

**DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



SKRIPSI

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

Oleh :

MUHAMMAD ALDINO KURNIAWAN

03041281722036

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN**DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA****SKRIPSI**

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

Oleh :

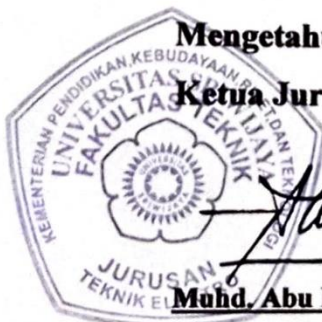
MUHAMMAD ALDINO KURNIAWAN

03041281722036

Indralaya, Maret 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

NIP : 197108141999031005

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

NIP : 197108141999031005

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

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

Nama : Muhammad Aldino Kurniawan

NIM : 03041281722036

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

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

**DESAIN SISTEM POTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: Maret 2022



Muhammad Aldino Kurniawan

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Aldino Kurniawan
NIM : 03041281722036
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 10%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Desain Sistem Proteksi Petir Eksternal dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berkapasitas 6750 WP di Gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Indralaya, Maret 2022



Muhammad Aldino Kurniawan

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan

:  _____

Pembimbing Utama : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

Tanggal

: 21 / Maret / 2022

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya. Setelah melewati proses yang panjang Berkat rahmat, hidayah, karunia, serta ridho dari Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA”**. Pembuatan tugas akhir ini merupakan syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU. selaku Pembimbing Akademik, Pembimbing Utama, dan sekaligus Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.d., IPU. selaku Guru Besar Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., MS. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Segenap Bapak/Ibu Dosen Penguji skripsi yang telah memberikan masukan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Segenap staf Fakultas Teknik serta staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

7. Ayah (Marjani) dan Mama (Murlini) selaku Orang Tua penulis yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan baik berupa doa, motivasi serta bantuan lainnya yang tidak dapat penulis sebut maupun penulis balas hingga akhir hayat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Saudara penulis Muhammad Surya Jaya, S.H. maupun saudari penulis Siti Cholifah Khairunnisa yang telah banyak memberikan penulis bantuan doa dan motivasi sehingga dapat diselesaikannya tugas akhir ini.
9. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam satu grup bimbingan yaitu, Septrianesa, Ari Gunawan, Yudatama Tasa Pradana, Rendiyansyah, M. Reza Febri Putra, Devi Novita Sari, Gina Rizky Lestari, Adinda Dwi Septianty Putri, dan Kak Hardinata Bagaswara.
10. Sahabat-sahabat dalam perjuangan semasa di kampus yaitu Teknik Elektro angkatan 2017.
11. Teman-teman mahasiswa tergabung di dalam jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Maret 2022



Muhammad Aldino Kurniawan

ABSTRAK

DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

(Muhammad Aldino Kurniawan, 03041281722036, 71 halaman)

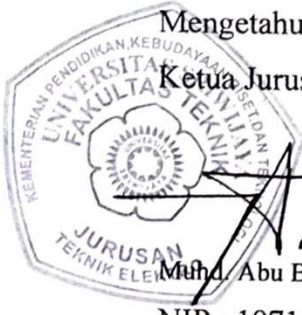
Saat ini kehidupan manusia tak lepas dari penggunaan energi listrik, namun dalam penggunaan itu masih sedikit ditemukan menggunakan energi yang baru dan terbarukan seperti yang berasal dari tenaga surya. Universitas Sriwijaya memiliki Gedung Pascasarjana di Fakultas Teknik terdiri dari dua lantai yang paling atas merupakan atap kosong tanpa konstruksi genteng atau berbentuk dak, pada gedung ini akan di desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan dak tersebut akan diletakkan panel surya, berdasarkan hasil perhitungan setidaknya diperlukan 27 keping panel surya *polycrystalline* masing-masing 250 WP dan dapat menghasilkan energi listrik setidaknya 28687,5 Wh dalam sehari. Faktor eksternal seperti salah satunya sambaran petir dapat mengganggu beroperasinya panel surya, untuk menjaga beroperasinya panel surya ini maka diperlukan sebuah Sistem Proteksi Petir Eksternal, penelitian ini merancang Sistem Proteksi Petir menggunakan metode *rolling sphere* dengan bantuan *software SketchUp* dan selanjutnya akan dibuatkan rangkaian ekuivalen dari proteksi eksternal gedung tersebut guna mengetahui besar tegangan yang timbul jika kondisi tersambar petir dengan disimulasikan pada *software ATP*. Berdasarkan hasil simulasi dilakukan, didapat bahwa besar potensial yang timbul pada *down conductor* jika menggunakan KBC 50 mm² adalah 144,09 kV, sedangkan dengan simulasi yang telah dilakukan nilai tegangan induksi sebesar 30,52 V pada *loop* instalasi peralatan elektronik di PLTS.

