



**ANALISIS PENGAMAN EKSTERNAL GANGGUAN
PETIR DI STASIUN PEMANCAR TVRI SEMARANG
(GOMBEL)**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

oleh

Dwi Wintoko Sekti

5301410027

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PENGESAHAN

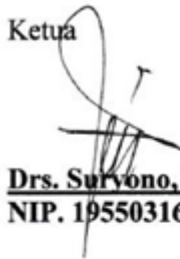
Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Hari : Senin

Tanggal : 05 Januari 2015

Panitia Ujian Skripsi

Ketua



Drs. Suryono, M.T.
NIP. 195503161985031001

Sekretaris



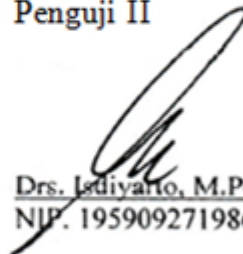
Drs. Agus Survanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I



Riana Defi MP, S.T, M.T
NIP. 197609182005012001

Penguji II



Drs. Ladiyanto, M.Pd.
NIP. 195909271986011001

Penguji III/Pembimbing Utama



Ir. Ulfah Mediyati Arief, M.T
NIP. 196605051998022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Drs. H. Muhammad Harlanu, M.Pd
NIP. 196602151991021001

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“Analisis Pengamanan Eksternal Gangguan Petir Di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel)”** adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri yang dihasilkan setelah melakukan penelitian, bimbingan, diskusi dan pemaparan ujian. Semua kutipan baik yang langsung maupun tidak langsung, baik yang diperoleh dari sumber pustaka, media elektronik, wawancara langsung maupun sumber lainnya telah disertai keterangan mengenai identitas narasumbernya atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Oktober 2014

Penulis,



Davi Wintoko Sekti
NIM. 5301410027

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ☞ *“ Maka nikmat Tuhan-mu yang manakah yang kamu dustakan?”*
(QS. Ar Rahman : 13, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 30, 32, 34, 36, 42, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77)
- ☞ *Tuhan itu memberikan apapun doa dari umat-Nya kalau dia siap dan mau mempersiapkan diri*
- ☞ *Motivator paling hebat adalah diri sendiri*

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta (Ibu Setyowati dan Bapak Muh Romin) yang selalu mendoakan dan mendukung penuh saya
2. Kakak-kakakku (Mbak Ika & Mas Agung) dan keponakanku (Tanaya) yang selalu memberikan semangat serta kegembiraan
3. Mbak Indana & Ella yang selalu memberikan motivasi dan waktu bersama untuk hal-hal gilanya
4. Keluarga besar Kost Pitjeq
5. Teman-teman seperjuangan PTE angkatan 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Pengaman Eksternal Gangguan Petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel)**”.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis tidak bisa lepas dari dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis ingin memberikan rasa hormat dan mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak, ibu, dan keluarga yang telah memberikan kasih sayang dan doanya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik,
2. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini,
3. Drs. M. Harlanu, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Drs. Suryono, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
5. Bapak, ibu dosen dan staf di Jurusan Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis,
6. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro yang selalu menemani di setiap tahun angkatan, dan pihak-pihak yang belum tercantum yang telah berjasa.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak.

Semarang, Oktober 2014

Penulis

ABSTRAK

Sekti, Dwi Wintoko, 2014. *Analisis Pengaman Eksternal Gangguan Petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel).* Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Kata Kunci : Proteksi Eksternal Petir, Stasiun Pemancar TVRI Semarang

Indonesia merupakan kawasan dengan intensitas sambaran petir yang tinggi dan pada stasiun pemancar TVRI Semarang (Gombel) merupakan industri telekomunikasi yang menggunakan komponen elektronik dan mikroprosesor yang sangat sensitive terhadap pulsa elektromagnetik dari petir. Sistem proteksi petir merupakan suatu sistem yang sangat diperlukan untuk melindungi peralatan listrik dari sambaran petir langsung atau tidak langsung. Persyaratan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004) merupakan acuan utama tentang keandalan penangkal petir. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kerusakan yang timbul akibat sambaran petir.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem proteksi petir di stasiun pemancar televisi yang selama ini digunakan serta bagaimana perencanaan sistem proteksi petir yang seharusnya diterapkan berdasarkan SNI 03-7015-2004. Hal inilah yang menjadi tujuan dalam penelitian ini, yaitu, mengetahui sistem pengamanan peralatan di stasiun pemancar televisi yang selama ini digunakan. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang keandalan pengaman gangguan petir, kepada pihak yang membutuhkan.

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, untuk pengumpulan data menggunakan metode dokumentasi dan metode observasi. Data yang didapat diolah menggunakan acuan atau pedoman yang terdapat pada PUIPP dan SNI 03-7015-2004 sehingga ditemukan hasil berupa tingkat proteksi petir guna menentukan sistem proteksi petir yang baik dan handal untuk melindungi Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel).

Hasil penelitian menunjukkan sistem penangkal petir yang terdapat pada Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel) berupa penempatan terminasi udara yang di letakkan di ujung menara dan dihubungkan konduktor penyalur menuju ke terminasi bumi dengan nilai tahanan tanah sebesar 3 Ohm dengan kekuatan hantar arus maksimum dari kabel konduktor penyalur mencapai 275 A dan 225 A, dan sistem penangkal petir internal menggunakan dua buah *surge arrester* dengan kemampuan I_{max} mencapai 40kA dan 250A.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu penempatan terminasi udara tidak sesuai karena hanya memasang 1 buah terminasi udara, untuk kabel konduktor penyalur sudah sesuai karena memenuhi dimensi minimum kabel konduktor yang digunakan, sedangkan untuk terminasi bumi kurang sesuai karena hanya menggunakan 1 elektroda batang tunggal yang seharusnya menggunakan lebih dari 1 untuk mengantisipasi kegagalan pembumian. Kesimpulan berdasarkan perbandingan dengan standart PUIPP dan standart SNI 03-7015-2004.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Penegasan Istilah	4
1.7 Sistematikan Skripsi	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Petir.....	8
2.2 Proses Terjadinya Petir	9
2.3 Sistem Proteksi Petir	11
2.4 Proteksi Terhadap Tegangan Lebih Petir	15
2.5 Besarnya Kebutuhan Bangunan Akan Sistem Proteksi Petir	25
2.6 Menurut Standar PUIPP	26
2.7 Menurut Standar SNI (03-7015-2004).....	27

2.8 Rancangan Sistem Terminasi Udara	
Menurut SNI (03-7015-2004).....	30
2.9 Konduktor Penyalur.....	35
2.10 Sistem Terminasi Bumi (<i>Grounding System</i>).....	36
2.11 Hipotesis	39
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	41
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.3 Jenis Penelitian	41
3.4 Sumber Data dan Variabel Penelitian.....	42
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	43
3.6 Instrumen Penelitian	44
3.7 Teknik Analisis Data	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	49
4.2 Pembahasan	58
BAB V PENUTUP	
5.1 Simpulan.....	64
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel :	halaman :
2.1 Efisiensi Sistem Proteksi Petir	29
2.2 Daerah Proteksi dari Terminasi Udara sesuai dengan tingkat proteksi.....	29
2.3 Dimensi Minimum bahan SPP untuk penggunaan konduktor penyalur	35
4.1 Dimensi minimum bahan konduktor penyalur.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	halaman :
2.1 Proses terjadinya petir	9
2.2 Proses ionisasi terjadinya petir	10
2.3 Konsep <i>Dissipation Array System</i>	17
2.4 Sela Batang	18
2.5 Arrester Ekspulsi	19
2.6 Arrester Katup	20
2.7 Rangkaian Ekuivalen dan Karakteristik Arrester Katup	21
2.8 Arrester Petir Tipe LYI-C40 3+NPE.....	22
2.9 Arrester Petir Tipe LYI-C401+NPE.....	22
2.10 Arrester Petir Tipe LTDZ series	23
2.11 Arrester Petir Tipe LTDDC series	23
2.12 Arrester Petir Tipe LTDT series	23
2.13 Arrester Petir Tipe LTDW series.....	23
2.14 Arrester Petir Tipe LTDXJ series	24
2.15 Arrester Petir Tipe LTDXR series.....	24
2.16 Arrester Petir Tipe LYD4 series	25
2.17 Proyeksi bidang vertical (tampak depan)	31
2.18 Proyeksi bidang vertical (tampak samping)	32
2.19 Proyeksi bidang horizontal (tampak atas).....	32
2.20 Daerah Proteksi dengan Metode Bola Bergulir	33
2.21 Elektroda Batang	37
2.22 Elektroda Pelat.....	38
2.23 Elektroda Pita.....	38
4.1 Struktur Bangunan Menara Pemancar Milik TVRI Semarang.....	49
4.2 <i>Surge Arrester</i> pada ruang operasional.....	50
4.3 <i>Surge Arrester</i> pada ruang <i>Diesel</i>	51
4.4 Metode Bola Bergulir.....	52

4.5	Zona proteksi menurut bola bergulir dilihat dari atas.....	52
4.6	Pemasangan Kabel Konduktor pada Braket	55
4.7	<i>Lay Out</i> Penumian.....	56
4.8	Lokasi Penumian.....	57
4.9	Penempatan terminasi udara pada stasiun pemancar TVRI Semarang...	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	halaman :
1. Dokumentasi	68
2. Tabel Indeks Menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)	69
3. Data Kejadian Guntur/Kilat pada bulan Juli 2013-Juni 2014	71
4. Data Teknik dan Bangunan TVRI satuan Transmisi Gombel	73
5. Surat Keputusan Dosen Pembimbing	82
6. Surat Izin Penelitian Fakultas	83
7. Surat Izin Penelitian dari TVRI	84
8. Surat Keterangan Penelitian TVRI	85
9. Surat Keterangan Penguji	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia secara geografis merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa dan di antara dua benua dengan hari guruh sekitar 120 hari/tahun. Indonesia yang merupakan negara khatulistiwa mempunyai karakteristik petir yang berbeda dengan negara di luar negeri, maka karakteristik petir di Indonesia sering dijadikan sebagai standar oleh Badan Standarisasi Dunia pada umumnya.

Mengingat kerusakan yang timbul akibat dari sambaran petir maka muncul usaha untuk melindungi dari akibat sambaran petir, dalam dunia kelistrikan ini di namakan usaha proteksi petir. Dalam usaha proteksi petir ini tentu dibutuhkan pengetahuan tentang petir itu sendiri dan karakteristik – karakteristik petir. Dalam hal ini juga termasuk proteksi petir itu sendiri.

Saat ini industri di Indonesia sudah menggunakan sistem yang canggih dalam beberapa hal. Contohnya saja dalam hal telekomunikasi di Indonesia sebagian besar menggunakan komponen elektronik dan mikroprosesor yang sangat sensitif terhadap pulsa elektromagnetik dari petir. Salah satunya adalah stasiun pemancar televisi dalam hal keberlangsungan penyampaian informasi dari pihak stasiun televisi kepada konsumen yaitu masyarakat penikmat tayangan televisi.

Tingkat kepentingan Stasiun Pemancar Televisi (aplikasi pada STASIUN PEMANCAR TVRI SEMARANG GOMBEL) sangat tinggi sehingga di

butuhkan perlindungan atau proteksi terhadap semua gangguan yang mengakibatkan kerusakan alat atau pun kelancaran penyampaian informasi, dan salah satu penyebabnya adalah petir, di samping masih sedikitnya informasi tentang Sistem Proteksi Petir (SPP) di negara – negara tropis.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas maka penulis bermaksud mengadakan penelitian tentang “ANALISIS PENGAMAN EKSTERNAL GANGGUAN PETIR di STASIUN PEMANCAR TVRI SEMARANG (GOMBEL)”

Standar-standar umum proteksi petir yang akan digunakan dalam Skripsi ini adalah :

1. Standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)
2. Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem proteksi petir di stasiun pemancar televisi yang selama ini di gunakan ?
2. Bagaimana perencanaan sistem proteksi petir yang seharusnya diterapkan berdasarkan SNI 03-7015-2004?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis sistem pengamanan peralatan di stasiun pemancar TVRI Semarang yang selama ini digunakan dengan standar SNI 03-7015-2004.

1.4 Manfaat Penelitian

Penulis mengharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa hasil analisis pengamanan gangguan petir untuk pihak TVRI dalam sistem proteksi gangguan petir, agar kedepannya bisa lebih mengetahui standar pengamanan gangguan petir sesuai standar yang digunakan.

Serta dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bentuk referensi bagaimana mengatasi gangguan petir dengan sistem proteksi yang andal dan tepat guna berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel).

