

SKRIPSI

**SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA
TRANSFORMATOR AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM ATP-EMTP**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :
BALQIS SAFARAH
03041181520039**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA
TRANSFORMATOR AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM ATP-EMTP**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Mendaftar Wisuda ke 143
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :
BALQIS SAFARAH
03041181520039**

Palembang, Juli 2019

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005**

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**

**M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197110012006041001**

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama: M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.

Tanggal : 29 / 7 / 2019

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Balqis Safarah
NIM : 03041181520039
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

**SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA
TRANSFORMATOR AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM ATP-EMTP**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengali media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Juli 2019


Balqis Safarah

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Balqis Safarah
NIM : 03041181520039
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ATP-EMTP” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya , Juli 2019

Balqis Safarah

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ATP-EMTP”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua (Ismirul Amri dan Jasnawati), Adik (Umayyah Senia dan Yauma Thariq) beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir, yang telah dan selalu memberikan bimbingan, nasehat, motivasi, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D yang telah memberi banyak arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
4. Dosen pembimbing akademik Bapak Djulil Amri S.T.,M.T, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Bapak Bambang, Bapak Anton, Bapak Sunu, Bapak A. Hakim, Bapak Khamid, Bapak Fikri, Bapak Joko, Bapak Aryanak, Bapak Nawawi selaku team PLN yang sudah turut membantu dalam memberikan bimbingan dan nasihat.
6. Team bimbingan tugas akhir, Rahmat Rizky, Arif Dwi Cahya, Ayu Yayang, Kak Gustiansyah, Nyoman yang sudah menemani dan mengerjakan tugas akhir ini.

7. Orang terdekat serta sahabat-sahabat penulis, M. Ridho Saputra Utama, Firda Ariati, Alvio Yunita, Grandis Nur Dayana, Ahmad Khairul Rizal, M. Nasihin Nur Permadi, M. Alfi Firrizky, Kak Maharani Muthia, Kak Ghina Altesa, Rizki Dinanda yang selalu mendukung penulis
8. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2015.
9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiviv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSAKA.....	6
2.1 Umum	6
2.1.1 Sistem Tenaga Listrik	6
2.1.2 Komponen Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2 Transformator	8
2.2.1 Jenis-Jenis Transformator	8
2.2.2 Bagian-Bagian Transformator.....	8
2.2.3 Kumparan Transformator.....	9
2.2.4 Susunan dan Penyambungan Kumparan Transformator.....	9
2.2.5 Hubung Transformator.....	10
2.2.6 Transformator Satu Fasa dan Transformator Tiga Fasa.....	13
2.3 Tegangan Lebih	13
2.3.1 Definisi Tegangan Lebih.....	13

2.3.2	Klasifikasi Tegangan Lebih	14
2.3.3	Penyebab Tegangan Lebih	15
2.3.4	Gelombang Surja.....	15
2.4	Gejala Transien dan <i>Switching</i>	16
2.4.1	Gejala Transien	16
2.4.2	<i>Switching</i>	16
2.5	Pelepasan Beban	17
2.6	Isolasi	18
2.6.1	Tingkat Isolasi.....	18
2.6.2	Isolasi Transformator	21
2.7	ATP-EMTP	21
2.7.1	Pendahuluan	21
2.7.2	Kemampuan ATP-EMTP	22
2.8	Penelitian-Penelitian Sebelumnya	24
BAB III	26
METODE PENELITIAN	26
3.1	ATP - EMTP	26
3.2	Simulasi dengan ATP-EMTP	26
3.3	Basis Penelitian.....	27
3.3.1	<i>Single Line Diagram</i>	27
3.3.2	Data Simulasi Penelitian	28
3.4	Pemodelan Komponen yang Digunakan	29
3.5	Pemodelan Rangkaian.....	35
3.5.1	Pemodelan Rangkaian Simulasi Pelepasan (<i>Switching</i>) Beban 3 Fasa Pada Sistem Interkoneksi	36
3.5.2	Pemodelan Rangkaian Simulasi Pelepasan (<i>Switching</i>) Beban Fasa A Pada Sistem Interkoneksi	37
3.5.3	Pemodelan Rangkaian Simulasi Pelepasan (<i>Switching</i>) Beban Fasa B Pada Sistem Interkoneksi	38
3.5.4	Pemodelan Rangkaian Simulasi Pelepasan (<i>Switching</i>) Beban Fasa C Pada Sistem Interkoneksi	39
3.6	Variabel yang Diamati	40
BAB IV	41
SIMULASI DAN ANALISA	41
4.1	Hasil Simulasi	41
4.1.1	Switching Beban 3 Fasa.....	41
4.1.1.1	Switching Beban 3 Fasa 8,45 MVA (10% dari Total Beban)....	41