Kata Kunci – PLTS, *Alternative Transient Program* (ATP), Sistem Proteksi Petir, Tegangan Induksi

Indralaya, Maret 2022

Menyetujui,


Pembimbing Utama



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro


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


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

ABSTRACT

DESIGN OF AN EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION SYSTEM AND SOLAR POWER PLANT WITH A CAPACITY 6750 WP IN THE POSTGRADUATE BUILDING OF THE SRIWIJAYA UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING

(Muhammad Aldino Kurniawan, 03041281722036, 71 pages)

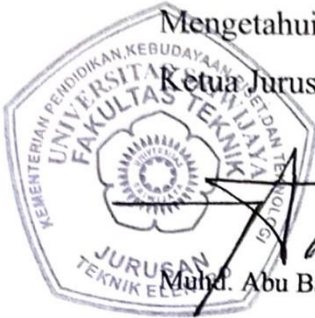
Currently, human life cannot be separated from the use of electrical energy, but in that use there are still few found using new and renewable energy such as that from solar power. Sriwijaya University has a Postgraduate Building at the Faculty of Engineering and the top floor is an empty roof without tile construction or in the form of a roof, in this building an Solar Power Plant will be designed and solar panels will not be placed, based on the calculation results, at least 27 The polycrystalline solar panels are 250 WP each and can generate at least 28687.5 Wh of electrical energy in a day. External factors such as a lightning strike can interfere with the operation of the solar panel, to maintain the operation of this solar panel, an External Lightning Protection System is needed, this study designed a Lightning Protection System using the rolling sphere method with the help of SketchUp software and then an equivalent circuit of external protection will be made the building in order to determine the amount of voltage that arises if the condition is struck by lightning by being simulated on the ATP software. Based on results of the simulation, it is found that the potential that arises in the down conductor when using a KBC 50 mm² is 144,09 kV, while induced voltage by simulation have did is 30,52 V in the electronic equipment installation Solar Power Plant.

Keywords – Solar Power Plant, Alternative Transient Program (ATP), Lightning Protection System, Induction Voltage

Indralaya, Maret 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muht. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Muht. Abu Bakar Sidik".

Muht. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR ISTILAH	xx
NOMENKLATUR.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 PLTS	6
2.1.1 PLTS Sistem <i>Off - Grid</i>	6
2.1.2 PLTS Sistem <i>On - Grid</i>	7
2.1.3 Komponen Utama PLTS	8
2.1.1 Menentukan Kapasitas PLTS dan Spesifikasi PLTS	11

2.2	Pengertian Petir	14
2.3	Proses Terjadinya Petir	14
2.4	Jenis Sambaran Petir	16
2.5	Parameter Petir	16
2.6	Dampak Sambaran Petir.....	17
2.7	Mekanisme Induksi Sambaran Petir.....	18
2.8	Kebutuhan Gedung Terhadap Proteksi Petir.....	18
2.9	Sistem Proteksi Petir Eksternal	19
2.9.1	<i>Air Termination</i>	19
2.9.2	<i>Down Conductor</i>	21
2.9.2.1	Perhitungan Nilai Resistansi (R).....	22
2.9.2.2	Perhitungan Nilai Induktansi (L)	22
2.9.3	Sistem Pentanahan (<i>Grounding System</i>)	23
2.10	Sistem Proteksi Eksternal Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	24
2.11	Perhitungan Nilai Kapasitansi.....	25
2.12	Tegangan Induksi Elektromagnetik pada <i>Loop</i>	26
2.13	<i>Literature Review</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.2	Metode Penelitian.....	30
3.3	Objek Penelitian	31
3.4	Perancangan PLTS	33
3.5	Perancangan Sistem Proteksi Eksternal	35
3.6	Pemodelan Rangkaian Ekuivalen Menggunakan <i>Software</i> ATP...36	
3.7	<i>flow chart</i> dari Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Data penelitian	40
4.2	Hasil Perancangan PLTS.....	41
4.3	Sketsa Gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang setelah Perancangan PLTS	45
4.4	Perancangan Sistem Proteksi Petir Eksternal.....	46
4.4.1	Perancangan <i>Air termination</i>	47