1.5 Batasan Masalah

Dari identifikasi permasalahan yang ada dan untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang ruang lingkup penelitian dan kedalaman pembahasan, maka penelitian ini akan membatasi masalah pada analisis sistem pengamanan gangguan petir yang digunakan pada stasiun pemancar TVRI Semarang (Gombel) dengan berpedoman atau berlandaskan Standar PUIPP dan Standar SNI 03-7015-2004 yang hanya mencakup 4 hal yaitu :

1. Pemilihan Tingkat Proteksi Petir

2. Rancangan sistem terminasi udara
3. Konduktor penyalur
4. Sistem terminasi bumi.

1.6 Penegasan Istilah

Memudahkan pemahaman dan menghindari kesalahan penafsiran terhadap penelitian ini, maka perlu kiranya dijabarkan beberapa istilah pokok dalam penelitian ini, antara lain:

1. Analisis

Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi III (2001) ---> analisis ana.li.sis [n] (1) penelitian suatu peristiwa atau kejadian(karangan, perbuatan, dsb) untuk mengetahui keadaan yg sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dsb); (2) Man penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antarbagian untuk memperoleh pengertian yg tepat dan pemahaman arti keseluruhan; (3) penjabaran sesudah dikaji sebaik-baiknya;

Analisa jelas berbeda dengan Analisis. EYD menyebutkan kata bakunya adalah Analisis

2. Pengaman eksternal

Pengaman eksternal adalah instalasi dan alat-alat diluar suatu struktur untuk menangkap dan menghantarkan arus surja petir ke sistem pembumian. Proteksi eksternal petir berfungsi sebagai proteksi terhadap

tegangan lebih petir jika terjadi sambaran langsung ke sistem atau bangunan yang dilindungi

3. Gangguan sambaran petir

Gangguan sambaran petir dapat menyebabkan tegangan lebih, hal ini karena sambaran petir merupakan peristiwa pelepasan muatan artinya pada saat petir menyambar suatu objek berarti pada objek itu telah disuntikan sejumlah muatan yang berasal dari petir sehingga tegangan pada objek tersebut naik melebihi yang seharusnya. Fenomena ini paling berbahaya bila terjadipada peralatan-peralatan listrik yang memiliki tegangan kerja terbatas. Contohnya pada jaringan hantaran udara.

Sambaran petir pada jaringan hantaran udara memberikan suntikan muatan listrik. Suntikan muatan ini menimbulkan kenaikan tegangan pada jaringan, sehingga di jaringan timbul tegangan lebih berbentuk gelombang impuls yang merambat di sepanjang jaringan menuju ujung-ujung jaringan. Tegangan lebih akibat petir ini sering disebut surja petir (*lightning surge*).

4. Stasiun pemancar TVRI Semarang (Gombel)

Stasiun pemancar TVRI Semarang (Gombel) merupakan stasiun pemancar yang dimiliki TVRI yang terletak di bukit Gombel dengan bangunan berupa gedung permanen dan terdapat menara pemancar yang di bangun di atas gedung tersebut, stasiun ini berfungsi untuk menyampaikan transmisi ke stasiun transmisi yang lain dan ke masyarakat.

1.7 Sistematika Skripsi

Secara garis besar penulisan skripsi ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian awal, isi, dan bagian akhir.

1. Bagian awal

Bagian awal skripsi meliputi: judul, abstrak, lembar pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar dan daftar lampiran.

2. Bagian isi

Isi skripsi disajikan dalam lima bab dengan beberapa sub bab pada tiap babnya.

Bab I : PENDAHULUAN

Bertujuan mengantarkan pembaca untuk memahami terlebih dahulu gambaran mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan sistematika penulisan skripsi.

Bab II : LANDASAN TEORI

Bagian ini mengemukakan tentang landasan teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

Bab III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Didalam bab ini dibahas tentang rancangan penelitian, objek penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data.

Bab IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan metode yang telah ditentukan pada bab III dan selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian tersebut.

Bab V : PENUTUP

Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang relevan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

3. Bagian akhir

Bagian akhir skripsi berisikan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

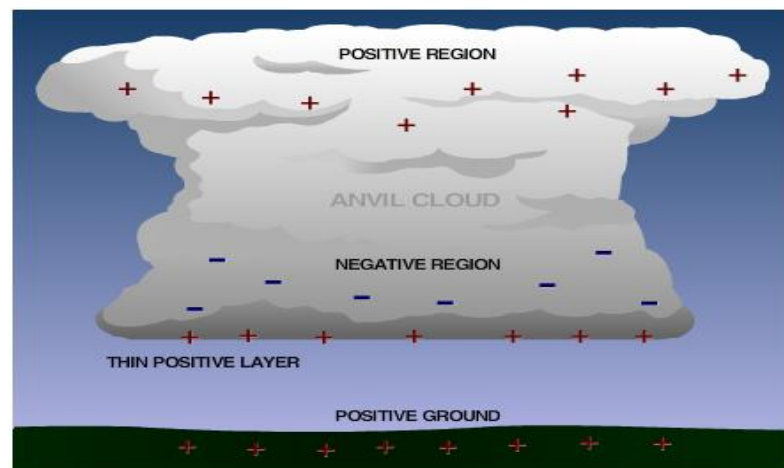
2.1 Petir

Petir, kilat, atau halilintar adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan di saat langit memunculkan kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan. Beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar yang disebut guruh. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya.

Petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kondensator raksasa, dimana lempeng pertama adalah awan (bisa lempeng negatif atau lempeng positif) dan lempeng kedua adalah bumi (dianggap netral). Seperti yang sudah diketahui kapasitor adalah sebuah komponen pasif pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat (*energy storage*). Petir juga dapat terjadi dari awan ke awan (*intercloud*), dimana salah satu awan bermuatan negatif dan awan lainnya bermuatan positif.

Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya. Proses terjadinya muatan pada awan karena dia bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi (atas atau bawah), sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif (elektron) dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk

mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena pada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan. Proses terjadinya petir lihat **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Proses terjadinya petir

2.2 Proses Terjadinya Petir

Petir adalah peristiwa alam yang sering terjadi di bumi, terjadinya seringkali mengikuti peristiwa hujan baik air atau es, peristiwa ini dimulai dengan munculnya lidah api listrik yang bercahaya terang yang terus memanjang ke arah bumi dan kemudian diikuti suara yang menggelegar dan efeknya akan fatal bila mengenai makhluk hidup.

Terdapat 2 teori yang mendasari proses terjadinya petir :

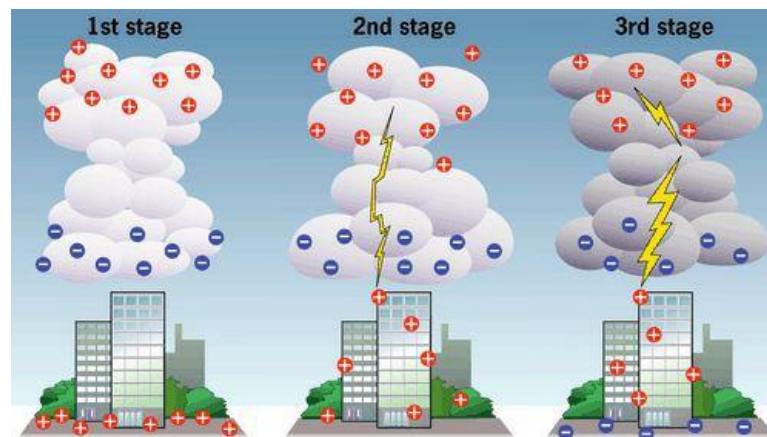
1. Proses Ionisasi

2. Proses Gesekan antar awan

1. Proses Ionisasi

Petir terjadi diakibatkan terkumpulnya ion bebas bermuatan negatif dan positif di awan, ion listrik dihasilkan oleh gesekan antar awan dan juga kejadian ionisasi ini disebabkan oleh perubahan bentuk air mulai dari cair menjadi gas atau sebaliknya, bahkan padat (es) menjadi cair.

Ion bebas menempati permukaan awan dan bergerak mengikuti angin yang berhembus, bila awan-awan terkumpul di suatu tempat maka awan bermuatan akan memiliki beda potensial yang cukup untuk menyambar permukaan bumi maka inilah yang disebut petir. Proses ionisasi terjadinya petir lihat **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Proses ionisasi terjadinya petir

2. Gesekan antar awan

Pada awalnya awan bergerak mengikuti arah angin, selama proses Bergeraknya awan ini maka saling bergesekan satu dengan yang lainnya, dari proses ini terlahir elektron-elektron bebas yang memenuhi permukaan awan. proses ini bisa digambarkan secara sederhana pada sebuah penggaris plastik yang

digosokkan pada rambut maka penggaris ini akan mampu menarik potongan kertas.

Pada suatu saat awan ini akan terkumpul di sebuah kawasan, saat inilah petir dimungkinkan terjadi karena electron-elektron bebas ini saling menguatkan satu dengan lainnya. Sehingga memiliki cukup beda potensial untuk menyambar permukaan bumi.

2.3 Sistem Proteksi Petir

Proteksi petir merupakan suatu usaha untuk melindungi suatu objek dari bahaya yang diakibatkan petir, baik itu secara langsung maupun tidak langsung.

Didasarkan pada tujuan atau sifat dari proteksi itu sendiri, proteksi petir dibagi menjadi dua jenis yaitu : proteksi sambaran petir, dan proteksi sambaran tegangan lebih petir. Prinsip kerja antara kedua jenis proteksi tersebut di atas tentu saja berbeda.

Proteksi sambaran petir lebih bersifat pencegahan (*preventif*) sedang proteksi tegangan lebih petir sifatnya tidak lagi mencegah tetapi mengurangi akibat yang ditimbulkan oleh sambaran petir, dalam hal ini apabila ada jenis proteksi yang pertama gagal melaksanakan fungsinya.

1. Proteksi terhadap sambaran petir

Usaha pertama yang dilakukan dalam proteksi petir adalah mencegah agar petir tidak menyambar objek yang di lindungi, untuk itu dapat dilakukan dengan dua cara atau prinsip; *pertama* membentuk semacam tameng atau perisai bagi

objek yang dilindungi sehingga diharapkan nantinya bila ada petir tidak menyambar objek melainkan menyambar tameng atau perisai tersebut. *Kedua* , memperkecil kemungkinan terjadinya sambaran petir.

1. Penangkal Petir Konvensional

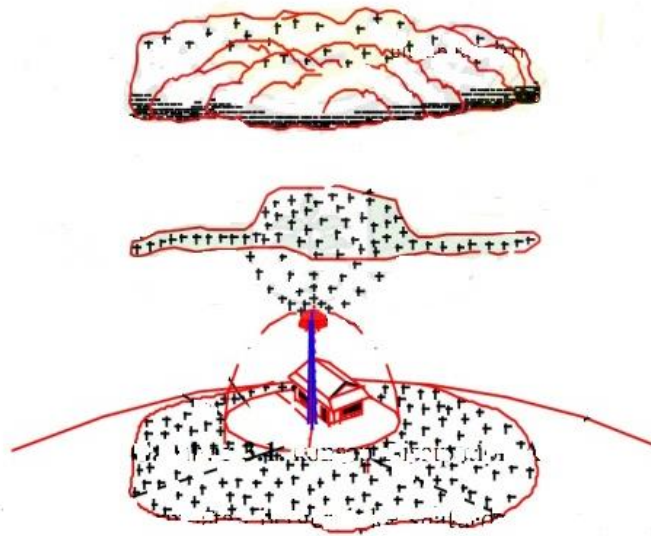
Teknik penangkal petir yang sederhana dan pertama kali dikenal menggunakan prinsip yang pertama, yaitu dengan membentuk semacam tameng atau perisai berupa konduktor yang akan mengambil alih sambaran petir. Penangkal petir semacam ini biasanya disebut *groundwires* (kawat tanah) pada jaringan hantaran udara, sedangkan pada bangunan-bangunan dan perlindungan terhadap struktur, *Benjamin Franklin* memperkenalkannya dengan sebutan *lightning rod*. Istilah ini tetap digunakan sampai sekarang di Amerika. Di Inggris dan beberapa negara Eropa menggunakan istilah *Lightning Conductor* sedang di Rusia disebut *lightning mast* yang digunakan dalam skripsi ini adalah *Lightning Conductor*.

Penangkal petir konvensional sifatnya pasif, menunggu petir untuk menyambar dengan mengandalkan posisinya yang lebih tinggi dari objek sekitar serta ujung runcingnya.

2. Sistem Disipasi (*Dissipation Array System*)

Pada prinsipnya *Dissipation Array System*(DAS) tidak bertujuan untuk mengundang arus petir agar menyambar transmisi udara yang sudah disediakan, melainkan membuyarkan arus petir agar tidak mengalir ke daerah yang dilindungi.

Gambar berikut menggambarkan konsep dari proteksi petir sistem disipasi (DAS).



Gambar 2.3 Konsep *Dissipation Array System*

Apabila awan bermuatan bergerak ke suatu daerah, maka akan menginduksi muatan listrik diatas permukaan tanah ataupun bangunan di bawah awan petir tersebut. Muatan yang terinduksi ini selanjutnya dikumpulkan oleh sistem pembumian DAS yang kemudian diangkat ke bentuk ion (*ionizer*) dengan fenomena yang disebut *point discharge*, yaitu setiap bagian benda yang runcing akan memindahkan muatan listrik hasil induksi ke molekul udara disekitarnya bilamana titik temunya berada pada medan elektrostatis. *Ionizer* akan menghimpun ribuan titik-titik bermuatan secara individu dan sanggup untuk melepaskan muatan-muatan listrik hasil induksi tadi secara optimal, dimana pada akhirnya dapat mengurangi beda potensial antara awan dan udara disekitar *ionizer*. Dengan kata lain medan listrik yang dihasilkan akan semakin kecil, sehingga memperkecil udara untuk tembus listrik, sehingga terjadinya petir dapat dihindari.

Berdasarkan tempatnya, sistem proteksi petir dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Proteksi Eksternal

Proteksi eksternal adalah instalasi dan alat-alat diluar suatu struktur untuk menangkap dan menghantarkan arus surja petir ke sistem pembumian. Proteksi eksternal petir berfungsi sebagai proteksi terhadap tegangan lebih petir jika terjadi sambaran langsung ke sistem atau bangunan yang dilindungi. Hal-hal yang harus diperhatikan didalam merencanakan sistem proteksi petir eksternal adalah :

1. Macam, fungsi, bagan dari bangunan, ukuran denah bangunan, dan kemiringan atap.
2. Terminasi udara (*air terminal*) dimana jumlahnya haruslah cukup untuk memberikan daerah proteksi yang diinginkan.
3. Konduktor penyalur (*down conductor*) haruslah mampu menyalurkan arus petir yang diterima terminasi udara menuju bumi.