4.1.1.2 Switching Beban 3 Phasa 16,9 MVA (20% dari Total Beban)....	43
4.1.1.3 Switching Beban 3 Phasa 25,35 MVA (30% dari Total Beban)..	44
4.1.1.4 Switching Beban 3 Phasa 33,80 MVA (40% dari Total Beban)..	45
4.1.1.5 Switching Beban 3 Phasa 42,25 MVA (50% dari Total Beban)..	46
4.1.1.6 Switching Beban 3 Phasa 50,70 MVA (60% dari Total Beban)..	47
4.1.1.7 Switching Beban 3 Phasa 59,15 MVA (70% dari Total Beban)..	48
4.1.1.8 Switching Beban 3 Phasa 67,60 MVA (80% dari Total Beban)..	48
4.1.1.9 <i>Switching</i> Beban 3 Phasa 76,05 MVA (90% dari Total Beban)..	49
4.1.2 Switching Beban Phasa A	50
4.1.2.1 Switching Beban Phasa A 8,45 MVA (10% dari Total Beban)...	50
4.1.2.2 Switching Beban Phasa A 16,90 MVA (20% dari Total Beban).	52
4.1.2.3 Switching Beban Phasa A 25,35 MVA (30% dari Total Beban).	53
4.1.2.4 Switching Beban Phasa A 33,80 MVA (40% dari Total Beban).	54
4.1.2.5 Switching Beban Phasa A 42,25 MVA (50% dari Total Beban).	55
4.1.2.6 Switching Beban Phasa A 50,70 MVA (60% dari Total Beban).	56
4.1.2.7 Switching Beban Phasa A 59,15 MVA (70% dari Total Beban).	57
4.1.2.8 Switching Beban Phasa A 67,60 MVA (80% dari Total Beban).	57
4.1.2.9 <i>Switching</i> Beban Phasa A 76, 05 MVA (90% dari Total Beban)	58
4.1.3 Switching Beban Phasa B	59
4.1.3.1 Switching Beban Phasa B 8,45 MVA (10% dari Total Beban)...	59
4.1.3.2 Switching Beban Phasa B 16,90 MVA (20% dari Total Beban)..	61
4.1.3.3 Switching Beban Phasa B 25,35 MVA (30% dari Total Beban)..	62
4.1.3.4 Switching Beban Phasa B 33,80 MVA (40% dari Total Beban)..	63
4.1.3.5 Switching Beban Phasa B 42,25 MVA (50% dari Total Beban)..	64
4.1.3.6 Switching Beban Phasa B 50,70 MVA (60% dari Total Beban)..	65
4.1.3.7 Switching Beban Phasa B 69,15 MVA (70% dari Total Beban)..	66
4.1.3.8 Switching Beban Phasa B 67,60MVA (80% dari Total Beban)..	66
4.1.3.9 <i>Switching</i> Beban Phasa B 76,05 MVA (90% dari Total Beban) .	67
4.1.4 Switching Beban Phasa C	68
4.1.4.1 Switching Beban Phasa C 8,45 MVA (10% dari Total Beban)...	68
4.1.4.2 Switching Beban Phasa C 16,90 MVA (20% dari Total Beban)..	70
4.1.4.3 Switching Beban Phasa C 23,35 MVA (30% dari Total Beban)..	71
4.1.4.4 Switching Beban Phasa C 33,80 MVA (40% dari Total Beban)..	72
4.1.4.5 Switching Beban Phasa C 42,25 MVA (50% dari Total Beban) .	73
4.1.4.6 Switching Beban PhasaC 50,70 MVA (60% dari Total Beban) .	74
4.1.4.7 Switching Beban Phasa C 59,15 MVA (70% dari Total Beban) .	75