4.4.2	Perancangan <i>Down conductor</i>	48
4.4.3	Area Perlindungan <i>Air termination</i> dan <i>Down conductor</i>	51
4.5	Simulasi Sistem Proteksi Eksternal pada <i>Software ATP Draw</i> ...	52
4.6	Simulasi Kondisi Tersambar Petir Mengenai <i>Air termination</i>	56
4.7	Tegangan Induksi Elektromagnetik Terhadap ruang Panel PLTS	58
4.7.1	Tegangan Induksi melalui KBC 50mm ²	59
4.7.2	Tegangan Induksi pada <i>loop</i> terhadap Peralatan PLTS	63
BAB V PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema sistem <i>off-grid</i>	7
Gambar 2.2 Skema PLTS <i>On-grid</i>	8
Gambar 2.3 Serangkaian terjadinya petir Pertama. (a) Pergerakan awal <i>stepped leader</i> , (b) <i>Stepped leader</i> mencapai bumi, (c) <i>Upward streamer</i> menuju awan, (d) turunnya <i>dart leader</i> menuju ke bumi	15
Gambar 2.4 Ilustrasi Komponen dari Sistem Pentanahan. (a) Konduktor logam, (b) Elektroda logam, (c) Tanah	23
Gambar 2.5 (a) Proteksi Petir Eksternal PLTS Pondasi Sekrup, (b) Proteksi PV model <i>mounting</i>	25
Gambar 2.6 Gambaran Susunan Terminasi Udara serta Pipa Galvanis	25
Gambar 2.7 Ilustrasi Induksi Petir pada <i>Loop</i>	26
Gambar 3.1 Atap Gedung melalui aplikasi Google earth.....	31
Gambar 3.2 Graha Bukit Asam atau Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang	32
Gambar 3.3 Panjang lokasi peletakkan panel surya (a), Lebar lokasi peletakkan panel surya (b)	33
Gambar 3.4 Aplikasi <i>SketchUp</i>	35
Gambar 3.5 Sketsa Bangunan dari dekat Tampak Depan	35
Gambar 3.6 Tampil awal aplikasi ATP	36
Gambar 3.7 Menu <i>PlotXY</i>	37
Gambar 3.8 Pengganti komponen Terminasi Udara.....	37
Gambar 3.9 Pengganti komponen Pipa Galvanis	37
Gambar 3.10 Pengganti komponen Ssitem Pentanahan	38
Gambar 3.11 <i>Probe Voltage</i> (a), <i>Probe Current</i> (b).....	38
Gambar 3.12 <i>Heidler</i>	38
Gambar 3.13 <i>flow chart</i> dari penelitian	39

