

TUGAS AKHIR

**ANALISA INRUSH CURRENT DAN TRANSIENT OVERVOLTAGE
TRANSFORMATOR 292 MVA DENGAN PENGUJIAN LINE CHARGING
STUDI KASUS PADA PLTGU CILEGON**

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



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Rizky Drajat Prabowo

NIM : 41419120164

Pembimbing : Ir. Badaruddin, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Drajat Prabowo

NIM : 41419120164

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Analisa Inrush Current Dan Transient Overvoltage
Transformator 292 MVA Dengan Pengujian Line
Charging Studi Kasus Pada PLTGU Cilegon

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

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

Penulis,



(Rizky Drajat Prabowo)

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA INRUSH CURRENT DAN TRANSIENT OVERVOLTAGE TRANSFORMATOR 292 MVA DENGAN PENGUJIAN LINE CHARGING STUDI KASUS PADA PLTGU CILEGON



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Rizky Drajat Prabowo

N.I.M : 41419120164

Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

MERCU BUANA

(Ir. Badaruddin, MT)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Haziq Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Analisa Inrush Current Dan Transient Overvoltage Transformator 292 MVA Pada Pengujian Line Charging”. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan mencapai derajat Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan, dukungan, dan doa yang diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir Eko Ihsanto, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memfasilitasi aktivitas perkuliahan, administrasi akademik, dan proses penelitian.
2. Bapak Ir. Badaruddin, M.Si. selaku pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, masukan, motivasi, dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc. selaku koordinator tugas akhir yang telah mengatur dan mengkoordinasi setiap proses mulai dari registrasi hingga sidang akhir.
4. Segenap staf dan pengajar di Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

5. Orang tua dan istri tercinta untuk doa, dukungan, semangat, motivasi, dan penguatan yang tak henti diberikan kepada penulis selama menempuh Pendidikan S1 Teknik Elektro ini.
6. Bapak Gunawan selaku Supervisor Pemeliharaan Listrik PT. Indonesia Power PLTGU Cilegon OMU yang telah banyak memberi informasi kepada penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
7. Teman-teman seperjuangan di Kelas Karyawan Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian dan penyusunan naskah ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan naskah tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun. Semoga naskah yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi kita semua.



Rizky Drajat Prabowo

ABSTRAK

Kehandalan sistem dan peralatan yang memberikan supply listrik kepada konsumen menjadi fokus utama dalam upaya penyediaan energi listrik. Untuk memastikan kehandalan tersebut dilakukan serangkaian pengujian dalam sistem kelistrikan, salah satu pengujian tersebut adalah pengujian line charging. Pengujian line charging adalah kondisi dimana mesin pembangkit beroperasi isolated untuk memberikan supply ke saluran transmisi, peralatan transmisi dan ke beban, dalam situasi yang dikondisikan. Peralatan penting yang memiliki kemungkinan failure dalam pengujian tersebut adalah transformator.

Dampak operasi transformator dalam pengujian line charging adalah terjadinya inrush current dan transient overvoltage. Hal tersebut memiliki potensi mengurangi kehandalan transformator. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai inrush current, transient overvoltage dan mengetahui dampaknya terhadap transformator dari data hasil simulasi pemodelan dan data aktual pengujian line charging.

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan inrush current dan transient overvoltage terbesar diperoleh dari pemodelan dengan metode switching pada 52L dengan nilai 6.56 kA dan 307.3 kV. Nilai transient overvoltage dari hasil simulasi menunjukkan hasil 2.5 kali dari tegangan nominalnya, hal ini jika dilakukan terus menerus akan menyebabkan kegagalan operasi transformator. Metode yang paling efektif untuk menurunkan inrush current adalah metode switching pada 52G dengan sequential switch, dengan metode ini didapatkan penurunan inrush current sebesar 83.6 % dari metode 52G.

Kata Kunci : Line charging, transformator, inrush current, transient overvoltage



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

The reliability of systems and equipment that provide electricity supply to consumers is the main focus in efforts to provide electrical energy, to ensure that reliability, a series of tests are carried out in the electrical system, one of these tests is line charging testing, line charging testing is a condition where the generating machine operates isolated for provide supply to transmission lines, transmission equipment and to loads, under conditioned situations. The important equipment that has the possibility of failure in the test is the transformer.

The impact of transformer operation in line charging testing is the occurrence of inrush current and transient overvoltage, this has the potential to reduce transformer reliability. This study was conducted to determine the value of inrush current, transient overvoltage and determine the impact on transformers from modeling simulation data and actual data of line charging tests.

Based on the results of the analysis, the largest inrush current and transient overvoltage were obtained from modeling with the switching method at 52L with a value of 6.56 kA and 307.3 kV. The transient overvoltage value from the simulation results shows a result of 2.5 times the nominal voltage. If it done continuously will cause the failure transformer operation. The most effective method to reduce the inrush current is the switching method on 52G with sequential switch, with this method the inrush current decreased by 83.6% from the 52G method.