4.1.4.8 Switching Beban Phasa C 67,60 MVA (80% dari Total Beban) .	75
4.1.4.9 <i>Switching</i> Beban Phasa C 76,05 MVA (90% dari Total Beban) .	76
4.2 Analisa Hasil Simulasi dan Pembahasan	77
4.2.1 Analisa Hasil Simulasi Pelepasan Beban 3 Phasa pada Sistem Interkoneksi.....	77
4.2.2 Analisa Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa A pada Sistem Interkoneksi.....	80
4.2.3 Analisa Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa B pada Sistem Interkoneksi.....	83
4.2.4 Analisa Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa C pada Sistem Interkoneksi.....	86
4.2 Analisa Hasil Simulasi Terhadap Tahanan Isolasi Transformator.....	89
BAB V	91
PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Single line</i> diagram sistem tenaga listrik secara sederhana.....	6
Gambar 2.2 Diagram Hubung Y-Y	10
Gambar 2.3 Diagram Hubung Δ - Δ	11
Gambar 2.4 Diagram Hubung Y- Δ	11
Gambar 2.5 Diagram Hubung Δ -Y	12
Gambar 3.1 Pemodelan Generator	30
Gambar 3.2 Parameter Generator pada ATPDraw.....	30
Gambar 3.3 Pemodelan Transformator.....	31
Gambar 3.4 Parameter Transformator pada ATPDraw.....	31
Gambar 3.5 Pemodelan Tiang dan kawat transmisi (LCC)	31
Gambar 3.6 Parameter LCC pada ATPDraw.....	32
Gambar 3.7 Pemodelan <i>Switch</i> 1phasa dan <i>Switch</i> 3 Phasa.....	32
Gambar 3.8 Parameter <i>Switch</i> 1phasa dan <i>Switch</i> 3 phasa	33
Gambar 3.9 Pemodelan Resistor dan RLC.....	33
Gambar 3.10 Parameter Resistor dan RLC	34
Gambar 3.11 Rangkaian Simulasi Pelepasan Beban 3 Phasa pada Sistem Interkoneksi	36
Gambar 3.12 Rangkaian Simulasi Pelepasan Beban Phasa A pada Sistem Interkoneksi	37
Gambar 3.13 Rangkaian Simulasi Pelepasan Beban Phasa B pada Sistem Interkoneksi	38
Gambar 3.14 Rangkaian Simulasi Pelepasan Beban Phasa C pada Sistem Interkoneksi	39
Gambar 4.1 Hasil Simulasi pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	42
Gambar 4.2 Hasil Simulasi pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	43
Gambar 4.3 Hasil Simulasi pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	51
Gambar 4.4 Hasil Simulasi pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	52
Gambar 4.5 Hasil Simulasi pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	60
Gambar 4.6 Hasil Simulasi pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	61
Gambar 4.7 Hasil Simulasi pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	69

Gambar 4.8 Hasil Simulasi pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	70
Gambar 4.9 Grafik pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	78
Gambar 4.10 Grafik pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	79
Gambar 4.11 Grafik pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	81
Gambar 4.12 Grafik pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	82
Gambar 4.3 Grafik pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	84
Gambar 4.14 Grafik pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	85
Gambar 4.15 Grafik pada Probe V1 (Sisi Sekunder Transformator).....	87
Gambar 4.16 Grafik pada Probe V2 (Sisi Primer Transformator).....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar tahanan tegangan isolasi untuk Kelas I.....	19
Tabel 2.2 Standar tahanan tegangan isolasi untuk Kelas II	20
Tabel 2.3 Jurnal Referensi	25
Tabel 3.1 Spesifikasi pada Generator Steam 1 PLTGU Keramasan.....	28
Tabel 3.2 Spesifikasi pada Generator Gas 1 PLTGU Keramasan	28
Tabel 3.3 Spesifikasi pada Transformator Daya Sector Pembangkit.....	29
Tabel 3.4 Variabel Beban.....	35
Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban 3 Phasa pada Probe V1	78
Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban 3 Phasa pada Probe V2	79
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa A pada V1	81
Tabel 4.4 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa A pada V2.....	82
Tabel 4.5 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa B pada V1	84
Tabel 4.6 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa B pada V2	85
Tabel 4.7 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa C pada V1	87
Tabel 4.8 Data Hasil Simulasi Pelepasan Beban Phasa C pada V2.....	88

ABSTRAK

**SIMULASI DAN ANALISA TEGANGAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR
AKIBAT PELEPASAN BEBAN DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM
ATP-EMTP**

(Balqis Safarah 03041181520039. 2019)