Gambar 4.1 (a) Gambar gedung tampak samping setelah penambahan desain PLTS, (b) Gambar gedung tampak atas setelah penambahan desain PLTS	46
Gambar 4.2 Simulasi perancangan <i>air termination</i> bangunan tampak atas	47
Gambar 4.3 Simulasi perancangan <i>air termination</i> bangunan tampak samping .	48
Gambar 4.4 Simulasi perancangan <i>down conductor</i> bangunan tampak atas.....	49
Gambar 4.5 Simulasi perancangan <i>down conductor</i> bangunan tampak samping	49
Gambar 4.6 Setelah Pemasangan <i>Air termination</i> dan <i>Down conductor</i> , (a) Tampak Depan, (b) Tampak belakang.....	50
Gambar 4.7 Area perlindungan secara keseluruhan, (a) Tampak atas, (b) Tampak depan	51
Gambar 4.8 (a) Gambar Gedung Tampak Atas, (b) Sisi PLTS, (c) Sisi Belakang Gedung, (d) Sisi Depan Gedung, (e) Sisi Kanan Gedung, (f) Sisi Kiri Gedung, (g) Rangkaian ekivalen Gedung	55
Gambar 4.9 Simulasi Sambaran Petir (a), Letak <i>Probe Voltage</i> (b)	57
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Saat simulasi sambaran petir	57
Gambar 4.11 Letak Ruang Panel instalasi PLTS.....	58
Gambar 4.12 Ilustrasi <i>loop</i> pada Ruang Panel PLTS	59
Gambar 4.13 Rangkaian ekivalen pengujian kecuraman arus melalui <i>down conductor</i> 1	59
Gambar 4.14 Simulasi pengukuran kecuraman arus melalui <i>down conductor</i> 1 ..	60
Gambar 4.15 Rangkaian ekivalen dengan Kapasitansi.....	60
Gambar 4.16 Grafik kecuraman arus simulasi induksi elektromagnetik.....	61
Gambar 4.17 Rangkaian ekivalen <i>loop</i>	61
Gambar 4.18 Rangkaian ekivalen Induktansi Bersama	61
Gambar 4.19 Nilai tegangan yang timbul pada <i>loop</i>	62
Gambar 4.20 Rangkaian ekivalen peralatan PLTS sampai keluaran jaringan AC	63
Gambar 4.21 Rangkaian Ekivalen Sistem Proteksi Petir sampai pada Tegangan Induksi	64
Gambar 4.22 Grafik tegangan induksi pada alat PLTS	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Band Gap</i> Energi Berdasarkan Jenis Material.....	12
Tabel 2.2 Kaitan Parameter Petir dengan Tingkat Proteksi Petir	19
Tabel 2.3 Parameter Metode Jala berdasarkan Tingkatan Proteksi.....	20
Tabel 2.4 Level Proteksi Berdasarkan Arus Petir.....	21
Tabel 2.5 Referensi berkaitan Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3.1 Kondisi awal gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.....	32
Tabel 3.2 data <i>Layout</i> Gedung Graha Bukit Asam Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.....	32
Tabel 4.1 Komponen utama pembangunan PLTS.....	44
Tabel 4.2 Komponen Pendukung Pembangunan PLTS	44

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	11
Persamaan 2.2	11
Persamaan 2.3	12
Persamaan 2.4	12
Persamaan 2.5	12
Persamaan 2.6	13
Persamaan 2.7	13
Persamaan 2.8	13
Persamaan 2.9	13
Persamaan 2.10	13
Persamaan 2.11	14
Persamaan 2.12	22
Persamaan 2.13	22
Persamaan 2.14	23
Persamaan 2.15	23
Persamaan 2.16	25
Persamaan 2.17	26
Persamaan 2.18	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai pada Simulasi Rangkaian Ekvivalen SPP Eksternal.....	72
Lampiran 2 Nilai Kapasitansi Simulasi Tegangan Induksi dan Perangkat PLTS..	87

DAFTAR ISTILAH

<i>Air termination</i>	: Terminasi udara
ATP	: <i>Alternative Transient Program</i>
<i>Band Gap</i>	: Pita Energi
<i>Coupling</i>	: Penghubung
<i>Cumulonimbus</i>	: Awan penghasil petir
<i>Deep Cycle</i>	: Pengisian Berulang-ulang
DOD	: <i>Deep of Discharge</i>
<i>Down conductor</i>	: Konduktor penyalur
<i>Electrical discharge</i>	: Pelepasan muatan listrik
<i>Grounding system</i>	: Sistem pentanahan
ISC	: Arus Hubung Singkat
IEC	: <i>International Electrotechnical Commision</i>
<i>Isolated</i>	: Tertanam
<i>Non-isolated</i>	: Tidak tertanam
KBC	: <i>Kabel Bare Core</i>
<i>Losses</i>	: Rugi-Rugi
<i>Layout</i>	: Tata ruang
<i>Leader</i>	: Lidah petir
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
<i>Overvoltage</i>	: Tegangan lebih
PV	: <i>Photovoltaic</i>
<i>Probe Voltage</i>	: Komponen Pengukuran Tegangan ATP-Draw
<i>Probe Current</i>	: Komponen Pengukuran Arus ATP-Draw
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
<i>Point of strike</i>	: Titik sambar

Potensial	: Tegangan
<i>Return stroke</i>	: Sambaran balik
<i>Rod</i>	: Batang
SCC	: <i>Solar Charge Controller</i>
SCR	: <i>Solar Charge Regulator</i>
SPP	: Sistem Proteksi Petir
<i>Striking distance</i>	: Jarak sambar
<i>Thundercloud</i>	: Awan guruh
<i>Thunderstorm</i>	: Hujan badai
WP	: <i>Watt Peak</i>

