ANALISIS PENTANAHAN *DIRECT GROUNDING SYSTEM* (DGS) TERHADAP SAMBARAN PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN *ELECTROMAGNETIC TRANSIENT PROGRAM* (EMTP)

SKRIPSI

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

RIDHO AIRY AKBAR

NIM. D1021221091



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

ANALISIS PENTANAHAN *DIRECT GROUNDING SYSTEM* (DGS) TERHADAP SAMBARAN PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN *ELECTROMAGNETIC TRANSIENT PROGRAM* (EMTP)

SKRIPSI

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh:

RIDHO AIRY AKBAR

NIM. D1021221091

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Airy Akbar

NIM : D1021221091

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI ini yang berjudul "Analisis Pentanahan *Direct Grounding System* (Dgs) Terhadap Sambaran Petir Pada Sutt 150 kV Menggunakan *Electromagnetic Transient Program* (Emtp)" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 9 Juli 2026



Ridho Airy Akbar

NIM D1021221091

CERTIFICATE
BEBAS PLAGIARISME

No : 2026/CIB013/PFC5255

DIBERIKAN KEPADA

Ridho Airy Akbar, Danial, Managam Rajagukguk

TELAH MENULIS ARTIKEL ILMIAH DENGAN JUDUL :

ANALISIS PENTANAHAN DIRECT GROUNDING SYSTEM (DGS) TERHADAP SAMBARAN PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN ELECTROMAGNETIC TRANSIENT PROGRAM (EMTP)

PADA JURNAL :

Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi

*Kepadanya diberikan predikat **Sangat Baik** dengan Plagiarisme dibawah 20%. Sertifikat ini berlaku jika dilengkapi dengan LoA. Demikian untuk dipergunakan sebagaimana mestinya, dan akan diperbaiki jika terdapat kekeliruan.*

Telah ditandatangani secara elektronik

IWAN PAHLEVI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan Skripsi yang berjudul **"Analisis Pentanahan *Direct Grounding System* (Dgs) Terhadap Sambaran Petir Pada Sutt 150 kV *Menggunakan Electromagnetic Transient Program* (Emtp)"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura:

Nama	: Ridho Airy Akbar
NIM	: D1021221091
Jurusan	: Teknik Elektro
Prodi	: Sarjana Teknik Elektro
Konsentrasi	: Tegangan Tinggi

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswatersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 9 Juli 2026

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Ir. Danial, M.T., IPM.	Ir. Managam Rajagukguk, S.T., M.T., IPM.
NIP. 196202121992031002	NIP. 197211162000031001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENTANAHAN *DIRECT GROUNDING SYSTEM* (DGS) TERHADAP SAMBARAN PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN *ELECTROMAGNETIC TRANSIENT PROGRAM* (EMTP)

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi SarjanaTeknik Elektro

Oleh:

Ridho Airy Akbar
D1021221091

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 9 Juli 2026 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Danial, M.T., IPM NIP. 196202121992031002
Dosen pembimbing Kedua	: Ir. Managam Rajagukguk, S.T., M.T., IPM. NIP. 197211162000031001
Dosen Penguji Utama	: Prof. Dr. Eng.Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM. NIP. 196705271995011001
Dosen Penguji Kedua	: Dr. Ir. Usman A. Gani, ST, MT, IPM. NIP. 197002161995011001

Pontianak, 9 Juli 2026

Dekan

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.
NIP. 196742231992031002

Pembimbing Utama

Ir. Danial, M.T., IPM.
NIP. 196202121992031002

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya diberikan kesanggupan dan kemudahan sehingga mampu menyusun skripsi yang berjudul "Analisis Pentanahan *Direct Grounding System* (Dgs) Terhadap Sambaran Petir Pada Sutt 150 kV Menggunakan *Electromagnetic Transient Program* (Emtp)" ini dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengalami berbagai hambatan. Namun, semua hal itu dapat dilewati dengan pertolongan Allah Subhanahu Wa Ta'ala melalui bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Prof. Dr. Ing. Seno Darmawan. Panjaitan, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM, selaku Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Ir. Danial, M.T., IPM., selaku pembimbing utama yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Managam Rajagukguk, S.T., M.T., IPM., selaku pembimbing pendamping yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan masukan dan kritikan yang membangun untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Ir. Usman A. Gani, ST, MT, IPM. selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan masukan dan kritikan yang membangun untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Segenap Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan ilmu kepada penulis.
9. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik secara moral maupun materil.