Transformator merupakan salah satu komponen dalam sistem tenaga listrik. Transformator berfungsi untuk mengatur tegangan dari energi listrik, dengan tujuan agar rugi-rugi daya yang terjadi dapat diminimalisir, sehingga energi listrik yang diterima konsumen dapat optimal. Namun penggunaan transformator pada sistem tenaga listrik belum dapat memastikan kehandalan yang besar pada sistem tersebut, terdapat banyak gangguan-gangguan yang dapat terjadi khususnya pada transformator. Gangguan tersebut seperti tegangan lebih (over voltage), timbulnya tegangan lebih (over voltage) dikarenakan sambaran petir dan pelepasan beban dengan cara operasi pensaklaran. Ketika terjadi pelepasan beban, tegangan pada transformator akan mengalami kenaikan secara tiba-tiba, baik disisi primer ataupun disisi sekunder tergantung dimana beban dilepaskan. Besar kenaikan tegangan juga berkorelasi dengan besar beban yang dilepaskan. Bila tegangan melampaui batas ketahanan isolasi pada transformator, maka transformator akan mengalami masalah internal yang dapat membuat transformator menjadi tidak handal dan dapat menyebabkan kerusakan pada transformator. Dalam penelitian ini simulasi yang dilakukan yaitu pelepasan beban 3 fasa dan pelepasan beban 1 fasa, dimana variabel yang diamati adalah kenaikan tegangan dengan perubahan variasi beban. Dari hasil penelitian ini diperoleh kenaikan tegangan tertinggi yang terjadi pada sisi sekunder transformator yaitu 51,453 kV dengan presentase kenaikan tegangan sebesar 81,91 % saat pelepasan beban fasa A 76,05 MVA dan kenaikan tegangan tertinggi yang terjadi pada sisi primer transformator yaitu 221,600 kV dengan presentase kenaikan tegangan sebesar 4,47 % saat pelepasan beban 3 fasa dan pelepasan beban fasa A senilai 76,05 MVA. Dimana tegangan lebih pada sisi sekunder transformator tersebut melewati batas tahanan tegangan isolasi sebesar 1,453 kV dan pada sisi primer transformator tegangan lebih tersebut masih dalam jangkauan tahanan tegangan isolasi.

Kata Kunci : Transformator, Tegangan Lebih, Pelepasan Beban, ATP-EMTP

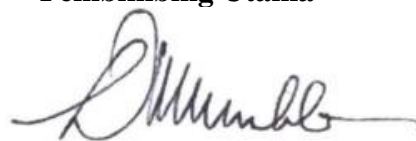
Palembang, Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama



M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197110012006041001

ABSTRACT

**SIMULATION AND ANALYSIS OF OVER VOLTAGE ON THE
TRANSFORMER DUE TO THE RELEASE OF THE LOAD USING THE ATP-
EMTP PROGRAM**

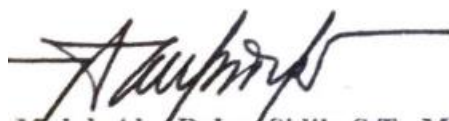
(Balqis Safarah 03041181520039. 2019)

Transformer is one component in the electric power system. The transformer serves to regulate the voltage from electrical energy, with the aim that the power losses that occur can be minimized, so that the electrical energy received by consumers can be optimal. However, the use of transformers in the power system has not been able to ensure great reliability in the system, there are many problems that can occur especially on the transformers. Such disturbances as over voltage, overvoltage due to lightning strikes and load release by switching operation. When the load is released, the voltage on the transformer will suddenly increase, either on the primary side or on the secondary side depending on where the load is released. The increase in voltage also correlates with the amount of load released. If the voltage exceeds the insulation resistance limit of the transformer, the transformer will experience internal problems that can make the transformer not reliable and can cause damage to the transformer. In this study, the simulation is the release of 3 phase load and release of 1 phase load, where the observed variable is the increase in voltage with changes in load variation. From the results of this study, the highest voltage increase that occurred on the transformer secondary side was 51,453 kV with a percentage increase in voltage of 81,91% during the release of phase load 76,05 MVA and the highest increase in voltage at the primary transformer is 221,620 kV with a percentage a voltage increase of 4,47% when releasing 3 phase loads and the release of A phase load worth 76,05 MVA. Dimana tegangan lebih pada sisi sekunder transformator tersebut melewati batas tahanan tegangan isolasi sebesar 1,453 kV dan pada sisi primer transformator tegangan lebih tersebut masih dalam jangkauan tahanan tegangan isolasi.