2. Proteksi Internal

Proteksi petir internal merupakan perlindungan terhadap sistem elektronika didalam bangunan/gedung akibat tegangan lebih yang ditimbulkan oleh induksi elektromagnetik akibat sambaran petir tak langsung. Walaupun bangunan sudah dilindungi terhadap sambaran petir, beberapa kerusakan pada peralatan listrik khususnya peralatan elektronika dapat disebabkan karena masuknya surja imbas petir melalui kabel listrik dan kabel komunikasi atau masuknya arus petir pada waktu terjadi sambaran langsung.

Sistem proteksi petir internal dapat terdiri dari satu jenis ataupun beberapa alat-alat proteksi petir, antara lain :

1. *Arrester* : alat potong tegangan lebih pada peralatan
2. *Shielding* : konstruksi dinding dan lantai secara khusus untuk menghilangkan induksi elektromagnetik.
3. *One point earthing system* : pemasangan *potensial aqualization busbar* yang berfungsi sebagai terminal pembumian.
4. Penggunaan kabel optik sebagai pengganti kabel tembaga pada instalasi listrik. Kabel optik tidak menyebabkan percikan antar kabel dan tidak terinduksi elektromagnetik.
5. Penggunaan trafo isolasi untuk mentransformasikan arus besar yang terjadi akibat sambaran petir ke jala-jala menjadi arus yang sangat kecil.

Oleh karena itu, desain proteksi sangat bergantung pada instalasi listrik/elektronika, maka arsitektur dalam bangunan serta perencanaan awal penggunaan bangunan harus diperhatikan.

2.4 Proteksi Terhadap Tegangan Lebih Petir

Sambaran petir dapat menyebabkan tegangan lebih, hal ini karena sambaran petir merupakan peristiwa pelepasan muatan artinya pada saat petir menyambar suatu objek berarti pada objek itu telah disuntikan sejumlah muatan yang berasal dari petir sehingga tegangan pada objek tersebut naik melebihi yang

seharusnya. Fenomena ini paling berbahaya bila terjadi pada peralatan-peralatan listrik yang memiliki tegangan kerja terbatas. Contohnya pada jaringan hantaran udara.

Sambaran petir pada jaringan hantaran udara memberikan suntikan muatan listrik. Suntikan muatan ini menimbulkan kenaikan tegangan pada jaringan, sehingga di jaringan timbul tegangan lebih berbentuk gelombang impuls yang merambat di sepanjang jaringan menuju ujung-ujung jaringan. Tegangan lebih akibat petir ini sering disebut surja petir (*lightning surge*).

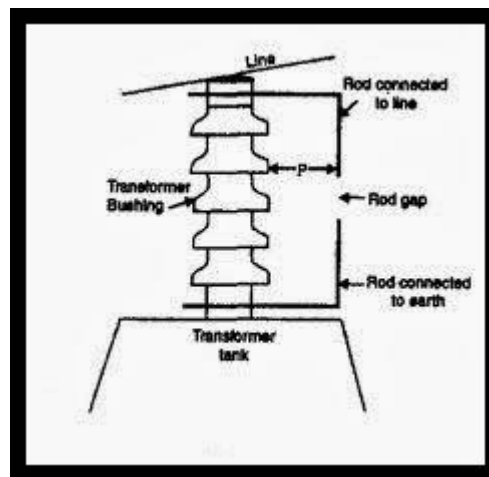
Jika tegangan lebih surja petir tiba di suatu peralatan listrik, transformator misalnya, maka tegangan lebih tersebut akan merusak isolasi peralatan, oleh karena itu perlu dibuat suatu alat pelindung agar tegangan surja yang tiba di peralatan tidak melebihi kekuatan isolasi peralatan. Pada keadaan tegangan jaringan normal, pelindung berperan sebagai isolasi, tetapi jika ada surja petir tiba pada terminal pelindung maka pelindung berubah sifat menjadi penghantar dan mengalirkan muatan surja petir tersebut ke tanah.

Ada dua macam alat pelindung dalam sistem tenaga listrik, yaitu Sela Batang (*Rod Gap*) dan Arrester. Arrester itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu jenis Ekspulsi (*Ekspulsi type*) atau sering disebut tabung pelindung (*Protector Tube*) dan Arrester jenis Katup (*Valve type*) dan ada juga Arrester Petir untuk proteksi internal dengan daya yang lebih rendah.

1. Sela Batang (*Rod Gap*)

Sela batang merupakan alat pelindung surja yang paling sederhana dan relatif murah, tetapi kuat dan kokoh. Jika beda potensial diantara sela naik akibat

tegangan lebih surja hingga melebihi tegangan tembus sela, maka akan terjadi percikan pada sela dan membuat sela terhubung singkat. Jarak sela dibuat sedemikian hingga dapat terpecah pada nilai tegangan yang diinginkan. Sela batang lihat **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4Sela Batang

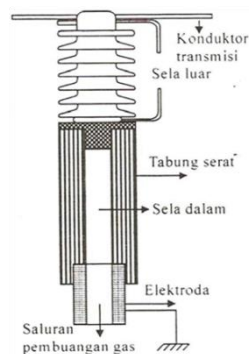
Sela batang ini jarang digunakan pada rangkaian yang penting, karena beberapa kelemahannya sehingga kurang dapat memenuhi persyaratan dasar suatu pelindung yang sebenarnya. Sela batang biasanya digunakan pada *isolator bushing trafo*, isolator hantaran udara, pemutus daya dan sebagai pelindung cadangan. Beberapa kelemahan sela batang adalah :

- a. Tidak dapat memutuskan arus susulan, sehingga apabila sela bekerja akan terjadi pemutusan aliran daya sistem.
- b. Sela batang tidak berfungsi jika gelombang surja yang datang memiliki muka yang curam.

- c. Kerja sela batang sangat dipengaruhi oleh kondisi udara sekitar, karena media penghantar sela adalah udara yang tegangan tembusnya tergantung pada suhu, tekanan dan kelembaban.

2. Arrester Ekspulsi

Arrester ini mempunyai dua jenis sela, yaitu sela dalam dan sela luar. Sela dalam ditempatkan dalam suatu tabung serat (*fiber tube*) yang dapat mengeluarkan gas. Bila terminal arrester diterpa suatu surja petir, maka kedua sela akan terpercik. Arrester Ekspulsi lihat **Gambar 2.5**.

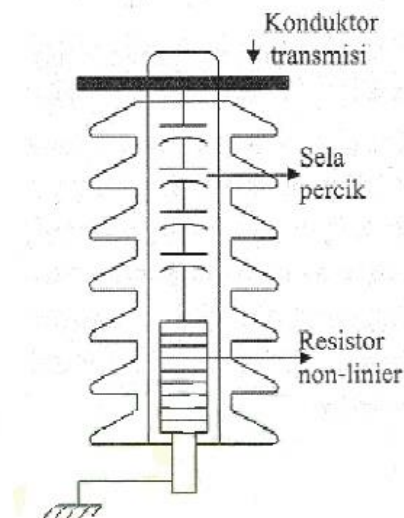


Gambar 2.5 Arrester Ekspulsi

Arus susulan yang terjadi akan memanaskan permukaan dalam tabung serat. Akibatnya tabung mengeluarkan gas. Arus susulan merupakan arus sinusoidal sehingga periode tertentu akan mencapai nilai nol. Saat arus susulan mencapai nol, gas akan memadamkan arus susulan tersebut. Tetapi pemadamannya masih tergantung pada tingkat arus hubung singkat dilokasi penempatan arrester. Oleh karena itu, perlindungan dengan arrester jenis ini juga masih belum begitu memadai.

3. Arrester Katup

Arrester ini terdiri dari beberapa sela percik yang terhubung seri dengan resistor non-linier. Resistor non-linier mempunyai tahanan yang rendah saat dialiri arus tinggi dan mempunyai tahanan yang tinggi saat dialiri arus rendah. Arrester katup lihat **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Arrester Katup

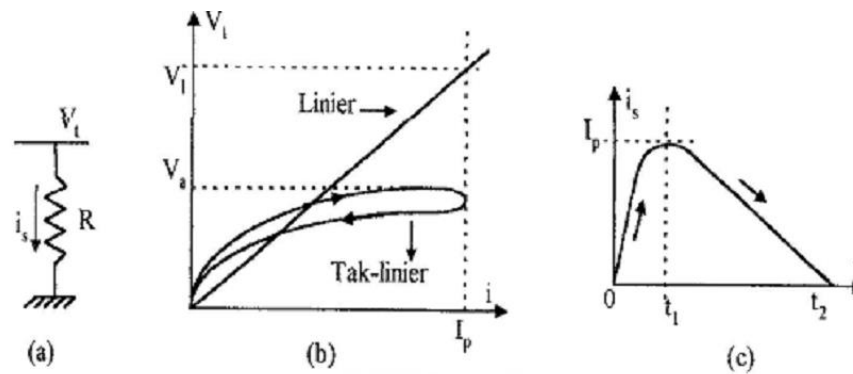
Sela percik dan resistor non-linier, keduanya di tempatkan dalam tabung isolasi tertutup, sehingga kerja arrester ini tidak dipengaruhi oleh keadaan udara sekitar. Jika surja petir tiba pada terminal arrester dan membuat sela arrester terpercik.

Tegangan pada terminal arrester saat mengalirkan arus surja adalah :

$$V_1 = I_s \times R$$

Keterangan i_s = arus surja

R = tahanan resistor non-linier



Gambar 2.7Rangkaian ekivalen dan karakteristik arrester katup

Misalkan karakteristik non-linier adalah seperti **Gambar 2.7** dan arus surja yang mengalir pada arrester adalah seperti gambar di atas. Dalam selang waktu antara $0 - t_1$, arus surja naik dan mencapai nilai puncak $i_s = i_p$, dalam selang waktu ini tahanan R mengecil, sehingga kenaikan tegangan terminal arrester dibatasi hanya sampai V_a seandainya tahanan resistor R konstan, maka saat arus surja mencapai nilai puncak, tegangan di terminal arrester adalah $V_t = V_1$. Artinya tegangan sistem tetap tinggi sehingga tujuan perlindungan tidak tercapai.

Dalam selang waktu $t_1 - t_2$ arus surja menurun sehingga tahanan resistor R membesar. Saat arus surja menjadi nol, masih tersisa arus susulan yang relative kecil. Arus susulan ini juga akan semakin kecil karena tahanan R semakin membesar, akhirnya tersisa arus kecil yang disebut arus kendali. Ketika tegangan sesaat sistem nol percikan pada sela padam sehingga arus kendali menjadi nol dan tidak berlanjut lagi.

4. Arrester Petir

Arrester petir merupakan penangkal petir internal, berfungsi untuk melindungi peralatan elektronik, saluran data dan komunikasi dari sambaran petir

tidak langsung yang disebabkan oleh induksi akibat beda potensial tegangan tanah, biasanya alat ini diaplikasikan pada bangunan yang mempergunakan daya yang lebih rendah.

Macam-macam jenis arrester petir adalah :

1. LY1-C40 3 + NPE berstandarisasi CE dan IEEEE. *Surge arrester* tipe ini berfungsi untuk proteksi terhadap induksi melalui jaringan listrik 3 phase. Mempunyai kapasitas $i_{max} = 40$ Ka. LY1-C40 3 + NPE dapat memproteksi jalur R,S,T,N. Dapat digunakan untuk proteksi SDP (*Sub Distribution Panel*) dan juga MDP (*Main Distribution Panel*) sesuai kebutuhan. *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8Arrester Petir Tipe LY1-C40 3 + NPE

2. LY1-C40 1 + NPE berstandarisasi CE dan IEEEE. *Surge arrester* tipe ini berfungsi untuk proteksi terhadap induksi melalui jaringan listrik 1 phase. Mempunyai kapasitas $i_{max} = 40$ Ka. Dapat digunakan untuk proteksi SDP (*Sub Distribution Panel*). *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat **Gambar 2.9**.



Gambar 2.9Arrester Petir Tipe LY1-C40 1 + NPE

3. LTDZ series. *Surgearrester* tipe ini berfungsi sebagai proteksi listrik level - 3 (langsung pada alat), dapat digunakan pada *socket power*. Terdiri dari 5 *socket*, dimana masing - masing *socket* dilengkapi dengan *leaked protection* yang dapat melindungi dari short circuit. *Surge arrester* LTDZ series mempunyai kapasitas $imax = 10 \text{ Ka}$. Dibuat dengan standarisasi ISO 9001:2008. *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008.Lihat **Gambar 2.10**.



Gambar 2.10 Arrester Petir Tipe LTDZ series

4. LTDDC series, *2 wire DC protection*. *Surge arrester* tipe ini berfungsi sebagai proteksi jalur power DC dari induksi terhadap petir. dilengkapi dengan *grounding* (PE) sehingga *surge arrester* mempunyai daya tahan lebih lama terhadap induksi petir. LTDDC series mempunyai $imax = 5 \text{ Ka}$. *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat **Gambar 2.11**.

7. LTDXJ series. *Surge arrester* ini berfungsi sebagai proteksi jalur data (RS 232, RS 485, RS 422) dari induksi petir. *Surge arrester* ini mempunyai $i_{max} = 5 \text{ ka}$ dan memiliki *bandwidth* / kecepatan transfer data hingga 10 Mbps. *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat **Gambar 2.14**.



Gambar 2.14 Arrester Petir Tipe LTDXJ series

8. LTDXR series. *Surge arrester* ini berfungsi sebagai proteksi jalur data (9 , 15, atau 25 pin). *Surge arrester* ini mempunyai kecepatan transfer data hingga 1 Mbps, dengan *insertion loss* $< 0,5 \text{ db}$. *Surge arrester* ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat **Gambar 2.15**.