Keywords : *Line charging, transformer, inrush current, transient overvoltage*



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.2. Definisi dan Prinsip Kerja Transformator.....	13
2.3. Inrush Current	24
2.4. Faktor yang mempengaruhi inrush current	28
2.5. Teknik Antisipasi Inrush Current.....	36
2.6. Dampak Negatif Inrush Current.....	39
2.7. Faktor Besarnya Durasi Inrush Current	40
2.8. Transient Overvoltage Pada Inrush Current.....	41
2.9. Model Subsistem dan Parameter	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1. Tempat dan Waktu	46
3.2. Tahap-Tahap Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1. Single Line Diagram PLTGU Cilegon.....	53
4.2. Spesifikasi Peralatan	54

4.3. Data Pengujian Line Charging.....	58
4.4. Pemodelan.....	59
4.5. Hasil Pemodelan.....	67
4.6. Analisa Hasil Pemodelan	75
BAB V PENUTUP.....	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Transformator tiga fasa tunggal dan trafo tiga fasa.....	16
Gambar 2.2. Tranformator Tiga Fase.....	17
Gambar 2.3. Arus Eddie dan arus yang diinduksi medan magnet	19
Gambar 2.4. Sirkulasi arus pada laminasi	20
Gambar 2.5. Kerapatan arus Eddie terinduksi.....	20
Gambar 2.6. Lingkaran hysteresis.....	22
Gambar 2.7. Kurva B-H untuk material	23
Gambar 2.8. Lilitan dan susunan inti pada trafo	24
Gambar 2.9. Magnetisasi inrush current	27
Gambar 2.10. Inrush Current pada dua kali fluks	28
Gambar 2.11. Inrush current pada fluks dua kali dan fluks sisa	29
Gambar 2.12. Waktu switching optimum untuk trafo.....	29
Gambar 2.13. Inrush current pada siklus pertama.....	30
Gambar 2.14. Fluks saturasi vs inrush current	31
Gambar 2.15. Efek saturasi inti pada tegangan sekunder	31
Gambar 2.16. Orientasi acak bidang mikroskopis	32
Gambar 2.17. Intensitas medan terhadap perubahan orientasi domain.....	33
Gambar 2.18. Kurva B-H pada berbagai material.....	33
Gambar 2.19. Intensitas medan terhadap permeabilitas fluks.....	34
Gambar 2.20. Contoh panjang inti	34
Gambar 2.21. Rangkaian daya fase tunggal dari inrush current limiter.....	37
Gambar 2.22. Metode kerja reactor DC	38
Gambar 2.23. Gelombang inrush current dan arus reactor DC.....	38
Gambar 2.24. Contoh rangkaian system	43
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....	47
Gambar 3.2. Single Line Diagram Output GT 1.1 Generator	50
Gambar 3.3. Flowchart Analisa	52
Gambar 4.1. Single Line Diagram PLTGU Cilegon.....	54
Gambar 4.2. Input Main Transformator	60
Gambar 4.3. Subsistem Alat Ukur Tegangan dan Arus	61

Gambar 4.4. Model Main Transformator dan Parameter	63
Gambar 4.5. Output Transformator.....	64
Gambar 4.6. Blok Circuit Breaker Timer.....	65
Gambar 4.7. Blok Breaker Sequential Switch.....	66
Gambar 4.8. Model Switching Pada 52G.....	67
Gambar 4.9. Inrush Current dengan Metode Switching Pada 52G.....	67
Gambar 4.10. Transient Voltage Dengan Metode Switching Pada 52G.....	68
Gambar 4.11. Model Switching Pada 52L	69
Gambar 4.12 Inrush Current Dengan Metode Switching Pada 52L	70
Gambar 4.13 Transient Voltage Dengan Metode Switching Pada 52L	70
Gambar 4.14 Model Switching Pada 52G Dengan Sequential Switch	71
Gambar 4.15 Inrush Current Metode Switching Pada 52G Dengan Sequential Switch.....	72
Gambar 4.16 Transient Voltage Metode Switching Pada 52G Dengan Sequential Switch.....	72
Gambar 4.17 Model Switching Pada 52G dan 52L Dalam Waktu Bersamaan .	73
Gambar 4.18 Inrush Current Metode Switching Pada 52G dan 52L Dalam Waktu Bersamaan	73
Gambar 4.19 Transient Voltage Metode Switching Pada 52G dan 52L Dalam Waktu Bersamaan.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jurnal Referensi.....	10
Tabel 2.2. Peringkat tegangan dan arus dari konfigurasi belitan transformator	18
Tabel 4.1. Spesifikasi Main Transformator, Unit Transformator dan Excitation Transformator GT 1.1. dan IB Transformator	55
Tabel 4.2. Spesifikasi Generator GT 1.1.....	56
Tabel 4.3. Spesifikasi Main Transformator GT 1.1	56
Tabel 4.4 Spesifikasi CB 52G.....	57
Tabel 4.5 Data Pengujian Line Charging.....	58
Tabel 4.6. Perbandingan Inrush Current dan Transient Overvoltage.....	75

