



**ANALISIS KEGAGALAN DAN OPTIMASI SISTEM PROTEKSI PETIR  
DENGAN METODE SUDUT PERLINDUNGAN DAN BOLA BERGULIR  
( STUDI KASUS GEDUNG UPT-TI UNIVERSITAS JEMBER )**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Sony Purnomo  
NIM 091910201069**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISIS KEGAGALAN DAN OPTIMASI SISTEM PROTEKSI PETIR  
DENGAN METODE SUDUT PERLINDUNGAN DAN BOLA BERGULIR  
( STUDI KASUS GEDUNG UPT-TI UNIVERSITAS JEMBER )**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Elektro  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh  
**Sony Purnomo**  
**NIM 091910201069**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibu tercinta yang memberiku motivasi serta banyak memberikan saya dukungan spiritual maupun material.
2. Teman-teman seperjuanganku, Teknik Elektro 2009 (SAK LAWASE TETEP DULUR) dan, terima kasih untuk kalian semua yang selalu mendukungku
3. Dan Orang – orang yang menyayangiku

## MOTO

*“ hai orang –orang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu “. ( QS. Muhammad : 7 )\**

*“hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.” (QS. Al baqarah: 153) \**

*“ banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah ( Thomas Alva Edison )*

---

<sup>1</sup> \*) Departemen Agama Republik Indonesia, 1998. Al Qur'an dan Terjemahannya. ASY –SYIFA', Semarang

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sony Purnomo

NIM : 091910201069

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proposal skripsi yang berjudul “ ANALISIS KEGAGALAN DAN OPTIMALISASI SISTEM PROTEKSI PETIR DENGAN METODE SUDUT PERLINDUNGAN DAN BOLA BERGULIR (STUDI KASUS GEDUNG UPT-TI UNIVERSITAS JEMBER)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2013  
Yang menyatakan,

Sony Purnomo  
NIM 091910201069

## **SKRIPSI**

ANALISIS KEGAGALAN DAN OPTIMASI SISTEM PROTEKSI PETIR DENGAN  
METODE SUDUT PERLINDUNGAN DAN BOLA BERGULIR  
( STUDI KASUS GEDUNG UPT-TI UNIVERSITAS JEMBER )

Oleh

Sony Purnomo  
NIM 091910201069

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setiawan ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Suprihadi Prasetyono ST., MT.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Kegagalan Dan Optimasi Sistem Proteksi Petir Dengan Metode Sudut Perlindungan Dan Bola Bergulir (Studi Kasus Gedung Upt-Ti Universitas Jember)*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Jumat, 27 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

PembimbingUtama,

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.  
NIP19800610 200501 1 003

PembimbingAnggota,

SuprihadiPrasetyono,ST., MT.  
NIP19700404199601 1 001

Penguji I,

H. SamsulBachriMasmachofari ST., M.MT.  
NIP19640317 199802 1 001

Penguji II,

Dr. Bambang Sri Kaloko,ST., MT.  
NIP19710402200312 1 001

Mengesahkan,  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT  
NIP. 19610414 198902 1 001

*Analisis Kegagalan Dan Optimasi Sistem Proteksi Petir Dengan Metode Sudut  
Perlindungan Dan Bola Bergulir (Studi Kasus Gedung UPT-TI Universitas Jember)  
Failure Analysis and Optimization of Lightning Protection Systems Protection Angle  
Method And Ball Rolling (Case Study House UPT-IT University of Jember)*

**Sony purnomo**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk indonesia yang menyebabkan sempitnya lahan, sehingga pembangunan di Indonesia cenderung bertingkat, sehingga dengan adanya pembangunan gedung bertingkat maka permasalahan mengenai keamanan bangunan menjadi penting untuk diperhatikan, karena bangunan bertingkat lebih rawan mengalami gangguan, baik gangguan secara mekanik maupun gangguan alam. Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah terkena sambaran petir, untuk mengatasi hal ini maka yang perlu dilakukan adalah dengan memberikan perlindungan bangunan baik dari luar ruangan ataupun didalam ruangan atau sistem proteksi petir (SPP). Metode sudut lindung dan bola bergulir adalah suatu metode yang bisa memberikan perlindungan eksternal dengan cara penempatan finial yang tepat, sehingga dari metode ini akan diperoleh sudut proteksi yang tepat. Dari hasil penelitian di gedung UPT-TI ternyata masih terdapat sisi gedung dan menara yang tidak terlindungi, hal ini karena penempatan finial yang tidak tepat serta tidak adanya finial yang terpasang pada gedung kedua, sedangkan untuk proteksi internalnya perlu ditambahkan ikatan penyama potensial (IPP) pada lantai pertama.serta diperoleh jarak yang aman antara SPP ke konduktor di dalam bangunan sebesar 0,88 m.