Gambar 2.15 Arrester Petir Tipe LTDXR series

9. LYD4 series. *Surge arrester* tipe ini berfungsi sebagai proteksi jalur DC pada *solar cell*. Tersedia untuk proteksi tegangan mulai dari 12 VDC hingga 100 VDC dan dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan. *Surge arrester* tipe ini mempunyai $i_{max} = 40 \text{ ka}$, dengan indikator kualitas arrester, hijau berarti masih bagus dan merah berarti sudah rusak dan harus diganti. *Surge*

arrester ini dibuat oleh pabrik yang berstandarisasi ISO 9001:2008. Lihat

Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Arrester Petir Tipe LYD4 series

2.5 Besarnya Kebutuhan Bangunan Akan Sistem Proteksi Petir

Kebutuhan bangunan akan proteksi petir ditentukan dengan cara klasifikasi area tempat bangunan atau dengan perhitungan menggunakan parameter hari guruh dimana gedung itu berada dan koefisien-koefisien lain yang diperlukan tergantung dari standar yang di pilih atau di gunakan.

Suatu instalasi proteksi petir harus dapat melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada didalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir. Dalam skripsi ini akan dibahas besar kebutuhan bangunan akan proteksi petir menggunakan standar PUIPP dan standar SNI 03-7015-2004.

Instalasi-instalasi bangunan berdasarkan letak, bentuk, penggunaanya dianggap mudah terkena sambaran petir dan perlu diberi penangkal petir adalah :

1. Bangunan-bangunan tinggi, seperti menara-menara, gedung-gedung bertingkat, cerobong-cerobong pabrik.
2. Bangunan-bangunan penyimpanan bahan mudah terbakar atau meledak, misalnya seperti pabrik amunisi, gudang penyimpanan bahan peledak, gudang penyimpanan cairan atau gas yang mudah terbakar, dan lain-lain.
3. Bangunan-bangunan untuk umum, misalnya gedung-gedung bertingkat, gedung pertunjukan, gedung sekolah, stasiun, dan lain-lain.
4. Bangunan-bangunan yang berdasarkan fungsi khusus perlu dilindungi secara baik, misalnya museum, gedung arsip negara, dan lain-lain.

2.6 Menurut Standar PUIPP

Besarnya kebutuhan suatu bangunan akan suatu instalasi penangkal petir ditentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta bahaya yang ditimbulkan bila bangunan tersebut tersambar petir.

Besarnya kebutuhan tersebut dapat ditentukan secara empiris berdasarkan indeks-indeks yang menyatakan faktor-faktor tertentu, sehingga dapat didapat perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) adalah :

$$R=A+B+C+D+E \quad (1)$$

Keterangan

A : Bahaya berdasarkan jenis bangunan

B : Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan

- C : Bahaya berdasarkan tinggi bangunan
- D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan
- E : Bahaya berdasarkan hari guruh yang terjadi

Apabila data-data yang ada dimasukkan dalam persamaan diatas, maka selanjutnya dapat diambil kesimpulan mengenai perlu atau tidaknya sistem proteksi petir eksternal digunakan. Jika nilai $R > 13$, maka bangunan tersebut dianjurkan menggunakan sistem proteksi petir.

Jelas bahwa semakin besar nilai R , semakin besar pula bahaya serta kerusakan yang ditimbulkan oleh sambaran petir, berarti semakin besar pula kebutuhan bangunan tersebut akan adanya suatu sistem penangkal petir.

2.7 Menurut Standar SNI (03-7015-2004)

Berdasarkan SNI 03-7015-2004 terdapat berbagai macam standar untuk sistem proteksi petir pada bangunan gedung, dalam skripsi ini penulis hanya mengacu pada beberapa standar yang terdapat dalam SNI 03-7015-2004 yaitu :

1. Pemilihan Tingkat Proteksi Petir
2. Rancangan sistem terminasi udara
3. Konduktor penyalur
4. Sistem terminasi bumi

Pemilihan tingkat proteksi yang memadai untuk suatu sistem proteksi petir berdasarkan pada frekuensi sambaran petir langsung setempat (N_d) yang diperkirakan ke struktur yang diproteksi dan frekuensi sambaran petir tahunan

setempat (N_c) yang diperbolehkan. Kerapatan kilat petir ketanah atau kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah tempat suatu struktur berada dinyatakan sebagai :

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1,25} / km^2 / tahun \quad (2)$$

T_d adalah jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari data *isokeraunic level* di daerah tempat struktur yang akan di proteksi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).

Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung N_d ke bangunan dapat di hitung :

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / tahun \quad (3)$$

A_e adalah area cakupan ekivalen daribangunan (m^2) yaitu daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan.

Area cakupan ekivalen tersebut dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \quad (4)$$

Keterangan :
 a : panjang dari bangunan tersebut (m)
 b : lebar dari bangunan tersebut (m)
 h : tinggi bangunan yang diproteksi (m)

pengambilan keputusan perlu tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c dilakukan sebagai berikut :

- a. Jika $N_d \leq N_c$ tidak perlu sistem proteksi

b. Jika $N_d > N_c$ diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :

$$E = 1 - N_c/N_d \quad (5)$$

Maka setelah di hitung nilai E (efisiensi sistem proteksi petir) sesuai dengan persamaan di atas, setelah itu dapat ditentukan tingkat proteksinya sesuai dengan tingkat proteksi **Tabel2.1**.

Tabel 2.1 Efisiensi Sistem Proteksi Petir

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Setelah diketahui tingkat proteksi, maka dapat ditentukan sudut proteksi (a°) dari penempatan suatu terminasi udara, radius bola yang dipakai, maupun ukuran jala (konduktor horizontal) sesuai dengan **Tabel2.2**.

Tabel 2.2 Daerah Proteksi dari Terminasi Udara Sesuai dengan tingkat proteksi

Tingkat proteksi	H (m)	20	30	45	60	Lebar mata jala (m)
	R (m)	a°	a°	a°	a°	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10

III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20
*hanya menggunakan bola bergulir dan jala dalam kasus ini						

2.8 Rancangan Sistem Terminasi Udara Menurut SNI (03-7015-2004)

Untuk menentukan penempatan terminasi udara dan untuk mengetahui daerah proteksi, maka penulis menggunakan metode-metode yang terdapat dalam SNI 03-7015-2004, yaitu :

1. Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*)
2. Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)
3. Metode jala (*Mesh Sized Method*)

Metode di atas sebaiknya dipilih oleh perancang sistem penangkal petir dengan ketentuan sebagai berikut :

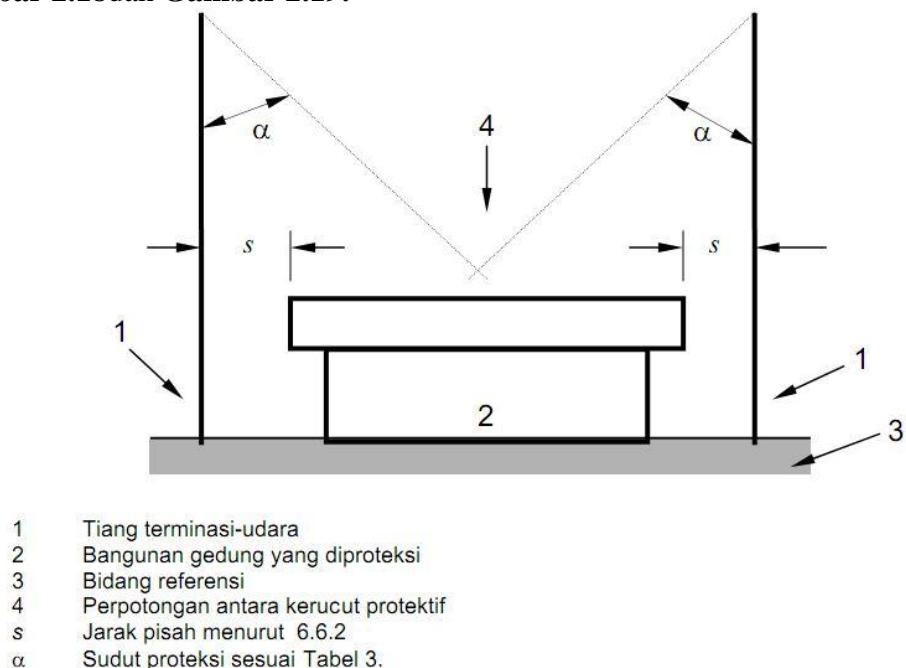
1. Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*) cocok untuk bangunan gedung atau bagian kecil dari bangunan gedung yang lebih besar. Metode ini tidak cocok untuk bangunan gedung yang lebih tinggi dari radius bola gulir yang sesuai dengan tingkat proteksi SPP yang dipilih.
2. Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*) cocok untuk bentuk bangunan yang rumit.

3. Metode jala (*Mesh Sized Method*) dipakai untuk keperluan umum dan khususnya cocok untuk proteksi permukaan datar.

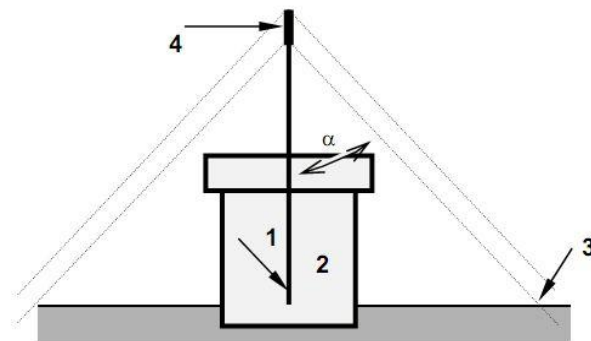
1. Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*)

Metode sudut proteksi secara geometris mempunyai keterbatasan dan tidak dipergunakan untuk bangunan gedung yang lebih tinggi dari radius bola gulir yang ditentukan dalam **Tabel 2.2**.

Konduktor terminasi sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga semua bagian bangunan diproteksi berada disebelah dalam permukaan selubung yang dihasilkan oleh proyeksi titik-titik dari konduktor terminasi udara ke bidang referensi, dengan sudut α ke garis vertical dalam semua arah. Rancangan terminasi udara menggunakan metode sudut proteksi ini dapat dilihat pada **Gambar 2.17**, **Gambar 2.18** dan **Gambar 2.19**.

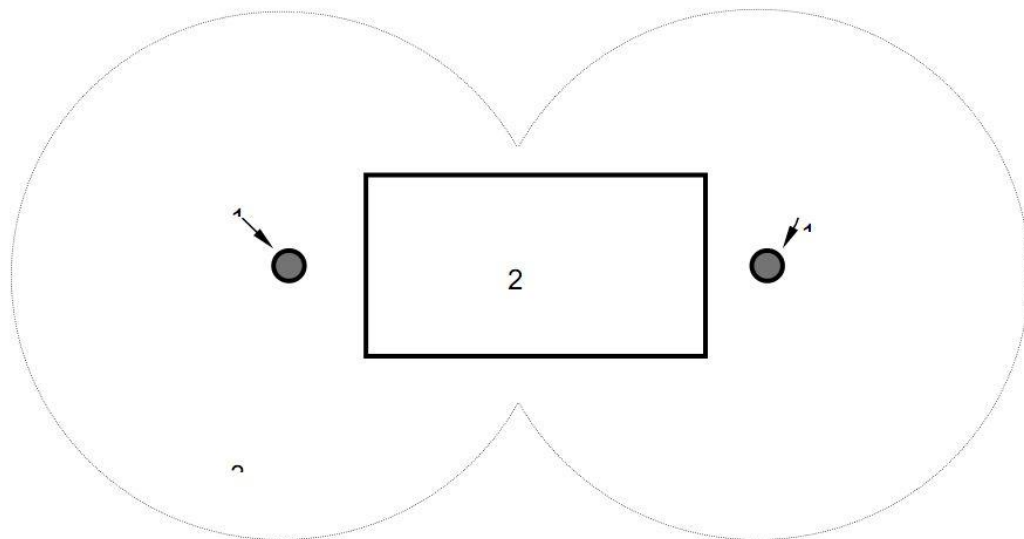


Gambar 2.17 Proyeksi bidang vertical (tampak depan)



- 1 Tiang terminasi-udara
- 2 Bangunan gedung yang diproteksi
- 3 Bidang referensi
- 4 Kawat terminasi-udara horisontal
- α Sudut proteksi

Gambar 2.18Proyeksi bidang vertical (tampak samping)



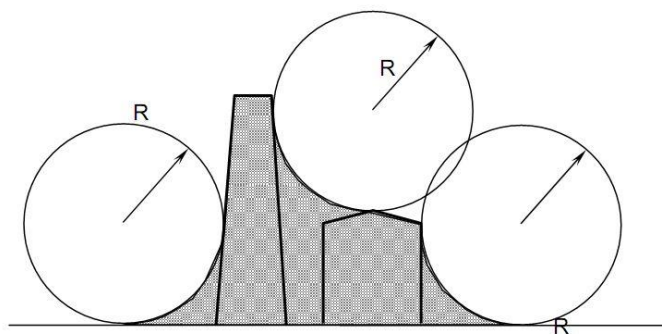
Gambr 2.19Proyeksi bidang horizontal (tampak atas)

2. Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)

Metode bola gulir ini sebaiknya digunakan untuk mengidentifikasi ruang yang terproteksi dari bagian atau luasan bangunan/gedung yang tidak tercakup oleh metode sudut proteksi.

Dengan metode ini, penempatan sistem terminasi udara dianggap memadai jika tidak ada titik daerah yang diproteksi tersentuh oleh bola gulir dengan radius R , di sekeliling dan di atas bangunan/gedung kesemua arah. Untuk itu, bola hanya boleh menyentuh tanah atau sistem terminasi udara.