Keywords : Transformer, Overvoltage, Loss Load

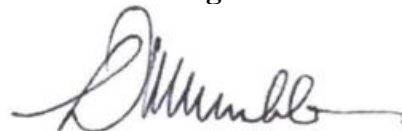
Palembang, Juli 2019

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**



M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197110012006041001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang, listrik telah menjadi kebutuhan untuk kelangsungan hidup manusia. Kebutuhan akan listrik terus meningkat dalam setiap tahunnya. Berbagai macam kebutuhan listrik digunakan dalam peralatan rumah tangga, peralatan industri dan sebagainya.

Sistem tenaga listrik dari pembangkitan sampai ke konsumen harus memiliki stabilitas baik agar tidak merugikan konsumen. Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan karakteristik sistem tenaga yang memungkinkan mesin bergerak serentak dalam sistem pada operasi normal dan dapat kembali dalam keadaan seimbang setelah terjadi gangguan [1]. Sehingga daya pembangkitan tenaga listrik dengan beban kebutuhan konsumen seimbang.

Salah komponen penting dalam sistem tenaga listrik yaitu transformator. Transformator berfungsi untuk mengatur tegangan dari energi listrik, dengan tujuan agar rugi-rugi daya yang terjadi dapat diminimalisir, sehingga energi listrik yang diterima konsumen dapat optimal. Namun penggunaan transformator pada sistem tenaga listrik belum dapat memastikan kehandalan yang besar pada sistem tersebut, terdapat banyak gangguan-gangguan yang dapat terjadi khususnya pada transformator.

Gangguan-gangguan tersebut seperti *undervoltage*, *overvoltage* dan lain-lain yang membuat sistem menjadi tidak handal. *Undervoltage* merupakan keadaan dimana tegangan turun secara tiba-tiba sampai dibawah rata-rata. *Undervoltage*

terjadi diakibatkan beban melebihi kapasitas sistem yang ada serta pengkawatan yang tidak baik pada sistem. *Overvoltage* atau tegangan lebih merupakan keadaan di mana tegangan naik secara tiba-tiba sampai di atas rata-rata. Penyebab tegangan lebih itu sendiri yaitu seperti akibat pelepasan beban secara tiba-tiba dengan cara operasi pensaklaran, sambaran petir dan lain-lain.

1.2 Perumusan Masalah

Ada banyak penyebab timbulnya tegangan lebih pada suatu komponen sistem tenaga listrik seperti sambaran petir dan pelepasan beban dengan cara operasi pensaklaran. Dimana tegangan lebih ini akan mempengaruhi komponen-komponen pada sistem tenaga listrik, salah contoh komponen yang dapat terdampak yaitu transformator.

Transformator terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Dimana tegangan pada masing-masing kumparan primer dan sekunder berbeda. Bila transformator *step up* maka tegangan kumparan primer lebih kecil daripada tegangan kumparan sekunder, dan sebaliknya bila transformator *step down* maka tegangan primer lebih besar daripada tegangan sekunder.

Ketika terjadi pelepasan beban, tegangan pada transformator akan mengalami kenaikan secara tiba-tiba, baik disisi primer ataupun disisi sekunder tergantung dimana beban dilepaskan. Besar kenaikan tegangan juga berkorelasi dengan besar beban yang dilepaskan. Bila tegangan melampaui batas ketahanan isolasi pada transformator, maka transformator akan mengalami masalah internal yang dapat membuat transformator menjadi tidak handal. Masalah internal tersebut seperti kemampuan isolasi transformator akan menurun, sehingga kemampuan transformator juga mengalami penurunan, dan semakin mengurangi umur transformator.

Sampai saat ini, masih sedikit literatur yang membahas bagaimana pengaruh yang ditimbulkan oleh tegangan lebih pada transformator. Sehingga perlu dilakukan pembahasan lebih lanjut mengenai pengaruh tegangan lebih pada transformator akibat pelepasan beban.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mensimulasikan dan menghitung berapa besar kenaikan tegangan lebih yang terjadi pada transformator akibat pelepasan beban.
2. Melakukan evaluasi tingkat ketahanan isolasi transformator ketika terjadi tegangan lebih akibat pelepasan beban dengan cara membandingkan data hasil dari simulasi dan tabel tahanan tegangan isolasi pada transformator.
3. Memastikan proteksi diperlukan atau tidak berdasarkan tingkat ketahanan isolasi transformator.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian pada tugas akhir ini:

1. Penelitian ini hanya mensimulasikan pelepasan beban dengan cara operasi pensaklaran (*switching*) menggunakan program ATP-EMTP.
2. Simulasi dilakukan tanpa memperhitungkan sistem proteksi yang ada.
3. Simulasi dilakukan dengan cara memasukan parameter sumber tenaga, transformator, saluran transmisi dan beban pada rangkaian sistem yang telah dibuat.