10. Seluruh civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan dukungan moral kepada penulis.
11. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah banyak membantu baik moral dan materi dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
12. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Syarifah Aulia Amri atas dukungan, motivasi dan semangat yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah dibutuhkan penulis untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan pada skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Pontianak, 9 Juli 2026
Penulis,

Ridho Airy Akbar
NIM. D1021221091

ABSTRAK

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV berisiko tinggi mengalami kegagalan isolasi akibat sambaran petir. Penelitian ini menganalisis karakteristik tegangan puncak tower, perbandingan arus gangguan ke tanah antara sistem pentanahan *Direct Grounding System* (DGS) dan non-DGS, serta pengaruhnya pada parameter isolator menggunakan simulasi *Electromagnetic Transients Program* (EMTP) dengan injeksi arus petir 50 kA, 100 kA, dan 200 kA. Hasil simulasi menunjukkan implementasi DGS secara signifikan meningkatkan keandalan transmisi. Pada resistansi 10 Ω, DGS mereduksi tegangan surja puncak hingga 28% (2228,88 kV menjadi 1594,82 kV). DGS juga menaikkan efisiensi proteksi melalui pembagian jalur peluahan, sehingga arus gangguan ke tanah pada resistansi 1 Ω turun dari 169,610 kA menjadi 110,194 kA. Pada kondisi non-DGS, Tower 4 mengalami loncatan balik (*back flashover*) bersamaan pada Fasa S (1161,53 kV) yang melampaui nilai CFO aktual (1086,43 kV), serta Fasa T (1060,89 kV). Fasa T tetap gagal secara fisis akibat pengaruh tegangan jepit isolator, kondisi tegangan operasi AC sesaat, serta kecuraman gelombang kurva volt-waktu yang memicu stres dielektrik lebih besar. Sebaliknya, penerapan DGS berhasil mengondisikan Tower 3 dalam status "Aman" di mana tegangan seluruh fasa berada di bawah ambang batas CFO. Penggunaan DGS terbukti efektif mengeliminasi risiko kegagalan elektrik dan menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik.

Kata Kunci: SUTT 150 kV, *Direct Grounding System*, *Electromagnetic Transients Program*, Loncatan Balik Tegangan Loncatan Kritis.

ABSTRACT

The 150 kV High-Voltage Overhead Transmission Line (SUTT) faces high risks of insulation failure due to lightning strikes. This study analyzes tower peak voltage characteristics, compares ground fault currents between Direct Grounding System (DGS) and non-DGS grounding, and evaluates their impact on insulator parameters using Electromagnetic Transients Program (EMTP) simulations with lightning currents of 50 kA, 100 kA, and 200 kA. Simulation results show that DGS implementation significantly enhances transmission reliability. At a 10 Ω resistance, DGS reduces peak surge voltage by 28% (from 2228.88 kV to 1594.82 kV). DGS also improves protection efficiency via discharge path division, reducing ground fault current at 1 Ω from 169.610 kA to 110.194 kA. In the non-DGS configuration, Tower 4 experiences simultaneous back flashover on Phase S (1161.53 kV), exceeding the actual CFO (1086.43 kV), and Phase T (1060.89 kV). Phase T still suffers physical failure due to insulator gripping voltage, instantaneous AC power frequency voltage, and wave steepness on the volt-time curve, which induces greater dielectric stress. Conversely, DGS successfully secures Tower 3 in a "Safe" status, maintaining all phase voltages below the CFO threshold, effectively eliminating electrical breakdown risks and ensuring power supply continuity.

Keywords**:** *150 kV OHL*, *Direct Grounding System*, *Electromagnetic Transients Program*, *Back Flashover, Critical Flashover*.

