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	28
Gambar 3.2 <i>Single line diagram</i>	30
Gambar 3.3 Konfigurasi simulasi sinkronisasi tanpa reaktor pembatas arus	40
Gambar 3.4 Simulasi <i>short circuit analysis</i> bagian 1	41
Gambar 3.5 Simulasi <i>short circuit analysis</i> bagian 2	42
Gambar 3.6 Grafik arus hubung singkat LVMDb synchron	43
Gambar 3.7 Posisi pemasangan reaktor pembatas arus	45
Gambar 3.8 Kapasitas reaktor pada perangkat lunak ETAP 19.0.1	46
Gambar 4.1 Konfigurasi simulasi sinkronisasi dengan reaktor pembatas arus	49
Gambar 4.2 Simulasi <i>short circuit analysis</i> bagian 1	50
Gambar 4.3 Simulasi <i>short circuit analysis</i> bagian 2	51
Gambar 4.4 Kontribusi arus hubung singkat generator	52
Gambar 4.5 Grafik arus hubung singkat LVMDb synchron	53
Gambar 4.6 Diagram sistem kelistrikan pabrik dalam bentuk MVAsc.....	59
Gambar 4.7 Diagram dari MVAsc1	59
Gambar 4.8 Diagram dari MVAsc2	60
Gambar 4.9 Diagram dari MVAsc1,2	61
Gambar 4.10 Diagram MVAsc total	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data 2 transformator Pabrik XYZ	31
Tabel 3.2 Data 3 generator Pabrik XYZ.....	32
Tabel 3.3 Data bus dan rating tegangan	32
Tabel 3.4 Data beban LVMDDB 1.0.....	33
Tabel 3.5 Data beban SDB 1.1	33
Tabel 3.6 Data beban SDB 1.2	33
Tabel 3.7 Data beban SDB 1.3	33
Tabel 3.8 Data beban SDB 1.4	33
Tabel 3.9 Data beban DB 1.1	33
Tabel 3.10 Data beban LVMDDB 2.0	34
Tabel 3.11 Data beban SDB 2.1	34
Tabel 3.12 Data beban SDB 2.2	34
Tabel 3.13 Data beban SDB 2.3	34
Tabel 3.14 Data beban SDB 2.4	34
Tabel 3.15 Data beban SDB 2.5	35
Tabel 3.16 Data beban DB 2.1	35
Tabel 3.17 Data beban PCM 2.1	35
Tabel 3.18 Data beban LVMDDB 3.0	35
Tabel 3.19 Data beban SDB 3.1	36
Tabel 3.20 Data beban LVMDDB 4.0	36
Tabel 3.21 Data beban SDB 4.1	36
Tabel 3.22 Data beban SDB 4.2	36
Tabel 3.23 Data beban LVMDDB 5.0	37
Tabel 3.24 Data beban SDB 5.1	37
Tabel 3.25 Data beban DB 5.1	37
Tabel 3.26 Data beban LVMDDB 6.0	37
Tabel 3.27 Data beban SDB 6.1	37
Tabel 3.28 Kapasitas reaktor pembatas arus	46
Tabel 4.1 Perbandingan arus hubung singkat LVMDDB <i>synchron</i>	54
Tabel 4.2 Perbandingan hasil arus kontribusi genset.....	55
Tabel 4.3 Data PLN	56
Tabel 4.4 Data 2 transformator Pabrik XYZ	56
Tabel 4.5 Data 3 generator Pabrik XYZ.....	56
Tabel 4.6 Data reaktor pembatas arus hubung singkat.....	57
Tabel 4.7 Data total beban listrik Pabrik	57
Tabel 4.8 Perbandingan hasil nilai arus hubung singkat LVMDDB <i>synchron</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Simulasi ETAP sebelum adanya reaktor.....	68
Lampiran 2 Simulasi ETAP sesudah adanya reaktor	69