NOMENKLATUR

α	: Kemiringan
d	: Diameter
I	: Arus
M	: Induktansi bersama
ρ	: Hambatan jenis/resistivitas
L	: Induktansi
r	: Jari-jari
C	: Kapasitansi
A	: Luas permukaan
m	: Meter
mm	: Milimeter
M	: Induktansi bersama
Ω	: Ohm
ℓ	: Panjang
μ_r	: Permeabilitas relatif
μ_o	: Permeabilitas udara
ϵ_o	: Permittivitas udara
R	: Resistansi
U	: Tegangan induksi
Wh	: <i>Watt Hour</i>
P	: Daya
AH	: <i>Ampere Hour</i>
CB	: <i>Current Battery</i>
Lat	: Garis lintang/ <i>latitude</i>
δ	: Sudut deklinasi matahari
β	: Kemiringan sudut PV terhadap permukaan bumi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peran cukup penting, angka perkembangan manusia maupun makhluk hidup di bumi ini meningkat, hal ini perlu diiringi dengan pembangunan dan kemajuan peradaban untuk menjaga kelestarian makhluk hidup di bumi untuk sekarang maupun di masa depan,

Saat ini kehidupan manusia tak lepas dari penggunaan energi listrik, namun dalam pemanfaatan itu sedikit ditemukan dalam membangkitkan energi listrik tersebut menggunakan energi yang baru dan terbarukan seperti tenaga surya, PLN sebagai usaha kepunyaan negara melaksanakan tugas negara memberikan listrik lebih sering memakai minyak bumi sebagai bahan utama untuk menghasilkan listrik [1]. Tenaga surya memiliki banyak manfaatnya, mulai dari sumber daya yang memiliki potensi sangat besar dan dapat dimiliki oleh siapapun maupun dimanapun, potensi energi ini masih jarang digunakan akibat dari beberapa faktor, salah satunya harga investasi awal yang cukup mahal.

Pada gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang terdiri dari dua lantai dan lantai yang paling atas merupakan atap kosong tanpa konstruksi genteng atau berbentuk Dak, didalam gedung tersebut terdapat banyak peralatan elektronik, komputer, dan manusia yang beraktifitas didalamnya, apabila gedung ini tersambar oleh petir maka dapat membahayakan aset yang terdapat pada gedung ini, dan pada gedung ini juga akan dilakukan desain pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, panel surya dari pembangkit ini

akan diletakkan pada atap gedung ini dan beberapa peralatan penunjang pembangkit akan diletakkan di dalam gedung.

Petir dapat mengganggu beroperasinya PLTS, sambaran petir terhadap instalasi panel surya dapat mengakibatkan kerusakan permanen terhadap peralatan dari PLTS itu sendiri. Untuk melindungi perangkat PLTS dari petir maka dipasang sistem proteksi petir yang handal dan memenuhi persyaratan minimum, karena mengamankan objek dari petir adalah penyediaan sistem proteksi yang terencana dengan baik sehingga jika terjadi sambaran maka sistem proteksi petir dapat mengaliri arus listrik dengan aman di tanah tanpa membahayakan orang atau benda lain di dalam, di luar atau di sekitar gedung [2].

Sistem proteksi petir dirancang berfungsi untuk meminimalisir dampak terhadap bangunan dikarenakan sambaran petir langsung ke objek/bangunan tinggi bisa menyebabkan dampak internal di gedung pada peralatan yang mungkin dipasang di dalam dan di sekitar struktur hal ini mungkin disebabkan oleh arus sambaran petir yang menghasilkan medan elektromagnetik petir dan akibatnya menghasilkan tegangan induksi pada peralatan [3].

1.2 Perumusan Masalah

Gedung bertingkat memiliki resiko yang lebih tinggi untuk menerima sambaran petir secara langsung, hal ini dapat membahayakan elektronik di gedung serta orang yang sedang berkegiatan di dalam maupun di lingkungan gedung itu sendiri. Sistem proteksi petir diperuntukkan meminimalisir bahaya dampak sambaran petir terhadap alat maupun orang didalam gedung tersebut.

Gedung Pascasarjana Universitas Sriwijaya Kampus Palembang memiliki ketinggian hingga 15 meter dan memiliki dua lantai dan lantai atas merupakan dak, pada atap gedung dilakukan desain PLTS. Penelitian mengenai perencanaan pembangkit listrik tenaga surya antara lainnya oleh Dian Furqani Alifyanti et al [4]

yang melakukan penelitian mengenai Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1000 Watt dengan perhitungan konsumsi beban yang digunakan oleh sebuah bangunan, penelitian ini menghitung kebutuhan peralatan PLTS.