DAFTAR ISI

PRAKATA iii
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
GLOSARIUM xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Pembatasan Masalah 3
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 6
2.2.1 Jenis Tower Menurut fungsi *6*
2.2.2 Tipe Tower *8*
2.3 Pentanahan (*Grounding*) 9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 12
3.1 Bahan Penelitian 12
3.2 Alat Yang Dipergunakan 12
3.3 Metode Penelitian 13
3.3.1 Studi Literatur *13*
3.3.2 Melakukan Perhitungan *14*
3.3.3 Melakukan Pemodelan Dan Pengolahan Data *15*
3.3.4 Perhitungan Tegangan puncak tower *23*
3.4 Variabel Dan Data 24
3.5 Metode Analisis 24

3.6 Diagram Alir Penelitian 25
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA 27
4.1 Pemodelan Sistem Transmisi Pada EMTP 27
4.2 Perhitungan Impedansi Tower 29
4.3 Pentanahan Kaki Tower 31
4.4 Impedansi DGS 33
4.5 Tegangan Puncak Tower 35
4.5.1 Tanpa DGS *35*
4.5.2 Dengan DGS *39*
4.5.3 Perbandingan Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS dan Tower Dengan DGS *44*
4.6 Arus Gangguan ke Tanah 46
4.6.1 Tanpa DGS *46*
4.6.2 Dengan DGS *47*
4.6.3 Perbandingan Arus Gangguan ke Tanah Pada Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS *48*
4.7 Isolator Tower 50
4.7.1 Tanpa DGS *50*
4.7.2 Dengan DGS *56*
4.8 Analisis Hasil……...61
BAB V PENUTUP 67
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiang Penegang 6
Gambar 2.2 Tiang Penyangga 6
Gambar 2.3 Tiang Transposisi 7
Gambar 2.4 Tiang Portal 7
Gambar 2.5 Tiang Kombinasi 8
Gambar 2.6 Desain DGS 10
Gambar 3. 1 Pemodelan Tower Transmisi 15
Gambar 3.2 Model Tower Pada EMTP 16
Gambar 3.3 Air Gap dan Leader 17
Gambar 3.4 Model Pentanahan Pada EMTP 18
Gambar 3.5 Model Konduktor Pada EMTP 19
Gambar 3.6 Model DGS Pada EMTP 20
Gambar 3.7 Komponen Sambaran Petir 21
Gambar 3.8 Data dan format exel Pemodelan Sambaran Petir 22
Gambar 3.9 Simulasi EMTP 23
Gambar 3.10 Scope View 23
Gambar 4. 1 Pemodelan Sistem Transmisi 27
Gambar 4. 2 Pemodelan Sambaran Petir Pada Sistem Transmisi Tanpa DGS 28
Gambar 4. 3 Pemodelan Sambaran Petir Pada Sistem Transmisi Dengan DGS 29
Gambar 4. 4 Tower AA 29
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dengan Resistansi Pentanahan 1 Ohm 37
Gambar 4.6 Grafik Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dengan Resistansi Pentanahan 5 Ohm 38
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm 38
Gambar 4.8 Grafik Tegangan Puncak Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 1 Ohm 41
Gambar 4.9 Grafik Tegangan Puncak Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 5 Ohm 42

Gambar 4.10 Grafik Tegangan Puncak Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm 42
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 1 Ohm 44
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 5 Ohm..... 44
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Tegangan Puncak Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm..... 45
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Arus Gangguan ke Tanah Pada Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 1 Ohm 48
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Arus Gangguan ke Tanah Pada Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 5 Ohm 48
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Arus Gangguan ke Tanah Pada Tower Tanpa DGS Dan Tower Dengan DGS Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm 49
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Arus Pada Isolator Pada Tower Tanpa DGS Line 1 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 51
Gambar 4.18 Hasil Simulasi Arus Pada Isolator Pada Tower Tanpa DGS Line 2 Dengan resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 52
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Tegangan Pada Isolator Tower Tanpa DGS Line 1 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 53
Gambar 4.20 Hasil Simulasi Tegangan Pada Isolator Tower Tanpa DGS Line 2 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 54
Gambar 4.21 Hasil Simulasi Arus Pada Isolator Tower Dengan DGS Line 1 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 57