**Kata kunci:** SPP, metode sudut lindung, metode bola bergulir, IPP



*Analisis Kegagalan Dan Optimasi Sistem Proteksi Petir Dengan Metode Sudut Perlindungan Dan Bola Bergulir (Studi Kasus Gedung UPT-TI Universitas Jember)*  
*Failure Analysis and Optimization of Lightning Protection Systems Protection Angle Method And Ball Rolling (Case Study House UPT-IT University of Jember)*

**Sony purnomo**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

### **ABSTRACT**

*Along with the rapid population growth in Indonesia that led to narrowness of the land, so development in Indonesia tend to rise, so that with the construction of the buildings on building security issues become important to note, because the buildings more vulnerable to disruption, either mechanical disruption or natural disturbances. One of the frequent natural disturbances are exposed to lightning strikes, to overcome this, you need to do is to provide better protection of buildings from outdoors or indoors or lightning protection system (SPP). Method protected corner and the ball rolling is a method that can provide external protection by placing proper finial, so that will be obtained from this method of protection right corner. From the results of the research in-house UPT-TI was still there and the tower side of the building that is not protected, it is due to improper placement of the finial and the absence finial attached to a second building, while the internal protection needs to be added to the equalizing bonding potential (IPP) on obtained pertama.serta floor safe distance between the SPP to the conductor in the building of 0.88 m.*

*Keywords: SPP, protection angle method, method the ball rolling, IPP*

## RINGKASAN

### **Analisis Kegagalan Dan Optimasi Sistem Proteksi Petir Dengan Metode Sudut Perlindungan Dan Bola Bergulir (Studi Kasus Gedung UPT-TI Universitas Jember);**

Sony Purnomo, 091910201069; 2013; Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam pembangunan gedung – gedung baru, cenderung gedung bertingkat hal ini karena semakin sempitnya lahan tanah. Namun disisi lain, dengan semakin banyak berdirinya bangunan bertingkat, beberapa permasalahan mengenai keamanan bangunan menjadi penting untuk diperhatikan, karena bangunan bertingkat lebih rawan mengalami gangguan, baik gangguan secara mekanik maupun gangguan alam. Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Di gedung UPT-TI sendiri juga sangat rawan akan terkena sambaran petir, berdasarkan data yang diperoleh gedung UPT-TI sangat membutuhkan sekali system proteksi petir dengan efisiensi 0,87 sehingga gedung UPT-TI memiliki tingkat kebutuhan akan proteksi petir pada tingkat proteksi ke III apalagi dengan adanya bangunan menara BTS yang memiliki tingkat proteksi yang I, oleh karena itu agar gedung UPT-TI tidak mengalami kegagalan lagi karena sambaran petir dan untuk lebih mengamankan gedung UPT-TI dari imbasan atau induksi dari gedung yang lainnya maka perlu dilakukan evaluasi serta memaksimalkan system proteksi petir.

Untuk mengevaluasi dan memaksimalkan system proteksi petir yang sudah terpasang maka kita gunakan metode sudut perlindungan dan bola bergulir, karena dengan metode tersebut kita bisa mengevaluasi system proteksi eksternal, fungsi dari kedua metode ini untuk menentukan penempatan dan ketinggian finial yang tepat, selain menggunakan metode tersebut kita juga mengukur tahanan pbumian yang digunakan sebagai *grounding*, serta mengevaluasi system proteksi internal dengan mngetahui penggunaan arrester dan ikatan penyama potensial.

Dari hasil analisis diperoleh gedung UPT-TI dengan jumlah final yang terpasang ternyata masih belum cukup melindungi sisi dari gedung, ha ini dikarenakan penempatan yang kurang tepat, selain itu finial yang terpasang pada menara BTS juga kurang tepat sehingga perlu diperbaiki, dan pemasangan finial pada gedung kedua sebanyak 3 buah, finial tengah dengan tinggi 2,5 meter dan sisi kanan kiri dengan tinggi 2 meter dan jarak antara finial 7,70 meter, untuk system grounding yang digunakan sudah cukup baik dengan nilai tahanan sebesar  $1,6 \Omega$ , sedangkan untuk system proteksi internalnya perlu penambahan ikatan penyama potensial pada lantai pertama serta diperoleh jarak antara konduktor dan SPP senilai 0,88 m

## SUMMARY

### ***Failure Analysis and Optimization of Lightning Protection Systems Protection Angle Method And Ball Rolling (UPT- IT Building Case Study Jember University);***