Radius bola gulir harus sesuai dengan tingkat proteksi SPP yang dipilih menurut **Tabel 2.1**. Pada **Gambar 2.18**, bola dengan radius R digulirkan sekeliling dan di atas bangunan/gedung hingga bertemu dengan bidang bumi yang mampu bekerja sebagai konduktor petir. Titik sentuh bola gulir pada bangunan/gedung merupakan titik yang dapat disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh terminasi udara.



R Radius bola gulir menurut Tabel 3

CATATAN Konduktor terminasi-udara SPP dipasang pada semua titik dan sekmen yang disentuh oleh bola gulir, dengan radius yang sesuai tingkat proteksi yang dipilih.

Gambar 2.20 Daerah Proteksi dengan metode bola bergulir

3. Metode jala (*Mesh Sized Method*)

Untuk keperluan permukaan yang datar, SPP jala diyakini melindungi seluruh permukaan jika kondisi berikut dipenuhi :

1. Konduktor terminasi udara ditempatkan pada :
 1. Garis pinggir sudut atap
 2. Serambi atap
 3. Garis bubungan atap, jika kemiringan lebih dari 1/10
2. Permukaan samping pada bangunan gedung yang tingginya lebih dari radius bola gulir yang relevan dengan tingkat proteksi yang dipilih, dilengkapi dengan sistem terminasi udara.
3. Dimensi jala pada jaringan terminasi udara tidak lebih dari harga yang diberikan dalam **Tabel2.2.**
4. Jaringan sistem terminasi udara disempurnakan sedemikian rupa hingga arus petir akan selalu mengalir melalui dua lintasan logam yang berbeda, tidak boleh ada instalasi logam menonjol keluar dari volume yang dilindungi oleh sistem terminasi udara.
5. Konduktor terminasi udara harus mengikuti lintasan terpendek yang dimungkinkan.

2.9 Konduktor Penyalur (*Down Conductor*)

Konduktor penyalur adalah bagian dari sistem proteksi eksternal yang dimaksudkan untuk melewatkan arus petir dari sistem terminasi udara ke sistem pembumian.

Konduktor penyalur perlu merancang agar tidak menimbulkan induksi terhadap peralatan-peralatan listrik yang terdapat didalam ataupun di sekitar bangunan atau gedung yang diproteksi. Pemilihan jumlah dan posisi konduktor penyalur sebaiknya memperhitungkan kenyataan bahwa, jika arus petir dibagi dalam beberapa konduktor penyalur, resiko dan loncatan kesamping dan gangguan elektromagnetik didalam bangunan gedung berkurang.

Ukuran minimum bahan SPP dipakai dalam standar ini untuk penggunaan konduktor penyalur (*down conductor*) terdapat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Dimensi minimum bahan SPP untuk penggunaan konduktor penyalur

Tingkat Proteksi	Bahan	Konduktor Penyalur (mm^2)
I sampai IV	Cu	35
	Al	70
	Fe	50

Cara penempatan konduktor penyalur dengan melihat kondisi bangunan/gedung yang diproteksi :

1. Jika dinding terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan atau di dalam dinding tersebut.
2. Jika dinding tersebut terbuat dari bahan yang mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan dinding, asalkan kenaikan suhu karena lewatnya arus petir tidak berbahaya untuk bahan dinding.
3. Jika dinding terbuat dari bahan yang mudah terbakar dan kenaikan suhu konduktor penyalur berbahaya, maka konduktor penyalur harus ditempatkankedemikian rupa sehingga jarak antara konduktor penyalur dengan ruang terproteksi selalu lebih besar 0,1 m. braket pemasang yang terbuat dari logam boleh melekat pada dinding.

2.10 Sistem Terminasi Bumi (Grounding Sistem)

Sistem terminasi bumi perlu dirancang sedemikian rupa sehingga memperkecil tegangan sentuh dan tegangan langkah sehingga aman bagi manusia dan peralatan yang terdapat di sekitar daerah yang diproteksi.

Guna mengalirkan arus petir ke bumi tanpa menyebabkan tegangan lebih yang berbahaya, maka bentuk dan dimensi sistem terminasi bumi lebih penting

dari nilai spesifik elektroda bumi. Namun pada umumnya di rekomendasikan resistansi bumi yang rendah.

Pada dasarnya ada 3 (tiga) jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu :

1. Elektroda Batang
2. Elektroda Pelat
3. Elektroda Pita

Elektroda – elektroda ini dapat digunakan secara tunggal maupun multiple dan juga secara gabungan dari ketiga jenis dalam suatu sistem.

1. Elektroda Batang



Gambar 2.21 Elektroda Batang

Elektroda batang terbuat dari batang atau pipa logam yang di tanam vertikal di dalam tanah.

Biasanya dibuat dari bahan tembaga, *stainless steel* atau *galvanized steel*. Perlu diperhatikan pula dalam pemilihan bahan agar terhindar dari *galvanic couple* yang dapat menyebabkan korosi.

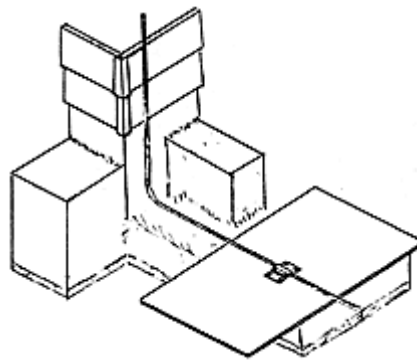
Ukuran Elektroda :

diameter $5/8$ " – $3/4$ "

Panjang 4 feet – 8 feet

Elektroda batang ini mampu menyalurkan arus discharge petir maupun untuk pemakaian pentanahan yang lain.

2. Elektroda Pelat



Gambar 2.22Elektroda Pelat

Bentuk elektroda pelat biasanya empat persegi atau empat persegi panjang yang terbuat dari tembaga, timah atau pelat baja yang ditanam didalam tanah, terlihat pada **Gambar 2.22**. Cara penanaman biasanya secara vertical, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertical. Penanaman secara vertical adalah lebih praktis dan ekonomis.

3. Elektroda Pita



Gambar 2.23Elektroda Pita

Elektroda pita jenis ini terbuat dari bahan metal berbentuk pita atau juga kawat BCC yang di tanam di dalam tanah secara horizontal sedalam ± 2 feet. Elektroda pita ini bisa dipasang pada struktur tanah yang mempunyai tahanan jenis rendah pada permukaan dan pada daerah yang tidak mengalami kekeringan. Hal ini cocok untuk daerah – daerah pegunungan dimana harga tahanan jenis tanah makin tinggi dengan kedalaman.

2.11 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan (Sugiyono, 2010:96) .Dikatakan sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori yang relevan, belum didasarkan pada fakta-fakta empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data.

Menurut (Suharsimi Arikunto, 2010:110) menyatakan bahwa hipotesis sebagai suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, sampai terbukti melalui data yang terkumpul.

Penolakan dan penerimaan hipotesis tergantung pada hasil penyelidikan terhadap fakta-fakta. Dengan demikian, hipotesis adalah suatu teori sementara yang kebenarannya perlu diuji. Berdasarkan landasan teori di atas, dapat disusun hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

H_0 :penangkal petir pada stasiun pemancar TVRI Semarang (GOMBEL) dinyatakan tidak sesuai berdasarkan standar PUIPP dan standar SNI 03-7015-2004.

H₁ :penangkal petir pada stasiun pemancar TVRI Semarang (GOMBEL)
dinyatakan sesuai berdasarkan standar PUIPP dan standar SNI 03-7015-2004.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode Penelitian merupakan suatu cara atau strategi yang digunakan oleh peneliti di dalam melaksanakan kegiatan penelitiannya untuk mengambil data dan kenyataan yang terjadi di lapangan. Berdasarkan hasil pelaksanaan penelitian tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah di muka publik.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Juli 2014 sampai dengan 25 Juli 2014 yang bertempat di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel).

3.3 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian deskriptif sebagai kegiatan yang meliputi pengumpulan data dalam rangka menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang menyangkut keadaan yang sedang berjalan dari pokok suatu penelitian. Penelitian deskriptif menentukan dan melaporkan keadaan sekarang. Alasan digunakannya metode deskriptif adalah sebagai berikut:

1. Metode deskriptif telah digunakan secara luas dan dapat meliputi banyak segi dibanding dengan metode-metode penelitian yang lain.
2. Metode deskriptif banyak memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan melalui pemberian informasi keadaan mutakhir dan dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang berguna untuk melaksanakan percobaan.
3. Metode deskriptif dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan-keadaan yang mungkin terdapat dalam situasi tertentu.

Metode Penelitian deskriptif ini melakukan analisis hanya sampai pada taraf deskripsi, yaitu menganalisis dan menyajikan fakta secara sistematis sehingga dapat lebih mudah untuk dipahami dan disimpulkan. Simpulan yang diberikan jelas atas dasar faktualnya sehingga semuanya dapat dikembalikan langsung pada data yang diperoleh.

Pada penelitian ini yang akan dideskripsikan mengenai sistem penangkal petir yang ada di Stasiun Pemancar TVRI Semarang yang terdapat di Gombel, berupa data fisik dan pemasangan komponen di lapangan yang akan dianalisis menggunakan rumus penentuan sistem penangkal petir yang terdapat pada panduan atau acuan berupa PUIPP dan Standar SNI 03-7015-2014.

3.4 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Sumber data adalah subjek dari mana data dapat diperoleh (Arikunto, 2010:172). Di dalam penelitian ini sumber datanya adalah sistem

penangkal petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel), yang harus didapat dari sumber data berupa data fisik bangunan yang akan digunakan untuk pengolahan data menggunakan rumus yang terdapat dalam Standar SNI 03-7015-2014, serta sistem penangkal petir yang telah terpasang di sana untuk di analisis berdasarkan panduan atau acuan yang digunakan dalam penelitian.

Menurut Sutrisno Hadi dalam buku Suharsimi Arikunto (2010:159) variabel adalah gejala yang bervariasi. Sedangkan gejala sendiri berarti objek penelitian (Arikunto,2010:159). Jadi dapat disimpulkan variabel adalah objek penelitian yang bervariasi.

Variabel dalam penelitian ini adalah sistem penangkal petir yang digunakan, komponen- komponen yang digunakan, cara pemasangan sistem penangkal petir yang di terapkan sehingga memicu suatu perbandingan dengan standar SNI 03-7015-2004 yang sudah di tetapkan.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Sumber data adalah subjek dari mana data dapat diperoleh. Untuk mempermudah mengidentifikasi sumber data, maka diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *person*, *place* dan *paper*. *Person* yaitu sumber data yang bisa memberikan data berupa jawaban lisan melalui wawancara atau tertulis melalui angket. *Place* yaitu sumber data yang menyajikan tampilan berupa keadaan diam dan bergerak. *Paper* yaitu sumber data yang menyajikan tanda-tanda berupa huruf, angka, gambar, atau simbol-simbol lain (Arikunto, 2010: 172).

Dalam rangka mendapatkan data yang akurat dalam penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Metode Dokumentasi

Menurut Suharsimi, metode dokumentasi adalah metode yang digunakan untuk mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda, dan sebagainya (Suharsimi Arikunto, 2010:274).

Metode dokumentasi bertujuan untuk mendapatkan komponen – komponen yang digunakan dalam sistem penangkal petir.

2. Metode Observasi

Metode observasi dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung pada sistem penangkal petir beserta komponen – komponen yang digunakan dalam membantu pengoprasian sistem penangkal petir tersebut.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap dan sistematis sehingga lebih mudah diolah (Suharsimi Arikunto, 2010:203).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa

1. Dokumentasi dengan cara mencari data bangunan berupa denah bangunan, tinggi menara, jenis kabel konduktor, serta luas bangunan.
2. Observasi dengan cara mengamati secara langsung untuk memperoleh data berupa jumlah kabel konduktor yang digunakan, lokasi pembumian, pemasangan braket, serta pemasangan *surge arrester*.
3. Wawancara dengan cara tanya jawab kepada karyawan stasiun pemancar TVRI untuk memperoleh data berupa, nilai resistansi tanah pembumian, panjang elektroda pembumian, serta kedalaman pemasangan elektroda pembumian.
4. Alat ukur meter digunakan untuk memperoleh data berupa panjang dan lebar bangunan.
5. *Guide* penelitian berupa buku catatan yang berisi tentang daftar hal yang harus diketahui atau ditanyakan pada saat penelitian.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan suatu langkah yang sangat penting dalam keseluruhan penelitian. Data yang terkumpul akan diolah untuk mendapatkan suatu kesimpulan dan hasil penelitian. Agar data tersebut memberikan rangkuman keterangan yang dapat dipakai secara tepat dan teliti maka harus menggunakan teknik analisis data.

Dalam penelitian ini yang digunakan adalah teknik analisis data deskriptif. Teknik analisis data deskriptif adalah suatu cara menggambarkan persoalan yang

berdasarkan data yang dimiliki yakni dengan cara menata data tersebut sedemikian rupa sehingga dengan mudah dipahami tentang karakteristik data, dijelaskan dan berguna untuk keperluan berikutnya.

Dalam hal ini analisis data berupa pengolahan data masukan yang telah diperoleh di masukan dalam setiap variable yang digunakan dalam rumus yang ada pada pedoman atau acuan yang digunakan, serta perbandingan antara apa yang ada dilapangan dengan apa yang sesuai dengan standar PUIPP dan standar SNI 03-7015-2004 yang digunakan.