Gambar 4.22 Hasil Simulasi Arus Pada Isolator Tower Dengan DGS Line 2 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 58
Gambar 4.23 Hasil Simulasi Tegangan Pada Isolator Tower Dengan DGS Line 1 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 59
Gambar 4.24 Hasil Simulasi Tegangan Pada Isolator Tower Dengan DGS Line 1 Dengan Resistansi Pentanahan 10 Ohm Dan Arus Sambaran Petir 200 kA..... 60
Gambar 4. 1 Hasil Tegangan Puncak Pada Tower Tanpa DGS dan Tower Dengan DGS……...…...63
Gambar 4. 26 Hasil Arus Gangguan Ke Tanah Pada Tower Tanpa DGS dan Tower Dengan DGS……64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Tower 8
Tabel 2.2 Nilai Tahanan Jenis Tanah 9
Tabel 3.1 Area Criterion Model 17
Tabel 4. 1 Spesifikasi tower 30
Tabel 4. 2 Spesifikasi kabel downconductor 34
Tabel 4. 3 Nilai Hasil Perhitungan Dan Simulasi Tower Tanpa DGS 37
Tabel 4. 4 Nilai Hasil Perhitungan Dan Simulasi Tower Dengan DGS 41
Tabel 4. 5 Nilai Arus gangguan ke tanah Pada Tower Tanpa DGS 46
Tabel 4. 6 Nilai Arus gangguan ke tanah Pada Tower Dengan DGS 47
Tabel 4. 7 Kondisi Isolator Tower Tanpa DGS 50
Tabel 4. 8 Kondisi Isolator Tower Dengan DGS 56
Tabel 4.9 Hasil Simulasi Semua Parameter Surja Petir pada Tower Tanpa DGS dan Dengan DGS……...62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Tower Tanpa DGS…….A-1
LAMPIRAN B. Tower Dengan DGS.....B-1

GLOSARIUM

Back Flashover	Fenomena lompatan api balik yang terjadi ketika petir menyambar kawat tanah (*ground steel wire*), namun karena tahanan pentanahan kaki menara tinggi, tegangan pada menara melonjak melebihi kekuatan isolator, menyebabkan kegagalan isolasi dari menara ke kawat fasa.
Direct Grounding System (DGS)	Sistem pentanahan langsung di mana bagian konduktif terbuka atau titik netral dari suatu sistem kelistrikan dihubungkan langsung ke bumi/tanah tanpa melalui hambatan (resistor) atau reaktansi (induktor) tambahan.
Electromagnetic Transient Program (EMTP)	Perangkat lunak simulasi berbasis komputer yang digunakan untuk menganalisis fenomena transien elektromagnetik dan kondisi dinamis pada sistem tenaga listrik.
GSW	Kawat yang dipasang di bagian paling atas menara SUTT yang berfungsi untuk melindungi kawat fasa dari sambaran petir langsung (*shielding failure*).
SUTT	Saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat penghantar di udara dengan tegangan operasi antara 35 kV sampai dengan 245 kV (dalam konteks ini spesifik 150 kV).
Sambaran Langsung *(Direct Strike)*	Fenomena petir yang menyambar langsung pada kawat fasa atau kawat tanah pada jalur transmisi.
Critical Flashover (CFO)	Nilai tegangan impuls yang memiliki probabilitas atau kemungkinan sebesar 50% untuk menyebabkan kegagalan isolasi (kebocoran arus) pada suatu peralatan isolasi udara (insulator). Istilah ini juga sering disebut sebagai V_{50} atau U_{50}.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transmisi tenaga listrik adalah proses penyaluran daya dari pembangkit menuju pusat distribusi hingga ke konsumen dengan menjaga stabilitas dan kontinuitas aliran. Sistem transmisi digunakan karena besarnya daya yang harus disalurkan serta jarak yang jauh antara pembangkit dan pusat beban. Untuk mengurangi rugi-rugi akibat jatuh tegangan, penyaluran dilakukan dengan tegangan tinggi, yang diklasifikasikan menjadi transmisi tegangan tinggi, ekstra tinggi, dan ultra tinggi. Saluran transmisi memiliki karakteristik dinamis yang dapat berubah sesuai kondisi sistem, sehingga berpotensi menimbulkan masalah bila tidak diantisipasi. Oleh karena itu, sistem proteksi pada transmisi harus diperhatikan secara serius karena perannya sangat vital dalam keandalan penyaluran daya listrik [1].

Petir merupakan salah satu faktor utama penyebab gangguan dalam sistem tenaga listrik, terutama pada saluran transmisi yang paling sering terkena dampaknya. Akibatnya, petir kerap menimbulkan masalah pada kinerja saluran transmisi. Gangguan tersebut dapat muncul akibat sambaran langsung (*direct strike*) maupun sambaran tidak langsung (*indirect strike*), yang keduanya dapat menghambat penyaluran daya listrik. Pada saluran udara tegangan tinggi, gangguan umumnya lebih banyak disebabkan oleh sambaran langsung (*direct strike*), sedangkan pengaruh sambaran tidak langsung (*indirect strike*) relatif kecil terhadap keandalan sistem. Sambaran langsung (*direct stroke*) lebih berpengaruh terhadap saluran udara tegangan menengah. [3].