Sony Purnomo, 091910201069; 2013; *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.*

*In the construction of buildings - new buildings, buildings tend to this as the limited land. On the other hand, with the more establishment-rise buildings, several issues regarding the building security is important to note, because the buildings more vulnerable to disruption, either mechanical disruption or natural disturbances. One of the frequent natural disturbances are lightning strikes, either directly or indirectly.*

*In UPT-TI building itself is also very prone to lightning strikes hit, according to data obtained UPT-TI building in desperate need of all lightning protection system with an efficiency of 0.87 so that the building UPT-TI has the level of need for lightning protection on the level of protection to III let alone with the BTS tower building which has a level of protection that I, therefore, order the building UPT-TI no longer fail due to lightning strikes and to better secure the building of the contagious nature of UPT-TI or induction of other buildings it is necessary to evaluate and maximize system lightning protection.*

*To evaluate and maximize the lightning protection system is installed then we use the method of protection corner and the ball rolling, because with this method we can evaluate external protection system, the functions of these two methods to determine the placement and height of the right finial, in addition to using the methods we also measure the grounding resistance is used as grounding, as well as evaluating the internal protection system with mngetahui use of arresters and potential equalizing bonding.*

*Analysis of the results obtained UPT-IT building with attached final number was still not enough to protect the side of the building, ha this is because the lack of proper placement, in addition to the finial is attached to its base stations are also less precise that need fixing, and mounting finial on building the second 3 pieces, the center finial with 2.5 meter high and left the right side with 2 meter high and 7.70 meter distance between the finial, which is used for system grounding is good enough with resistance value of 1.6  $\Omega$ , while for the system internal protection need additional potential equalizing bonding on the first floor as well as the distance between the conductor and the obtained SPP worth 0.88 m*

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Analisis Kegagalan Dan Optimasi Sistem Proteksi Petir Dengan Metode Sudut Perlindungan Dan Bola Bergulir (Studi Kasus Gedung Upt-Ti Universitas Jember)* ”. Skripsi ini mempunyai beban 4 SKS (Satuan Kredit Semester) dan disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam terselesaikannya skripsi ini penulis tidak terlepas dari segala bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan karunia dan rahmatnya untuk kita semua
2. Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga besarnya dan para sahabatnya.
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
4. Bapak Sumardi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember serta sebagai Dosen Penguji I.
5. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember.
6. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Suprihadi Prasetyono, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini
8. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro.
9. Keluargaku yang selama ini selalu memberiku motivasi serta banyak memberikan saya dukungan spiritual maupun material.

10. Teman-teman seperjuanganku, Teknik Elektro 2009 (SAL LAWASE TETEP DULUR) dan, terima kasih untuk kalian semua.
11. Devi Indra Sari yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini
12. Semua pihak yang telah membantu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan menyadari adanya kekurangan serta jauh dari kesempurnaan skripsi ini, baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca.

Jember, Oktober 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>JUDUL</b>	
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xi</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Petir .....	5
2.2 Proses Terjadinya Petir .....	7
2.3 Hari Guruh .....	10
2.4 Besarnya Kebutuhan Bangunan Sistem Proteksi Petir.....	10

2.5	Elevasi Tegangan.....	22
2.6	Kerusakan akibat Petir.....	23
2.7	Zona proteksi petir (ZPP).....	24
2.8	Proteksi Eksternal.....	26
2.9	Sistem Proteksi Petir Internal.....	30
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Lokasi Dan Tempat Penelitian .....	37
3.2	Tahapan Perencanaan .....	37
3.3	Metode Penelitian .....	37
3.4	Analisis data .....	38
3.5	Diagram Alir Penelitian .....	43
3.6	Cara Kerja Metode Sudut Perlindungan.....	44
3.7	Cara Kerja Metode Bola Bergulir .....	45
<b>BAB 4. ANALISIS DAN HASIL</b>		
4.1	Perkiraan Resiko Gedung UPT-TI Universitas Jember.....	47
4.2	Data menara BTS PT.Smartfren Telecom Tbk (FREN) Pada tahun 2012.....	53
4.3	Data menara BTS PT.Smartfren Telecom Tbk (FREN) Pada tahun 2013 .....	58
4.4	Analisis SPP eksternal.....	59
4.5	Analisis Proteks internal.....	63
4.6	Sistem pembumian.....	68
4.7	Perbaikan dan Optimasi.....	70
<b>BAB 5. PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>76</b>
<b>LAMPIRAN -LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tipe Awan Ke Tanah .....	5
2.2 Tipe Petir Dalam Awan .....	6
2.3 Tipe awan ke awan .....	6
2.4 Tipe awan ke udara .....	7
2.5 Downward leader .....	8
2.6 Upward leader .....	9
2.7 Contoh kerusakan akibat petir .....	23
2.8 Contoh untuk pembagian bangunan gedung kedalam beberapa ZPP dan pengikatan yang sesuai .....	25
2.9 Sistem Perlindungan Petir Eksternal .....	26
2.10 Metode Sudut Proteksi .....	27
2.11 Metode bola bergulir .....	28
2.12 Kedekatan instalasi ke SPP. Nilai koefisien $kc$ dalam konfigurasi satu dimensi .....	33
2.13 Kedekatan instalasi ke SPP. Nilai koefisien $kc$ dalam konfigurasi dua dimensi .....	34
2.14 Kedekatan instalasi ke SPP. Nilai koefisien $kc$ dalam konfigurasi dua dimensi .....	34
2.15 Arester OBO V25-C .....	35
3.1 Gedung UPT-TI .....	40
3.2 Gedung UPT-TI tampak depan .....	41
3.3 Denah gedung UPT-TI tampak depan .....	42
3.4 Diagram Alir proses penelitian .....	43