Hasil dari penelitian oleh Lara Pebriani [5] yang melakukan desain SPP Eksternal pada gedung dengan bola bergulir sebagai metodenya dan mengenai kebutuhan suatu gedung akan proteksi petir, penelitian tersebut dilakukan dengan simulasi kebutuhan proteksi petir menggunakan aplikasi *Sketch up* di Gedung Fasilkom Universitas Sriwijaya Kampus Palembang

Dikarenakan rancangan PLTS ini memiliki kapasitas daya yang cukup besar, tentu biaya yang diperlukan relatif mahal, maka dalam hal ini diperlukan tindakan berupa evaluasi untuk memasang suatu sistem proteksi petir eksternal pada gedung yang sekaligus akan melindungi PLTS itu sendiri, untuk simulasi dari Sistem Proteksi Petir Eksternal dengan menggunakan *software SketchUp* dan perhitungan tegangan induksi yang timbul pada *down conductor* jika tersambar petir terhadap ruangan peralatan PLTS.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka dari itu penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan spesifikasi alat PLTS yang dibutuhkan di atap Gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.
2. Untuk menentukan desain Proteksi Petir Eksternal yang diperlukan oleh gedung dan panel surya pada PLTS menggunakan *software SketchUp*.
3. Untuk mensimulasikan rangkaian ekuivalen dari SPP gedung serta tegangan induksi yang timbul pada *down conductor* terhadap peralatan pada ruang panel PLTS jika tersambar petir menggunakan *software ATP*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini terdapat ruang lingkup yang menjadi batas dalam penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada Gedung Graha Bukit Asam Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.
2. Membuat perhitungan spesifikasi alat dan bahan yang diperlukan untuk desain PLTS dengan sistem *off-grid* yang berada di Gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.
3. Menentukan desain proteksi petir eksternal yang diperlukan.
4. Penelitian ini tidak mencakupi dalam menentukan proteksi internal
5. Membuat rangkaian ekivalen sistem proteksi petir dari Gedung Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan dilakukan simulasi menggunakan *software* ATP.
6. Menganalisa besar tegangan yang timbul di *down conductor* akibat dari sambaran petir dan tegangan induksi yang timbul akibat dari sambaran petir.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari setiap bab penelitian yang dilakukan yaitu antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Di bab ini memuat tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup kerja penelitian, serta sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di bab ini memuat teori yang berkaitan mengenai PLTS serta pembahasan mengenai petir dan proteksi nya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Di bab ini memuat tentang lokasi serta waktu dilakukannya penelitian, serta perancangan alat PLTS, sistem proteksi eksternal maupun simulasi yang digunakan berkaitan dengan rangkaian ekuivalen pada *software* ATP.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Di bab ini berisikan data dari hasil perhitungan dan simulasi berupa keperluan alat PLTS dan SPP Eksternal serta tegangan grafik hasil simulasi.

BAB V PENUTUP

Di bab ini memuat kesimpulan serta saran dari penelitian dan untuk peneliti berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kholiq, "Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM," pp. 75–91.
- [2] M. Septian, "Desain Sistem Proteksi Petir Internal Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya."
- [3] N. Rameli, M. Z. A. Ab-Kadir, M. Izadi, C. Gomes, and N. Azis, "Variations in return stroke velocity and its effect on the return stroke current along lightning channel," 2016.
- [4] D. F. Alifyanti, J. M. Tambunan, J. T. Elektro, and J. T. Elektro, "Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT," vol. 1, no. 1, pp. 79–95.
- [5] L. Pebriani, "Assesmen Resiko dan Desain Sistem Proteksi Eksternal Gedung Dekanat Fasilkom Universitas Sriwijaya Kampus Palembang Berdasarkan IEC 62305," 2020.
- [6] A. Rachmi, B. Prakoso, Hanny Berchmans, I. Devi Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia," *PLTS Atap*, p. 94, 2020.
- [7] K. Jäger, O. Isabella, A. H. M. Smets, R. A. C. M. M. van Swaaij, and M. Zeman, *Solar energy: Fundamentals, Technology, and Systems*. 2014.
- [8] Q. Hassan, "Evaluation and optimization of off-grid and on-grid photovoltaic power system for typical household electrification," *Renew. Energy*, 2021.
- [9] T. Markvart and L. Castañer, *Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*. 2003.
- [10] A. Mohammad Bagher, "Types of Solar Cells and Application," *Am. J. Opt. Photonics*, 2015.
- [11] D. Dey and B. Subudhi, "Design, simulation and economic evaluation of 90 kW grid connected Photovoltaic system," *Energy Reports*, 2020.