4. Analisa yang dilakukan terhadap parameter tegangan pada transformator dengan cara menganalisa hasil simulasi yang berupa grafik tegangan dan ketahanan isolasi transformator dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan data BSL (*Basic Switching Surge Level*) yang tersedia.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman terhadap tugas akhir ini, maka penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar teori mengenai sistem tenaga listrik, transformator, *overvoltage* (tegangan lebih), gelombang surja, gejala *transient*, gejala *switching*, isolasi, dan program ATP/EMTP.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang program ATP-EMTP, data-data yang diperlukan dalam proses penelitian, dan pemodelan komponen serta rangkaian yang digunakan .

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari simulasi yang dilakukan dengan menggunakan program ATP-EMTP dan analisa yang dilakukan terhadap simulasi tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. P. G. Arjana, P. Ontoseno, and A. Priyadi, "Analisis Stabilitas Transien Pada Sistem Tenaga Listrik dengan Mempertimbangkan Beban Non-Linear," *J.Teknik.Pomits.*, vol. I, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [2] A. Lidya, "Studi Aliran Daya Pada Sistem Kelistrikan Sumatera Bagian Utara (SUMBAGUT) 150 kV Dengan Menggunakan Software Powerlord Versi 17," *Singuda.Ensikom.*, vol. 11, no. 30, pp. 47–52, 2015.
- [3] Y. Warmi, *Analisa Sistem Tenaga*. Jakarta: Erlangga, 2014.
- [4] PT PLN (PERSERO), *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara, 2014.
- [5] P. B. Anugrah, "Simulasi dan Analisis Pengaruh Tegangan Lebih Impuls Pada Belitan Transformator Distribusi 20 KV," pp. 1–7, 2010.
- [6] S. Sudirham, *Analisis Sistem Tenaga*. Bandung: Darpublic, 2012.
- [7] I. Bayusari, "2.Jurnal_Rekayasa_sriwijaya_20_November_2011 (1).pdf," *J.Rekayasa.Sriwijaya.*, vol. 20, no. 3, pp. 42–48, 2011.
- [8] Y. Warmi and A. Efendi, "Pengaruh Surja Hubung Terhadap Tegangan Lebih Transien Pada Sistem Interkoneksi Sumatera Bagian Selatan Menggunakan Electromagnetic Transients Program (EMTP) Effect of Surge Voltage More Circuit Against Transients in Southern Sumatra interconnection Sys," *Poli.Rekayasa.*, vol. 6, no. 1, pp. 71–79, 2010.
- [9] A. A. Prayitno, Suhender, and Herunudin, "Analisis Arus Dan Tegangan Transien Akibat Pelepasan Beban Pada Sisi Primer Transformator Unit 5 , Unit 6 , dan Unit 7 Suralaya," *Setrum.*, vol. 2, no. 1, pp. 2301–4652, 2013.
- [10] A. Zaky and Waluyo, "Analisis Arus Transien Transformator Setelah Penyambungan Beban Gedung Serbaguna PT ' X ," " *J.Reka.Elkomika.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [11] Z. A. Rohman, "Analisis Arus Transien Pada Sisi Peimer Transformator Terhadap Pelepasan Beban Di Gardu Induk PLTU Gresik – Gardu Induk KRIAN Menggunakan Simulasi ATP / EMTP," pp. 1–6, 2011.
- [12] Hutaaruk, *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surya*. Jakarta, 1991.

- [13] M. Naidu, *High Voltage Engineering*. New York: Tata Mc. Graw-Hill Publishing Company Limited., 1995.
- [14] A. Arismunandar, *Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1982.
- [15] B. L. Tobing, *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta: Erlangga, 2012.
- [16] Supriono, *Buku ajar teknik tegangan tinggi*. Mataram: Universitas Mataram, 2014.
- [17] A. Senini, *Simulating Power Quality by ATP-EMTP*. Queensland: Departement of Computer Science & Electrical Engineering University of Queensland, 1998.