Untuk meminimalisir dampak sambaran petir, diterapkan sistem proteksi petir yang salah satunya adalah sistem pentanahan (*grounding system).* DGS (*direct ground system*) merupakan salah satu proteksi penting pada tower SUTT/SUTET untuk menjaga stabilitas dan kontinuitas penyaluran listrik, dimana 1 DGS berfungsi sebagai pengaman *body* tower dari tegangan lebih yang disebabkan oleh surja petir. DGS ditempatkan pada posisi paling atas pada tower SUTT/SUTET dengan tujuan sambaran pertama dari surja petir yang akan dibuang langsung ke arde/pentanahan [1].

Dalam perkembangan teknologi analisis sistem tenaga, aplikasi *electromagnetic transients program* (EMTP) banyak dimanfaatkan untuk melakukan simulasi gangguan listrik. EMTP mampu memodelkan fenomena transien elektromagnetik secara detail, termasuk efek dari sistem pentanahan. Oleh karena itu, pemanfaatan EMTP dalam menganalisis pentanahan DGS menjadi sangat relevan, khususnya untuk mengetahui bagaimana sistem merespon sambaran petir.

Dengan demikian, penelitian mengenai analisis pentanahan *direct grounding system* menggunakan simulasi EMTP diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai keunggulan maupun keterbatasan dari metode pentanahan ini. Hasil analisis dapat menjadi pertimbangan penting dalam perancangan maupun pengoperasian sistem tenaga listrik, khususnya pada saluran transmisi tegangan tinggi yang sangat rentan terhadap gangguan petir.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perbandingan tower dengan pentanahan *direct grounding system* (DGS) dan tower tanpa *direct grounding system* (DGS) dengan melihat tegangan puncak pada tower, arus gangguan ke tanah dan arus pada isolator-nya, yang berdasarkan hasil simulasi menggunakan aplikasi *electromagnetic transient program* (EMTP).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan tower dengan pentanahan *direct grounding system* (DGS) dan tower tanpa *direct grounding system* (DGS) dengan melihat tegangan puncak pada tower, arus gangguan ke tanah dan arus pada isolator, yang berdasarkan dengan bantuan simulasi menggunakan aplikasi *electromagnetic transients program* (EMTP). Melalui simulasi ini diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai karakteristik arus gangguan ke tanah, respon sistem terhadap gangguan, serta sejauh mana DGS mampu meningkatkan keandalan dan keamanan jaringan tenaga listrik.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan terarah, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis sistem pentanahan yang ditinjau adalah *system direct grounding* (DGS).
2. Objek penelitian difokuskan pada SUTT 150 kV, tanpa membahas tegangan lain.
3. Sumber gangguan yang dianalisis hanya berasal dari sambaran langsung petir.
4. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak EMTP (*electromagnetic transient program)*.
5. Objek yang dianalisis terbatas pada tegangan puncak tower, arus gangguan yang mengalir ke tanah dan arus yang muncul pada isolator.
6. Penelitian hanya menganalisis kondisi transien jangka pendek, sehingga fenomena jangka panjang seperti pemanasan isolator, degradasi material, atau efek termal tidak dimasukkan dalam cakupan penelitian.
7. Jenis konstruksi penyangga saluran udara yang dianalisis dibatasi pada tower tipe AA2+0.
8. Tipe pentanahan kaki tower dan pentanahan *direct grounding system* (DGS) yang digunakan dispesifikasikan menggunakan metode pentanahan elektroda batang (*rod*).

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun untuk penulisan skripsi ini berdasarkan sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisi kajian terdahulu, tipe dan jenis tower SUTT, pentahahan kaki tower, *direct grounding system* dan *electromagnetic transient program*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan pengumpulan data, perhitungan pentanahan kaki tower, perhitungan model DGS, simulasi menggunakan *software electromagnetic transient program* dan perhitungan tegangan puncak tower.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA

Bab ini berisikan perhitungan impedansi tower, pentanahan tower dan impedansi DGS. serta hasil simulasi dan analisis tegangan puncak tower, arus gangguan ke tanah pada tower dan arus pada isolator.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran, yaitu merupakan inti dari keseluruhan serta persoalan yang dibahas pada bab-bab sebelumnya dan beberapa saran perbaikan untuk kesempurnaan skripsi ini.