- [12] M. Rif'an, S. H. Pramono, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, and F. Suhartati, "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya," *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 44–48, 2012.
- [13] B. Parida, S. Iniyana, and R. Goic, "A review of solar photovoltaic technologies," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011.
- [14] Bayuaji Kencana *et al.*, "Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," *Indones. Clean Energy Dev. II*, no. November, p. 68, 2018.
- [15] T. J. Pramono, E. Erlina, Z. Arifin, and J. Saragih, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Bertingkat," *Kilat*, vol. 9, no. 1, pp. 115–124, 2020, doi: 10.33322/kilat.v9i1.888.
- [16] M. Naim, "RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA MAHALONA KECAMATAN TOWUTI," vol. 9, no. 1, pp. 27–32, 2017.
- [17] "Technical Application Papers No.10 Photovoltaic plants," no. 10.
- [18] B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: GIZ, 2018.
- [19] S. Ak. Hutagaol, "Studi Tentang Sistem Penangkal Petir pada BTS (Base Transceiver Station)," *Medan Univ. Sumatera Utara*, 2009.
- [20] T. Gunawan and L. N. L. Pandiangan, "Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Dengan Metode Simple Additive Weighting Di Provinsi Bali Analysis of the Level of Area Vulnerability To Lightning Strike Using Simple Additive Weighting in Bali Province," *Meteorol. Klimatologi dan Geofis. Wil.*, vol. 15, no. 3, pp. 193–201, 2014.
- [21] R. Zoro and A. S. Wibowo, "Evaluasi sistem proteksi eksternal dan analisa resiko sambaran petir pada bangunan," *Semin. Nas. Tek. Ketenagalistrikan*, pp. 29–35, 2008.
- [22] Asep Dadan Hermawan, *OPTIMALISASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL MENGGUNAKAN JENIS EARLY STREAMER (STUDI KASUS UPT LAGG BPPT)*. 2010.
- [23] P. Hasse, "Overvoltage Protection of Low Voltage Systems."

- [24] Z. Hakim, “Masjid Raya Mujahidin Menggunakan Metode Bola Bergulir (Rolling Sphere Method),” *Univ. Tanjungpura*, pp. 1–7, 2017.
- [25] S.N. Indonesia, “Sistem proteksi petir pada bangunan gedung,” 2004.
- [26] E. et al Hosea, “Penerapan Metode Jala, Sudut Proteksi dan Bola Bergulir Pada Sistem Proteksi Petir Eksternal yang Diaplikasikan pada Gedung W Universitas Kristen Petra,” vol. 4, no. September, pp. 1–9, 2004.
- [27] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 03-7015-2004 - Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung,” *Badan Standardisasi Nas.*, 2004.
- [28] D. SOHNE, *Lightning protection Guide*. 2014.
- [29] S. Bandri, “Sistem proteksi petir internal dan eksternal,” vol. 3, no. 1, 2014.
- [30] R. Maliki, “Studi Dampak Sambaran Petir Pada Peralatan Tegangan Rendah Rumah Tangga Menggunakan Perangkat Lunak EMTP.”
- [31] C. A. Charalambous, N. D. Kokkinos, and N. Christofides, “External Lightning Protection and Grounding in Large-Scale Photovoltaic Applications,” vol. 56, no. 2, pp. 427–434, 2014.
- [32] Dehn Sohne, “Lightning and surge protection for free field PV power plants Lightning and surge protection for free field PV power plants,” *White Pap*.
- [33] R. Serway and J. Jewett, “Electric Potential and Capacitance,” *Princ. Phys. A Calc. Text, Vol. 2*, 2012.
- [34] P. S. Harijanto, M. Dhofir, and J. M. T. Haryono, “Perancangan sistem proteksi petir internal pada condotel borobudur blimbing kota malang,” *Malang Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2007.
- [35] R. Ainun, “Evaluasi Sitem Proteksi Petir Eksternal pada Gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya,” 2020.
- [36] W. Rison, “Experimental Validation of Conventional and Non-Conventional Lightning Protection Systems,” 2003.
- [37] Y. Parulian, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung KPA Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya On- Grid Dengan Sistem Transmisi Existing PLN,” 2020.