1. Penentuan Kebutuhan Proteksi Berdasarkan PUIPP

Penentuan kebutuhan proteksi ini berdasarkan Hari Guruh dan **lampiran 2** mengenai indeks dalam rumus yang terdapat dalam PUIPP, dan dapat di peroleh sebagai berikut :

Indeks A	: 2
Indeks B	: 0
Indeks C	: 6
Indeks D	: 1
Indeks E	: 6

Maka akan didapatkan indeks bahaya sambaran petir sebagai berikut :

$$R = \text{Indeks A} + \text{Indeks B} + \text{Indeks C} + \text{Indeks D} + \text{Indeks E}$$

$$R = 2 + 0 + 6 + 1 + 6$$

$$R = 15$$

Apabila $R > 13$ maka sangat diperlukan proteksi petir dalam bangunan tersebut.

2. Penentuan Kebutuhan Proteksi Berdasarkan SNI 03-7015-2004

1. Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan (N_g)

N_g dapat dihitung menggunakan rumus (2) dengan T_d diketahui 53 yaitu :

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1,25} / km^2 / tahun$$

$$N_g = 0.04 \times 53^{1,25}$$

$$N_g = 5,72011588 / km^2 / tahun$$

2. Menghitung area cakupan ekivalen menara Stasiun pemancar TVRI Area cakupan ekivalen menara Stasiun Pemancar TVRI yang memiliki tinggi (h) 54 meter, panjang (a) 28 meter, dan lebar (b) 25 meter dapat di hitung dengan rumus (4) yaitu :

$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2$$

$$A_e = (28 \times 25) + 6 \times 54 (28 + 25) + 9\pi \times (54)^2$$

$$A_e = 100278,16 m^2$$

3. Menghitung frekuensi sambaran petir langsung (N_d) yang di perkirakan pada Menara Stasiun Pemancar TVRI

Frekuensi sambaran petir langsung (N_d) yang diperkirakan pada Menara Stasiun Pemancar TVRI dapat dicapai menggunakan rumus (3) yaitu :

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / tahun$$

$$N_d = 5,72011588 \times 100278,16 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,57 / tahun$$

4. Menentukan efisiensi SPP selanjutnya menentukan tingkat proteksi

Untuk menentukan efisiensi SPP dapat dicari menggunakan rumus (5) dengan nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah 10^{-1} /tahun, yaitu :

$$E = 1 - N_c/N_d$$

$$E = 1 - 0,1/0,57$$

$$E = 0,83$$

Maka berdasarkan **Tabel 2.1** tentang Efisiensi Sistem Proteksi Petir dapat diketahui bahwa Menara Stasiun Pemancar TVRI memiliki Tingkat Proteksi III.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proteksi petir merupakan suatu usaha untuk melindungi suatu objek dari bahaya yang diakibatkan petir, baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Didasarkan pada tujuan atau sifat dari proteksi itu sendiri, proteksi petir dibagi menjadi dua jenis yaitu : proteksi sambaran petir, dan proteksi sambaran tegangan lebih petir. Proteksi sambaran petir lebih bersifat pencegahan (*preventif*) sedang proteksi tegangan lebih petir sifatnya tidak lagi mencegah tetapi mengurangi akibat yang ditimbulkan oleh sambaran petir.
2. Berdasarkan PUIPP dan SNI 03-7015-2004 dari pengolahan data penentuan tingkat proteksi, bangunan stasiun pemancar TVRI sangat memerlukan proteksi akan gangguan petir, dengan diperolehnya tingkat proteksi III pada penghitungan berdasarkan SNI 03-7015-2004 dan dengan hasil dari penjumlahan indeks-indeks jenis bahaya pada bangunan yang hasilnya perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) mencapai angka 15 menurut PUIPP.

3. Penempatan terminasi udara pada puncak menara berjumlah satu terminasi udara tidak sesuai berdasarkan standar SNI 03-7015-2004, karena dalam penentuan peletakan terminasi udara berdasarkan metode bola bergulir yang terdapat pada standar SNI 03-7015-2004 masih perlu adanya penambahan terminasi udara. Tepatnya berada di bagian bangunan yang terkena permukaan bola bergulir (**Gambar 4.4**).
4. Kabel konduktor penyalur terdapat dua jenis, yang pertama kabel grounding berisolator (AAAC-S 70 mm²) dengan kemampuan maksimum dari konduktor sebesar 275 A di suhu sekitar 30° C dengan konduktifitas $3,8 \times 10^{-7}(\Omega - m)^{-1}$, sedangkan yang kedua kabel tanpa isolator (BC 50 mm²) dengan kemampuan maksimum dari konduktor untuk menghantarkan arus sebesar 210 A di suhu sekitar 35° C dan mempunyai nilai konduktifitas $6,0 \times 10^{-7}(\Omega - m)^{-1}$. Sudah sesuai dengan dimensi minimum bahan konduktor penyalur menurut standar SNI 03-7015-2004.
5. Terminasi bumi terpasang dengan kedalaman 4 meter dan mencapai tahanan tanah sebesar 3 Ohm dengan menggunakan elektroda tunggal.
6. Untuk sistem proteksi internal dalam mengamankan bagian internal dari stasiun pemancar TVRI menggunakan *surge arrester* yang di tempatkan pada dua lokasi yaitu pada ruang operasional yang memiliki kekuatan hantar arus maksimal sebesar 40kA sejumlah 4 buah *surge arrester* dan pada rumah diesel terdapat 3 buah *surge arrester* dan memiliki kekuatan hantar arus maksimal 250 A pada setiap *surge arrester*

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan bahwa :

1. Terminasi udara ditambah di setiap gedung yang kemungkinan tersambar petir, seperti yang dijelaskan dalam metode bolabergulir dimana bagian dari gedung yang terkena bola bergulir dianjurkan ditempatkan terminasi udara tambahan.
2. Terminasi bumi di tambah, untuk mencegah adanya kegagalan pada terminasi bumi yang ada. Contohnya penggunaan terminasi bumi sistem paralel dengan menggunakan elektroda bumi lebih dari satu.
3. Adanya upaya untuk memperkecil nilai tahanan tanah dengan cara menambahkan bahan kimia disekitar tanah pemasangan terminasi bumi yang bertujuan mengurangi besaran nilai tegangan jatuh yang ditimbulkan akibat adanya sambaran petir.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta:Rineka Cipta.

Data Teknik dan Bangunan TVRI satuan Transmisi Gombel. Semarang: TVRI

Hutagaol, Soli Akbar. 2009. *Studi Tentang Sistem Penangkal Petir Pada BTS (Base Transciever System) (Aplikasi Pada PT. Telkomsel- Banda Aceh)*. Skripsi

<http://adaarief.blogspot.com/2013/11/instalasi-penangkal-petir.html> diakses pada tanggal 10 Maret 2014 pukul 08.03 WIB.

<http://ak4037.wordpress.com/2008/10/04/tahanan-pentanahan/>. diakses pada tanggal 03 September 2014 pukul 11:29 WIB.

<http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/09/konduktor.html>. diakses pada tanggal 25 September 2014 pukul 09:33 WIB.

<http://id.wikipedia.org/wiki/Petir>. diakses pada tanggal 10 Maret 2014 pukul 08.15 WIB.

<http://jauzan.blogspot.com/2008/04/sistem-proteksi-petir.html>. diakses pada tanggal 20 Oktober 2014 pukul 11:43 WIB.

<http://www.penangkal-petir.com/leitaiarrester.html>. diakses pada tanggal 15 Juli 2014 pukul 21:13 WIB.

SNI 03-7015-2004. 2004. *Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan*: Badan Standar Nasional.

Sugiyono, Prof. Dr. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Tobing, Bonggas L. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

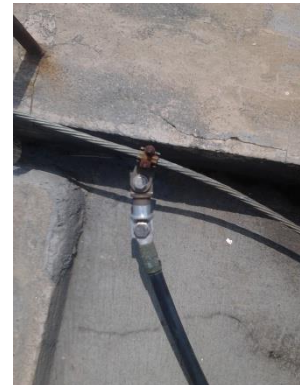
Lampiran 1

DOKUMENTASI

1. Proteksi Internal



2. Proteksi eksternal



Lampiran 2

Tabel Indeks Menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal**Petir (PUIPP)**

Indeks A : Bahaya Berdasarkan Jenis bangunan

Penggunaan dan Isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya	-10
Bangunan dan isinya jarang digunakan misalnya dangau ditengah sawah atau ladang, menara atau tiang dari metal	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal misalnya rumah tinggal, industri kecil, dan station kereta	1
Bangunan atau isinya yang cukup penting misalnya menara air, toko barang-barang berharga, kantor pemerintahan	2
Bangunan yang berisi banyak sekali orang, misalnya bioskop, sarana ibadah, sekolah dan monumen bersejarah yang penting	3
Instalasi gas, minyak atau bensin dan rumah sakit	5
Bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya misalnya instalasi nuklir	15

Indeks **B** : Bahaya Berdasarkan Konstruksi bangunan

Konstruksi Bangunan	Indeks B
Seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik	0
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam	1
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap bukan logam	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

Indeks **C** : Bahaya Berdasarkan tinggi bangunan

Tinggi Bangunan Sampai ... (m)	Indeks C
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8
140	9

Indeks D : Bahaya Berdasarkan Situasi bangunan

Situasi Bangunan	Indeks D
Di tanah datar pada semua ketinggian	0
Di kaki bukit sampai $\frac{3}{4}$ tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	1
Di puncak gunung atau pegunungan lwbih dari 1000 meter	2

Indeks E : Bahaya Berdasarkan Hari Guruh

Hari Guruh per Tahun	Indeks E
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8

Lampiran 3

Data Kejadian Guntur/Kilat pada bulan Juli 2013-Juni 2014



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA (BMKG)
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG
Jl.Siliwangi No. 291 Semarang 50145 Telp. 024 - 76632712. 7609016. Fax 024 - 7612394

DATA KEJADIAN GUNTUR / KILAT
BULAN JULI 2013 - JUNI 2014
LOKASI : KOTA SEMARANG

BULAN	HARI GURUH	
	2013	2014
Januari	-	11
Februari	-	4
Maret	-	13
April	-	5
Mei	-	2
Juni	-	2
Juli	5	-
Agustus	0	-
September	0	-
Oktober	1	-
November	3	-
Desember	7	-
Jumlah	16	37

Semarang, 24 Juli 2014

Mengetahui.

Kepala Seksi Data dan Informasi
Stasiun Klimatologi Semarang



Reni Kraningtyas
RENI KRANINGTYAS, S.P. M.Si
NIP. 19740203 199703 2 001

Lampiran 4

Data Teknik dan Bangunan TVRI satuan Transmisi Gombel

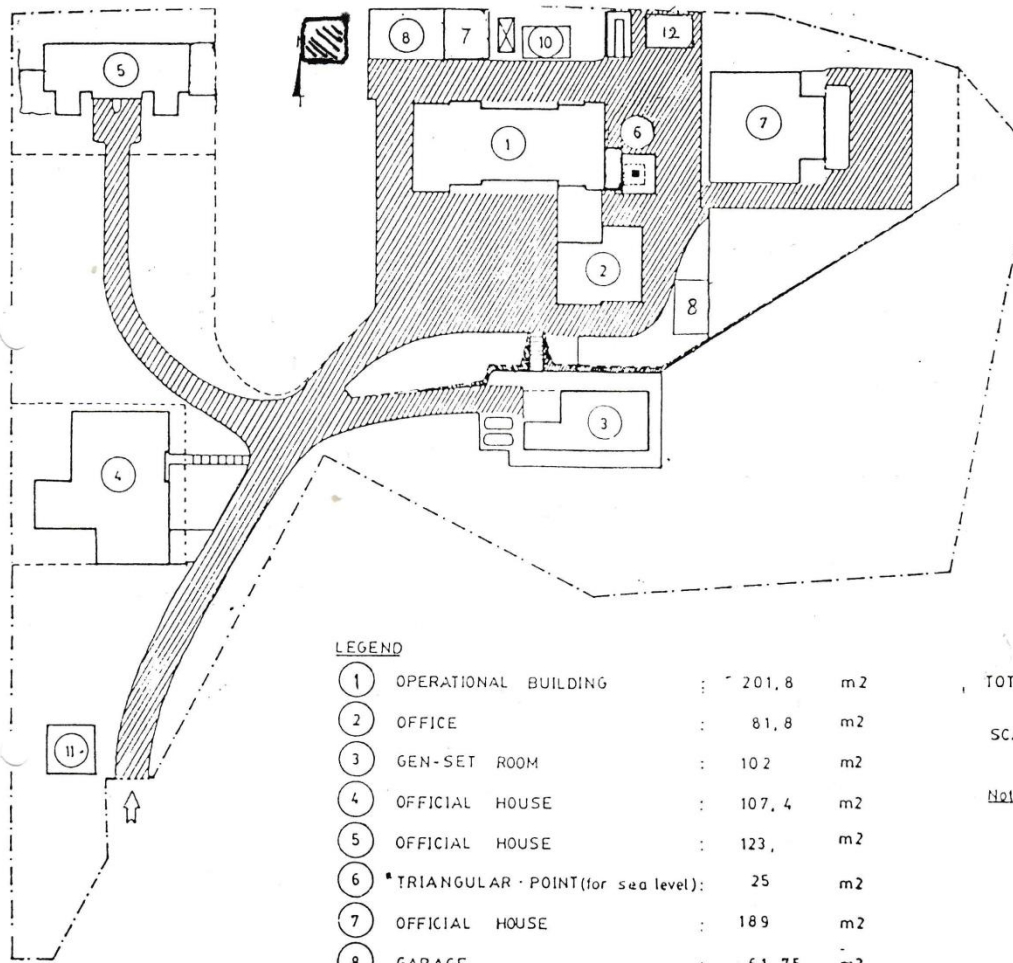
A. Stasiun Pusat / Daerah		
1	Nama Stasiun Pemancar	TVRI SATUAN TRANSMISI GOMBEL.
2	Nomor ISR	
3	Mulai beroperasi sejak	
4	Jumlah Studio	buah
5	Alamat Pemancar	Jalan Jl. Bukit Merpati II Kelurahan / Desa Ngesrep Kecamatan Banyumanik Kab/Kota Semarang Kode pos : 50261 Provinsi Jawa Tengah Nomor Telepon 024-7475055 Fax 024-7475055 Tinggi lokasi 290 meter diatas permukaan laut Koordinat 110°25'24,0"BT; 07°02'29,1"LS.
6	Saluran / band	CHANNEL : 4 / BAND III
7	Frekuensi	a. Pembawa gambar 175,25 MHz b. Pembawa suara 1 180,75 MHz c. Pembawa suara 2 MHz (untuk sistem stereo / bilingual) d. Off-set saluran MHz
8	Moda penyiaran suara (pilih salah satu)	<input checked="" type="checkbox"/> Mono <input type="checkbox"/> Stereo
9	Jenis Penyiaran stereo/bilingual (diisi jika moda penyiaran suara adalah stereo) :	<input type="checkbox"/> NICAM <input type="checkbox"/> Zweiton ZDF
10	Menara	a. jenis (pilih salah satu) <input checked="" type="checkbox"/> Self supporting tower <input type="checkbox"/> Guy wire <input type="checkbox"/> lainnya (sebutkan) b. tinggi 54 meter dari permukaan tanah
11	Peralatan Pemancar :	a. merek lihat lampiran point 11. b. tipe c. nomor seri d. buatan (pilih salah satu) <input type="checkbox"/> pabrikan (sebutkan nama negaranya) <input type="checkbox"/> buatan sendiri e. tahun f. daya pemancar maksimum Watt g. daya pemancar terpasang (running) Watt
12	Antena	a. merk THOMCAST b. tipe 37 406 301.03 c. buatan (pilih salah satu) <input checked="" type="checkbox"/> pabrikan (sebutkan nama negaranya) <input type="checkbox"/> buatan sendiri d. jenis (pilih salah satu) <input checked="" type="checkbox"/> Panel : 2 panel / 4 dipole 4 dipole VHF <input type="checkbox"/> Yagi <input type="checkbox"/> lainnya (sebutkan) e. Gambar pola radiasi antena (horizontal & vertikal) (terlampir) f. polarisasi (pilih salah satu) <input checked="" type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> vertikal <input type="checkbox"/> sirkular g. jumlah antena setiap arah 0°:1 panel; 90°:3 panel; 180°:2 panel h. total gain 9,9 dB 270°:3 panel i. tinggi 41-53 meter dari permukaan tanah j. jarak antena ke pemancar 60 meter