3.5 Ruang proteksi konvensional .....	44
3.6 Daerah yang terlindungi oleh konduktor terminasi udara .....	44
3.7 Konsep ruang proteksi menurut elektromeometri model.....	45
3.8 Garis sambar suatu lidah petir untuk arus petir tertentu .....	46
4.1 Penerapan metode sudut lindung .....	59
4.2 Tampak samping .....	60
4.3 Penerapan metode bola bergulir .....	61
4.4 Tampak samping .....	62
4.5 Penerapan metode bola bergulir pada menara BTS .....	62
4.6 Tampak samping .....	63
4.7 Pembagian ZPP UPT-TI di lantai bawah .....	64
4.8 IPP yang digunakan pada perangkat database .....	66
4.9 Arrester yang mengalami kerusakan .....	67
4.10 Arrester yang sekarang .....	68
4.11 Pengukuran menggunakan <i>earth tester</i> .....	69
4.12 Bak control UPT-TI .....	70
4.13 Sudut proteksi dengan sudut perlindungan setelah diperbaiki .....	71
4.14 Sudut proteksi dengan bola bergulir setelah diperbaiki .....	72
4.15 Sudut proteksi dengan bola bergulir setelah diperbaiki pada menara BTS...	73
4.16 Pembagian beberapa ZPP dan pengikatan yang sesuai .....	74

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1 Indeks A : Bahaya Berdasarkan Jenis Bangunan.....	10
2.2 Indeks B : Bahaya Berdasarkan Konstruksi Bangunan.....	11
2.3 Indeks C : Bahaya Berdasarkan Tinggi Bangunan .....	11
2.4 Indeks D : Bahaya Berdasarkan Situasi Bangunan .....	12
2.5 Indeks E : Bahaya Berdasarkan Hari Guruh .....	12
2.6 Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP .....	12
2.7 Indeks A : Indeks Struktur .....	13
2.8 Indeks B : Jenis Kontruksi .....	14
2.9 Indeks C : Lokasi Bangunan .....	15
2.10 Indeks D : Topografi .....	15
2.11 Indeks E : Penggunaan dan Isi Bangunan .....	16
2.12 Indeks F : Iso Kerounic Level .....	16
2.13 Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan NFPA 780 .....	17
2.14 Efisiensi Sistem Proteksi Petir .....	18
2.15 Kaitan parameter arus petir dengan tingkat proteksi .....	22
2.16 Sudut Proteksi E.F Lightning Protection System .....	27
2.17 Penempatan terminasi-udara sesuai dengan tingkat proteksi .....	28
2.18 Dimensi minimum untuk konduktor IPP yang menyalurkan sebagian besar arus petir .....	31
2.19 Dimensi minimum untuk konduktor IPP yang menyalurkan bagian arus petir yang lebih kecil .....	31
2.20 Kedekatan instalasi ke SPP, Nilai koefisien <i>ki</i> .....	32
2.21 Kedekatan instalasi ke SPP, Nilai koefisien <i>km</i> .....	32
3.1 Jadwal kegiatan penelitian .....	37
4.1 Data gedung dan Hari Guruh tahun 2012 .....	47
4.2 Data hari guruh di kota Jember tahun 2012 .....	48

4.3	Data menara BTS .....	53
4.4	Data Gedung UPT-TI pada tahun 2013 .....	58
4.5	Data menara BTS PT.Smartfren Telecom Tbk (FREN) tahun 2013 .....	58