13	Feeder	a. jenis (pilih sesuai yang digunakan, boleh lebih dari satu)	<input checked="" type="checkbox"/> coaxial <input type="checkbox"/> waveguide <input type="checkbox"/> lainnya (<i>sebutkan</i>)
		b. merek	ANDREW
		c. type dan ukuran	HJ7-50A; T:1'5/8"
		d. panjang kabel	70 meter
		e. loss kabel per meter	0,01 dB
		f. total loss feeder	0,7 dB (kabel + connector)
14	Sistem hubungan dari studio ke pemancar / Studio to Transmitter Link (STL) <i>pilih sesuai yang digunakan, boleh lebih dari satu)</i>	<input type="checkbox"/> melalui kabel	
		<input checked="" type="checkbox"/> menggunakan radio link (Micro Wave / UHF)	
		<input checked="" type="checkbox"/> menggunakan satelit	
15	Spesifikasi peralatan radio link (diisi jika menggunakan radio link)	a. merek	lihat lampiran point 15.
		b. tipe	
		c. nomor seri	
		d. buatan (<i>pilih salah satu</i>)	<input type="checkbox"/> pabrikan (<i>sebutkan nama negaranya</i>) <input type="checkbox"/> buatan sendiri
		e. tahun	1995
		f. frekuensi	7062 MHz
16	Spesifikasi satelit (diisi jika menggunakan satelit, satelit yang digunakan harus memiliki landing right dari Pemerintah)	g. lebar pita frekuensi	10 Mhz
		a. nama satelit	PALAPA C-2
		b. negara pemilik satelit	Indonesia
		c. range frekuensi satelit	3765 MHz
		d. lebar pita frekuensi	
e. koordinat	113°E		
17	Wilayah jangkauan siaran (<i>sebutkan nama daerah yang dapat dijangkau dan peta kontur diagramnya (dilampirkan)</i>);		Semarang, Kendal, Ungaran, Demak, Purwodadi, Jepara.
18	Daftar inventaris sarana dan prasarana yang digunakan, termasuk peralatan studio dan pemancar, serta perhitungan biaya investasinya (<i>dilampirkan</i>)		Diesel Generator merk : PERKINS daya : 50 KVA jumlah : 1 (satu) unit.
19	Gambar tata ruang studio dan peta lokasi stasiun penyiaran, Gambar tata ruang stasiun pemancar dan peta lokasi stasiun pemancar (<i>dilampirkan</i>)		
20	Spesifikasi teknik dan sistem peralatan yang akan digunakan beserta diagram blok sistem konfigurasinya (<i>dilampirkan</i>)		

11.	! Peralatan Pemancar	! a. merk	! TOSHIBA	(VHF CH.4)
!	!	! b. tipe	! TV-45G	
!	!	! c. nomor seri	! 83737	
!	!	! d. buatan	!	pabrikasi (Jepang)
!	!	! e. tahun	! 1980	
!	!	! f. daya peman-	! 5000 Watt	
!	!	! car maksim	!	
!	!	! um	!	
!	!	! g. daya peman-	! 3000 Watt	
!	!	! car terpa-	!	
!	!	! sang	!	
!	!	! a. merk	! THOMCAST	(VHF CH.4)
!	!	! b. tipe	! 45 321 164	
!	!	! c. nomor seri	! 2668	
!	!	! d. buatan	!	pabrikasi (Perancis)
!	!	! e. tahun	! 1998	
!	!	! f. daya peman-	! 5000 Watt	
!	!	! car maksim	!	
!	!	! g. daya terpa-	! KONDISI	RUSAK
!	!	! sang	!	
!	!	! a. merk	! ROHDE & SCHWARZ	(UHF CH.50)
!	!	! b. tipe	! NH 502V	
!	!	! c. nomor seri	! 354419/001	
!	!	! d. buatan	!	pabrikasi (Jerman)
!	!	! e. tahun	! 1996	
!	!	! f. daya peman-	! 1500 Watt	
!	!	! car maksim	!	
!	!	! g. daya terpa-	! KONDISI	RUSAK
!	!	! sang	!	

15.	! Spesifikasi peralatan ! Radio link	! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. Lebar pita ! frekuensi	! NEC TRANSCEIVER (No.1) ! TR-7G1800-500H ! 162 ! pabrikan (Jepang) ! 1990 ! RX : 7142 MHz ! TX : 7310 MHz ! 10 MHz
		! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. lebar pita ! frekuensi	! NEC TRANSCEIVER (No.2) ! TR-7G1800-500H ! 163 ! pabrikan (Jepang) ! 1990 ! TX : 7415 Mhz ! 10 Mhz
		! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. lebar pita ! frekuensi	! NEC TRANSCEIVER (No.3) ! TR-7G1800-500H ! 164 ! pabrikan (Jepang) ! 1990 ! RX : 7142 MHz ! TX : 7310 MHz ! 10 MHz
		! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. lebar pita ! frekuensi	! NEC TRANSCEIVER (No.4) ! TR-7G1800-500H ! 165 ! pabrikan (Jepang) ! 1990 ! RX : 7247 MHz ! 10 Mhz
		! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. lebar pita ! frekuensi	! CONTINENTAL TRANSMITTER ! VFL 70 T ! C 754/01 dan C 754/02 ! pabrikan (England) ! 1996 ! 7470 MHz ! 10 MHz
		! a. merk ! b. tipe ! c. nomor seri ! d. buatan ! e. tahun ! f. frekuensi ! g. lebar pita ! frekuensi	! HITACHI RECEIVER ! SST 7-1W20 ! G4369 ! pabrikan (Jepang) ! 1995 ! 7062 MHz ! 10 Mhz

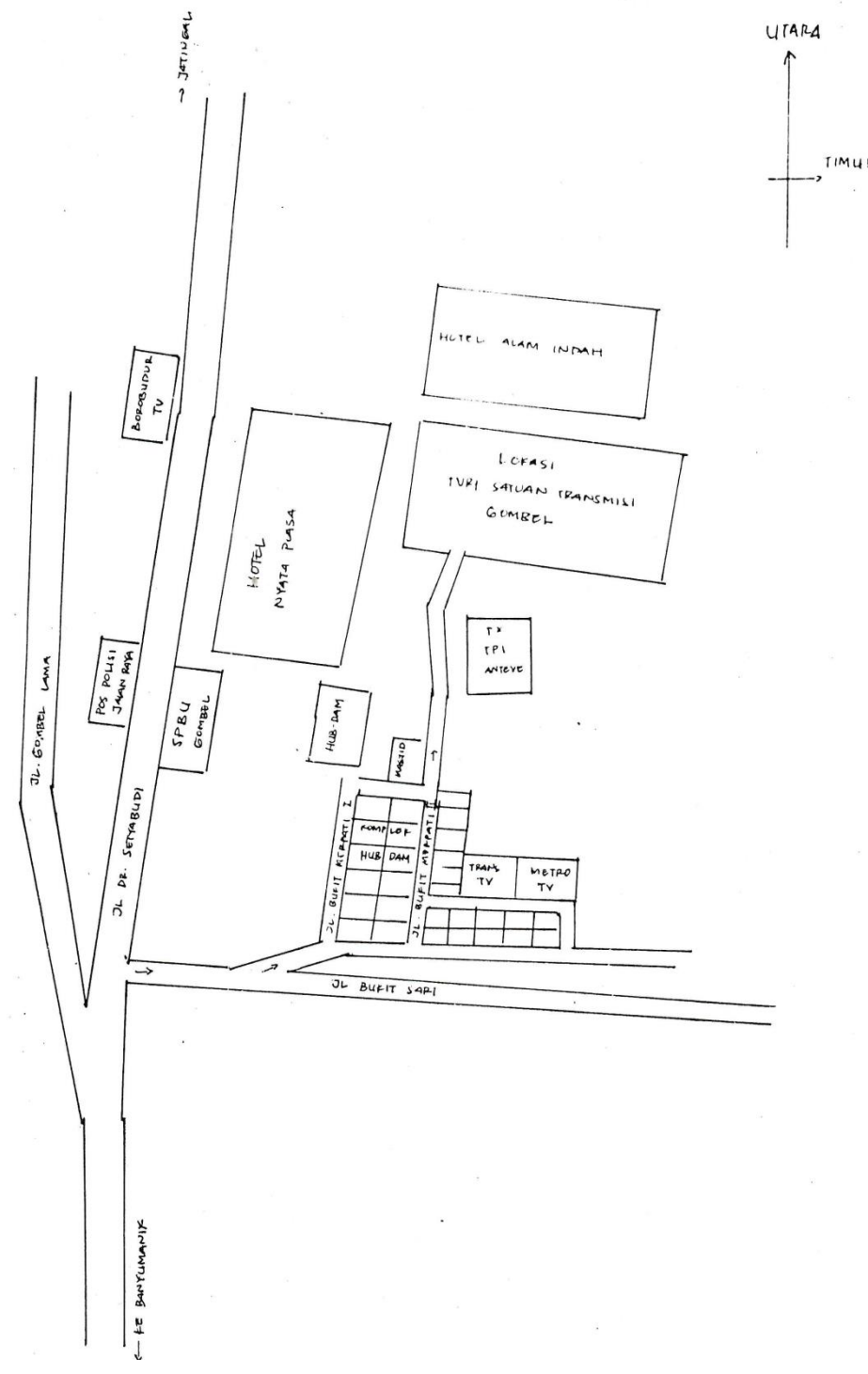
DENAH LUKAS
TVRI SATUAN TRANSMISI GOMBEL

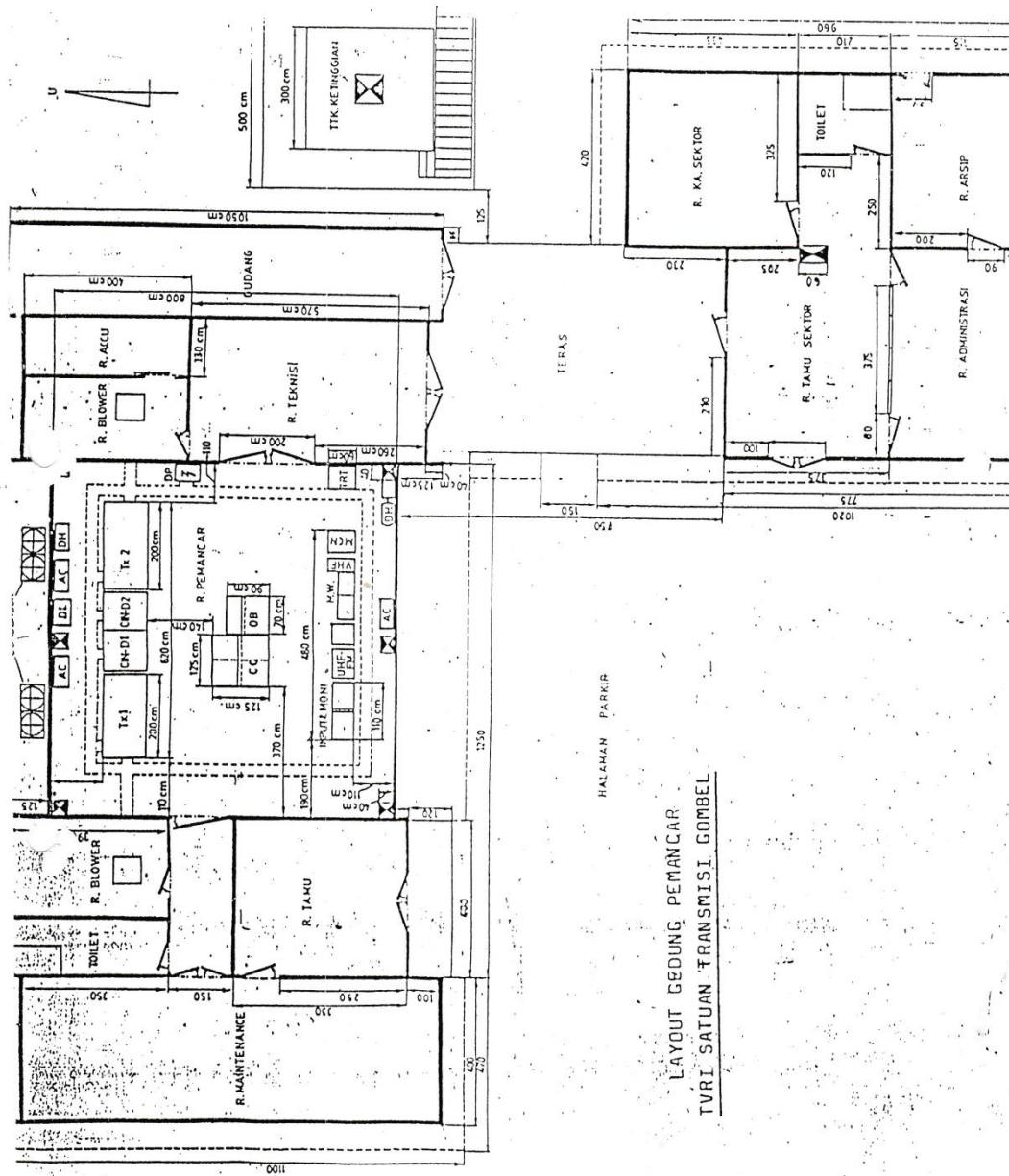


LEGEND

①	OPERATIONAL BUILDING	: 201,8	m ²	TOT
②	OFFICE	: 81,8	m ²	SCA
③	GEN-SET ROOM	: 102	m ²	Net
④	OFFICIAL HOUSE	: 107,4	m ²	
⑤	OFFICIAL HOUSE	: 123,	m ²	
⑥	TRIANGULAR POINT (for sea level):	25	m ²	
⑦	OFFICIAL HOUSE	: 189	m ²	
⑧	GARAGE	: 61,75	m ²	
⑨	STORAGE	: 18	m ²	
⑩	RESERVOIR	: 24	m ²	
⑪	GUARDHOUSE	: 36	m ²	
⑫	KITCHEN			
	TOTAL SQUARE (building)	: 920,75	m ²	

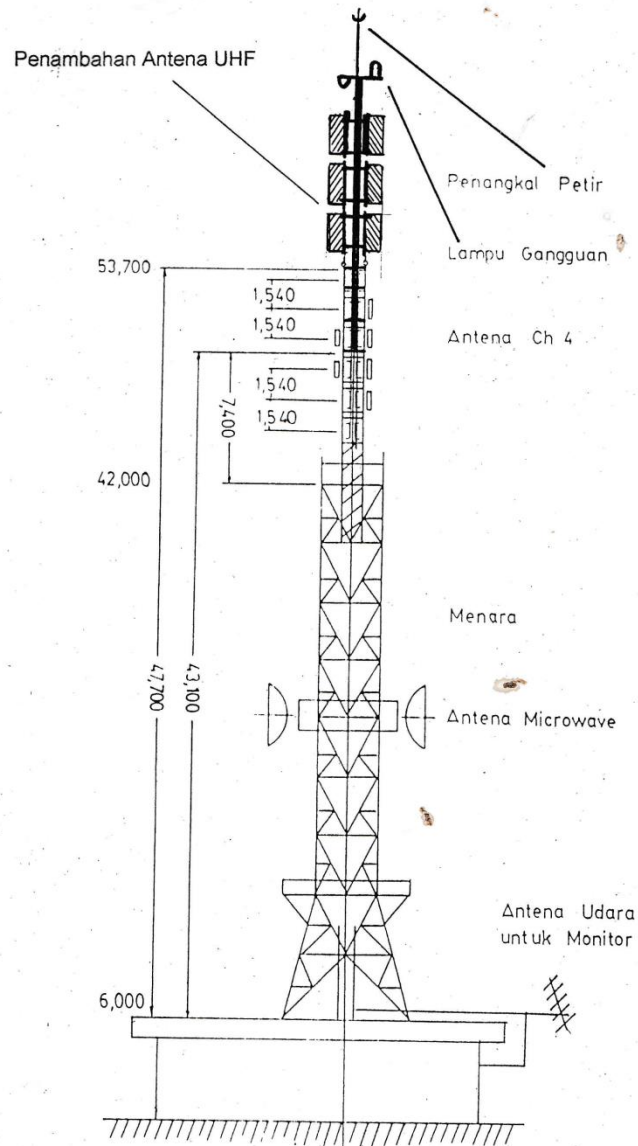
PLEASE ATTACH A MAP
DESCRIBING ACCESS
Tempirakan gambar/denah menuju ke lokasi





LAYOUT GEDUNG PEMANCAR
TVRI SATUAN TRANSMISI GOMBEL

HALAMAN PARKIR

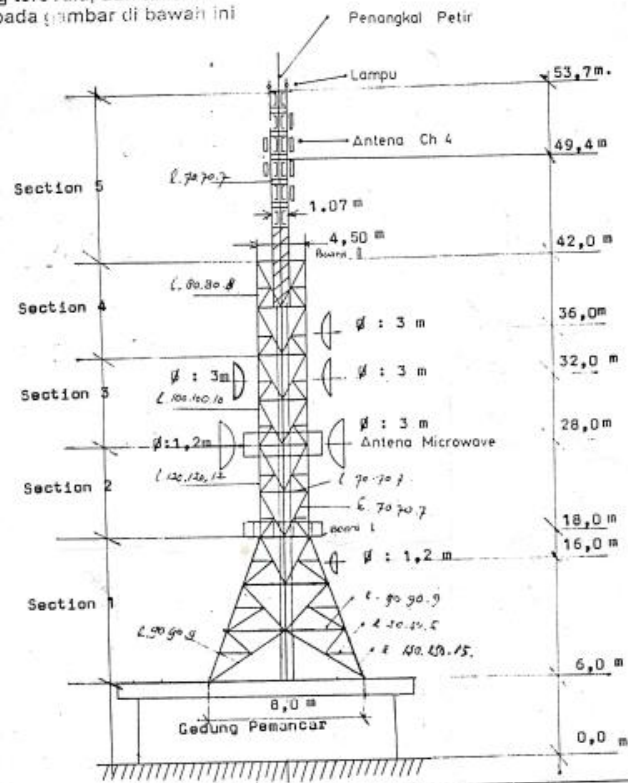


Lampiran 6
Antena

16 Nop 1989

IMPROVEMENT OF TV TRANSMITTING STATIONS PROJECT (ITTS)

Lampirkan gambar/foto menara antenna yang tersedia, dan tuliskan ukurannya pada gambar di bawah ini



4 PLN	Apakah pasokan listrik menggunakan PLN sebagai sumber yang utama?	Ya, PLN sebagai sumber utama
• Single phase		
• Three phase with neutral		3 Phase dengan neutral.
• Three phase without neutral		

Lampiran 5

Surat Keputusan Dosen Pembimbing



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor: 305 / FT-UMMES/2014

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2013/2014**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Tanggal 25 April 2014

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T

NIP : 196605051998022001

Pangkat/Golongan : III/C

Jabatan Akademik : Lektor

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : DWI WINTOKO SEKTI

NIM : 5301410027

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro

Topik : Analisis Keandalan Pengaman Gangguan Petir di Stasiun

Pemancar TVRI Semarang (Gombel)

KEDUA :

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



5301410027

FM-03-AKD-24/Rev. 00

DITETAPKAN DI : SEMARANG

PADA TANGGAL : 28 April 2014

DEKAN

[Handwritten Signature]

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.

NIP. 196602151991021001



Lampiran 6

Surat Izin Penelitian Fakultas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : 1867 /UN37.1.5/DT/2014
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth : Pemimpin TVRI Jawa Tengah
Jl. Pucang Gading Batusari Mranggen Demak

Dengan ini kami mohonkan ijin penelitian di TVRI Satuan Transmisi Gombel, dalam rangka Penyusunan Skripsi mahasiswa kami :

Nama : Dwi Wintoko Sekti
NIM : 5301410027
Program Studi : PTE
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Keandalan Pengaman Gangguan Petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel)
Waktu Penelitian : Mulai tanggal 17 Juli 2014 s/d selesai
Atas bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 10 Juli 2014

A.n. Dekan
Pembantu Dekan Bidang Akademik



Drs. Djoko Adi Widodo, M.T
NIP. 195909271986011001

Tembusan
1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan TE

FM-05-AKD-24

Lampiran 7

Surat Izin Penelitian dari TVRI



LPP TVRI JAWA TENGAH
Pucang Gading, Batusari, Mranggen, Demak (59567)

Nomor : *66* /II.3.5/TVRI/VII/2014
Lamp. : -:-
Hal : **Izin Penelitian**

Kepada Yth. :
Pembantu Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang
Gedung E1 Kampus Sekarang Gunungpati
Semarang 50229

Dengan hormat,

Menindaklanjuti Surat Pembantu Dekan Bidang Akademik FT UNNES Nomor : 1867/UN37.1.5/DT/2014 tanggal 10 Juli 2014 perihal Permohonan Izin Penelitian di TVRI Stasiun Jawa Tengah bagi Mahasiswa Program Studi PTE Teknik Elektro berikut di bawah ini :

NO	NAMA	NIM / NIS
1	DWI WINTOKO SEKTI	5301410027

Pada prinsipnya kami **tidak berkeberatan** atas permohonan dimaksud. Adapun Pelaksanaan Penelitian dijadwalkan pada tanggal **21 s.d. 25 Juli 2014** di Satuan Transmisi Gombel Seksi Teknik Transmisi Bidang Teknik.

Untuk selanjutnya Mahasiswa tersebut di atas agar menghubungi Kepala Bidang Teknik.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Semarang, *21* Juli 2014

An. Kepala TVRI Stasiun Jawa Tengah
Kepala Bagian Umum,

Drs. SENTOT MUDJIONO, MM
NIP. 19601219 198303 1 006

Tembusan :

1. Kepala Stasiun (Sebagai laporan)
2. Kepala Bidang Teknik
3. Kepala Seksi Teknik Transmisi
4. Koordinator Satuan Transmisi Gombel

Operasional (024) 6723058, 6731067 ; **Liputan** (024) 6731051 ; **Sekretariat** (024) 6723059
Faximile (024) 6723059 ; **Interaktif** (024) 6707500

Lampiran 8

Surat Keterangan Penelitian TVRI



LPP TVRI JAWA TENGAH
Pucang Gading, Batusari, Mranggen, Demak (59567)

SURAT KETERANGAN

Nomor : 74 /II.3.5/TVRI/VIII/2014

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **Drs. SENTOT MUDJIONO, MM**
 N I P : 19601219 198303 1 006
 Pangkat / Golongan Ruang : Pembina Tk. I - IV/b
 J a b a t a n : Kepala Bagian Umum TVRI Stasiun Jawa Tengah

Dengan ini menerangkan bahwa :

NO	N A M A	N I M
1	DWI WINTOKO SEKTI	5301410027

Adalah Mahasiswa Program Studi PTE Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah melaksanakan Penelitian di Satuan Transmisi Gombel pada Seksi Teknik Transmisi Bidang Teknik TVRI Stasiun Jawa Tengah dengan jadwal tanggal **21 Juli s.d. 25 Juli 2014**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 12 Agustus 2014

An. Kepala TVRI Stasiun Jawa Tengah
Kepala Bagian Umum,

Drs. SENTOT MUDJIONO, MM
NIP. 19601219 198303 1 006

Operasional (024) 6723058, 6731067 ; Liputan (024) 6731051 ; Sekretariat (024) 6723059
Faximile (024) 6723059 ; Interaktif (024) 6707500

Surat Keterangan Penguji



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung E6 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 8508104
Laman: www.te.unnes.ac.id/guruj

No. : 024/UN37.15/OT/2015
Lamp. :
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Teknik UNNES untuk Jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut:

I. Susunan Panitia Ujian:

a. Ketua : Drs. Suryono, M.T.
b. Sekretaris : Drs. Agus Suryanto, M.T.
c. Pembimbing Utama : Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.
d. Penguji : 1. Riana Dafi Mahadji Putri, ST, MT
: 2. Drs. Isdiyarto, M.Pd.

II. Calon yang diuji:

Nama : DWI WINTOKO SEKTI
NIM/Jurusan/Program Studi : 5301410027/Teknik Elektro
/Pendidikan Teknik Elektro, S1
Judul Skripsi : Analisis Pengaman Gangguan Petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel)

III. Waktu dan Tempat Ujian:

Hari/Tanggal : Senin / 5 Januari 2015
Jam : 11:00:00
Tempat : E6 302
Pakaian :

Tembusan
1. Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Calon yang diuji

Semarang, 2-1-2015
Dekan

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 56602151991021001

